

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y DE  
BIOCOMERCIO**



**TESIS DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y  
MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA QUE SE EXPENDE EN  
LA CIUDAD DE CHULUCANAS, PIURA, PERÚ”**

**AUTOR:**

Bach. Santos David Acaro Córdova

**ASESOR:**

Ing. William Nemesio Chunga Trelles

**Chulucanas-Perú**

**2019**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 013.- 2019/UCSS/FIA-DI

Siendo las 04:00 p.m., del día 18 de setiembre de 2019, en el Auditorio de la Filial Morropón: Chulucanas - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. Mg. José Luis Sosa León.            | Presidente      |
| 2. Mg. Héctor Alonso Escobar García    | Primer Miembro  |
| 3. Mg. Shirley Johanna León Morán.     | Segundo Miembro |
| 4. Ing. William Nemesio Chunga Trelles | Asesor          |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: "Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú", que presenta el bachiller en Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio, el Sr. Santos David Acaro Córdova cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Agroindustrial y de Biocomercio**.

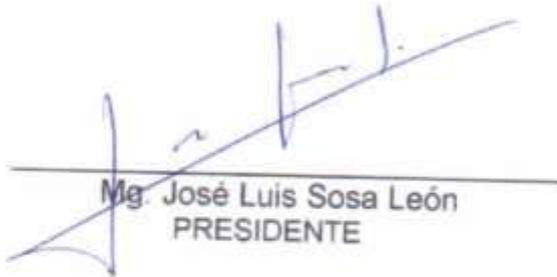
Terminada la sustentación, el Jurado luego de deliberar acuerda:

APROBAR

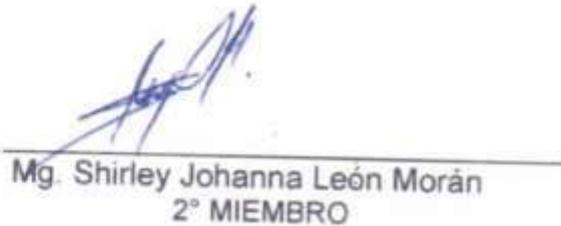
DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de Buena y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE BIOCOMERCIO.

Firmado en Chulucanas, 18 de setiembre de 2019.

  
Mg. José Luis Sosa León  
PRESIDENTE

  
Mg. Héctor Alonso Escobar García  
1° MIEMBRO

  
Mg. Shirley Johanna León Morán  
2° MIEMBRO

  
Ing. William Nemesio Chunga Trelles  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

**A Dios**, porque en los momentos de soledad y tristeza siempre estuvo como mi amigo fiel, protegiéndome y guiándome en cada paso de mi vida y desarrollo profesional.

**A mis hermanos y amigos**, que de manera directa o indirecta han hecho posible que me forme en el ámbito profesional.

**A mi madre**, por ser padre y madre, por ser el entusiasmo que me anima; y por contribuir de manera incondicional, en mi formación profesional con su amor, valores, consejos y exigencias. Con la única meta de hacer de mí una mejor persona.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero que todo doy las gracias a Dios por darme la vida, la salud, mi familia y por ser el amigo por excelencia; por demostrarme tantas veces su existencia, por ser mi salvación y mi gloria; por ser la roca que me fortalece y por darme la fuerza para superar cada obstáculo.

Gracias a mi madre Amalia Córdova Mondragón y cada uno de mis hermanos en especial a mi hermano José Adán Acaro Córdova por apoyarme durante mi formación académica y todo el tiempo con mi trabajo de investigación, porque cuando me vieron flaquear, me dieron muchos ánimos y nunca dudaron de mis capacidades.

Agradezco a la universidad por cobijarme durante 5 años, a las autoridades superiores de la facultad, a compañeros y mis grandes amigos Junior Esteban More Julcahuanca y Libni Alama Gómez por su constante apoyo. De manera muy especial agradecer a mi asesor Ing. William Chunga Trelles y al profesor José Luis Sosa León por sus enseñanzas y apoyo moral durante el proceso de investigación de mi tesis. Así mismo, al monseñor Daniel Turley por promover el desarrollo y crecimiento en la ciudad de Chulucanas.

Gracias a ti querido amigo, Luis Rivera Mesones, por tu gran amistad, por tus grandes consejos y por apoyarme de manera incondicional cuando más lo necesitaba, que Dios te bendiga y mantenga en ti la gran persona que eres.

# ÍNDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. ANTECEDENTES.....	4
1.2. BASES TEÓRICAS ESPECIALIZADAS.....	10
1.2.1. Leche cruda.....	10
1.2.2. Composición de la leche de vaca.....	10
1.2.3. Calidad fisicoquímica de la leche cruda.....	15
1.2.4. Calidad microbiológica de la leche cruda.....	18
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1. MATERIALES.....	21
2.1.1. Material biológico.....	21
2.1.2. Materiales de campo.....	21
2.1.3. Materiales, equipos y reactivos de laboratorio.....	21
2.1.4. Materiales y equipos de escritorio.....	22
2.1.5. Equipos de protección personal.....	22
2.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.2.1. Lugar y fecha.....	22
2.2.2. Población de estudio y muestra.....	24
2.2.3. Descripción de la investigación.....	26
2.2.4. Identificación de variables y su mensuración.....	27
2.2.5. Análisis estadístico de los datos.....	31
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	32

3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE DISTRIBUCIÓN .....	32
3.1.1. Productor-consumidor final.....	32
3.1.2. Productor-transportador-consumidor final .....	33
3.1.3. Productor-transportador-minorista-consumidor final .....	33
3.2. RESULTADOS DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA .....	34
3.2.1. Determinación de la densidad de la leche cruda .....	34
3.2.2. Determinación de la acidez titulable de la leche cruda .....	36
3.2.3. Determinación del pH de la leche cruda .....	37
3.2.4. Resistencia a la prueba de alcohol de la leche cruda.....	39
3.3. RESULTADOS DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA .....	40
3.3.1. Determinación de aerobios mesófilos .....	40
3.3.2. Determinación de coliformes totales.....	41
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES .....	43
4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE DISTRIBUCIÓN .....	43
4.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA.....	44
4.2.1. Determinación de la densidad .....	44
4.2.2. Determinación de la acidez titulable .....	44
4.2.3. Determinación del pH .....	45
4.2.4. Determinación a la resistencia a la prueba de alcohol .....	45
4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA .....	46
4.3.1. Recuento de aerobios mesófilos .....	46
4.3.2. Recuento de coliformes totales .....	46
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....	47
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
TERMINOLOGÍA.....	54
APÉNDICES .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición lipídica de la leche de vaca.</i> .....	12
Tabla 2. <i>Concentración de proteínas más abundantes de la leche.</i> .....	13
Tabla 3. <i>Contenido de las principales sales minerales de la leche</i> .....	14
Tabla 4. <i>Composición media en vitaminas de la leche cruda</i> .....	15
Tabla 5. <i>Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda</i> .....	16
Tabla 6. <i>Requisitos microbiológicos de la leche cruda</i> .....	18
Tabla 7. <i>Tamaño de muestra para leche cruda</i> .....	24
Tabla 8. <i>Análisis de varianza de la densidad de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.</i> .....	34
Tabla 9. <i>Media y desviaciones de la densidad (g/ml) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.</i> .....	35
Tabla 10. <i>Análisis de varianza de la acidez titulable de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.</i> .....	36
Tabla 11. <i>Media y desviaciones de la acidez titulable de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.</i> .....	36
Tabla 12. <i>Análisis de varianza del pH de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.</i> .....	37
Tabla 13. <i>Media y desviaciones del pH de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.</i> .....	38
Tabla 14. <i>Porcentaje de casos positivos y negativos a la prueba de alcohol de (74%), de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.</i> .....	39
Tabla 15. <i>Recuento de Aerobios mesófilos de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.</i> .....	41
Tabla 16. <i>Recuento de coliformes totales de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.</i> .....	42
Tabla 17. <i>Resultados de la densidad de la leche cruda que se expende en la ciudad Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre</i> .....	58
Tabla 18. <i>Resultados de la acidez titulable de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre</i> .....	59
Tabla 19. <i>Resultados del pH de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre</i> .....	60

Tabla 20. <i>Prueba de tukey para la acidez de la leche cruda</i> .....	61
Tabla 21. <i>Prueba de tukey para el pH de la leche cruda</i> . ....	612
Tabla 22. <i>Subconjuntos homogéneos para la acidez de la leche cruda</i> . ....	63
Tabla 23. <i>Subconjuntos homogéneos para el pH de la leche cruda</i> .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Composición de la leche de vaca.....	11
<i>Figura 2.</i> Modelo esquemático de una molécula de H <sub>2</sub> O.....	11
<i>Figura 3.</i> Estructura molecular de la lactosa.....	14
<i>Figura 4.</i> Mapa político del distrito de Chulucanas.....	23
<i>Figura 5.</i> Procedimientos de muestreo de leche cruda según la NPT 202.115: 1998.....	25
<i>Figura 6.</i> Proceso de distribución productor-consumidor final.....	32
<i>Figura 7.</i> Proceso de distribución con un agente intermedio (transportador).....	33
<i>Figura 8.</i> Proceso de distribución del minorista de leche cruda.....	34
<i>Figura 9.</i> Valores promedio de la densidad (g/ml) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre del 2018.....	35
<i>Figura 10.</i> Valores promedio de la acidez titulable (%) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre del 2018.....	37
<i>Figura 11.</i> Valores promedio de pH de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú, durante los meses de agosto a octubre del 2018.....	38
<i>Figura 12.</i> Valores promedio de la resistencia a la prueba de alcohol (74% v/v) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú, durante los meses de agosto a octubre del 2018.....	40
<i>Figura 13.</i> Grafica del recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú.....	41
<i>Figura 14.</i> Valores del recuento de coliformes totales (ufc/ml) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú.....	42
<i>Figura 15.</i> Ubicación de los 6 puntos de venta de lecha cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.....	66
<i>Figura 16.</i> Materiales de laboratorio utilizados para el análisis de las muestras de leche cruda.....	67
<i>Figura 17.</i> Reactivos de laboratorio utilizados para el análisis de las muestras de leche cruda.....	68
<i>Figura 18.</i> Equipos de laboratorio utilizados para el análisis de las muestras de leche cruda.....	68
<i>Figura 19.</i> Toma de muestra, recolección y transporte de las muestras de leche cruda.....	69
<i>Figura 20.</i> Determinación de la acidez titulable de la leche cruda.....	70

<i>Figura 21.</i> Determinación del pH de la leche cruda.....	71
<i>Figura 22.</i> Determinación de la densidad de la leche cruda. ....	72
<i>Figura 23.</i> Determinación de la resistencia a la prueba de alcohol de la leche cruda.....	73

## ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Hoja de toma y transporte de la muestra de leche cruda.....	56
Apéndice 2. Hoja de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.....	57
Apéndice 3. Resultado de los parámetros fisicoquímicos analizados en el laboratorio de la UCSS .....	58
Apéndice 4. Comparaciones múltiples con la prueba de tukey para el análisis post varianza .....	61
Apéndice 5. Prueba de tukey para los grupos en subconjuntos homogéneos.....	63
Apéndice 6. Graficas de intervalos de confianza para las variables analizadas .....	64
Apéndice 7. Ubicación de los vendedores de leche cruda.....	66
Apéndice 8. Materiales, equipo y reactivos para el análisis de la leche cruda .....	67
Apéndice 9. Toma de muestra, recolección y transporte.....	69
Apéndice 10. Fotografías de los resultados fisicoquímicos .....	70
Apéndice 11. Análisis microbiológicos de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú .....	74

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de evaluar la calidad fisicoquímica a través de parámetros como la densidad, la acidez titulable, el pH y la prueba de alcohol; así como evaluar la calidad microbiológica mediante el recuento de aerobios mesófilos y coliformes totales, de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú. Para la valoración de la calidad fisicoquímica y microbiológica se identificaron seis únicos puntos (M1, M2, M3, M4, M5 y M6) de venta de leche cruda dentro de la ciudad Chulucanas. La calidad fisicoquímica se determinó mediante la recolección semanal de muestras durante los meses de agosto a octubre del 2018, teniendo como resultado que los seis puntos de venta evaluados cumplen con los rangos de densidad y pH, cuyos valores evidenciaron estar por debajo del límite central establecido por la Norma Técnica Peruana [NTP] (202.001: 2016). Sin embargo, los promedios de acidez de los seis puntos de expendio no cumplen con la NTP, estando por encima del límite superior. En tanto, tres de los seis puntos de expendio presentaron valores positivos a la prueba de alcohol (74 %). La calidad microbiología se determinó mediante el recuento de aerobios mesófilos y coliformes totales, teniendo como resultado que para el recuento de aerobios mesófilos el punto de expendio M3 se encuentra por encima de los parámetros establecido y mientras que para el recuento de coliformes totales todos los puntos evaluados se encuentran fuera de los parámetros establecidos en la NTP (202.001:2016). Finalmente se aplicó el paquete estadístico Minitab 17 para determinar si existen diferencias significativas, utilizando el análisis de varianza ANOVA, con un porcentaje de error del 5 %. Posteriormente se aplicó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey para detectar las diferencias entre dos o más grupos. Llegando a la conclusión que la leche cruda cumple con algunos parámetros fisicoquímicos como la densidad y el pH, mientras la acidez se encuentra fuera de los parámetros establecidos en la norma, también se observa que tres de los seis puntos reportan positivo para la prueba a la resistencia de alcohol. Por otro lado los parámetros microbiológicos recuento de coliformes totales se encuentran sobre lo descrito en la norma, mientras que para el recuento de mesófilos solo un punto de venta se encuentra fuera de lo establecido en la NTP (202.001:2016).

**Palabras claves:** *Leche cruda, evaluación, calidad, expender, fisicoquímico, microbiológico.*

## ABSTRACT

This research was conducted with the purpose of evaluating the physico-chemical quality through parameters such as density, the titratable acidity, pH and the alcohol test; as well as to evaluate the microbiological quality by counting aerobic mesophiles and total coliforms, of the raw milk that is expended in the city of Chulucanas, Piura, Peru. For the valuation of the physico-chemical and microbiological, only six saling points of raw milk within the city Chulucanas were identified (M1, M2, M3, M4, M5 and M6). The physico-chemical quality was determined using the weekly collection of samples from August to October 2018, getting as result that the six saling points evaluated meet the ranges of density and pH, whose values showed to be below the central limit established by the Peruvian Technical Standard [NTP] (202,001: 2016). However, the averages of acidity of the six saling points do not comply with the NTP, being above the upper limit. Meanwhile, three of the six dispensing points presented positive values to the alcohol test (74 %). Microbiology quality was determined through the aerobic mesophiles and total coliforms counting, getting as result that the aerobic mesophiles counting of the M3 saling point is located above the parameters established and as well as the total coliforms counting of all saling points evaluated were out of the parameters of the NTP (2016:202,001). Finally the Minitab 17 Statistical package was applied to determine if there are significant differences, using variance analysis (ANOVA), with an error rate of 5 %. Subsequently, a test of Tukey multiple comparisons was used to detect differences between two or more groups. In conclusion raw milk meets some physico-chemical parameters such as density and pH, but the acidity is out of the parameters of the norm, it is also observed that three out of six points got positive to the resistance of alcohol test. On the other hand microbiological parameters of total coliforms count are above of what is described in the norm, while for the mesophilic count only one saling point is out of what is established in the NTP (2016:202,001).

**Key words:** *raw milk, evaluación, quality, expender, physical-chemistry, microbiolog*

## INTRODUCCIÓN

El tema de esta investigación es la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda de vaca, que se definen como los atributos más valiosos e importantes de este producto, ya que este es un alimento completo y balanceado que lo convierten en un producto imprescindible para la canasta familiar y muy utilizado para cubrir las demandas nutricionales de la población creciente.

Para Sota (2016) una de las características principales e importantes de este producto alimenticio, es su alto valor nutricional; ya que nos proporciona todos los nutrientes que son esenciales para nuestra vida. Según Bonzano (2012), la leche cruda comprende entre sus componentes valiosos el agua representando el 88 % del total, las grasas constituyen alrededor del 3.4 % del contenido sólido de la leche cruda de vaca, además también cuenta con un contenido en proteínas del 3.2 %, siendo la más importante la caseína (75 %). Entre otros componentes también se encuentran el hidrato de carbono más representativo y predominante de la leche la lactosa con 4.5 %, las vitaminas y los minerales están en un porcentaje bajo simbolizando solo el 0.72 % (Miranda y Quezada, 2018). Sin embargo, es una sustancia altamente perecedera y muy sensible a la contaminación, debido a que es un sustrato idóneo para el desarrollo de ciertos microorganismos, tales como los coliformes y mesófilos que pueden deteriorar su calidad (Rodríguez, 2017).

Para llevar a cabo la evaluación fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda, es necesario conocer la problemática que se da en la ciudad de Chulucanas, siendo necesario mencionar sus principales causas: la primera de ellas es la inadecuada alimentación del ganado vacuno, que afecta la producción lechera y el estado sanitario de los animales; en segundo lugar tenemos que la cadena de distribución de la leche cruda incumple con la normativa básica sanitaria que garantiza un producto inocuo para el consumo humano; finalmente la deficiente capacitación técnica de los ganaderos, que limita la implementación de mejoras en las condiciones productivas.

Explorar sobre la problemática de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche fue de interés académico, ya que, esta investigación permite estudiar de manera científica las variables que influyen en la calidad de la leche cruda; por otro lado, el empeño mostrado por esta investigación tuvo la finalidad de conocer la situación actual en la que se expende la leche cruda en la ciudad de Chulucanas, y así, la población consumidora tenga conocimiento de las condiciones en que se encuentra este producto y tome mayor conciencia al momento de realizar la compra.

En el ámbito del desarrollo de la investigación se tomó muestras de leche cruda de 6 lugares de venta dentro de la ciudad de Chulucanas, utilizando la técnica de muestreo intencional (muestreo no probabilístico), a las cuales se les realizó análisis de laboratorio para determinar la calidad fisicoquímica mediante la acidez, pH, densidad, resistencia a la prueba de alcohol; la calidad microbiológica se determinó a través del recuento de mesófilos y coliformes totales; todo ello durante un periodo de tres meses. La información recolectada fue analizada estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) con la finalidad de determinar diferencias significativas entre las muestras.

Finalmente, durante la investigación de campo (descriptivo y de corte trasversal), uno de los obstáculos era el temor de los proveedores de leche cruda a que su producto sea sometido a análisis en laboratorio garantizados, y que su producto no cumpla con los parámetros establecidos por las normas sanitarias vigentes, provocando consecuencias mayores para sus establecimientos.

Los objetivos de esta investigación fueron: identificar los procesos de distribución de leche cruda en la ciudad de Chulucanas, determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas mediante la acidez, el pH, la resistencia a la prueba de alcohol, la densidad, recuento de mesófilos y coliformes totales, finalmente analizar los resultados de los parámetros evaluados comparándolos con los establecidos en la Norma Técnica Peruana [NTP] (202.001-2016).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los procesos de distribución de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos, tales como, la acidez, pH, resistencia térmica a la prueba de alcohol y densidad en la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú.
- Determinar los parámetros microbiológicos recuento de mesófilos y coliformes totales en la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú.
- Analizar los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos comparándolos con la Norma Técnica Peruana [NTP] (202.001-2016).

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

Jiménez (2005) en su investigación tuvo como objetivo contribuir al conocimiento de la calidad de leche bovina producida por tres principales pequeños productores en Santa Ana Mixtan, Guatemala. Para el estudio realizó un análisis en laboratorio aplicando métodos físicos, químicos y microbiológicos; también utilizó estadística descriptiva, promedio, desviación estándar y coeficiente de varianza. La investigación presentó valores de densidad  $1.032 \pm 0.4737$ , materia grasa  $3.75 \pm 0.2876$ , sólidos totales  $12.56 \pm 0.4605$  y punto de congelación  $-5.37 \pm 0.00$ . Dichos valores se hallaron dentro de los exigidos por las normas (COGUANOR) para la leche cruda sin pasteurizar, esto pudo deberse al efecto de la genética, al tipo de alimentación y características propias del hato. Asimismo, los valores de acidez y reductasa se situaron entre  $(19.66 \pm 7.298)$  y  $(158 \pm 69.30)$  respectivamente, por lo que dichos valores no llenan los requisitos de calidad exigidos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). Esto indica la contaminación y presencia de carga bacteriana en la leche, que puede deberse a la higiene, buenas prácticas de ordeño y sanidad del animal; ya que estos factores al ser evaluados entre los productores fueron deficientes.

Méndez y Osuna (2007) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de caracterizar la calidad sanitaria e higiénica de la leche cruda en algunos sistemas productivos de la región del Alto Chicamocha en el departamento de Boyacá, Colombia. Dichos autores realizaron pruebas de laboratorio de la Universidad de la Salle, en donde analizaron y evaluaron las células somáticas, mesófilos y coliformes, ello se llevó a cabo en 34 hatos registrados en la Federación de Ganaderos de Boyacá, en dos estaciones del año (verano e invierno). En su trabajo de investigación utilizaron estadística descriptiva, análisis de frecuencia, pruebas de hipótesis y un diseño complementario al azar ( $2 \times 2$ ) para las variables relacionadas con la rutina de ordeño y la época de muestreo para cada uno de los recuentos. Los resultados obtenidos en el recuento de mesófilos señalaron que hay diferencias significativas entre el primer y el segundo muestreo

(845 000 y 1 747 000 de UFC/ml respectivamente) siendo superiores a los establecidos en la resolución 000012 de 2007 del Ministerio de Agricultura, que es de 200 000 a 300 000 UFC/ml. En el recuento de coliformes en el primer y segundo muestreo existió una relación estadísticamente no significativa de 93 095 y 28 100 UFC/ml respectivamente, en donde observaron que en las épocas lluviosas las vacas se exponían a la contaminación ambiental (barro, estiércol, etc.), llevando esto a que los promedios de mesófilos y coliformes estuvieran muy por encima en comparación a lo establecido en las normas. Los autores llegaron a la conclusión de que la disminución en la calidad de la leche se produce por la proliferación de microorganismos en las glándulas mamarias de las vacas, que se refleja en los componentes sanitarios e higiénicos de la leche cruda.

Abril y Pillco (2013) en su investigación realizada en Ecuador, evaluaron la calidad fisicoquímica de la leche cruda que ingresa a la ciudad de Cuenca para su comercialización. Para ello tomaron 93 muestras de distintas zonas de la ciudad, siendo las más importantes las zonas de Tarqui, Barabón y Sayausi. Los datos obtenidos fueron almacenados en una base de datos con el programa Microsoft Excel 2011 y posteriormente procesados en el paquete estadístico SPSS v. 17.0 para Windows. Asimismo, para evaluar la posibilidad de utilizar el análisis de varianza (ANOVA) y detectar diferencias significativas entre los grupos independientes, se emplearon las pruebas de Levene y Shapiro – Wilk, para analizar las condiciones de homogeneidad y ajustar los datos a una distribución normal respectivamente. Los resultados que se obtuvieron en la investigación fueron los siguientes: grasa de 2.0 % a 6.8 %; proteína 2.6 % a 3.92 %; acidez 0.145 % a 0.170 %; sólidos totales 9.82 % a 16.25 %; sólidos no grasos 6.4 % a 9.54 %; y densidad de 1.029 a 1.034 g/ml. Los parámetros fisicoquímicos que fueron analizados para determinar la calidad de la leche son los establecidos por NTE INEN 9:2012; indicando que de las 93 muestras analizadas el 49.47 % estuvo dentro de los parámetros, mientras que el 50.53 % restante presentó alteraciones en uno, algunos o todos los parámetros analizados, por lo cual no es apta para consumo humano.

Botina y Ortiz (2013) llevaron a cabo una investigación con el propósito de evaluar la calidad e inocuidad de la leche cruda que se comercializaba en el corregimiento de Catambuco, Colombia, donde se evaluaron 3 puntos de distribución siguiendo un protocolo modificado de la Norma Técnica Colombiana 666. Se aplicaron pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y de

adulterantes, tomando 30 muestras durante el mes de mayo, dos veces por día en cada punto. La leche evaluada no presentó ningún tipo de adulteración, la grasa reportó 3.74 % valor que está muy por encima de las normas locales y nacionales, la proteína obtuvo un valor de 2.88 % estando por debajo de los decretos antes mencionados, la densidad, sólidos totales y pH presentaron niveles normales dentro de los estándares legales. El 60 % de las muestras presentaron condiciones higiénicas inadecuadas para el recuento de mesófilos con valores que van desde 175 001 a más de 800 000 UFC. Las pruebas con azul de metileno y resazurina fueron sensibles a los valores encontrados anteriormente por el método NMP (número más probable). El 93.32 % de las muestras presentó recuentos de células somáticas por encima de los parámetros considerados normales para una leche proveniente de un animal sano.

Inga (2017) realizó un trabajo de investigación en Machala, Ecuador que tuvo como objetivo principal analizar la calidad física de la leche mediante volumetría, en donde determinó la densidad. La metodología empleada para determinar la densidad de la leche se llevó a cabo en el laboratorio, con la ayuda del lactodensímetro y a través de cálculos matemáticos para corregir la densidad de tres marcas de leches comerciales, con una réplica por cada marca. Los resultados obtenidos para las tres marcas de leche fueron de 1.028 g/cc, 1.028 g/cc y 1.029 g/cc respectivamente, los cuales se encontraban dentro de los parámetros establecidos en la NTP INEN: 2015, el cual establecía que los valores se encontrasen entre 1.028 g/cc como rango mínimo y 1.033g/cc como rango máximo superior. Todo esto a una temperatura de 15 °C a 20 °C, con el fin de que no se desarrollasen microorganismos patógenos que pudieran causar cambios indeseables de acidez, rancidez o agriado y su descomposición. Los resultados fueron reflejados en una tabla de control para mayor entendimiento en donde pudo observar que una de las marcas presentó un valor más alto que las otras en cuanto a densidad. La conclusión de la investigación fue que en las tres marcas evaluadas se encontraron dentro los parámetros establecidos en las normas nacionales, por ende las marcas de leche no presentaron ningún adulterante.

Vallejo *et al.* (2018) llevaron a cabo un estudio con la finalidad de determinar la calidad fisicoquímica de la leche cruda procedente de las ganaderías con sistema de doble propósito de los cantones Pedernales, El Carmen, Flavio Alfaro y Bolívar de la Provincia de Manabí, Ecuador. Los resultados obtenidos mostraron rangos de 6.62 - 6.68 de pH, 0.18 - 0.19 % de

acidez, 1.03 - 1.04 g/ml de densidad, 3.13 - 3.97 % de grasa, 3.48 - 3.69 % de proteína, 12.30-12.74 % de sólidos totales, 0.68 - 0.70 % de cenizas, 0.60 - 0.73 % de calcio, 0.60 - 0.62 % de fósforo, recuento de células somáticas y cromatografía de ácidos grasos. Para determinar los diferentes factores fisicoquímicos que afectaban la calidad de la leche, utilizaron un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x4; mientras que las características organolépticas (color, aroma y textura) se valoraron mediante una prueba descriptiva no estructural. En los resultados obtenidos encontraron diferencias significativas entre los sistemas de ordeño (manual y mecánico) en cuanto a sólidos totales, cenizas, grasa, proteína, pH, acidez y calcio se refiere. En la valoración organoléptica no encontraron diferencias significativas en cuanto aroma y color, mientras en la variable textura sí encontraron diferencias significativas para cada uno de los sistemas de ordeño. El contenido de ácidos grasos de la leche fue notablemente afectado según el tipo de ordeño aplicado, sobre todo si se trataba del ordeño mecánico. En conclusión el sistema de ordeño es un factor que influye, en las características fisicoquímicas y organolépticas de la leche cruda; tomando en cuenta que al aplicar ordeño manual el contenido de algunos parámetros difieren a los registrados en el sistema de ordeño mecánico.

Bonzano (2012) realizó un estudio donde tuvo como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica de la leche, mediante la prueba de acidez titulable, prueba de alcohol, prueba de delvotest y crioscopía; así como la calidad higiénica, mediante el recuento de mesófilos aerobios, coliformes, psicrótrofos totales, *Escherichia coli*; y para determinar la calidad sanitaria, se llevó a cabo la prueba de mastitis de california y conteo de células somáticas. Para lo cual se recolectó muestras de leche cruda quincenalmente de establos con diferentes niveles tecnológicos del norte del Perú durante los meses de mayo a setiembre del 2011, estratificando los establos de acuerdo con su nivel tecnológico en baja, mediana y alta. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando la Prueba Estadística ANOVA usando el statAdvisor; con la finalidad de determinar diferencias significativas entre la calidad de la leche y los niveles tecnológicos. El estudio mostró que los parámetros de acidez y estabilidad térmica a la prueba de alcohol se encontraban dentro de lo establecido en NTP (202.001-2010) para los tres grupos de establos evaluados. La crioscopía, presento diferencias significativas entre el grupo de mediana y baja tecnología con los establos de alta tecnología ( $p < 0.05$ ); el recuento de mesófilos aerobios fue de  $1.78 \times 10^6$  UFC/ml para los establos de baja tecnología,  $204 \times 10^3$  UFC/ml para la media tecnología y  $277 \times 10^3$  UFC/ml para alta tecnología. El recuento de coliformes totales presenta promedios según

el nivel de tecnología baja, media y alta, con  $49 \times 10^3$  UFC/ml,  $4.3 \times 10^3$  UFC/ml y  $1.45 \times 10^3$  UFC/ml respectivamente. Cabe señalar que dichos promedios se encontraban por encima del límite establecido por la NTP (202.001-2010) de máximo  $1 \times 10^3$  UFC/ml. Finalmente el autor concluyo que los parámetros fisicoquímicos evaluados en la investigación se encontraron dentro de los establecidos en la NTP (202.001-2010), mientras que para los parámetros higiénicos, el recuento de mesófilos aerobios, *Escherichia coli*, psicrótrofos se encontraron dentro de los rangos establecidos en las normas nacionales e internacionales, mientras que el recuento de coliformes totales sobrepasaron los rangos definidos en NTP (202.001-2010).

Gonzales (2013) en su trabajo monográfico realizado en dos hatos del eje carretero Yurimaguas - Santa Rosa, Perú, el cual tuvo como objetivo evaluar algunos parámetros fisicoquímicos densidad, acidez, pH y proteína de la leche de ganado vacuno. La metodología consistió en realizar pruebas de laboratorio para determinar la densidad, acidez, pH y proteína de la leche en dos fundos, los cuales tenían distinto tipo de tecnología para la crianza. La granja km 17 tenía un sistema semi extensivo y el fundo del Señor Adomiran Tuesta, tenía un sistema extensivo, utilizaron para el estudio 10 vacas por fundo de 2 a 3 meses de lactación, se realizó las pruebas con 3 repeticiones cada uno por 7 días. Los resultados encontrados fueron los siguientes: en la granja del km 17; 1.0288 de densidad, 18.5 de acidez, 6.78 de pH y 17.5 de proteína y en el fundo del Señor Adomiran Tuesta; 1.0283 de densidad, 16.2 de acidez, 6.78 de pH y 17.5 de proteína. Concluyendo en su investigación que existe una leve diferencia en las propiedades fisicoquímicas de la leche de ambos fundos.

Canches (2017) realizo una investigación que tuvo como objetivo principal establecer la carga bacteriológica y la relación que existe con la calidad sanitaria e higiénica de la leche cruda, en el Distrito de Baños, provincia de Lauricocha, departamento de Huánuco, Perú. Para ello realizaron dos tipos de pruebas, la primera consistió en recolectar las muestras de leche para posteriormente ser remitidas para el cultivo al laboratorio de microbiología, la segunda consistió en una prueba indirecta de campo donde se evaluaron los recuentos de mesófilos y coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* sp, *Escherichia coli*, células somáticas en medios de cultivo y la prueba de mastitis californiana respectivamente. Comprendiendo el estudio un muestreo de 30 vacas en producción por muestreo probabilístico, en 10 hatos lecheros en la ciudad de Baños. Para interpretar la relación existente entre las variables

estudiadas de: calidad higiénica, calidad sanitaria y la carga bacteriológica en la leche de vaca se aplicó la prueba estadística de Chi cuadrado de Pearson de independencia. Habiéndose encontrado diferencias estadísticas entre recuentos de mesófilos aerobios y células somáticas. Para las bacterias coliformes no observó crecimiento ni recuento alguno de colonias bacterianas (UFC/ml). En conclusión, el desconocimiento de las buenas prácticas durante el proceso de ordeño es un factor desfavorable que permite el desarrollo y aumento de la proliferación de bacterias patógenas en la leche cruda.

Miranda y Quezada (2018) en su investigación tuvieron como objetivo evaluar las características físicas químicas de la leche fresca, procedente de cuatro establos de la provincia de Trujillo, Perú, durante los meses de abril y mayo del 2018. Para ello recolectaron tres muestras de leche de cada establo, inmediatamente después del ordeño durante las primeras horas del día, realizando previamente un análisis de alteraciones. Los resultados obtenidos fueron comparados con los establecidos en la Norma Técnica Peruana para leche y productos lácteos 202.001-2016 y el manual de prácticas bromatológicas 2018. Además, determinaron que los caracteres organolépticos (color, sabor, olor, aspecto y consistencia) se encontraron dentro de los valores considerados como aceptables para la leche fresca, según la norma técnica y para la caracterización fisicoquímica analizaron la densidad, acidez, grasa, proteínas, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos y cenizas. Encontrando que en las muestras de leche de los establos 1 y 2, hallaron un contenido de grasa (3 % y 2.9 % respectivamente) y proteínas (3 g) incumpliendo con los rangos establecidos en la NTP, los cuales guardarían relación con una menor concentración de sólidos totales, sólidos no grasos y una baja densidad. Asimismo, las muestras de los establos 3 y 4 determinaron que el 100 % de los ensayos realizados se encontraron dentro de los estándares de la NTP y el manual de prácticas bromatológicas 2018, esto se debió al cumplimiento de diferentes factores tanto endógenos como exógenos. Puntualizaron que las muestras del 50 % de los establos estudiados sí cumplían con los parámetros de calidad establecidos, mientras que las muestras que no se ajustaron a la NTP y el manual de prácticas bromatológicas 2018, fue por bajo contenido de grasa, proteínas, sólidos totales, sólidos no grasos y bajo en densidad.

## **1.2. Bases teóricas especializadas**

### **1.2.1. Leche cruda**

La leche es un líquido segregado de las glándulas mamarias de las hembras mamíferas, siendo esta el único alimento de las crías durante su primer periodo de vida suministrando energía, proteínas, vitaminas y otros compuestos fundamentales para su crecimiento y desarrollo. Además, la leche es reconocida como uno de los alimentos más complejos que se encuentra en la naturaleza siendo de suma importancia para la dieta de los seres humanos en sus diferentes formas (queso, mantequilla, helado, yogurt, manjar, etc.) (Jarama, 2011).

Según la NTP (202.001-2016) la leche cruda es un producto íntegro, no alterado, ni adulterado originario del ordeño higiénico, regular y completo de vacas sanas y bien alimentadas, que no deben contener calostro (secreción amarillenta y viscosa que aparece durante 6 a 7 días después del parto) y exento de color, olor, sabor y consistencia anormales y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno. Asimismo, es un alimento completo y balanceado, necesario para cubrir las demandas nutricionales de una población creciente, la cual tiene como base fundamental la infancia de una nación. Cabe señalar que, la denominación genérica de leche se refiere exclusivamente a la leche natural de vaca. Las leches producidas por otras hembras mamíferas se denominará indicando el nombre de la especie correspondiente: leche de oveja, leche de cabra, leche de yegua, etc.

### **1.2.2. Composición de la leche de vaca**

Para Bonzano (2012) la composición de la leche depende de diferentes factores entre ellos la raza del animal, la alimentación y el estado de lactancia; siendo está un producto de alto valor nutritivo y alto grado de digestibilidad. La leche de vaca contiene entre sus componentes más importantes el agua representando el 88 % del volumen total, el resto está constituida habitualmente por 3.2 % de proteínas, 3.4 % de grasas, 4.5 % de lactosa y 0.72 % de vitaminas y minerales.

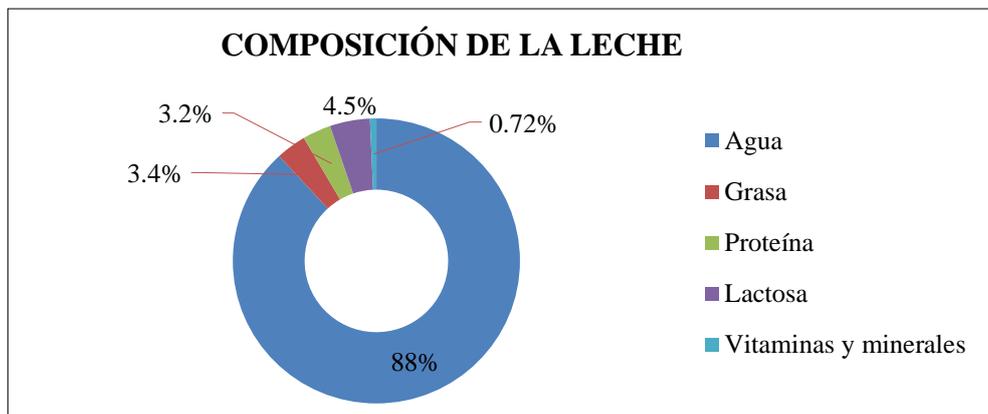


Figura 1. Composición de la leche de vaca.

Fuente: Elaboración propia.

### a. Agua

Cuantitativamente, el agua es el componente abundante e importante de la leche. Esta constituye la fase continua de la leche y el medio en el que todos los componentes de la leche están diluidos. Su función principal es que la distribución de los componentes de la leche sea uniforme para que puedan ser asimilados por el organismo de los mamíferos (Abril y Pillco, 2013).

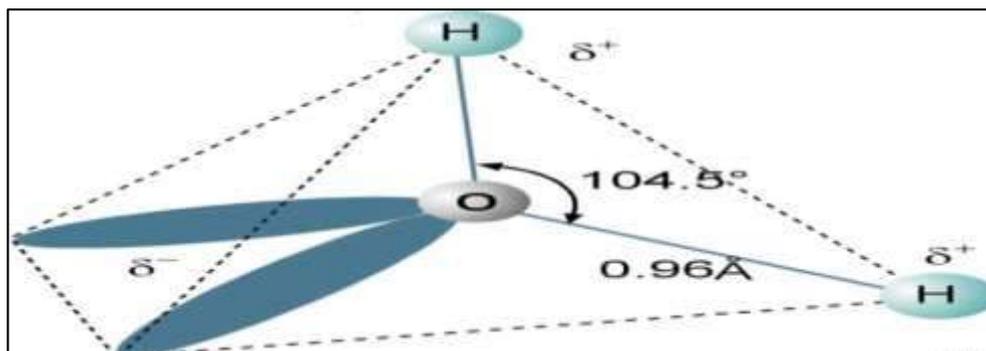


Figura 2. Modelo esquemático de una molécula de H<sub>2</sub>O.

Fuente: Batista, (2011).

### b. Materia grasa

Según Quispe (2014) la materia grasa está constituida por un 97.0 y 98.0 % de triglicéridos; además de 0.8 a 1.0 % de fosfolípidos, un 1.0 % son sustancias no saponificables, diglicéridos, ácidos grasos libres, etc. Estos valores pueden verse afectados conforme se altera la cantidad de los demás componentes. La grasa de la leche oscila entre 3.2 y 6 % siendo este el elemento que más varía, estas variaciones se deben principalmente al sistema de producción y a las distintas razas de vacunos.

Referente a la estructura, se conoce que los lípidos de la leche de vaca se encuentran empaquetados dentro de glóbulos grasos. Su origen inicia con la síntesis de triglicéridos en el retículo endoplasmático liso (REL) seguida por su agregación en el retículo endoplasmático rugoso (RER), conformando lo que se conoce como núcleo del glóbulo de grasa (NGG) que se encuentra exclusivamente compuesto por triglicéridos (99,8 %) con pequeñas cantidades de colesterol, vitaminas y otros compuestos (Angulo *et al.*, 2009, citado por Sota, 2016).

Tabla 1

*Composición lipídica de la leche de vaca*

<b>Lípido</b>	<b>Porcentaje en peso de 100 g de la fracción etérea</b>
Triglicéridos	97-98
Diglicéridos	0.03-0.06
Monoglicéridos	0.02-0.04
Ácidos grasos libres	0.1-0.4
Esteroles libres	0.2-0.4
Fosfolípidos	0.8-1.0

*Fuente:* Fennema (2000).

### **c. Proteína**

Son las macromoléculas que tienen como objetivo llevar a cabo todas las actividades de la célula; así mismo funcionan como herramientas moleculares que hacen que sucedan las cosas dentro del cuerpo de los mamíferos. Entre sus funciones tenemos que actúan como anticuerpos y transportan sustancias de un lugar a otro del cuerpo (Jiménez, 2005). En la leche el contenido proteico depende fundamentalmente de la alimentación y de la raza del vacuno, esta oscila entre 3 a 4 %, y se clasifica en tres grupos de categorías:

- Las caseínas o las sustancias que forman el queso propiamente dicho se encuentran en un 78 %.
- Las proteínas séricas o proteínas del suero, en un 20 %.
- La proteína del glóbulo graso representa el 2 %.

La proteína más importante de la leche es la caseína, siendo la más abundante y teniendo como característica principales que no se encuentra en otros alimentos, existiendo tres tipos de caseínas ( $\alpha$ ,  $\beta$  y kapa caseína). Además se encuentran la albúmina y globulina en 5 y 11 % respectivamente (Jiménez, 2005).

Tabla 2

*Concentración de proteínas más abundantes de la leche*

<b>PROTEÍNA</b>	<b>CONCENTRACIÓN (g/l)</b>	<b>PORCENTAJE APROXIMADO POR CADA 100 g DE PROTEÍNA</b>
<b>CASEÍNAS</b>		
$\alpha$ -caseínas	24 a 28	42
$\beta$ -caseínas	15 a 19	25
$\kappa$ -caseínas	9 a 11	9
$\gamma$ -caseínas	3 a 4	4
<b>PROTEÍNAS DEL SUERO</b>		
$\beta$ -lactoglobulina	1 a 2	9
$\alpha$ -lactoalbúmina	5 a 7	4
Proteasas-peptonas	2 a 4	4
Proteínas de la sangre	1 a 1.5	3

*Fuente:* Fennema (2000).

#### **d. Lactosa**

El hidrato de carbono más representativo y predominante en la leche es la lactosa (azúcar de la leche), que es un disacárido formado por residuos de galactosa y glucosa que son sintetizadas por los mamíferos a nivel de las glándulas mamarias. De todos los componentes de la leche, la lactosa se encuentra entre 4.7 y 5.2 %, siendo el que se encuentra en mayor porcentaje, además se caracteriza por ser el menos variable (Alfaro, Hurtarte y Valle, 2014).

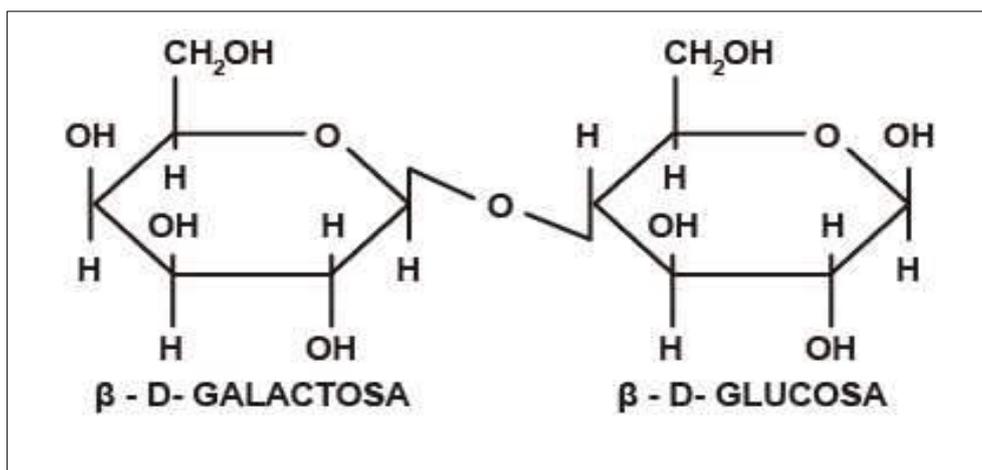


Figura 3. Estructura molecular de la lactosa.

Fuente: Antezana (2015)

### e. Minerales

Prácticamente todos los minerales del suelo, de donde se alimenta la vaca, están presentes en la leche, encontrándose entre 0.70 a 0.90 %, los cuales pueden variar por diferentes factores endógenos o exógenos. Los minerales principales en la leche son el calcio, sodio, cloro, potasio y fósforo, estos se determinan en las fracciones cenizas. En pequeñas concentraciones se encuentran el hierro, yodo, cobre, manganeso y zinc (Bonzano, 2012).

Tabla 3

Contenido de los principales minerales de la leche

Componente (mg)	Leche entera	Leche semidescremada	Leche desnatada
Calcio	124	125	121
Fósforo	92	91	97
Hierro	0.09	0.09	0.25
Magnesio	11.6	11.9	28.6
Zinc	0.38	0.52	0.54
Sodio	48	47	53
Potasio	157	155	150

Fuente: Aranceta y Serra (2005).

## f. Vitaminas

Según Gonzales (2013) las vitaminas presentes en la leche son moléculas orgánicas y de naturaleza variable. Además de las liposolubles; A, D, E y K; también se encuentran el complejo B y la vitamina C. La leche contiene todas las vitaminas conocidas necesarias para el crecimiento y desarrollo de los mamíferos en pequeñas cantidades. Es muy rica en riboflavina y una buena fuente de vitamina A y tiamina, sin embargo, es pobre en niacina y ácido ascórbico. Además, las vitaminas tienen la tendencia a destruirse por diferentes factores, entre los cuales se encuentran: la acción de la luz, los tratamientos térmicos dentro de la industria, entre otros.

Tabla 4

*Composición media en vitaminas de la leche cruda*

<b>VITAMINAS</b>	<b>LECHE (g/100ml)</b>
Vitamina A (ug)	56
Vitamina D (ug)	0.03
Vitamina E (ug)	0.09
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.2
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0.06
Vitamina B <sub>12</sub> (ug)	0.4
Equivalencia de niacina (mg)	0.8
Folatos (ug)	6.0
Vitamina C (mg)	1.0

*Fuente:* Gil (2010).

### 1.2.3. Calidad fisicoquímica de la leche cruda

Para Jiménez (2005) la calidad fisicoquímica de la leche de vaca resulta del alto valor nutritivo de la mayoría de sus componentes y sus características organolépticas (aspecto, olor, sabor, etc). Estos valores y características deben localizarse en un nivel adecuado permitiendo así conservar diferentes habilidades que son fundamentales en diferentes procesos como: estabilidad térmica, calidad de conservación, coagulabilidad enzimática, desarrollo de bacterias lácticas en la leche, etc.

En la calidad fisicoquímica se evalúa los cambios que producen las bacterias en presencia de pH y acidez fuera de los parámetros establecidos por la norma técnica, los cuales dan lugar a procesos alternativos y útiles dentro de la industria, ya que muchos de los componentes de la leche pueden atenuarse, pero los cambios más usuales resultan de la disminución de la proteína, la lactosa y la grasa (Bonzano, 2012).

Tabla 5

*Parámetros fisicoquímicos de la leche cruda*

<b>ENSAYO</b>	<b>REQUISITOS</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>
Materia grasa (g/100 g)	Min. 3.2	NTP 202.028
Sólidos no grasos (g/100 g)	Min. 8.2	*
Sólidos totales (g/100 g)	Min. 11.4	NTP 202.118
Acidez, expresada en g. de ácido láctico (g/100 g)	0.13 – 0.17	NTP 202. 116
Densidad a 15 °C (g/ml)	1.0296-1.0340	NTP 202.007
Índice de refracción del suero, 20 °C	Min. 1.34179	NTP 202.016
Ceniza total (g/100 g)	Max. 0.7	NTP 202. 172
Alcalinidad de la ceniza total (ml de solución de NaOH 1N)	Max. 1.7	NTP 202. 172
Índice crioscópico	Max. 0.540°C	NTP 202.184
Sustancias extrañas a su naturaleza	Ausencia	NTP 202.168
Prueba de alcohol (74 % v/v)	No coagulable	NTP 202.030
Prueba de la reductasa con azul de metileno	Min. 4 horas	NTP 202.014

(\*) Por diferencia entre los sólidos totales y la materia prima

Fuente: Norma Técnica Peruana (202.001-2016).

**a. Acidez y pH de la leche**

Según Sota (2016) la acidez y el pH son parámetros de calidad muy importantes en productos lácteos. La tasación de la acidez es la determinación analítica más frecuente en la tecnología lechera, existiendo dos métodos fundamentales para expresarla: la acidez titulable y la concentración de iones H<sup>+</sup> (expresado como pH). La acidez es un parámetro bastante constante en la leche y su aumento indica una anormalidad, además permite apreciar el grado de deterioro que han producido los microorganismos lácticos en la leche. Asimismo, en la leche cruda se muestran la acidez natural y la desarrollada.

La acidez natural se debe a diversos factores como la acidez de la caseína anfotérica, las sustancias minerales (fosfatos), ácidos orgánicos y reacciones secundarias de los fosfatos; mientras que la acidez desarrollada se debe a la formación del ácido láctico a partir de la lactosa por intervención de bacterias contaminantes. Aquellos procesos en la producción y la industria láctica que presentan una inadecuada calidad higiénico-sanitaria pueden llevar a que la leche presente valores elevados de acidez a causa de la contaminación, fundamentalmente por bacterias mesofílicas aerobias fermentadas de la lactosa (Bonzano, 2012).

El pH es una medición que nos indica de manera inmediata la condición de la leche, representando la acidez real o natural de la leche fresca. En la leche normal varía entre 6.2 y 6.8, un rango muy cercano al neutro, pero la mayoría de las veces, la leche en la industria láctea tiene un pH comprendido entre 6.4 y 6.6. Los valores distintos de pH se producen principalmente por el estado sanitario de las glándulas mamarias, en ese sentido valores por encima del 6.8 es un indicador de presencia de mastitis y valores inferiores al normal indican presencia de calostro (Calampa, 2017).

#### **b. Estabilidad a la prueba de alcohol**

Según Abril y Pillco (2013) la prueba de alcohol tiene la finalidad de detectar la estabilidad térmica de la leche cruda al añadirse cierta cantidad de alcohol etílico (en volumen igual) y sometiendo a altas temperaturas de procesamiento sin presentar coagulación visible. Si la muestra de leche cruda se espesa, esta es inestable, lo cual señala que no es apta para su procesamiento. Esto generalmente se debe al elevado grado de acidez o disminución del pH, así como altos contenidos de cloruros, calcio y sodio.

En esta prueba se somete la leche a un estabilizante químico (alcohol al 74 (v/v)) que produce agregación o coagulación de las proteínas de la leche, donde el equilibrio micelar de la caseína ha sido afectado principalmente por la acidificación, disminución del pH y por el aumento de calcio iónico. Descubriéndose así una gran mayoría de leches que no podrían soportar tratamientos térmicos (pasteurización y esterilización), observándose floculación en la superficie de la leche (Bonzano, 2012).

### c. Densidad de la leche

Para Viera (2013) es una de las constantes físicas que se utiliza para comparar las masas de diferentes sustancias o de una misma bajo diferentes condiciones de temperatura. Este parámetro advierte en forma probable la posible adulteración por remoción del contenido graso (aumento de la densidad) o por el agregado de agua (disminución de la densidad). Esta constante es afectada por la temperatura, de allí que su lectura se refiere siempre a una temperatura fija, normalmente de 15 °C.

Según la NTP 202.001-2016, la densidad de la leche a una temperatura de 15 °C puede oscilar entre 1.0296 a 1.0340 g/cm<sup>3</sup>, además por cada grado de temperatura su variación es de 0,0002 g/cm<sup>3</sup>. No solo depende de la temperatura, sino también de su composición química, el tiempo transcurrido después del ordeño y otras operaciones tecnológicas; y está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga. Para su determinación se recurre con frecuencia al lactodensímetro (Gonzales, 2013).

#### 1.2.4. Calidad microbiológica de la leche cruda

Tabla 6

##### *Requisitos microbiológicos de la leche cruda*

<b>Requisitos</b>	<b>n</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>c</b>	<b>Método de ensayo</b>
Recuento de aerobios mesófilos viables/ml	5	500 000	1 000 000	1	ISO 4833-1
Recuento de coliformes/ ml	5	100	1 000	3	ISO 4831

*Fuente:* Norma Técnica Peruana (202.001-2016).

**n:** Es el número de unidades de muestra que deben ser examinadas de un lote de un alimento para satisfacer los requerimientos de un plan de muestreo.

**M:** Es un principio microbiológico, que disgrega la calidad marginal defectuoso de la calidad aceptable, dentro de un programa de muestreo de tres clases. Cualidades mayores a “M” son inadmisibles.

**c:** Se refiere a las unidades de muestreo defectuosas de un número máximo permitido. El lote se rechaza cuando se descubren cantidades mayores de este número.

**m:** Es un criterio microbiológico, el cual, en un plan de muestreo de dos clases, clasifica la calidad defectuosa de la buena calidad. En general “m” representa un nivel tolerable y virtudes sobre el mismo que son lateralmente admisibles o inadmisibles.

La NTP 202.001-2016, establece los límites máximos y mínimos para el recuento de mesófilos y coliformes, los cuales deben presentar un máximo de 1 000 000 ufc/ml y un mínimo de 500 000 ufc/ml para lo que respecta al recuento de aerobios mesófilos; y el recuento de coliformes debe estar entre los límites mínimos y máximos de 100 y 1 000 ufc/ml respectivamente. Además, la leche cruda debe provenir de animales sanos libres de enfermedades y cumplir con las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad que establece el ministerio de salud.

La naturaleza microbiológica está vinculada con la carga y tipo de microorganismos, con la flora productora de enzimas termorresistentes y la flora inocua como consecuencia de la higiene mantenida durante el proceso de ordeño, el transporte y su almacenamiento. Por otro lado, el manejo y el estado sanitario de la vaca, especialmente de las glándulas mamarias (Bonzano, 2012).

Según Méndez y Osuna (2007) la leche es un medio de cultivo extraordinario para el desarrollo de microorganismos, por ello es importante mantener una vigilancia constante y estricta sobre las buenas prácticas y procedimientos para la obtención de la leche, para asegurar que el producto esté exento de cualquier sustancia extraña, a fin de preservar la salud de los consumidores. Los métodos habituales para el recuento e identificación de microorganismos indicadores de la cualidad son aplicados y presumen de tiempo.

#### **a. Recuento de aerobios mesófilos**

Para evaluar la calidad microbiológica el recuento de aerobios mesófilos es valorada como la “prueba de oro”, ya que estas bacterias viven en presencia de oxígeno libre y crecen a temperaturas cercanas a la temperatura corporal, por lo que provee la mayor información sobre

el nivel de contaminación de un producto y es el método más usual para la estimación de número de microorganismos viables en alimentos (García, Calderón y Martínez, 2006).

Quispe (2014) indica que es imposible evitar que la leche cruda tenga entre 100 a 1 000 bacterias viables/ml, ya que siempre en el canal del pezón existirá un número determinado de estas. Leche con presencia de bacterias mesófilas por debajo del mínimo establecido en la norma técnica se debe a adecuadas condiciones de refrigeración y un eficaz plan de prevención de mastitis, un alto computó de UFC por encima del máximo permitido muestra inadecuadas condiciones de conservación tanto en tiempo como en temperatura, permitiendo de esta manera el desarrollo de microorganismos.

#### **b. Recuento de coliformes totales**

Según Méndez y Osuna (2007) las bacterias coliformes pertenecen a la familia *Enterobacteriácea* y se hallan ampliamente distribuidas. Son bacterias Gram negativas de morfología bacilar, aerobias o anaerobias facultativas se desarrollan a una temperatura óptima entre 30 a 37 °C y un pH de 7 a 7.5, son resistentes a la pasteurización, reducen la vida útil de la leche pasteurizada y altera la calidad de los productos de fermentación (queso, yogurt, etc).

Según la NTP 202.001-2016, establece como criterio aceptable leche con menos de 1 000 ufc/ml. El huésped normal es el intestino de los mamíferos, por lo tanto, su existencia en la leche cruda se vincula con la polución de origen fecal, además la presencia de bacterias coliformes puede provenir del estiércol, del polvo, suelo, alimentos del ganado, insectos, utensilios de ordeño, almacenamiento y transporte donde suelen desarrollarse con gran facilidad (Salazar, 2013).

Los recuentos de bacterias coliformes superiores a 1 000 ufc/ml sugieren multiplicación bacteriana en el equipo de ordeño, transporte y almacenamiento. Recuentos inferiores a lo establecido en la norma técnica peruana indican excelencia tanto en la higiene como en la desinfección de los equipos, garantizando de esta manera la calidad de la leche para consumo humano (Botina y Ortiz, 2013).

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Materiales**

#### **2.1.1. Material biológico**

El material biológico utilizado para esta investigación es la leche cruda de vaca, adquirida de seis puntos de venta en la ciudad de Chulucanas.

#### **2.1.2. Materiales de campo**

- Caja de poli estireno expandido.
- Hielo.
- Botellas de primer uso.
- Identificadores.

#### **2.1.3. Materiales, equipos y reactivos de laboratorio**

- Vasos precipitados.
- Bureta graduada de 50 ml.
- Pipetas graduadas de 10 ml.
- Potenciómetro.
- Lactodensímetro.
- Probeta de 250 ml.
- Tubos de ensayo.
- Pipetas de 5 ml.
- Tenazas de metal.
- Erlenmeyer.
- Embudo de vidrio.
- Mechero.
- Termómetro.
- Gradilla.
- Placas petrifilm.
- Hidróxido de sodio al 0.1 N.
- Fenolftaleína alcohólica al 1%.
- Alcohol de 74%.
- Agua pectonada.
- Agar recuento en placas.
- Agar Mac Konkey.
- Autoclave.

#### **2.1.4. Materiales y equipos de escritorio**

- Cuaderno de apuntes.
- Papel bond.
- Lápiz.
- Lapicero.
- Cámara fotográfica.
- Computadora (laptop).
- Impresora.

#### **2.1.5. Equipos de protección personal**

- Mandil blanco.
- Mascarilla.
- Toca.
- Guantes.

### **2.2. Diseño de la investigación**

En la presente investigación se planteó un diseño no experimental, enmarcado dentro de un tipo de investigación descriptivo; porque nos permite observar fenómenos tal y como ocurren naturalmente, donde permite recolectar la información y finalmente analizarla y compararla con resultados señalados en la Norma Técnica Peruana (202.001-2016).

#### **2.2.1. Lugar y fecha**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Chulucanas, capital de la provincia de Morropón, Piura, Perú. En donde se recolectaron muestras de leche de vaca de diferentes puntos de expendio, para posteriormente realizar un análisis físicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS), Filial Morropón: Chulucanas y el laboratorio de control de calidad de la Universidad Nacional de Piura (UNP), respectivamente.

Chulucanas tiene una temperatura máxima de 38 °C y mínima de 18 °C, además está localizado a 5° 5'36" de latitud sur y a 80° 09' 3" de longitud oeste, a una altura de 92 m.s.n.m. limita por el norte con el distrito de Frías, por el este con los distritos de Santo Domingo y Morropón, por el sur con Catacaos y Castilla y por el oeste con el distrito de Tambogrande. Ocupa un área de 871.2 km<sup>2</sup>, hallándose cruzado su territorio de este a oeste por el río Piura; también por los ríos Charanal y Yapatera, que bajan de la serranía de Frías y desembocan ambos en el río Piura. La investigación tuvo una duración de 6 meses.

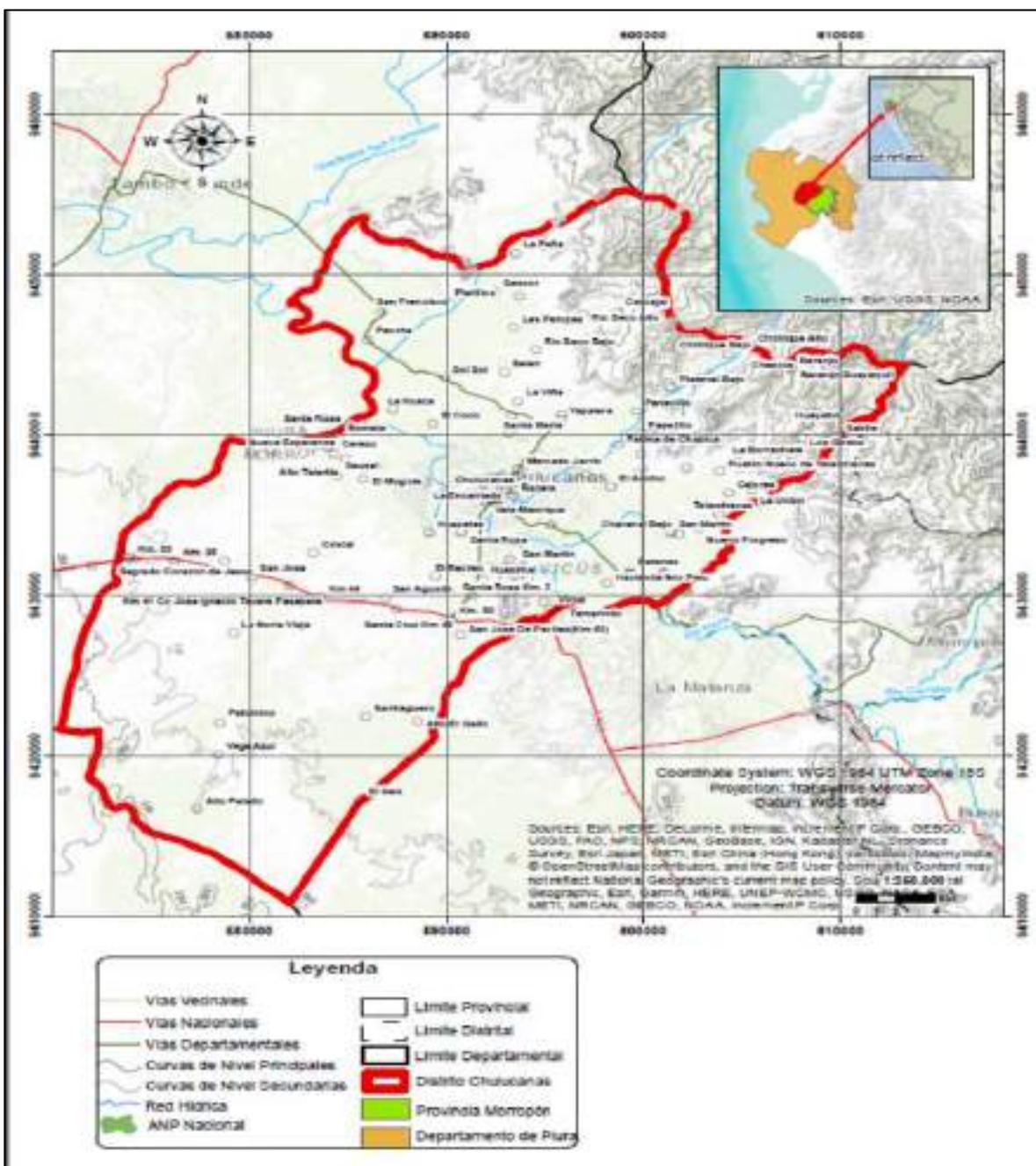


Figura 4. Mapa político del distrito de Chulucanas.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2.2. Población de estudio y muestra

La población de estudio fue la leche cruda que ingresa a la ciudad de Chulucanas proveniente de las diferentes zonas rurales productoras de leche: Batanes, Yapatera y de la misma ciudad, siendo estos los principales proveedores de leche cruda para ser expendida en un total de 6 establecimientos fijos de venta. La técnica de muestreo fue intencional (muestreo no probabilístico) y el muestreo se llevó a cabo según la NPT 202.115: 1998, la cual especifica la preparación y procedimientos para el muestreo de leche cruda.

### a. Tamaño de muestra

Las zonas para el muestreo fueron 6 puntos de expendio de leche cruda de la ciudad de Chulucanas. Los muestreos se realizaron 2 veces por semana, los días lunes y miércoles (días con más oferta de leche) entre las 6 a.m. y 7 a.m., con un total de 144 muestras analizadas, durante 3 meses.

Para determinar el tamaño de muestra de leche cruda que se analizó, se recurrió a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 4 (primera revisión), en la cual establece los lineamientos para saber cuántas unidades de muestreo se llevarán a cabo según el tamaño del lote.

Tabla 7

*Tamaño de muestra para leche cruda*

TAMAÑO DEL LOTE	UNIDADES PARA MUESTREO
1	1
2-5	2
6-60	3
61-80	4
81-100	5
Más de 100	*

*Fuente:* NTE INEN 4, leche y productos lácteos. \*4, más 1 por cada 2500 unidades adicionales.

### b. Toma de muestra, recolección y transporte

Para la toma de muestras se utilizó un cucharón de acero inoxidable esterilizado (grande) para que facilite la homogenización, además nos facilitó la extracción de 500 ml de leche de

los baldes o vasijas de acero inoxidable. Cada muestra se registró en el cuaderno de campo. Además, se registró la fecha, la hora de recolección y la dirección de procedencia de la leche.

Las muestras se recolectaron en botellas de primer uso, las cuales se colocaron en una caja de poliestireno expandido junto a pequeños bloques de hielo para mantener la temperatura adecuada ( $< 2-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), evitando así, algún tipo de alteración en la composición natural de la leche.

Finalmente, las muestras se transportaron en un mototaxi (transporte de la ciudad), para los respectivos análisis fisicoquímicos en el laboratorio de la UCSS Filial Morropón: Chulucanas y para la realización de los análisis microbiológicos las muestras fueron llevadas al laboratorio de calidad de la UNP. Asimismo, se registró el tiempo transcurrido desde los puntos de expendio hasta los respectivos laboratorios. Programándose una serie de actividades de monitoreo y control, las mismas que se detallan en el siguiente mapa conceptual.

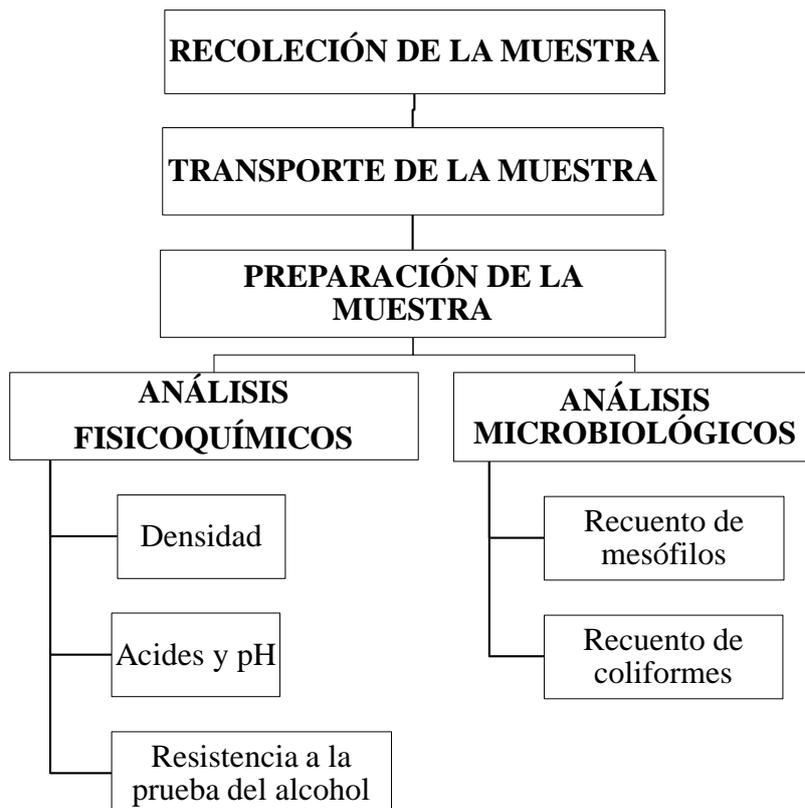


Figura 5. Procedimientos de muestreo de leche cruda según la NPT 202.115: 1998.

Fuente: Elaboración propia.

### **2.2.3. Descripción de la investigación**

#### **a. Primera etapa: identificación de los vendedores de leche cruda**

En esta etapa preliminar inicialmente se socializó con las personas que expenden leche cruda dentro de la ciudad de Chulucanas, con la finalidad de que formen parte de la investigación y tengan confianza en compartir su información. Además, se programaron reuniones con pequeños productores de leche en su zona, explicándoles el objetivo y la importancia de la investigación.

#### **b. Segunda etapa: compra de materiales**

Una vez que se logró identificar a las personas y lugares que expenden leche cruda en la ciudad de Chulucanas. Se procedió a la compra de los materiales a utilizar: materiales de campo (hielo, identificadores, bolsas de muestreo, etc.), materiales de laboratorio (guantes, tapa boca, toca, etc.) y materiales de escritorio (cuaderno de apuntes, calculadora, etc.).

#### **c. Tercera etapa: cronograma de viajes**

En esta etapa se buscó financiamiento y se planificó cada uno de los viajes a realizarse para la recolección de las muestras, teniendo en cuenta los días que más se vende leche, así como días feriados en la ciudad de Chulucanas.

#### **d. Cuarta etapa: recolección de las muestras de leche**

En el cuaderno de campo se registró el número de muestras, la fecha, la hora y la dirección de cada establecimiento de expendio de leche fresca, En este periodo (tres meses) se contó con un total de 144 muestras.

Inmediatamente, después de la recolección de las muestras de leche cruda, se realizó el rotulado para su respectiva identificación y procedencia, las muestras fueron transportadas en una caja de poli estireno expandido junto a pequeños bloques de hielo para mantener el producto de condiciones normales sin alteración.

**e. Quinta etapa: determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras**

En esta fase las muestras de leche fueron llevadas al laboratorio de la Universidad Católica Sedes Sapientiae para realizar los análisis fisicoquímicos (densidad, acidez, pH, resistencia a la prueba de alcohol). Además, para realizar los análisis microbiológicos las muestras fueron trasladadas en condiciones de refrigeración al laboratorio de control de calidad de la Universidad Nacional de Piura. Los resultados de ambos análisis fueron registrados en el programa de Excel.

**f. Sexta etapa: evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche cruda**

Para poder evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas, y determinar la calidad de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas se realizó la comparación con los parámetros establecidos en la NTP (202.001: 2016), en donde se tiene los rangos de densidad, acidez, pH, resistencia a la prueba de alcohol, recuento de mesófilos y coliformes.

**g. Séptima etapa: Redacción del informe final**

Finalmente, con la información obtenida se procedió a la redacción del informe final de manera clara y precisa, ordenando, tabulando e interpretando la información recolectada, para posteriormente estructurarla de acuerdo con el reglamento de tesis de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.

**2.2.4. Identificación de variables y su mensuración**

Las variables que se analizaron durante el proceso de investigación fueron, con respecto a los parámetros fisicoquímicos, el pH, acidez, densidad y estabilidad a la prueba de alcohol. También se llevaron a cabo recuento de mesófilos y coliformes para determinar la calidad microbiológica de la leche que ingresa a la ciudad de Chulucanas para su comercialización.

### **a. Determinación de la acidez titulable**

La determinación de la acidez titulable se realizó de acuerdo con lo establecido en la (NTP 202.116: 2008), de acuerdo con el siguiente procedimiento.

- En primer lugar, se homogenizó la muestra de leche suavemente, para evitar así la formación de espuma.
- Se tomó 10 ml de muestra de leche y se llevó con una pipeta graduada a un Erlenmeyer de 50 ml.
- Luego, con la ayuda de una pipeta, se adicionó 4-5 gotas de fenolftaleína al 1 % y se agitó la muestra.
- Seguidamente, se tituló con una solución estandarizada de hidróxido de sodio (0.1 N), cargado en una bureta, agregado de forma lenta y continua hasta la aparición de un color rosa pálido persistente por 15 a 30 segundos.
- Finalmente, los valores de acidez deben estar en el rango normal, establecido en la norma técnica de 0.13 a 0.17 % los que se expresan, frecuentemente, en grados Dornic; los mismos que se calculan de la siguiente manera:

$$^{\circ}\text{Dornic} = \frac{9 \times \text{ml de NaOH gastados}}{10}$$

Para encontrar los  $^{\circ}\text{Dornic}$  se multiplica por 9 a los ml gastados de NaOH (0.1 N), luego al resultado se divide entre 10, y el cociente refleja la acidez titulable de la leche en  $^{\circ}\text{Dornic}$ ; finalmente el resultado se relacionó a 100 para obtenerlo en porcentaje.

### **b. Determinación del pH**

Para realizar esta prueba se siguió el siguiente procedimiento:

- En primer lugar, se homogenizó la muestra de leche fría, evitando la formación de espuma y se agregará 50 ml a un vaso precipitado.
- Luego, se procedió a medir el pH, colocando el potenciómetro digital calibrado, en las muestras de leche.

- Seguidamente, se realizó la lectura cuando se estabilicen los datos, este acto permitió obtener el pH exacto de la leche muestreada.
- Las muestras de leche deben encontrarse entre los parámetros de 6.6 a 6.8 establecidos por la NTP (Gonzales, 2013).

### **c. Prueba de alcohol**

Según Aponte (2017) Esta prueba se realiza con la finalidad de detectar la estabilidad térmica de la leche cruda; es decir, si la leche tiene la capacidad de resistir altas temperaturas de procesamiento sin presentar coagulación visible, para su determinación se siguió el siguiente método:

- Se homogenizó cada muestra de leche de vaca y se tomó 3 ml de leche con una pipeta volumétrica para posteriormente depositarlo en un tubo de ensayo.
- Se adicionó 3 ml de alcohol de 74 % (v/v) en cada una de las muestras de leche.
- Inmediatamente después, se observó la presencia de filamentos o grumos de leche. La presencia de estos se reportó como positivos y su ausencia como negativos.

### **d. Determinación de la densidad**

El método utilizado es el de la NTP (202.008.1998), en donde establece el método usual para determinar la densidad de la leche cruda:

- Se tomó una muestra de 250 ml (previamente homogenizada) en una probeta esterilizada para evitar la contaminación, la cual se mantendrá en reposo por un minuto con la finalidad de evitar la formación de espuma.
- Cuidadosamente, se procedió a sumergir el termo lactodensímetro a cada una de las muestras de manera que no se adhiriera a las paredes de la probeta.
- Se esperó hasta que se estabilice el instrumento, para proceder a realizar la lectura, y también se registró la temperatura de cada una de las muestras de leche.
- Luego, se realizó la corrección de la lectura de la densidad debido a que la temperatura no se encontraba dentro de los parámetros establecidos por la norma (15 °C), sumándole 0.0002 por cada °C por encima de 15°C.

La corrección se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad} \left( \frac{\text{g}}{\text{ml}} \right) = [(T1 - T2) * 0.0002] + L$$

**T1**= Temperatura de termómetro.

**T2**= Temperatura de lectura (15 °C).

**L**= Lectura de la densidad del lactodensímetro.

#### **e. Recuento de aerobios mesófilos**

Para realizar esta prueba se siguió el siguiente procedimiento:

- Se agitó la muestra de leche manualmente con 30 movimientos de arriba abajo, en un arco de 35 cm, efectuados en un tiempo de 10 segundos.
- Se tomó 1 ml de la muestra y se procedió a diluir con 90 ml de agua pectonada tamponada estéril (25.5 g/l).
- Se colocó 1 ml de la dilución e inmediatamente se adicionará el medio de cultivo (Agar estándar) en el centro de una placa petrifilm en una superficie plana, presionando suavemente para distribuir el inóculo sobre el área circular.
- Luego se incubó las placas petrifilm cara arriba, durante un periodo de 48 horas a una temperatura de 32 °C.
- Finalmente se computó todas las colonias sin implicar la intensidad del color rojo y su tamaño (Alfaro, Hurtarte y Valle, 2014).

#### **f. Recuento de coliformes totales**

Para realizar esta prueba se siguió el siguiente procedimiento:

- Se agitaró la muestra de leche manualmente con 30 movimientos de arriba abajo, en un arco de 35 cm, efectuados en un periodo de 10 segundos.
- Se tomó 1 ml de la muestra y se procedió a diluir con 90 ml de agua pectonada tamponada estéril (25.5 g/l).

- Con una micropipeta, se transfirió 1 ml de dilución e inmediatamente se adicionó el medio de cultivo (VRB) en el centro de una placa petrifilm en una superficie plana, la dilución y el medio de cultivo se mezclaron en forma circular, evitando derramar la mezcla por los bordes y dejando solidificar durante un periodo de 5 minutos.
- Luego, se incubó durante 24 horas a 32 °C con la cara plana hacia abajo.
- Finalmente, se contó todas las colonias de azul oscuro o violeta asociadas a una o más burbujas de gas (Bonzano, 2012).

### 2.2.5. Análisis estadístico de los datos

Los resultados de las mediciones fueron almacenados en una base de datos con el programa Microsoft Excel 2010. Esta información fue analizada estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) en el programa Minitab 17, aplicando un diseño completamente al azar, con la finalidad de determinar diferencias significativas, en función del siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$\mu$  = media general de los datos obtenidos

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento, de las observaciones de leche cruda

$E_{ij}$  = error experimental en la unidad j del tratamiento i, de los datos procesados.

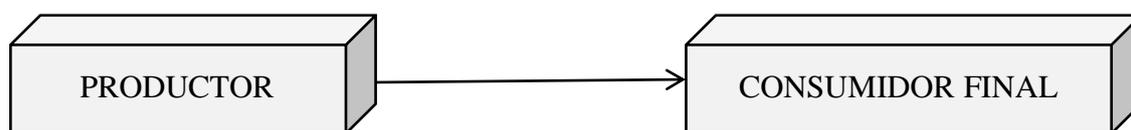
Es importante indicar que, si el análisis de varianza muestra diferencias significativas, se procede a aplicar la prueba de Tukey, que es una prueba de comparaciones múltiples que permite crear intervalos de confianza para todas las diferencias en pareja, mientras controla el error y muestra las diferencias estadísticas significativas que existen entre las medidas de cada factor estudiado.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Identificación de los procesos de distribución

Los procesos de distribución de leche cruda en la ciudad de Chulucanas están compuestos por los productores, los minoristas, los transportistas, y el consumidor final. Aparte de ello, es necesario indicar que la mayor parte de la leche que se expende en la ciudad de Chulucanas se deriva a la industria artesanal de derivados y el consumo humano directo. A continuación, se exponen los procesos de distribución, el cual se iniciará con el proceso que tengan menos agentes y se finalizará con el proceso con más agentes detectados:

#### 3.1.1. Productor-consumidor final



*Figura 6.* Proceso de distribución productor-consumidor final.

*Fuente:* Elaboración propia.

En este tipo de proceso de distribución, el productor es quien vende la leche cruda directamente al consumidor final y se da principalmente en las zonas cercanas a los establos de producción lechera, se realizan acuerdos verbales de manera convenida entre las partes (productor y consumidor final) con la finalidad de que el producto (leche) sea vendido a un precio razonable

En los establos de producción es beneficioso este tipo de proceso de distribución, ya que se evita que la leche recorra grandes distancias y sea el consumidor final quien adquiera el producto fresco; no implica costos en el transporte. El producto es fresco, su entrega es inmediatamente después de ordeñar, además, no hay un valor agregado de transformación ya que el producto se vende tal y como se obtiene del animal.

### 3.1.2. Productor-transportador-consumidor final

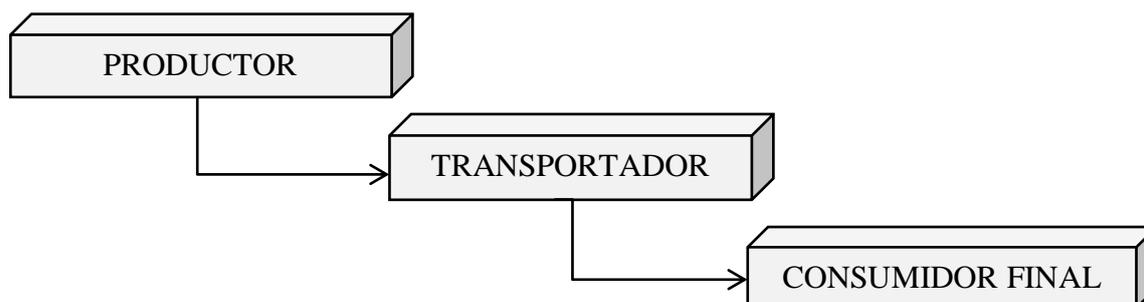


Figura 7. Proceso de distribución con un agente intermedio (transportador).

Fuente: Elaboración propia.

En este proceso de distribución existe un nuevo agente al cual se le denomina transportador, quien es el encargado de ir (en medios de transporte como bicicleta o mototaxi) a las zonas donde hay productores de leche para su respectivo acopio. Una vez terminado el acopio o recolección de la leche cruda en las diferentes zonas rurales de la Chulucanas, Batanes y Yapatera, el producto finalmente se distribuye al consumidor final.

El transportador, por lo general, tiene una ruta de expendio establecida y es quien determina el precio venta del producto, de acorde a la distancia en la que se encuentre el consumidor final y el punto de producción. Sin embargo, existen algunas desventajas al utilizar este proceso de distribución, ya que la leche no se transporta en condiciones de refrigeración, el transporte no es el adecuado, al momento del transporte la leche cruda está expuesta al sol, la tierra entre otros contaminantes, que reducen la calidad de la leche y pueden producir algún tipo de daño a la salud del consumidor.

### 3.1.3. Productor-transportador-minorista-consumidor final

En este proceso de distribución, además del transportador, aparece otro agente económico llamado minorista, este agente es el encargado de que la leche expendida llegue en las condiciones más adecuadas posibles al consumidor final, dada la imposibilidad que tiene el transportador de vender la leche puerta por puerta, por el poco tiempo que existe entre la recolección, la entrega y por ser la leche un producto perecedero.

El minorista de la ciudad de Chulucanas se encuentra establecido en locales sencillos, como la panadería o una bodega. Este es quien compra la leche que demanda la población y la va ofertando al consumidor, durante el día. La leche cruda en los establecimientos de expendio antes mencionados no se encuentra en condiciones de refrigeración y la venta se realiza por encargo, evitando así que queden remanentes y de haberlos, se vende en el transcurso del día.

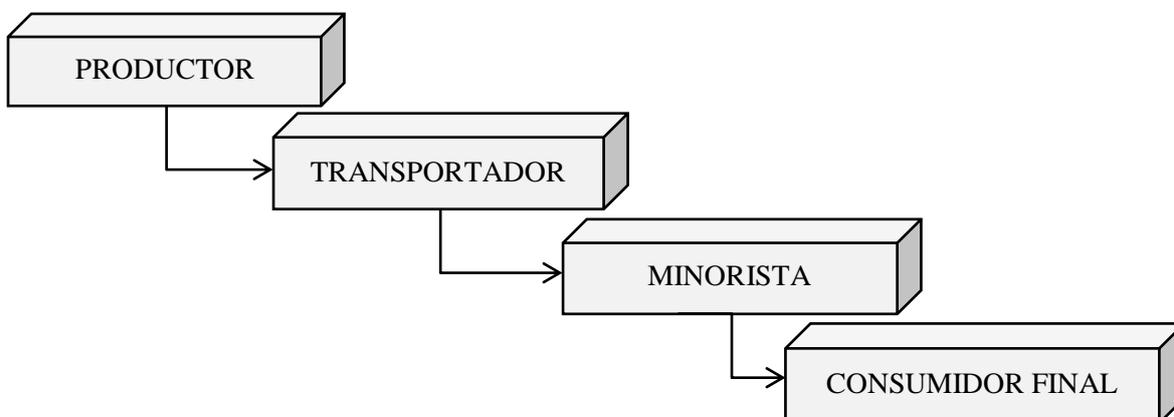


Figura 8. Proceso de distribución del minorista de leche cruda

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Resultados de la calidad fisicoquímica

En este punto de la investigación se evaluó la calidad fisicoquímica, según algunos parámetros (densidad, acidez, pH, resistencia a la prueba de alcohol), de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas. Los resultados de los análisis realizados durante el periodo de agosto a octubre, se presentan en tablas y gráficos, indicando promedios, desviaciones, nivel de significancia y comparando los resultados con la NTP de leche.

#### 3.2.1. Determinación de la densidad de la leche cruda

Tabla 8

Análisis de varianza de la densidad de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas

ANALISIS DE VARIANZA					
Fuente	GL	SG Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar de procedencia	5	0.000001	0.000000	0.30	0.913
Error	138	0.000081	0.000001		
<b>Total</b>	143	0.000082			

Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la Tabla 8, las muestras analizadas de leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), es decir, los parámetros encontrados, para todas las muestras se comportan de forma análoga.

Tabla 9

*Media y desviaciones de la densidad (g/ml) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas*

PROVEEDOR	VENDEDOR	Nº	PROMEDIO	±D.S	Max. NTP	Min. NTP
CHULUCANAS	M1	24	1.03012	0.00062	1.034	1.0296
	M2	24	1.03029	0.00083	1.034	1.0296
YAPATERA	M3	24	1.03034	0.00079	1.034	1.0296
	M4	24	1.03017	0.00060	1.034	1.0296
BATANES	M5	24	1.03029	0.00083	1.034	1.0296
	M6	24	1.03020	0.00088	1.034	1.0296

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9 se presenta los promedios de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas durante los meses de agosto a octubre, en ella se observa que el punto de venta (M3) es el que tiene el promedio más alto para la densidad (1.03034) con una desviación estándar de 0.00079 y el promedio más bajo para la densidad (1.03012) fue el del punto de venta (M1), con una desviación estándar de 0.00062; esto significa que los datos obtenidos están dentro de la dispersión aceptada entre todos los datos y, por lo tanto, el nivel de incertidumbre es bajo.

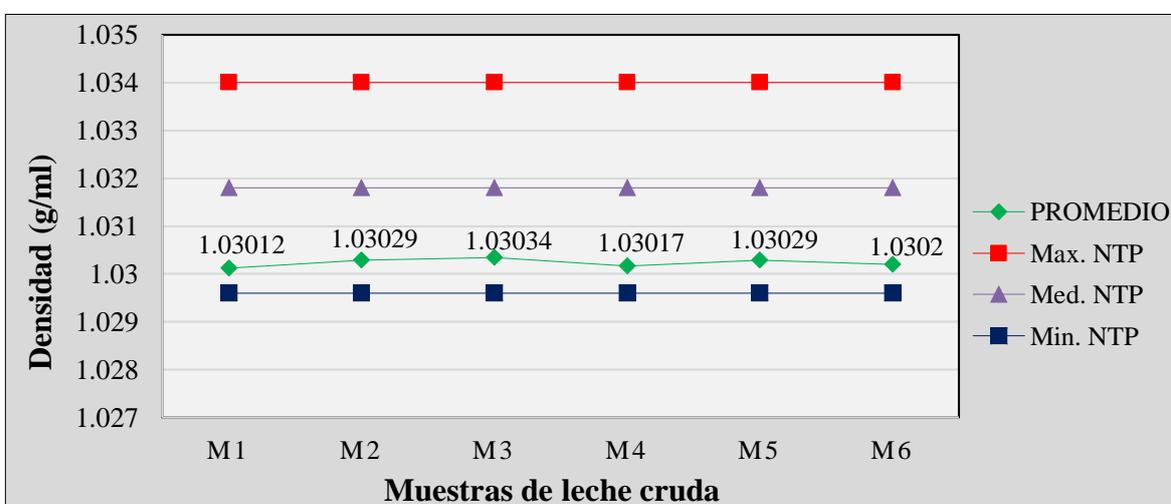


Figura 9. Valores promedio de la densidad (g/ml) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 9 se puede apreciar los promedios de la densidad de las muestras de leche cruda analizada, cuyos valores fluctúan entre los valores de 1.030012 y 1.03034, los cuales pertenecen a las muestras M1 y M4 respectivamente.

### 3.2.2. Determinación de la acidez titulable de la leche cruda

En la Tabla 10 se observa que las muestras analizadas presentan diferencias estadísticas significativas para la acidez. En base a ello, se aplicó el contraste de comparaciones múltiples post hoc, utilizando la prueba de tukey, la que permitió determinar las diferencias significativas que existe entre cada una de las muestras (ver Apéndice 3).

Tabla 10

*Análisis de varianza de la acidez titulable de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas*

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>					
Fuente	GL	SG Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar de procedencia	5	0.003785	0.000757	5.28	0.000
Error	138	0.019789	0.000143		
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>0.023574</b>			

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 11 se presenta los promedios y las desviaciones estándar para la acidez, en la que se identifica que la muestra M6 tiene el promedio más alto (0.19450), lo que indica que la leche de ese punto de venta ha sufrido un mayor grado de deterioro producido por microorganismos lácticos, causado por el cuidado e higiene del hato lechero.

Tabla 11

*Media y desviaciones de la acidez titulable de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas*

<b>PROVEEDOR</b>	<b>VENDEDOR</b>	<b>N°</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>± D.S</b>	<b>Max. NTP</b>	<b>Min. NTP</b>
<b>CHULUCANAS</b>	M1	24	0.19067	0.01018	0.17	0.13
	M2	24	0.18329	0.01157	0.17	0.13
<b>YAPATERA</b>	M3	24	0.18779	0.01191	0.17	0.13
	M4	24	0.17879	0.01149	0.17	0.13
<b>BATANES</b>	M5	24	0.18975	0.01108	0.17	0.13
	M6	24	0.19450	0.01504	0.17	0.13

Fuente: Elaboración propia.

Para una mayor apreciación se presenta la Figura 10, en ella se puede observar los promedios de la acidez de las muestras de leche cruda analizada que se expende en la ciudad de Chulucanas, cuyos valores oscilan entre 0.17879 y 0.19450, los cuales pertenecen a las muestras M4 y M6, respectivamente.

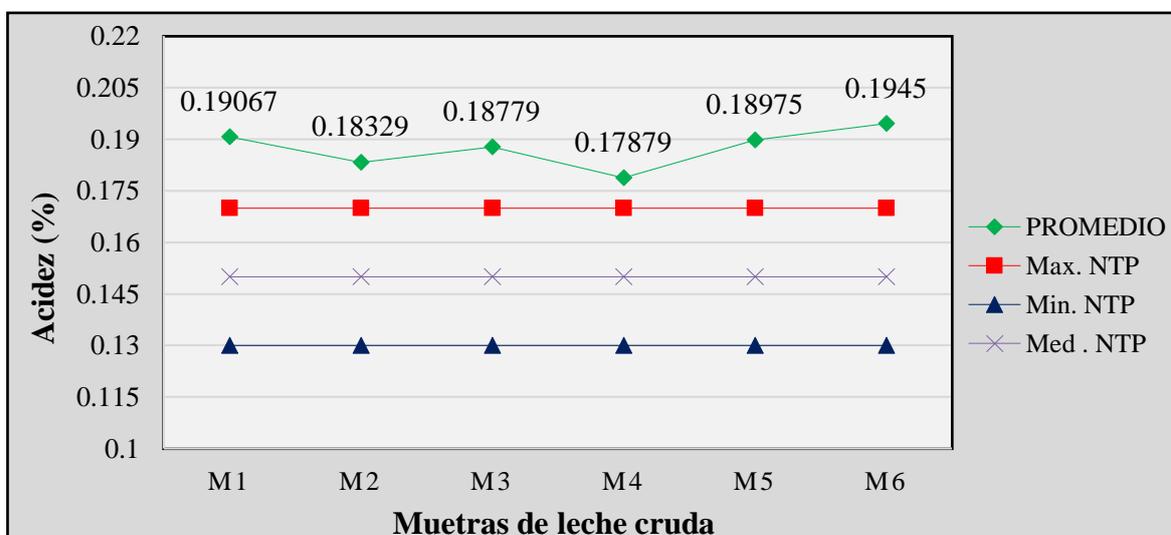


Figura 10. Valores promedio de la acidez titulable (%) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3. Determinación del pH de la leche cruda

Los datos obtenidos de las muestras de leche cruda analizadas para el pH revelan que existen diferencias estadísticas significativas (Tabla 12). Con referencia a ello, se aplicó los contrastes llamados comparaciones múltiples post hoc, en el cual se muestra la prueba de tukey, que sirve para determinar diferencias significativas existentes entre cada una de las muestras analizadas, también el error típico y el nivel crítico integrado a cada significancia (Tabla 18).

Tabla 12

Análisis de varianza del pH de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas

ANÁLISIS DE VARIANZA					
Fuente	GL	SG Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lugar de procedencia	5	0.01174	0.002348	3.51	0.005
Error	138	0.09239	0.000670		
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>0.10413</b>			

Fuente: Elaboración propia.

Continuando con lo presentado líneas arriba, en la Tabla 13 se muestran todos los promedios y las desviaciones estándar para el pH, en la que se identifica que la muestra M1 tiene el valor de pH (6.68167).

Tabla 13

*Media y desviaciones del pH de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas*

PROVEEDOR	VENDEDOR	N°	PROMEDIO	± D.S	Max. NTP	Min. NTP
CHULUCANAS	M1	24	6.68167	0.02099	6.8	6.6
	M2	24	6.67500	0.02207	6.8	6.6
YAPATERA	M3	24	6.65833	0.03002	6.8	6.6
	M4	24	6.66042	0.02774	6.8	6.6
BATANES	M5	24	6.67833	0.02988	6.8	6.6
	M6	24	6.67708	0.02293	6.8	6.6

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 11, se puede apreciar que los promedios del pH de las muestras de leche cruda analizada durante los meses de agosto a octubre, presentan un valor promedio máximo de 6.68167 para el punto de venta M1 y un valor promedio mínimo de 6.65833 para el punto de expendio M3.

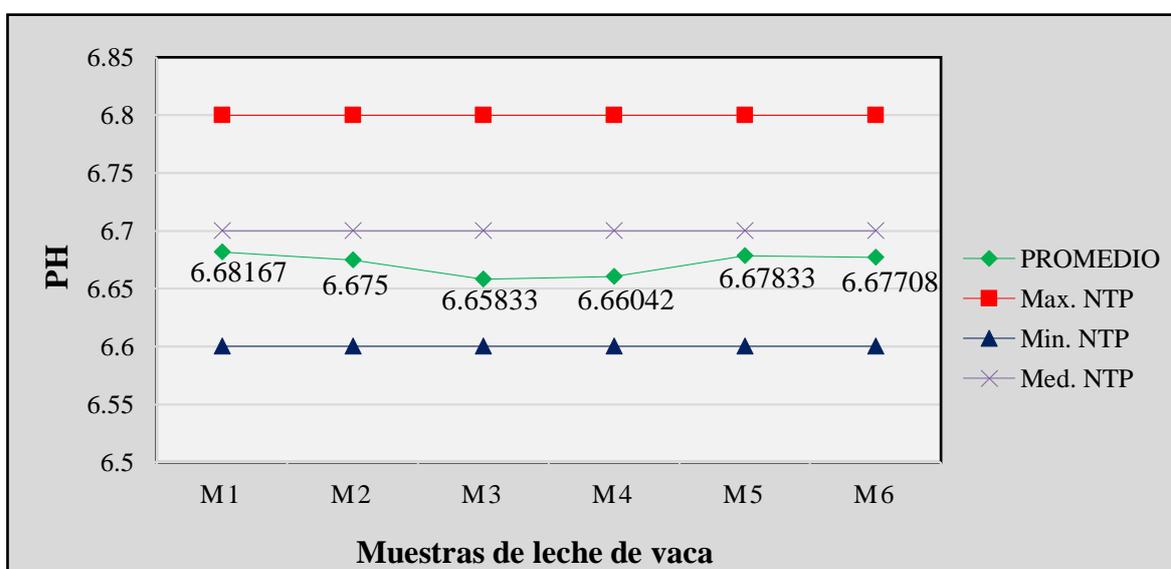


Figura 11. Valores promedio de pH de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú, durante los meses de agosto a octubre del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.4. Resistencia a la prueba de alcohol de la leche cruda

Tabla 14

*Porcentaje de casos positivos y negativos a la prueba de alcohol de (74 %), de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas*

PERIODO	PROVEEDOR					
	CHULUCANAS		YAPATERA		BATANES	
	VENDEDOR (M1)	VENDEDOR (M2)	VENDEDOR (M3)	VENDEDOR (M4)	VENDEDOR (M5)	VENDEDOR (M6)
06/08/2018	+	-	-	-	-	+
08/08/2018	+	-	-	-	-	+
13/08/2018	+	+	-	-	-	+
15/08/2018	+	-	-	-	-	-
20/08/2018	-	-	-	-	-	-
22/08/2018	-	+	-	-	-	+
27/08/2018	+	-	-	-	-	-
29/08/2018	+	+	-	-	-	+
03/09/2018	-	+	-	-	-	-
05/09/2018	-	+	-	-	-	+
10/09/2018	+	+	-	-	-	-
12/09/2018	+	-	-	-	-	-
17/09/2018	+	-	-	-	-	+
19/09/2018	-	+	-	-	-	-
24/09/2018	+	+	-	-	-	+
26/09/2018	-	+	-	-	-	+
01/10/2018	-	+	-	-	-	-
03/10/2018	+	-	-	-	-	-
08/10/2018	+	-	-	-	-	+
10/10/2018	-	-	-	-	-	+
15/10/2018	-	+	-	-	-	-
17/10/2018	-	+	-	-	-	+
22/10/2018	-	+	-	-	-	+
24/10/2108	-	-	-	-	-	+
% DE INCIDENCIA	50 %	54.2 %	0 %	0 %	0 %	58.33 %

*Fuente.* Elaboración propia.

En la Tabla 14 se presenta los resultados de las muestras sometidas a la prueba de resistencia al alcohol (74 %), en donde, tres de las seis muestras analizadas dieron positivo a esta prueba, teniendo un porcentaje mínimo y máximo de incidencia de 50.00 y 54.20 %, esto se debe a que las zonas de producción de leche en los puntos de expendio (M1, M2 y M6) no cuenta con un sistema de refrigeración para almacenar la leche; sin embargo, los puntos de expendio (M3, M4 y M5) reportaron un porcentaje de incidencia del 0 %. (Figura 12).

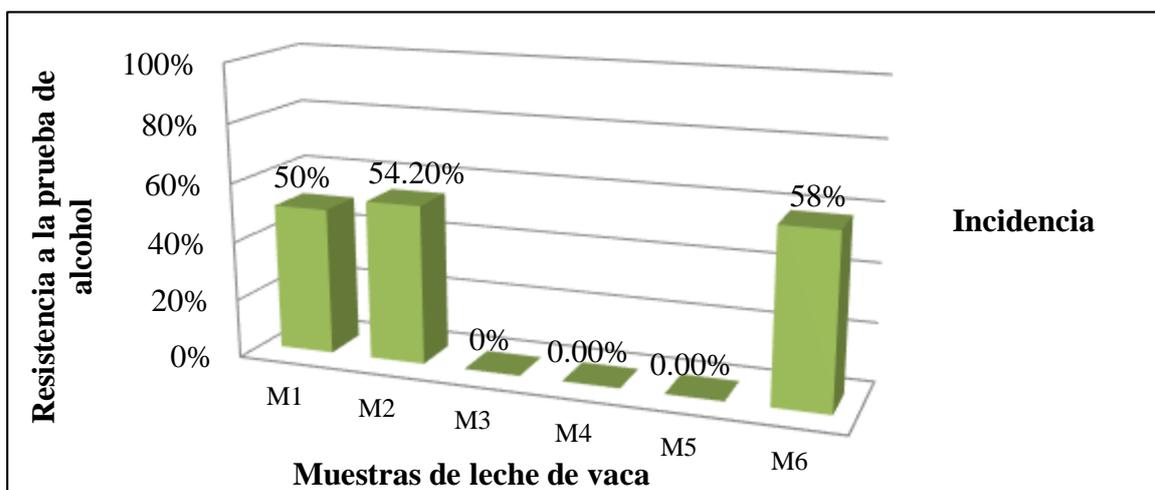


Figura 12. Valores promedio de la resistencia a la prueba de alcohol (74% v/v) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú, durante los meses de agosto a octubre del 2018.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Resultados de la calidad microbiológica

Los resultados obtenidos de la evaluación microbiológica para mesófilos y coliformes totales de la leche cruda que se expende en Chulucanas se realizaron en el laboratorio de calidad de la Universidad Nacional de Piura, los cuales se presentan en las Tablas 15 y 16 y para una mayor apreciación, se puede observar las Figuras 16 y 17.

#### 3.3.1. Determinación de aerobios mesófilos

En la evaluación para recuento de aerobios mesófilos de la leche cruda (Tabla 15), se observa que el punto de expendio (M3) presentó el resultado numérico relativamente más alto 2 100 000 ufc/ml, con respecto a los otros puntos de venta. Claro indicador que el proveedor del punto M3 no realiza las buenas prácticas de ordeño e higiene.

Tabla 15

Recuento de Aerobios mesófilos de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas

	PROVEEDOR					
	CHULUCANAS		YAPATERA		BATANES	
	VENDEDOR (M1)	VENDEDOR (M2)	VENDEDOR (M3)	VENDEDOR (M4)	VENDEDOR (M5)	VENDEDOR (M6)
<b>Recuento de mesófilos</b>	110000	22000	2100000	12000	85000	520000
<b>Max. NTP</b>	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
<b>Min. NTP</b>	500000	500000	500000	500000	500000	500000

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 13, se puede distinguir que los puntos de venta de leche cruda (M2 y M4) son los que presentan el menor recuento de aerobios mesófilos con  $2.2 \times 10^4$  ufc/ml y  $1.2 \times 10^4$  ufc/ml respectivamente, mientras, que el punto (M3) revela el mayor recuento de aerobios mesófilos ( $2.1 \times 10^6$  ufc/ml).

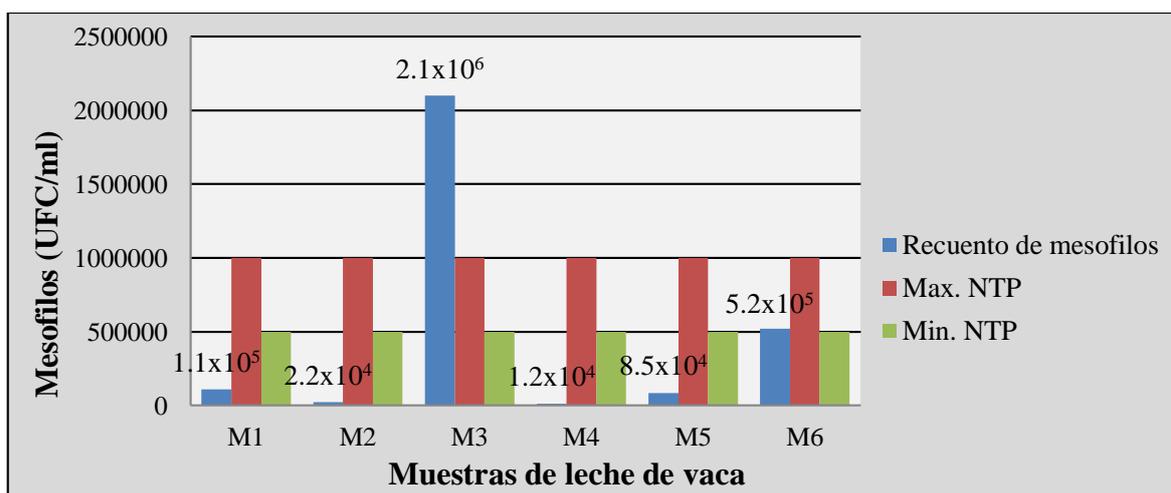


Figura 13. Valores del recuento de aerobios mesófilos (UFC/ml) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú. 2100000

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2. Determinación de coliformes totales

En la evaluación para recuento de coliformes totales de la leche cruda (Tabla 16), se determinó que, de las muestras analizadas en laboratorio, el punto de expendio (M6) presentó

un resultado de 7200 UFC/ml, muy superior con respecto a los otros puntos de expendio. Esto se atribuye que el proveedor del punto M6 cuando realiza el ordeño no tiene en cuenta la higiene del corral ni de la ubre de la vaca permitiendo así la proliferación de bacterias y, por consiguiente, UFC/ml muy altos.

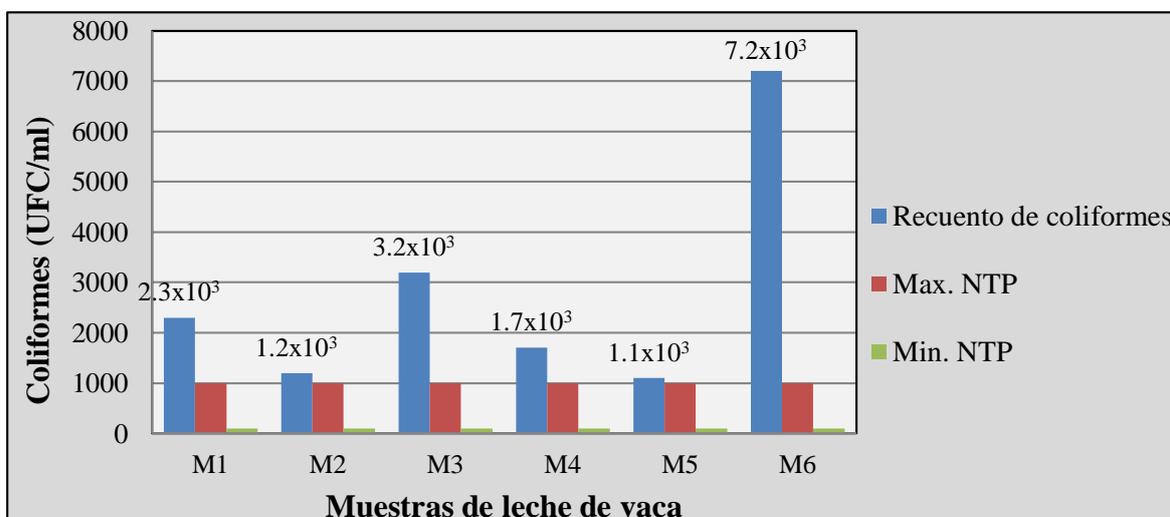
Tabla 16

*Recuento de coliformes totales de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas*

	PROVEEDOR					
	CHULUCANAS		YAPATERA		BATANES	
	VENDEDOR (M1)	VENDEDOR (M2)	VENDEDOR (M3)	VENDEDOR (M4)	VENDEDOR (M5)	VENDEDOR (M6)
<b>Recuento de coliformes</b>	2300	1200	3200	1700	1100	7200
<b>Max. NTP</b>	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Min. NTP</b>	100	100	100	100	100	100

*Fuente:* Elaboración propia.

A continuación, se puede observar que en la Figura 14, el punto de expendio de leche cruda (M5) reporta el menor recuento de coliformes totales con  $1.1 \times 10^3$  ufc/ml, mientras, que los puntos (M3 y M6) revelan el mayor recuento de coliformes ( $3.2 \times 10^3$  UFC/ml y  $7.2 \times 10^3$  UFC/ml).



*Figura 14.* Valores del recuento de coliformes totales (UFC/ml) de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú.

*Fuente:* Elaboración propia.

## **CAPÍTULO IV: DISCUSIONES**

La leche cruda es un alimento de suma importancia para el ser humano, asimismo, para las grandes industrias en la obtención de una gran gama de productos. Por eso, es indispensable que posea una calidad adecuada, ya que es un producto bastante perecedero y proclive a la contaminación. En la presente investigación se evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre, mediante los siguientes parámetros, que a continuación se discuten.

### **4.1. Identificación de los procesos de distribución**

En el trabajo de investigación se identificaron tres procesos de distribución, de los cuales el primero presenta solo dos participantes (productor-consumidor final), el segundo muestra tres componentes (productor - transportador – consumidor final) y el último de ellos enseña cuatro agentes (productor – transportador – minorista – consumidor final), los cuales se encargan de llevar la leche cruda al consumidor final. Dentro de los procesos de distribución no se identificó la presencia de las grandes industrias, ya que, según Infolactea (2016), el destino de la producción nacional de leche varía de acuerdo con la zona de producción. Mientras que en las cuencas lecheras se destina más del 80 % a las grandes industrias, en las zonas de producción no especializada, el 100 % tiene como destino la industria artesanal de derivados y el consumo humano directo, como es el caso de la zona de Chulucanas.

Según Peñaranda (2010) cuando se trata de pequeños productores, estos tienen mayor diversidad de participantes, variando entre diferentes agentes dentro de la cadena; caso similar que se presenta en la presente investigación. Asimismo, solo el 30 % de la leche producida en la provincia de Tundama (Boyacá), es para el consumo directo. Mientras que cuando participan medianos y grandes productores como primeros agentes, aparecen las grandes industrias acopiando el 70 % de la producción lechera, caso que no se da en la ciudad de Chulucanas, debido a que no es una zona de producción especializada.

## **4.2. Evaluación de la calidad fisicoquímica**

### **4.2.1. Determinación de la densidad**

De las muestras evaluadas para determinar la densidad de leche cruda que se expende en seis puntos definidos de la ciudad de Chulucanas, no se determinaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), además, se puede observar que los valores promedios fueron (1.03012, 1.03029, 1.03034, 1.03017, 1.03029, 1.03020) para los puntos de venta (M1, M2, M3, M4, M5 y M6), respectivamente.

Los valores promedios de densidad obtenidos en la investigación, se encuentran dentro del rango señalado en el estudio de Rodríguez (2017), quien señala rangos de densidad de 1.028 a 1.034; además, también se encuentran dentro de los valores establecidos por la Norma Técnica Peruana (202.001: 2016) que van desde 1.0296 hasta 1.034, este parámetro es importante, ya que nos indica el bajo contenido de sólidos de la leche o se presume que podría haber sido adulterada.

### **4.2.2. Determinación de la acidez titulable**

Los resultados obtenidos en esta investigación para la determinación de la acidez titulable de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, muestran valores promedios que fluctúan entre 0.17879 y 0.19450; asimismo, se encontraron diferencias significativas entre cada una de las muestras.

Estudios de indagación similares, como el de Sota (2016), señala rangos de acidez de 14 a 18 °Dornic, a los que solo se acercan las muestras de los puntos de venta (M2 y M4), pero de no ser así, se producirá lo citado por (Piñeros, Téllez y Cubillos, 2005) quienes señalan que cuando la acidez alcanza un valor mayor a 19 °D no podrá ser sometida a procesos de pasteurización dentro de la industria. Estos niveles de acidez titulable se encuentran por encima de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana y Norma Ecuatoriana INEN 4. Primera revisión, que establece rangos que van desde 0.13 a 0.17.

### **4.2.3. Determinación del pH**

Los resultados alcanzados del parámetro pH, de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, reportaron que sí existen diferencias significativas. Además, se puede apreciar, que se encuentra bajo el límite central que el valor mínimo de las muestras evaluadas, en promedio, es de 6.65833 y un valor máximo de 6.68167 que corresponden a los puntos de venta M1 y M3, respectivamente.

Estos valores promedios de pH se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la NTP (202.001:2016), que estipula niveles de 6.6 a 6.8, pero se encuentran por debajo del límite central, esto se debe a que en la evaluación de la acidez se obtuvo rangos por encima de los permitidos; ya que, a mayor acidez se reduce el pH indicando presencia de microorganismos.

Según Bonzano (2012) en su estudio de investigación se pudo observar que la acidez mínima obtenida fue de 13 °D y 11.5 °D para grupos de baja y mediana tecnología, con un pH de 6.84 y 6.91, respectivamente. Ya que, a menor acidez, el pH aumenta.

### **4.2.4. Determinación a la resistencia a la prueba de alcohol**

La investigación presenta que las muestras de leche cruda evaluadas en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre, reportaron que, de los seis puntos de venta evaluados, el 50 % dio positivo a la prueba de alcohol (74 v/v), mientras que el otro 50 % presentó cero casos positivos a esta prueba, esto debido a su adecuada conservación. La prueba de resistencia al alcohol se realiza para establecer la estabilidad térmica de la leche frente a los tratamientos térmicos. Es por ello que en la actualidad, las industrias de procesamiento han elevado la concentración de etanol (75 %) un grado por encima de lo que establece la NTP (202.001:2016), que fija una concentración de 74 %, aunque hay estudios que establecen concentraciones menores como lo descrito por Acuña (2010), que fija una concentración de 70 %.

### **4.3. Evaluación de la calidad microbiológica**

#### **4.3.1. Recuento de aerobios mesófilos**

Se observa que, de las muestras analizadas de leche cruda, el recuento de aerobios mesófilos más elevado estuvo representado por el punto de venta (M3), con un recuento de 2 100 000 UFC/ml, muy por encima de lo que establece la NTP (202.001:2016) y la Resolución Ministerial [R.M], (591-2008 - MINSA), que fija como límite máximo 1 000 000 UFC/ml.

Se encontró, además, que el punto de venta (M6) está dentro de los parámetros establecidos por la NTP (202.001:2016) y la R.M. 591-2008-MINSA. Los otros cuatro puntos de venta están por debajo del límite mínimo establecido por las normas peruanas, además esto parámetros encontrados se equiparan con los resultados encontrados por Cabrera (2006), los cuales reflejan buenas condiciones en los predios, transportes y almacenamiento de la leche.

#### **4.3.2. Recuento de coliformes totales**

Según el recuento de coliformes de la leche cruda, los seis puntos de expendio reportaron rangos que van desde los 1 100 UFC/ml hasta 7 200 UFC/ml, muy por encima de los parámetros establecido por la NTP (202.001:2016) y la R.M. 591-2008-MINSA, que establecen rangos de 100 y 1000 UFC/ml.

Esto es similar a lo descrito en el trabajo de investigación de Bonzano (2012), quien reportó recuentos de coliformes en establos de baja, media y alta tecnología con un  $49 \times 10^3$  UFC/ml,  $4,3 \times 10^3$  y  $1,45 \times 10^3$  respectivamente; sobrepasando los límites establecidos por las normas peruanas y normas internacionales, como la de Argentina y Chile.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES**

- 1.** En la ciudad de Chulucanas se determinó que, el pequeño productor es el primer agente económico en la cadena, existiendo una mayor diversidad de agentes en el proceso de distribución, llegando de 2 a 6 intermediarios y que el 100 % de la leche es para consumo directo o para la producción de derivados lácteos.
- 2.** Los parámetros de acidez, pH y resistencia a la prueba de alcohol en los puntos M1, M2 y M6; la relación fueron directa, esto se debe a que son variables afectadas por microorganismos en la leche, ya que a mayor carga bacteriana, los valores promedios de la acidez aumentan, debido a la producción de ácido láctico en la leche; en consecuencia, se aprecia que el pH evaluado, aunque se localiza dentro de los factores fijados, se reduce. Por esta razón, la leche expendida en estos puntos tiende a coagularse a la prueba de alcohol a 74 %, por lo que no resiste altas temperaturas de procesamiento.
- 3.** Todos los puntos de expendio de leche (M1, M2, M3, M4, M5, M6), mostraron rangos de acidez por encima del límite máximo permitido en la NTP (202.001:2016), Sin embargo, los valores de pH se encontraron por debajo del límite central; a pesar de ello, la prueba del alcohol en los puntos (M3, M4, y M5), presentaron una reacción negativa. Por otra parte, los promedios para la densidad se encontraron dentro de los parámetros exigidos en la NTP, sin embargo, se ubican por debajo del límite central, esto debido al bajo contenido de sólidos totales de la leche fresca que se expende en la ciudad.
- 4.** Para la evaluación de la calidad microbiológica de leche cruda, en el recuento de aerobio mesófilos, cinco de las seis muestras analizadas se encontraron dentro de los parámetros de la NTP y la R.M. 591-2008-MINSA, mientras que M3 se encontró por encima de los parámetros de las normas antes mencionadas; esto indica que el proveedor del punto de venta M3 no realiza buenas prácticas de ordeño e higiene en el corral, trayendo como consecuencia la presencia de coliformes totales estén por encima de los límites expuestos en la NTP.

## **CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES**

- 1.** Que los pequeños productores de leche cruda de la ciudad de Chulucanas, Batanes y Yapatera mejoren las condiciones higiénicas de sus corrales, evitando así que el ganado vacuno esté en contacto con animales de otras especies (caprinos, equinos, porcinos, etc.); de igual manera, la implementación adecuada de salas de ordeño eludiendo la contaminación de la leche, especialmente de coliformes.
- 2.** Se recomienda a la autoridades sanitarias pertinentes realizar un permanente y continuo seguimiento, para fiscalizar las buenas prácticas de ordeño, almacenamiento y comercialización, con el fin de tener una leche cruda de buena calidad fisicoquímica y microbiológica según lo establecido en la (NTP, 202.001-2016), preservando de esta manera la salud del consumidor final.
- 3.** Ampliar la investigación a nuevas variables como: calidad sensorial y presencia de contaminantes que provienen de conservantes, pesticidas y desparasitarios, en la leche cruda de pequeños productores de la ciudad de Chulucanas - Piura - Perú.
- 4.** La Universidad Católica Sedes Sapientiae – Filial Morropón: Chulucanas, debe iniciar políticas que incentiven a las asociaciones de pequeños ganaderos de la ciudad de Chulucanas, Batanes y Yapatera, puedan formar pequeños emprendimientos través de empresas procesadoras de lácteos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, A., y Pillco, V. (2013). *Calidad fisicoquímica de la leche cruda de vaca que se comercializa en la ciudad de Cuenca*. (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4825>.
- Acuña, C. (2010). *Factores que afectan los resultados a la prueba de alcohol en leche cruda*. (Tesis de grado). Grupo Agro-Veterinario de Asesoramiento en Calidad de Leche y Mastitis (GAV), Argentina. Recuperado de: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/factores-afectan-resultados-prueba-t27562.htm>
- Alfaro, M., Hurtarte, A., y Valle, R. (2014). *Implementación de un manual de ordeño higiénico en dos establecimientos lecheros y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en el departamento de Sonsonate*. (Tesis de grado). Universidad del Salvador. Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/5990/1/13101559%20%282%29.pdf>.
- Antezana, C. (2015). *Efecto de la hidrólisis enzimática de la lactosa en el perfil de textura de queso fresco normal y bajo en grasa*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1789>.
- Aparicio, J. (2009). *Diseño de un plan de negocios para la creación de una empresa comercializadora de leche enfriada*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Recuperado de: <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/667.pdf>.
- Aponte, D. (2017). *Análisis fisicoquímico para la determinación de la adulteración en la leche*. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Chulucanas. Recuperado de: <http://www.slidesearchengine.com/slide/>.
- Aranceta, J., y Serra, L. (2005). *Leche, Lácteos y Salud*. (pp.144). Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Avilez, J. (2012). *Caracterización de la producción bovina lechera en la IX y X Región (Chile). Desarrollo estratégico de la producción láctea con alto contenido en ácido linoleico conjugado (CLA)*. (Tesis doctoral). Universidad Católica de Temuco, Chile. Recuperado de: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/10\\_16\\_51\\_AVILEZ\\_RUIZ\\_tess](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/10_16_51_AVILEZ_RUIZ_tess)
- Batista, K. (2011). *Evaluación y caracterización fisicoquímico y microbiológico del suero costeño elaborado en el municipio de Turbaco, Arjona y el Carmen de Bolívar*. (Tesis de grado). Universidad de Cartagena, Colombia. Recuperado de: <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/367/1/tesis%20final%20karen.pd>

- Bonzano, S. (2012). *Evaluación de la calidad fisicoquímica, higiénica de la leche cruda fría producida en establos con diferentes niveles tecnológicos en el norte del Perú*. (Tesis de grado). Universidad nacional de Trujillo, Perú. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/1021>.
- Botina, E., y Ortiz, D. (2013). *Evaluación de la calidad fisicoquímica, composicional y microbiológica de la leche cruda comercializada en el corregimiento de Catambuco*. (Tesis de grado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89517>.
- Cabrera, E. (2006). *Evolución de la calidad higiénica, composicional y sanitaria de la leche cruda en Colombia conforme con el acuerdo de competitividad de la cadena láctea*. (Tesis de grado). Universidad de la Salle, Colombia. Recuperado de: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5964/T14.06%20C112e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calampa, Ll. (2017). *Evaluación fisicoquímica y microbiológica de queso fresco elaborado en las localidades de Leymebamba, Molinopampa y la Florida - Pomacochas, región Amazonas*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1189?show=full>.
- Canches, T. (2017). *Determinación de la carga bacteriológica de leche cruda y la relación que existe entre la calidad sanitaria e higiénica en el distrito de Baños – Huánuco 2017*. (Tesis de maestría). Universidad de Huánuco, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/873>.
- Dirección General de Promoción Agraria [DGPA]. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Ministerio de Agricultura del Perú. (2005). Recuperado de: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd).
- Fennema, O. (2000). *Química de los Alimentos, 2da edición* (pp. 1258). Zaragoza-España: Editorial Acribia, S.A.
- Fora, G. (2015). *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche cruda del ganado vacuno del distrito de Sama Inclán – Tacna, 2015*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. Recuperado de: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1923>.
- García, E., Fuentes, A., y Fernández, I. (2014). *Fijación de la calidad higiénica de la leche a través de la prueba del tiempo de reducción del azul de metileno*. (Tesis de grado). Universidad politécnica de Valencia. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38380/Eva%20Garc%C3%ADa.%20Calidad%20leche-2014.pdf?sequence=1>.

- García, F., Calderón, A., y Martínez, G. (2006) Indicadores de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *MVZ Córdoba* 11 (1): 725-737.
- Gil, A. (2010) *Tratado de Nutrición. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos, 2da. Edición.* (pp. 786). Madrid-España: Editorial médica panamericana.
- Gonzales, G. (2013). *Evaluación de algunos parámetros físico-químicos de la leche de ganado vacuno en dos hatos del eje carretero Yurimaguas-Santa Rosa (Km 17).* (Tesis de grado). Universidad nacional de la Amazonia Peruana, Loreto-Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/UNAP/3822>.
- Huayta, E. (2015). *Perfil de la instalación de una planta para la elaboración de yogurt artesanal.* (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2056>.
- Infolactea (2016). *Definición, composición estructura y propiedades de la leche.* Universidad Nacional Abierta y a distancia, Perú. Recuperado de: [http://infolactea.com/wpcontent/uploads/2016/01/301105\\_LECTURA\\_Revision\\_de\\_Presaberes.pdf](http://infolactea.com/wpcontent/uploads/2016/01/301105_LECTURA_Revision_de_Presaberes.pdf)
- Inga, L. (2017). *Control de calidad en la densidad de la leche.* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11461>.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (2012). NTE INEN 4 (primera revisión). Recuperado de: <http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/9-5.pdf> (acceso 26 de julio de 2013).
- Jarama, R. (2011). *Estrés de calor en bovinos lecheros del Perú.* (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú. Recuperado de: [http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/bitstream/123456789/3927/1/Jarama\\_Arditto\\_Renzo\\_Renatto\\_2011.pdf](http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/bitstream/123456789/3927/1/Jarama_Arditto_Renzo_Renatto_2011.pdf)
- Jiménez, W. (2005). *Valoración de la calidad microbiológica y físico-química de la leche de vaca de tres pequeños productores de Santa Ana mixtan del parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala.* (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/693/69311106.pdf>.
- Méndez, V. M., y Osuna, L. E. (2007). *Identificación de la calidad sanitaria e higiénica de la leche bovina en algunos sistemas productivos de la región del Alto del Chicamocha (Departamento de Boyacá).* (Tesis de grado). Universidad de la Salle, Bogotá. Recuperado de: <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/12/T14.07-M523c.pdf>

- Miranda, C. A., y Quezada, J. L. (2018). *Características físico químicas de la leche fresca, procedente de establos de la provincia de Trujillo, abril-mayo 2018*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10428>.
- Noboa, J. (1998). *Calidad sanitaria y composición nutricional de leche de estanque en predios de la provincia de Valdivia, durante el período primavera-verano*. (Tesis de grado). Universidad Austral de Chile. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/1998/fvn744c/doc/fvn744c.pdf>.
- Norma técnica peruana [NTP] (202.001-2016). Leche y productos lácteos. Leche cruda, requisitos. 5ta edición.
- Norma técnica peruana [NTP] (202.115 -1998). Leche y productos lácteos. Leche cruda, preparación de la muestra. 1ra edición.
- Norma técnica peruana [NTP] (202.116-2008). Leche y productos lácteos. Leche cruda, determinación de acidez de la leche, método volumétrico. 3ra edición.
- Peñaranda, F. (2010). *Comercialización de la leche cruda en la provincia del Tundama (Boyacá)/Raw milk comercialización in the Tundama Province (Boyacá)*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4834/1/fabioarturopenarandacortes.2010.pdf>.
- Piñeros, G., Téllez, G., y Cubillos, A. (2005). *La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea. Caso: Cuenca lechera del Alto Chicamocha (Boyacá)*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=3237022&pid=S19090455201600010000800027&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=3237022&pid=S19090455201600010000800027&lng=en)
- Quispe, J. (2014). *Evaluación de la calidad de leche cruda para la época seca y húmeda, en el altiplano norte de la provincia Omasuyos del departamento de La Paz*. (Tesis de grado). Universidad mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Recuperado de: <http://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5599?show=full>.
- Resolución ministerial N° 591 - 2008 - MINSA. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 29 de agosto del 2008. Recuperado de: [https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/2476825912008minsa#:~:targetText=Aprueban%20%E2%80%9CNorma%20Sanitaria%20que%20establece,\(Publicada%20en%20El%20Peruano\)](https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/2476825912008minsa#:~:targetText=Aprueban%20%E2%80%9CNorma%20Sanitaria%20que%20establece,(Publicada%20en%20El%20Peruano)).
- Rodríguez, P. (2017). *Determinación de la calidad físico-química de la leche fresca en el sector Urinsaya – Ccollana en época de secas*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/1810>.

- Román, S., Guerrero, L., y Pacheco, L. (2003). Evaluación de la calidad sanitaria, fisicoquímica e higiénica de la leche cruda acopiada en frío. *Revista Científica*, 13(2). Recuperado de: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16646/1/evaluacion\\_fisicoquimica.df](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16646/1/evaluacion_fisicoquimica.df)
- Salazar, V. (2013). *Guía de evaluación de la calidad de la leche cruda para su procesamiento en una planta de lácteos en Guatemala*. (Tesis de grado). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_3476.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3476.pdf).
- Sota, C. (2016). *Relación de los parámetros físico químicos e higiénicos de leche fresca con el rendimiento de productos lácteos en las provincias de Concepción y Jauja, Junín*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2664>.
- Vallejo, C., Diaz, R., Morales, W., Godoy, V., Calderón, N., y Cegido, J. (2018). Calidad físico - química e higiénico sanitaria de la leche en sistemas de producción doble propósito, Manabí, Ecuador. *Revista de investigación talentos*, volumen V.
- Viera, M. (2013). *Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el Valle del Mantaro*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1751>.

## TERMINOLOGÍA

**Evaluación:** Se trata de un acto donde debe emitirse un juicio en torno a un conjunto de información y permite valorar, establecer, apreciar o calcular la importancia de un determinado estudio. La evaluación de una investigación implica el análisis de recursos, los medios necesarios para alcanzar los objetivos y la puesta en práctica de ellos (Abril y Pillco, 2013).

**Calidad:** Grado en que un conjunto de características inherentes a bienes y servicios cumple con unas necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias (requisitos). De modo que la calidad de la leche, como de cualquier otro producto o insumo, se refiere al grado en que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana (NTP, 202.001-2016).

**Exender:** El concepto de exender se utiliza para referirse a la venta al por menor de alguna cosa a cambio de dinero (Aparicio, 2009).

**Leche cruda:** Es el producto completo que se obtiene de la secreción mamaria normal sin sustracción alguna ni adición de algún otro componente y que se ha obtenido mediante uno o más ordeños y que no ha sido sometida a procesamiento o tratamiento alguno. Esta debe cumplir con ciertos requisitos, tanto fisicoquímicos y microbiológicos, garantizando así su consumo (NTP, 202.001-2016).

**Ordeño:** se le conoce así a la acción de separar la leche de las glándulas mamarias de la vaca, después de inducirla adecuadamente y la forma en cómo este acto se lleve a cabo incide en el éxito productivo de cada lactación. Esta operación se realiza por regla general con ganado vacuno, siendo una práctica que comenzó realizándose de manera manual (recogiendo la leche en un recipiente), en la actualidad es normal el uso de máquinas de ordeño que mediante vacío extraen grandes cantidades de leche de forma automática e industrial. Esta práctica se hace en la mañana y en la tarde (Sota, 2016).

°**Dornic:** Los grados Dornic es la expresión empleada fundamentalmente para definir los límites máximos y mínimos de la acidez de la leche, que en algunos países también puede ser expresada en porcentaje (Antezana, 2015).

**Parámetros:** Se conoce como parámetro al dato que ya está definido y que sirve para evaluar o valorar una determinada situación a la que es sometida una muestra (Batista, 2011).

**Inocuidad de la leche:** Es la capacidad de la leche de no causar algún tipo de daño o malestar a la salud del consumidor por la ausencia de bacterias patógenas (Huayta, 2015).

**UFC/ml:** Es una medida que se emplea para cuantificar los microorganismos presentes en un alimento y su significado es unidades formadoras de colonias por mililitro (Antezana, 2015).

**Canales de distribución:** Se conoce también como canal de distribución, canal de comercialización o proceso de distribución y se define como el recorrido que toma un bien para pasar desde el lugar de producción o fabricación hasta llegar al consumidor final (Peñaranda, 2010).

**Mastitis:** proviene (del griego mastos = glándula mamaria y del sufijo itis = inflamación). Se define como la inflamación de las glándulas mamarias normalmente causada por bacterias que se encuentra en presencia de pH muy elevado y se caracteriza por trastornos patógenos en el epitelio glandular y cambios físicos y químicos en la leche (Aranceta y Serra, 2005).

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Hoja de toma y transporte de la muestra de leche cruda

PERSONA RESPONSABLE DEL MUESTREO: \_\_\_\_\_

MUESTRA DEL VENDEDOR	FECHA	HORA	DIRECCIÓN
M1.			
M2.			
M3.			
M4.			
M5.			
M6.			
<b>TRANSPORTE</b>			
Destino	Universidad Católica Sedes Sapientiae	Hora de salida:	
		Hora de llegada:	
		Tiempo transcurrido:	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Apéndice 2. Hoja de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas**

Muestra del vendedor N°: \_\_\_\_\_

<b>PRUEBAS DE LABORATORIO</b>	
<b>ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Densidad (g/ml)	
Acidez (%)	
pH	
Resistencia a la prueba de alcohol	
<b>ANALISIS MICROBIOLÓGICOS</b>	
Recuento de mesófilos.	Hora de inicio:
	Hora de finalización:
Recuento de coliformes	Hora de inicio:
	Hora de finalización:

*Fuente:* Elaboración propia.

**Apéndice 3. Resultado de los parámetros fisicoquímicos analizados en el laboratorio de la UCSS**

Tabla 17

*Resultados de la densidad de la leche cruda que se expende en la ciudad Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre.*

PERIODO	PROVEEDOR					
	CHULUCANAS		YAPATERA		BATANES	
	VENDEDOR (M1)	VENDEDOR (M2)	VENDEDOR (M3)	VENDEDOR (M4)	VENDEDOR (M5)	VENDEDOR (M6)
06/08/2018	1.0300	1.0300	1.0298	1.0310	1.0318	1.0288
08/08/2018	1.0314	1.0308	1.0318	1.0310	1.0312	1.0303
13/08/2018	1.0298	1.0291	1.0306	1.0296	1.0285	1.0296
15/08/2018	1.0303	1.0308	1.0308	1.0309	1.0296	1.0301
20/08/2018	1.0301	1.0298	1.0310	1.0301	1.0296	1.0291
22/08/2018	1.0304	1.0296	1.0281	1.0299	1.0306	1.0306
27/08/2018	1.0310	1.0284	1.0293	1.0288	1.0285	1.0280
29/08/2018	1.0315	1.0307	1.0298	1.0307	1.0314	1.0286
03/09/2018	1.0294	1.0289	1.0297	1.0300	1.0299	1.0314
05/09/2018	1.0296	1.0313	1.0302	1.0305	1.0313	1.0298
10/09/2018	1.0298	1.0302	1.0294	1.0291	1.0306	1.0312
12/09/2018	1.0300	1.0309	1.0311	1.0298	1.0305	1.0310
17/09/2018	1.0299	1.0302	1.0310	1.0296	1.0303	1.0313
19/09/2018	1.0295	1.0299	1.0307	1.0298	1.0306	1.0310
24/09/2018	1.0301	1.0303	1.0298	1.0301	1.0300	1.0308
26/09/2018	1.0305	1.0316	1.0302	1.0307	1.0311	1.0299
01/10/2018	1.0301	1.0312	1.0304	1.0299	1.0300	1.0305
03/10/2018	1.0306	1.0315	1.0300	1.0310	1.0299	1.0309
08/10/2018	1.0298	1.0305	1.0311	1.0303	1.0305	1.0300
10/10/2018	1.0289	1.0298	1.0309	1.0307	1.0295	1.0308
15/10/2018	1.0295	1.0294	1.0306	1.0299	1.0300	1.0304
17/10/2018	1.0301	1.0310	1.0313	1.0308	1.0308	1.0299
22/10/2018	1.0308	1.0309	1.0301	1.0298	1.0298	1.0301
24/10/2108	1.0297	1.0302	1.0304	1.0300	1.0309	1.0306
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.03012</b>	<b>1.03029</b>	<b>1.03034</b>	<b>1.03017</b>	<b>1.03029</b>	<b>1.03020</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

*Resultados de la acidez titulable de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre*

PERIODO	PROVEEDOR					
	CHULUCANAS		YAPATERA		BATANES	
	VENDEDOR (M1)	VENDEDOR (M2)	VENDEDOR (M3)	VENDEDOR (M4)	VENDEDOR (M5)	VENDEDOR (M6)
06/08/2018	0.218	0.180	0.200	0.170	0.180	0.222
08/08/2018	0.207	0.180	0.187	0.178	0.225	0.180
13/08/2018	0.191	0.172	0.172	0.218	0.180	0.189
15/08/2018	0.190	0.172	0.170	0.160	0.184	0.191
20/08/2018	0.198	0.170	0.180	0.170	0.170	0.220
22/08/2018	0.189	0.180	0.180	0.173	0.195	0.207
27/08/2018	0.185	0.183	0.186	0.161	0.192	0.201
29/08/2018	0.181	0.186	0.190	0.187	0.198	0.204
03/09/2018	0.187	0.188	0.195	0.185	0.196	0.199
05/09/2018	0.199	0.183	0.180	0.179	0.183	0.195
10/09/2018	0.186	0.181	0.200	0.188	0.187	0.185
12/09/2018	0.189	0.191	0.210	0.172	0.198	0.215
17/09/2018	0.195	0.189	0.205	0.181	0.201	0.208
19/09/2018	0.189	0.201	0.196	0.179	0.198	0.197
24/09/2018	0.203	0.195	0.189	0.171	0.192	0.201
26/09/2018	0.180	0.191	0.174	0.185	0.179	0.181
01/10/2018	0.186	0.181	0.182	0.173	0.177	0.184
03/10/2018	0.181	0.185	0.193	0.178	0.186	0.182
08/10/2018	0.179	0.183	0.190	0.186	0.191	0.189
10/10/2018	0.176	0.145	0.162	0.170	0.178	0.153
15/10/2018	0.180	0.178	0.189	0.182	0.190	0.185
17/10/2018	0.205	0.189	0.178	0.175	0.198	0.182
22/10/2018	0.193	0.200	0.198	0.189	0.189	0.197
24/10/2108	0.189	0.196	0.201	0.181	0.187	0.201
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.19067</b>	<b>0.18329</b>	<b>0.18779</b>	<b>0.17879</b>	<b>0.18975</b>	<b>0.19450</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19

*Resultados del pH de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, durante los meses de agosto a octubre*

PERIODO	PROVEEDOR					
	CHULUCANAS		YAPATERA		BATANES	
	VENDEDOR (M1)	VENDEDOR (M2)	VENDEDOR (M3)	VENDEDOR (M4)	VENDEDOR (M5)	VENDEDOR (M6)
06/08/2018	6.6700	6.7000	6.6600	6.6200	6.6400	6.7000
08/08/2018	6.6800	6.6900	6.6300	6.6400	6.7000	6.6500
13/08/2018	6.7000	6.6700	6.6100	6.6100	6.7200	6.6100
15/08/2018	6.7000	6.7100	6.6500	6.6500	6.6800	6.6700
20/08/2018	6.7100	6.6700	6.6600	6.6000	6.6000	6.6600
22/08/2018	6.6300	6.6600	6.6400	6.6800	6.6400	6.6500
27/08/2018	6.6700	6.6200	6.6300	6.6700	6.6400	6.6900
29/08/2018	6.6700	6.6500	6.6800	6.6400	6.6600	6.6800
03/09/2018	6.6600	6.6800	6.7000	6.6400	6.6600	6.6800
05/09/2018	6.6500	6.6300	6.6400	6.6800	6.6700	6.6500
10/09/2018	6.6800	6.6700	6.7100	6.6600	6.6500	6.6700
12/09/2018	6.6500	6.6600	6.6800	6.6300	6.6700	6.6900
17/09/2018	6.6800	6.6700	6.6900	6.6700	6.7000	6.6800
19/09/2018	6.7000	6.6800	6.7100	6.6900	6.7200	6.6900
24/09/2018	6.6900	6.6700	6.7000	6.6800	6.7000	6.6800
26/09/2018	6.7200	6.7000	6.6100	6.6700	6.7100	6.7000
01/10/2018	6.7000	6.6900	6.6800	6.6400	6.6900	6.7200
03/10/2018	6.6800	6.6900	6.6500	6.6800	6.7100	6.6700
08/10/2018	6.7000	6.6800	6.6500	6.6900	6.6800	6.6600
10/10/2018	6.6800	6.6500	6.6400	6.6600	6.6900	6.6800
15/10/2018	6.6900	6.6900	6.6500	6.7000	6.6700	6.7000
17/10/2018	6.7000	6.6800	6.6200	6.6700	6.7100	6.6900
22/10/2018	6.6700	6.7000	6.6700	6.6800	6.6800	6.7000
24/10/2108	6.6800	6.6900	6.6400	6.7000	6.6900	6.6800
<b>PROMEDIO</b>	<b>6.68167</b>	<b>6.67500</b>	<b>6.65833</b>	<b>6.66042</b>	<b>6.67833</b>	<b>6.67708</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 4. Comparaciones múltiples con la prueba de tukey para el análisis post varianza

Tabla 20

*Prueba de tukey para la acidez de la leche cruda*

(I) PROCEDENCIA	(J) PROCEDENCIA	Diferencia de medidas (I-J)	Error típico	Sig	Intervalo de confianza al 95%	
					L. inferior	L. superior
M1	M2	,007375	,003457	,276	-,00262	,01737
	M3	,002875	,003457	,961	-,00712	,01287
	M4	,011875*	,003457	,010	,00188	,02187
	M5	,000917	,003457	1,000	-,00907	,01091
	M6	-,003833	,003457	,877	-,01382	,00616
M2	M1	-,007375	,003457	,276	-,01737	,00262
	M3	-,004500	,003457	,784	-,01449	,00549
	M4	,004500	,003457	,784	-,00549	,01449
	M5	-,006458	,003457	,426	-,01645	,00353
	M6	-,011208*	,003457	,018	-,02120	-,00122
M3	M1	-,002875	,003457	,961	-,01287	,00712
	M2	,004500	,003457	,784	-,00549	,01449
	M4	,009000	,003457	,103	-,00099	,01899
	M5	-,001958	,003457	,993	-,01195	,00803
	M6	-,006708	,003457	,382	-,01670	,00328
M4	M1	-,011875*	,003457	,010	-,02187	-,00188
	M2	-,004500	,003457	,784	-,01449	,00549
	M3	-,009000	,003457	,103	-,01899	,00099
	M5	-,010958*	,003457	,023	-,02095	-,00097
	M6	-,015708*	,003457	,000	-,02570	-,00572
M5	M1	-,000917	,003457	1,000	-,01091	,00907
	M2	,006458	,003457	,426	-,00353	,01645
	M3	,001958	,003457	,993	-,00803	,01195
	M4	,010958*	,003457	,023	,00097	,02095
	M6	-,004750	,003457	,742	-,01474	,00524
M6	M1	,003833	,003457	,877	-,00616	,01382
	M2	,011208*	,003457	,018	,00122	,02120
	M3	,006708	,003457	,382	-,00328	,01670
	M4	,015708*	,003457	,000	,00572	,02570
	M5	,004750	,003457	,742	-,00524	,01474

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21

*Prueba de tukey para el pH de la leche cruda*

(I) PROCEDENCIA	(J) PROCEDENCIA	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					L. inferior	L. superior
M1	M2	,00667	,00747	,948	-,0149	,0283
	M3	,02333*	,00747	,026	,0017	,0449
	M4	,02125	,00747	,056	-,0003	,0428
	M5	,00333	,00747	,998	-,0183	,0249
	M6	,00458	,00747	,990	-,0170	,0262
M2	M1	-,00667	,00747	,948	-,0283	,0149
	M3	,01667	,00747	,230	-,0049	,0383
	M4	,01458	,00747	,375	-,0070	,0362
	M5	-,00333	,00747	,998	-,0249	,0183
	M6	-,00208	,00747	1,000	-,0237	,0195
M3	M1	-,02333*	,00747	,026	-,0449	-,0017
	M2	-,01667	,00747	,230	-,0383	,0049
	M4	-,00208	,00747	1,000	-,0237	,0195
	M5	-,02000	,00747	,086	-,0416	,0016
	M6	-,01875	,00747	,128	-,0403	,0028
M4	M1	-,02125	,00747	,056	-,0428	,0003
	M2	-,01458	,00747	,375	-,0362	,0070
	M3	,00208	,00747	1,000	-,0195	,0237
	M5	-,01792	,00747	,164	-,0395	,0037
	M6	-,01667	,00747	,230	-,0383	,0049
M5	M1	-,00333	,00747	,998	-,0249	,0183
	M2	,00333	,00747	,998	-,0183	,0249
	M3	,02000	,00747	,086	-,0016	,0416
	M4	,01792	,00747	,164	-,0037	,0395
	M6	,00125	,00747	1,000	-,0203	,0228
M6	M1	-,00458	,00747	,990	-,0262	,0170
	M2	,00208	,00747	1,000	-,0195	,0237
	M3	,01875	,00747	,128	-,0028	,0403
	M4	,01667	,00747	,230	-,0049	,0383
	M5	-,00125	,00747	1,000	-,0228	,0203

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 5. Prueba de tukey para los grupos en subconjuntos homogéneos

Tabla 22

*Subconjuntos homogéneos para la acidez de la leche cruda*

PROCEDENCIA	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
M4	24	,17879		
M2	24	,18329	,18329	
M3	24	,18779	,18779	,18779
M5	24		,18975	,18975
M1	24		,19067	,19067
M6	24			,19450
Sig.		,103	,276	,382

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 24.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23

*Subconjuntos homogéneos para el pH de la leche cruda*

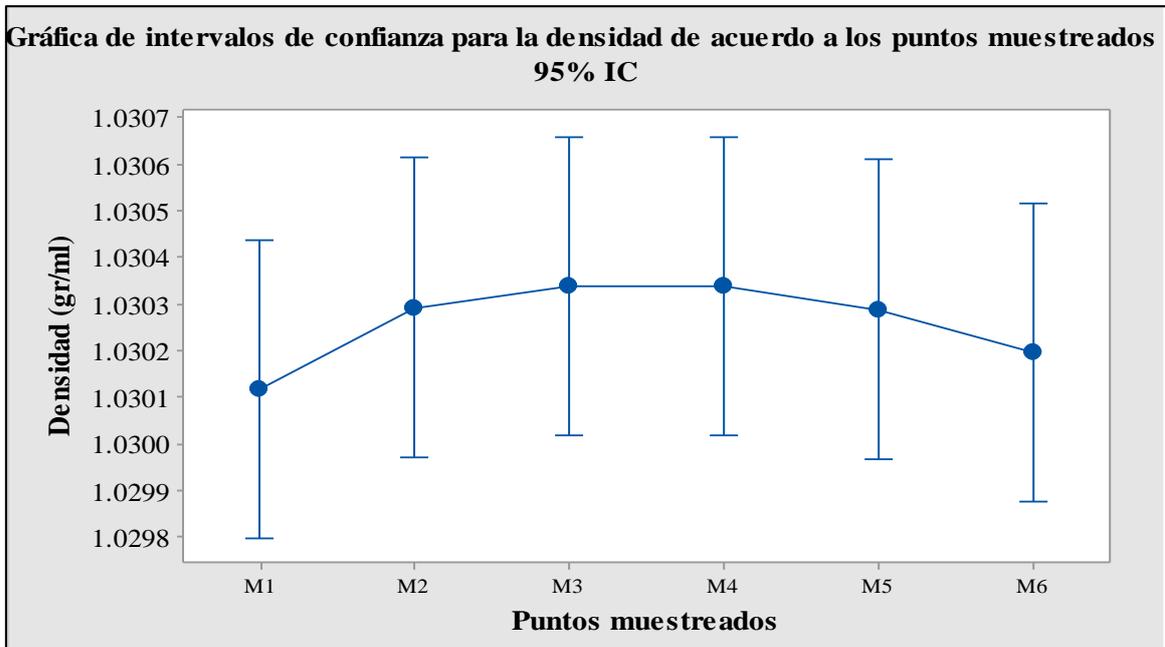
PROCEDENCIA	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
M3	24	6,6583	
M4	24	6,6604	6,6604
M2	24	6,6750	6,6750
M6	24	6,6771	6,6771
M5	24	6,6783	6,6783
M1	24		6,6817
Sig.		,086	,056

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 24.

Fuente: Elaboración propia.

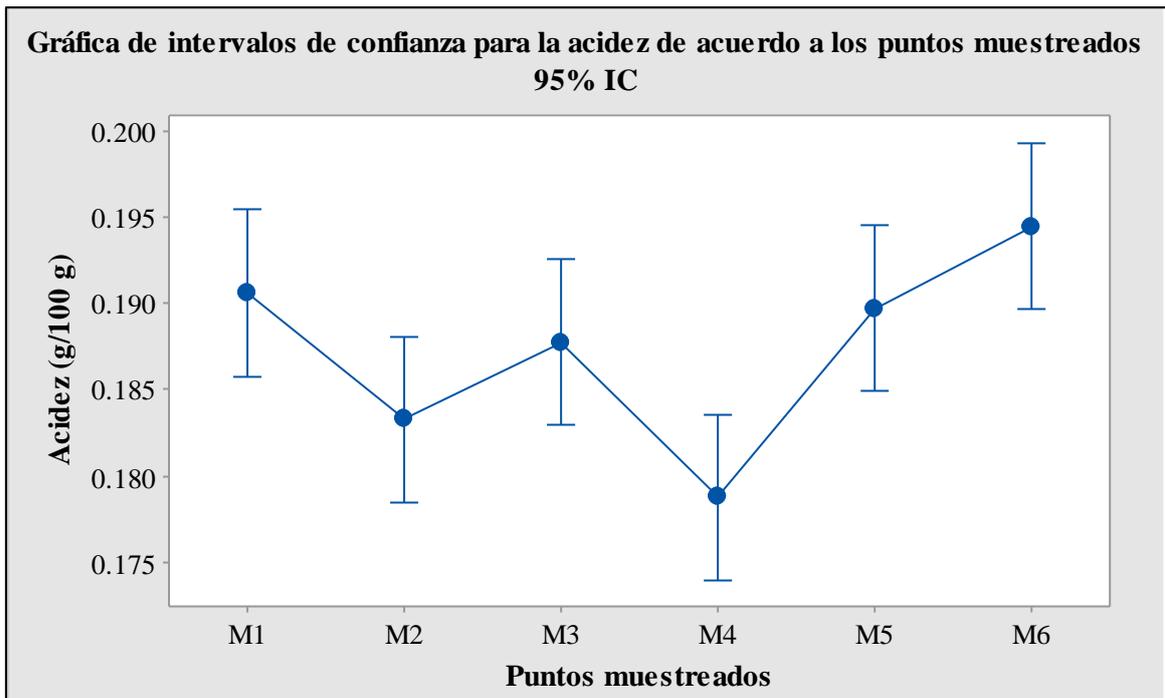
## Apéndice 6. Graficas de intervalos de confianza para las variables analizadas

### a. Densidad



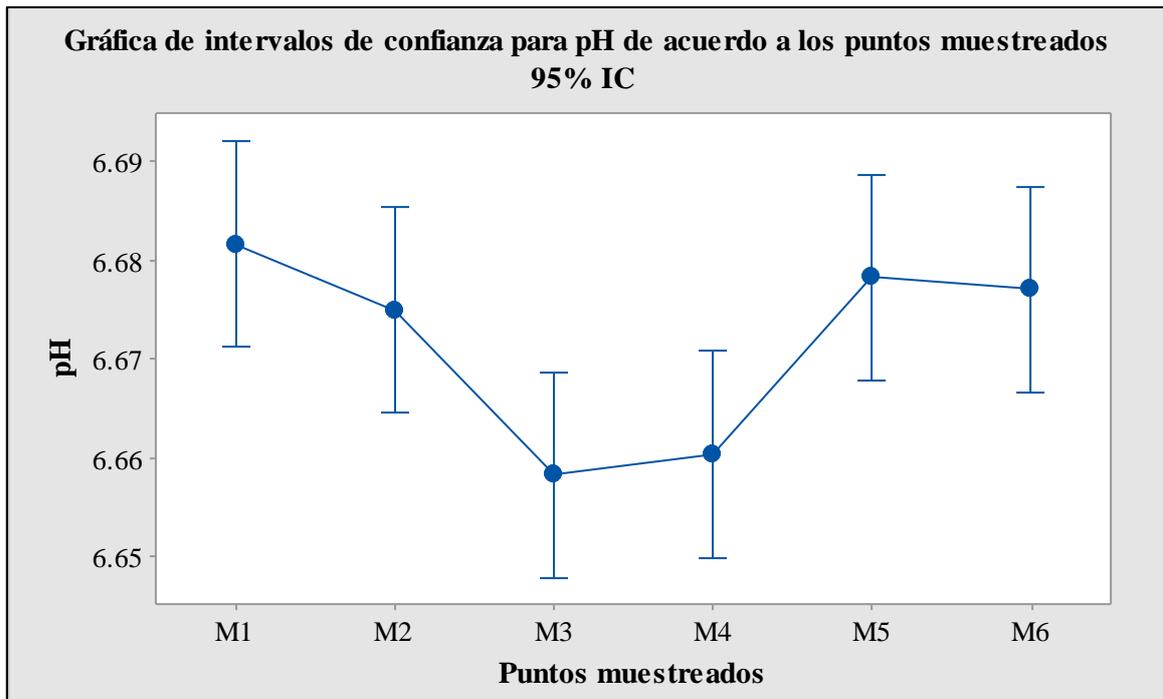
Fuente: Elaboración propia.

### b. Acidez titulable



Fuente: Elaboración propia.

c. pH



Fuente: Elaboración propia.

## Apéndice 7. Ubicación de los vendedores de leche cruda

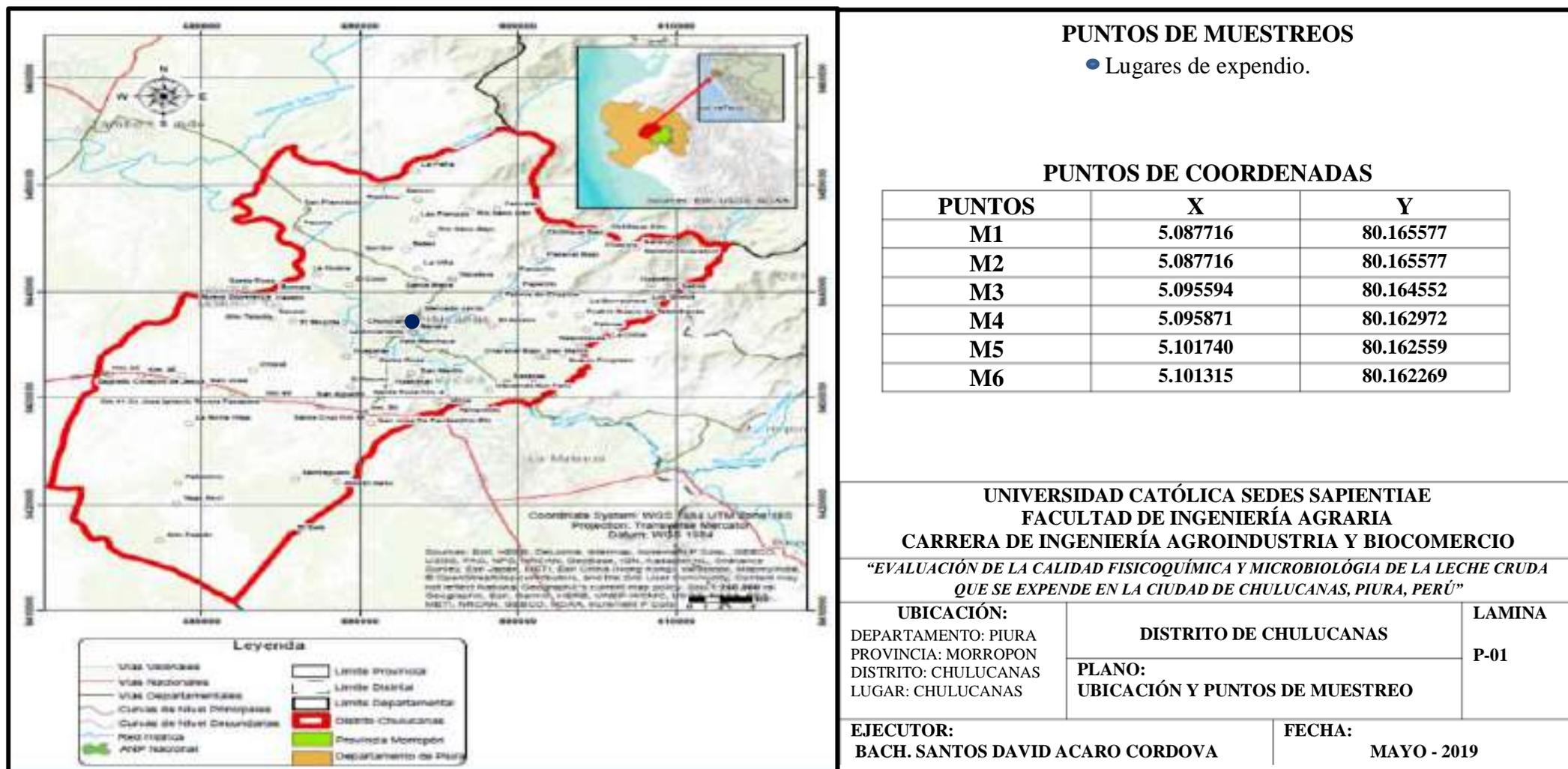


Figura 15. Ubicación de los 6 puntos de venta de leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas.

Fuente: Elaboración propia.

## Apéndice 8. Materiales, equipo y reactivos para el análisis de la leche cruda



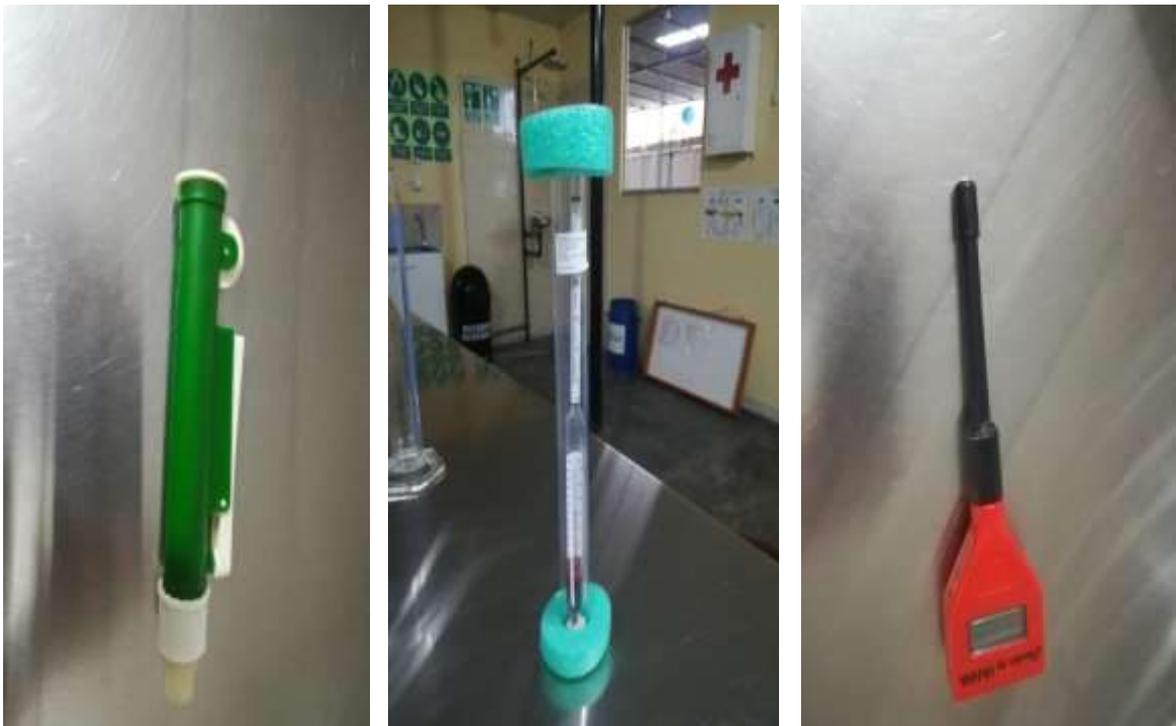
*Figura 16.* Materiales de laboratorio utilizados para el análisis de las muestras de leche cruda.

*Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 17.* Reactivos de laboratorio utilizados para el análisis de las muestras de leche cruda.

*Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 18.* Equipos de laboratorio utilizados para el análisis de las muestras de leche cruda.

*Fuente:* Elaboración propia.

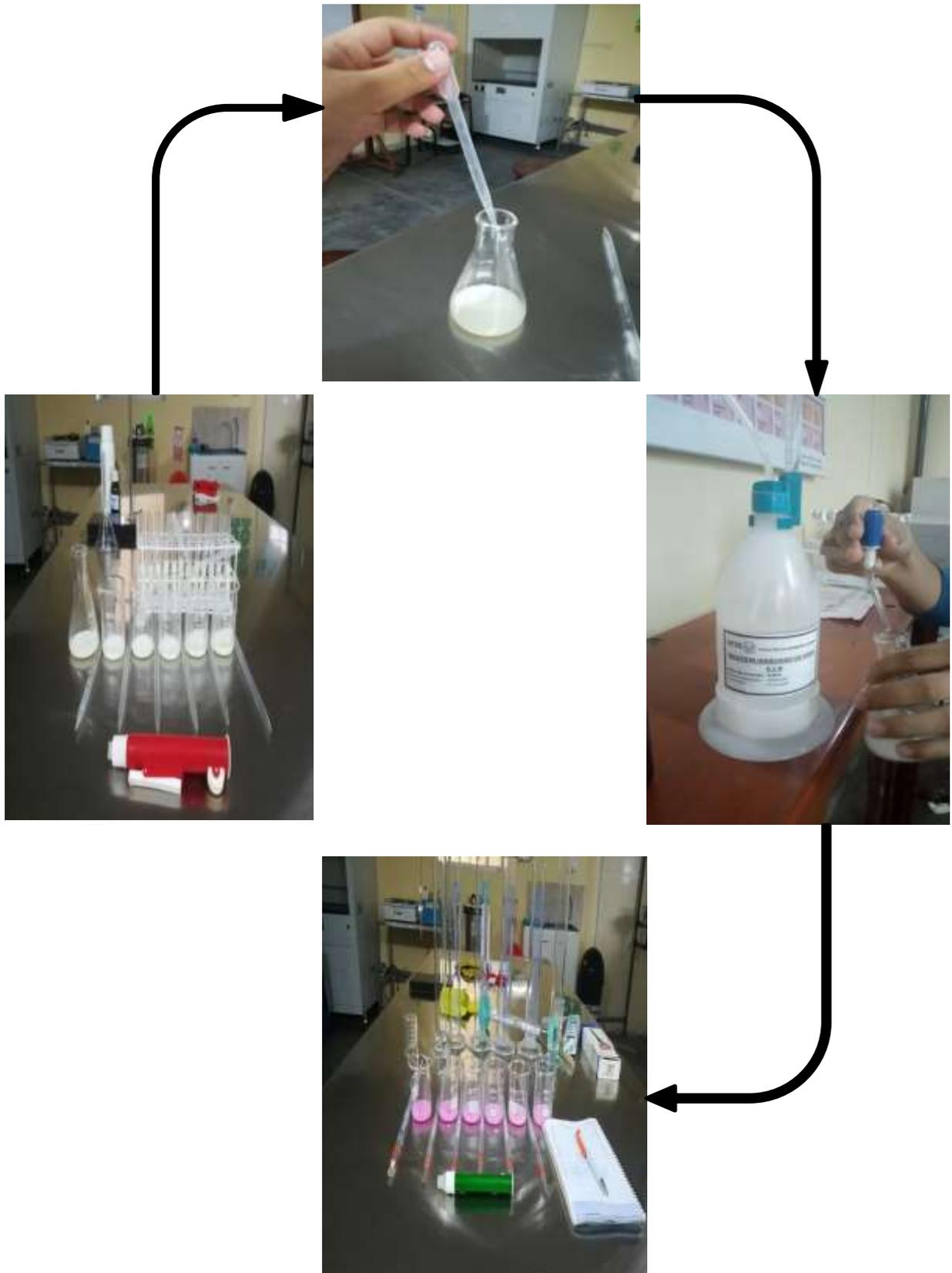
## Apéndice 9. Toma de muestra, recolección y transporte



*Figura 19.* Toma de muestra, recolección y transporte de las muestras de leche cruda.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Apéndice 10. Fotografías de los resultados fisicoquímicos**



*Figura 20. Determinación de la acidez titulable de la leche cruda.*

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 21.* Determinación del pH de la leche cruda.

*Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 22.* Determinación de la densidad de la leche cruda.

*Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 23.* Determinación de la resistencia a la prueba de alcohol de la leche cruda.

*Fuente:* Elaboración propia.

# Apéndice 11. Análisis microbiológicos de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



### INFORME DE ENSAYOS N° 146-2018

Pág. 1 / 1

SOLICITANTE	: Santos David Acaro Córdova
DOMICILIO LEGAL	: Los Portales Sol de Piura-Piura
PRODUCTO DECLARADO	: <b>Leche Fresca de Vaca</b>
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: Proyecto "Evaluación de la calidad físico-química y microbiológica de la leche fresca de Vaca que se expende en Chulucanas."
ESTADO/CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Muestra líquida, blanca opalescente/ Temperatura de refrigeración
CANTIDAD DE MUESTRA	: 06 muestras x 600 ml c/u
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Botella de polipropileno transparente con tapa rasca, sin etiquetado.
INSCRIPCIÓN DEL ENVASE	: M01...M06
MUESTREO	: Realizado por el Cliente
DOCUMENTOS NORMATIVOS	: NTP 202.001:2016 LECHE y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Requisitos
FECHA DE RECEPCIÓN	: 15-11-2018
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 15-11-2018
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 16-11-2018

ENSAYO	RESULTADO			ESPECIFICACIONES
	M01	M02	M03	
<b>ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>				
Aerobios mesófilos facultativos(UFC/ml)	11x10 <sup>4</sup>	22x10 <sup>4</sup>	21x10 <sup>4</sup>	≤1.0 x10 <sup>6</sup>
Coliformes totales (UFC/ml)	23x10 <sup>3</sup>	12x10 <sup>3</sup>	32x10 <sup>3</sup>	≤1.0 x10 <sup>5</sup>

ENSAYO	RESULTADO			ESPECIFICACIONES
	M04	M05	M06	
<b>ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>				
Aerobios mesófilos facultativos(UFC/ml)	12x10 <sup>3</sup>	85x10 <sup>3</sup>	52x10 <sup>3</sup>	≤1.0 x10 <sup>6</sup>
Coliformes totales (UFC/ml)	17x10 <sup>2</sup>	11x10 <sup>2</sup>	72x10 <sup>2</sup>	≤1.0 x10 <sup>5</sup>

**MÉTODO DE ENSAYO:**  
 Coliformes totales : ISO 9308-1 Chromacult®.  
 Aerobios mesófilos : ICMSF Método 1, Pág. 120-124 2da Ed. Reimpresión 2000

Piura, 16 de noviembre del 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA  
 LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD  
 ING. HUALTER WERTON MASIAS M.Sc.  
 C.P. 28550