

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN – LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**



**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN LECHE CRUDA DE GANADO BOVINO DE LA ZONA NORESTE DE NICARAGUA”**



**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADOS EN QUÍMICA**

**PRESENTADA POR:**

**BR. NELYIN DANIELI GARMENDIA MARTÍNEZ**

**TUTOR**

**DR. SERGIO LÓPEZ GRÍO**

**LEÓN, NICARAGUA**

**SEPTIEMBRE DE 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN**

**– LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS  
Y QUÍMICOS EN LECHE CRUDA DE GANADO  
BOVINO LA ZONA NORESTE DE NICARAGUA”**

**MONOGRAFÍA**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADOS EN QUÍMICA**

**PRESENTADA POR:**

**BR. BR. NELYIN DANIELI GARMENDIA MARTÍNEZ**

**TUTOR**

**DR. SERGIO LÓPEZ GRÍO**

**LEÓN, NICARAGUA,**

**SEPTIEMBRE DE 2019**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a:

A Dios por ser mi creador y mi guía incondicional en mi diario caminar.

A mi padre: Nelson Garmendia Pasos, por todo su amor, su apoyo incondicional en todos mis momentos de tristeza y de alegría, Gracias por ayudarme a lograr este sueño.

A mi madre: Gladys Marina Martínez Espinoza, quien me dio la vida, Gracias por su apoyo por enseñarme a luchar en todos los aspectos y circunstancias de la vida.

A mi hija, por ser la luz de mi vida y mi motor para lograr mis metas.

A mis hermanos, por acompañarme a recorrer conmigo momentos buenos y malos en cada etapa de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios nuestro Señor por darnos la fortaleza y la sabiduría para concluir con éxitos nuestros estudios universitarios.

A mi querida familia por apóyame incondicionalmente, a pesar de las circunstancias vividas, gracias por ese apoyo inmenso que me han dado y me siguen brindando hasta el día de hoy.

A mi tutor que con sus profundas percepciones me ayudo para ser una mejor profesional.

A todas las personas que me brindaron su apoyo en especial a mi mami Gladys Martínez y mi padre Nelson Garmendia.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>I RESUMEN</b> .....	1
<b>II OBJETIVOS</b> .....	2
II.1- OBJETIVO GENERAL.....	2
II.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
<b>III MARCO TEÓRICO</b> .....	3
III.1 LA LECHE <sup>[1]</sup> .....	3
III.1.1 DEFINICIÓN <sup>[1]</sup> .....	3
III.1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE <sup>[1]</sup> .....	3
III.1.2.1 PROTEÍNAS <sup>[1]</sup> .....	3
III.1.2.1.1 LA CASEÍNA <sup>[1]</sup> .....	3
III.1.2.1.2 ALBÚMINA Y $\beta$ -LACTOGLOBULINA <sup>[1]</sup> .....	4
III.1.2.3 LÍPIDOS <sup>[1]</sup> .....	5
III.1.2.4 CARBOHIDRATOS <sup>[1]</sup> .....	6
III.1.2.4.1 LACTOSA .....	6
III.1.2.5 VITAMINAS <sup>[1]</sup> .....	7
III.1.2.6 LAS ENZIMAS <sup>[1]</sup> .....	8
III.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA LECHE <sup>[1]</sup> .....	8
III.2.1 OLOR O AROMA.....	8
III.2.2 SABOR .....	8
III.2.3 GRAVEDAD ESPECÍFICA.....	8
III.2.4 pH.....	9
III.2.5 ACIDEZ .....	9
III.2.6 POTENCIAL DE OXIDORREDUCCIÓN .....	10
III.2.7 VISCOSIDAD.....	10
III.2.8 PUNTO DE CONGELACIÓN .....	10
III.2.9 CALOR ESPECÍFICO.....	11
III.2.10 PUNTO DE EBULLICIÓN .....	11
III.2.11 ÍNDICE DE REFRACCIÓN .....	11
III.2.12 PROPIEDADES ÓPTICAS.....	11
III.3 MINERALES EN LA LECHE <sup>[5]</sup> .....	11
III.4 ANÁLISIS QUÍMICOS APLICADOS A LA LECHE <sup>[8]</sup> .....	12
III.4.1 ACIDEZ .....	12

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

III.4.2 pH.....	13
III.4.3 PRUEBA DE FOSFATASA.....	13
III.4.4 PRUEBA DE REDUCTASA.....	14
III.4.5 PRUEBA DE ALCOHOL.....	15
III.4.6 PRUEBA DE NUTRIENTES.....	16
III.4.6.1 MINERALES.....	16
III.4.6.2 DETERMINACIÓN DE CLORUROS (MÉTODO DE MOHR).....	16
III.4.6.3 DETERMINACIÓN DE CALCIO.....	16
III.4.7 CONTENIDO EN GRASA.....	17
III.4.7.1 MÉTODO DE SOXHLET.....	17
III.4.7.2 MÉTODO DE GOLDFISH.....	18
III.4.7.3 MÉTODOS VOLUMÉTRICOS.....	18
III.4.7.3.1 MÉTODO DE GERBER.....	18
III.4.7.4 MÉTODOS PONDERALES.....	18
III.4.8 SÓLIDOS TOTALES.....	19
III.4.9 PRUEBA DE FORMALDEHÍDO.....	20
III.5 RAZAS BOVINAS EN NICARAGUA <sup>[9]</sup> .....	20
III.5.1 RAZAS LECHERAS.....	20
III.5.1.1. PARDO SUIZO.....	21
III.5.1.2 JERSEY.....	21
III.5.1.3 HOLSTEIN.....	22
III.5.2 RAZAS DE CARNE.....	22
III.5.2.1 BRAHMÁN.....	23
III.5.3 GANADO DOBLE PROPÓSITO.....	23
<b>IV MATERIALES, EQUIPOS, REACTIVOS Y SOLUCIONES.....</b>	<b>25</b>
IV.1. MATERIALES Y EQUIPOS.....	25
IV.4.3 SOLUCIONES.....	25
IV.4.3.1 SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO SÓDICO (0.1 N.....	25
IV.4.3.2 SOLUCIÓN ALCOHÓLICA DE FENOFTALEÍNA AL 1 %.....	25
IV.4.3.3 SOLUCIÓN ALCOHÓLICA AL 68 %.....	25
IV.5 METODOLOGIA.....	26
IV.5.1 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD EN LECHE CRUDA.....	26
IV.5.2 DETERMINACIÓN DE pH En LECHE CRUDA.....	27

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

IV.5.3 PRUEBA DE ESTABILIDAD PROTEÍCA DE LA LECHE CRUDA.....	28
IV.5.4 PRUEBA DE ACIDEZ DE LA LECHE.....	29
<b>V. ANALISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
V.1 SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE ESTUDIO .....	30
V.2. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS DE DENSIDAD, pH, COAGULACIÓN Y ACIDEZ EN MUESTRAS DE LECHE CRUDA.....	31
V.2.1 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD EN LAS MUESTRAS DE LECHE CRUDA.....	32
V.2.2 DETERMINACIÓN DE pH EN MUESTRAS DE LECHE CRUDA .....	35
V.2.3 PRUEBA DE ESTABILIDAD PROTEÍCA DE LA LECHE CRUDA.....	38
V.2.4 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE DE LAS MUESTRAS DE LECHE.....	39
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>44</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

### I RESUMEN

Según el Codex Alimentarius, la leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños, sin ningún tipo de adición o extracción, y destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior. La leche y sus derivados son uno de los alimentos de mayor consumo en Nicaragua. En el país existen explotaciones ganaderas dedicadas a la producción de leche en casi todo el territorio nacional. En el caso específico de la Regio Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) las zonas ganaderas se concentran especialmente en los Municipios de Siuna y Waslala <sup>[14]</sup>. En el presente trabajo de investigación, se determinaron algunos parámetros fisicoquímicos de ocho muestras de leche de leche cruda de ganado bovino provenientes del Sur y Suroeste del Municipio de Waslala. Estos parámetros fueron comparados con lo establecido en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON-03/02799 “Leche Entera Cruda” <sup>[12]</sup>, con el fin de determinar el cumplimiento de los requerimientos y confirmar si las muestras analizadas eran aptas en cuanto a calidad para consumo humano. En lo relativo a la densidad las muestras analizadas presentaban valores que variaban entre a 1.0315 g/mL y 1.0325 g/mL, en cuanto a los valores de pH estos variaban entre 6.5 y 6.7, en lo referente a la prueba de alcohol todas las muestras eran estables proteicamente y lo referente al porcentaje de ácido láctico sus valores variaban entre 0.135 % y 0.162%. Todas las muestras analizadas, presentaban resultados acordes con la NTON 03/02799 <sup>[12]</sup> por lo que podían ser empleadas para consumo humano y/o su industrialización.

## **OBJETIVOS**

---

### **II OBJETIVOS**

#### **II.1- OBJETIVO GENERAL**

Determinar parámetros físicos y químicos en leche cruda de ganado bovino de la zona noreste de Nicaragua

#### **II.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Seleccionar las muestras a ser analizadas.
2. Determinar los parámetros físico - químicos de densidad, pH, estabilidad proteica y porcentaje de ácido láctico en las muestras de leche cruda a ser analizada.

### III MARCO TEÓRICO

#### III.1 LA LECHE <sup>[1]</sup>

##### III.1.1 DEFINICIÓN <sup>[1]</sup>

Es el producto integro, no alterado ni adulterado y sin calostro, procedente del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras domésticas, mamíferas, sanas y bien alimentadas.

##### III.1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE <sup>[1]</sup>

La leche tiene la siguiente composición:

###### III.1.2.1 PROTEÍNAS <sup>[1]</sup>

Las sustancias nitrogenadas de la leche se pueden clasificar en tres grupos: caseínas o sustancias que forman el queso propiamente, las llamadas proteínas del suero, y las sustancias nitrogenadas no proteicas. El grupo de las caseínas conforman del 78 al 80% de las proteínas de la leche. Las proteínas del suero que contienen fracciones de globulina y albúmina no pueden obtenerse en forma de queso sino como su nombre lo indican se encuentra en el suero y constituyen el otro 20% del contenido de la leche.

**Tabla III.1** *Proteínas de la leche de diversos mamíferos*

<b>Especie Animal</b>	<b>Vaca</b>	<b>Oveja</b>	<b>Cabra</b>
Proteínas %	3.3	4.5	3.4
Inmunoglobulinas %	13.7	18.3	15.9
$\alpha$ -Lactoglobulinas %	27.4	7.1	17.5
Globulinas %	4.4	-	-
$\beta$ -Lactoglobulinas %	52.8	74.0	65.3
Seroalbúmina %	1.7	0.6	7.5

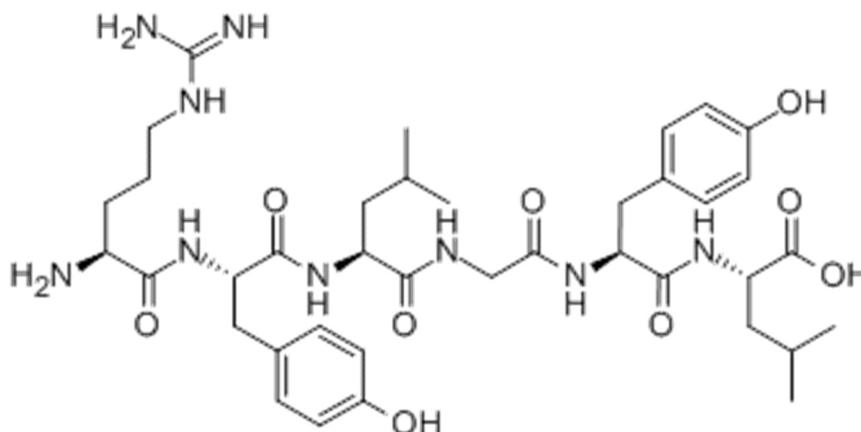
Recuperada de: Roca Fernández. A. I, Composición de la leche de vaca, oveja y cabra para la elaboración de quesos, *Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo*

###### III.1.2.1.1 LA CASEÍNA <sup>[1]</sup>

Este componente proteico está conformado por diferentes clases o tipos de caseína que se denominan con letras griegas, las más importantes son las caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$ , así como la caseína Kappa.

## MARCO TEÓRICO

Las caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$  reaccionan con el calcio formando compuestos que precipitan produciéndose la coagulación de la leche, pero como la leche en forma natural contiene calcio, ocurriría en cualquier momento la coagulación, sin embargo para que esta precipitación no suceda la caseína K que es insensible al calcio, forma un especie de revestimiento protector en torno de las caseínas  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$ , e impiden que reaccionen con el calcio, manteniendo de esta manera la estabilidad de la proteína de la leche.



**Figura III.1** Estructura de la caseína <sup>[2]</sup>

**Tabla III.2** Valores de las fracciones de caseína respecto a la caseína total en distintas leches

Especie animal	Vaca	Oveja	Cabra
Fracciones de caseína $\alpha$	50.8	30.2	12.6
Fracciones de caseína $\beta$	33	47.1	75.3
Fracciones de caseína $\kappa$	9.4	7.3	8.2
Fracciones de caseína $\gamma$	6.8	15.4	3.9

Recuperada de: Roca Fernández. A. I, Composición de la leche de vaca, oveja y cabra para la elaboración de quesos, *Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo*

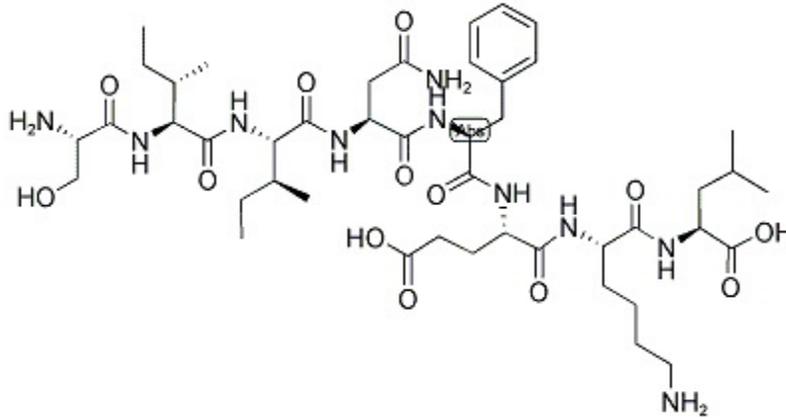
### III.1.2.1.2 ALBÚMINA Y $\beta$ -LACTOGLOBULINA <sup>[1]</sup>

Los métodos tradicionales de separación nos indican que el suero de leche que drena de la cuajada en la manufactura del queso, contienen albúmina y globulina. Las albúminas son solubles en agua y soluciones diluidas de sales neutras, en cuanto las globulinas son insolubles en agua, pero si en las soluciones diluidas de sales neutras.

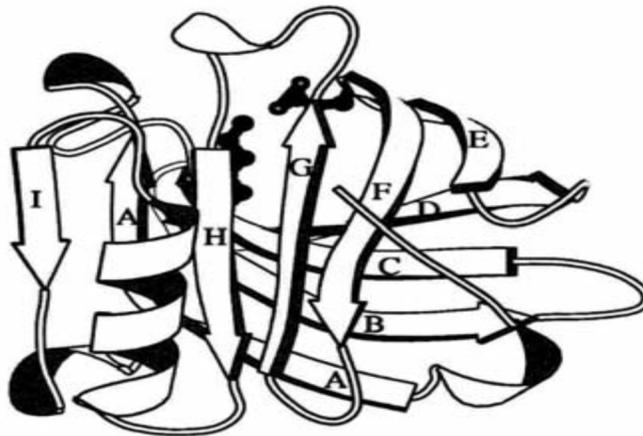
## MARCO TEÓRICO

---

Estas proteínas pueden ser precipitadas por la adición de ciertas sales y coaguladas por el calor, sin embargo, ninguna es coagulada por la renina. Las albúminas tienen un peso molecular de 17,000 y las globulinas de 69,000. Cuando se calienta la leche, las albúminas forman un precipitado floculento que se asienta en el fondo y paredes del recipiente.



**Figura III.2** Estructura de la ovoalbúmina [3]



**Figura III.3** Estructura de  $\beta$ -Lactoglobulina [4]

### III.1.2.3 LÍPIDOS [1]

Se clasifican en sustancias saponificables y no saponificables. Las sustancias saponificables comprenden principalmente los triglicéridos y los fosfolípidos. Las sustancias no saponificables comprenden las vitaminas y carotenoides. Su proporción en la leche se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla III.3** Clases principales de lípidos en la leche

Lípidos	Cantidad (% p/p)
Triacilgliceroles	98.3
Diacilgliceroles	0.3
Monoacilgliceroles	0.03
Ácidos grasos libres	0.1
Fosfolípidos	0.8
Esteroles	0.3
Carotenoides	Trazas
Vitaminas liposolubles	Trazas
Componentes de sabor	Trazas

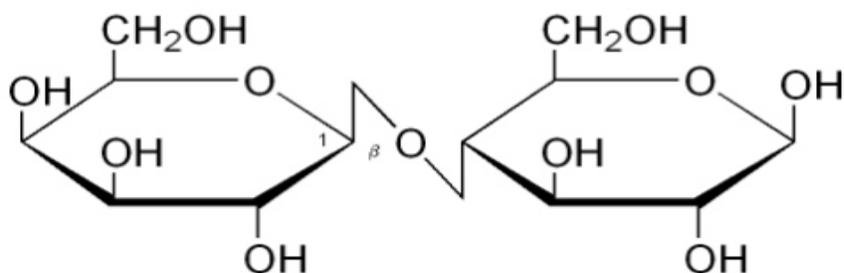
Recuperada de: Chacón Bueno F. M. y Sagbay Díaz C. F., "Evaluación de los análisis físicos-químicos de la leche bovina", Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador

### III.1.2.4 CARBOHIDRATOS <sup>[1]</sup>

El principal carbohidrato de la leche es la lactosa, éste es un glúcido neutro, cuya fórmula general es  $(CH_2O)_n$ . También se pueden encontrar además de la lactosa otros glúcidos como los nitrogenados entre los cuales se encuentran la glucosamina N – acetilada, que se encuentra ligada a los glúcidos neutros y los glúcidos ácidos como el ácido siálico, ligado a los glúcidos neutros o nitrogenados.

#### III.1.2.4.1 LACTOSA

Es un disacárido formado por glucosa y galactosa que representa el 97.5% de los glúcidos de la leche. Se encuentra totalmente en solución en la fase acuosa de la leche. El poder reductor de la lactosa se debe a la presencia de un grupo aldehído libre en la mitad de la glucosa. La lactosa reduce el reactivo de Fehling, lo cual es una de las reacciones que permite la identificación de la lactosa.



**Figura III.3** Estructura de Lactosa <sup>[6]</sup>

### III.1.2.5 VITAMINAS <sup>[1]</sup>

La leche contiene todas las vitaminas conocidas necesarias al hombre. Es preponderantemente rica en riboflavina. Es una buena fuente de Vitamina A y tiamina, sin embargo, es pobre en niacina y ácido ascórbico. Las vitaminas de la leche tienen la tendencia a destruirse debido a diferentes factores entre los cuales los más importantes son: los tratamientos térmicos, la acción de la luz, las oxidaciones entre otros. Las vitaminas como la Vitamina C, A, procarotenos, y E o tocoferol tienen un gran poder antioxidante y por lo tanto es utilizado en la industria como agentes antioxidantes de la grasa de la leche.

**Tabla III.4** Composición en vitaminas de la leche de vaca, oveja y cabra

Especie animal	Vaca	Oveja	Cabra
Vitamina A	1560	1460	2074
Vitamina D	-	-	23.7
Tiamina	0.44	0.69	0.4
Riboflavina	1.75	3.82	1.84
Acido nicotínico	0.94	4.27	1.87
Vitamina B6	0.64	-	0.07
Ácido pantetónico	3.46	3.64	3.44
Biotina	0.031	0.093	0.093
Ácido fólico	0.0028	0.0024	0.0024
Vitamina B12	0.0043	0.0064	0.0006
Ácido ascórbico	21.1	43	15
Colina	12.1	-	150
Inositol	110	-	210

(Vitamina A: UI/Litro, demás vitaminas: mg/L)

Recuperada de: Roca Fernández. A. I, Composición de la leche de vaca, oveja y cabra para la elaboración de quesos, *Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo*

### III.1.2.6 LAS ENZIMAS [1]

Son sustancias orgánicas, complejas de naturaleza proteica y que actúan como iniciadoras de reacciones químicas permaneciendo intactas después de producir las reacciones.

Entre las enzimas existentes en la leche se encuentran:

- Las hidrolasas: lipasa, fosfatasa, amilasa y lactasa
- Las oxidoreductasas: peroxidasa y catalasa.

La acción de cada una de las enzimas es específica y actúan a un pH y una temperatura óptima.

### III.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA LECHE [1]

#### III.2.1 OLOR O AROMA

La leche fresca es ligeramente perceptible, sin embargo, la leche está ácida o contienen bacterias coniformes, adquiere el olor característico de un establo o a estiércol de las vacas, por lo cual se le da el nombre de olor a vaca.

#### III.2.2 SABOR

La leche fresca tiene un sabor medio dulce, neutro debido a la lactosa que contiene.

#### III.2.3 GRAVEDAD ESPECÍFICA

La gravedad específica de la leche oscila entre 1.028 – 1.034 expresada en grados de densidad. Al determinar la densidad de la leche con el lactodensímetro, ese valor debe ajustarse para una temperatura de 15°C, adicionando o restando el factor de corrección de 0.0002 por cada grado centígrado leído por encima o por debajo de los 15°C.

Por lo anterior la densidad de una leche entera sería aproximadamente de 1.032 g/ml, una leche descremada de 1.036 g/ml y una leche aguada tendría una densidad aproximada de 1.029 g/mL.

### III.2.4 pH.

En general, la leche tiene una reacción iónica cerca a la neutralidad. La leche de vaca tiene una reacción débilmente ácida, con un pH comprendido entre 6,6 y 6,8, como consecuencia de la presencia de caseína y de los aniones fosfórico y cítrico, principalmente. El pH no es un valor constante, sino que puede variar en el curso del ciclo de la lactación y bajo la influencia de la alimentación. En lo que se refiere a la leche de vaca, deben considerarse como anormales los valores de pH inferiores a 6.5 o superiores a 6.9. El calostro de vaca tiene un pH más bajo a causa de su elevado contenido en proteínas. El pH representa la acidez actual de la leche; de él dependen propiedades tan importantes como la estabilidad de las caseínas.

### III.2.5 ACIDEZ

La leche cruda presenta una acidez titulable resultante de cuatro reacciones, de las cuales las tres primeras corresponden a la acidez natural de la leche cruda y la cuarta reacción corresponde a la acidez que se va formando en la leche por acción de las bacterias contaminantes. La acidez natural de la leche se debe a:

- Acidez de la caseína anfótera, constituye cerca de 2/5 partes de la acidez natural.
- Acidez de las sustancias minerales, del CO<sub>2</sub> y de ácidos orgánicos naturales, aproximadamente las 2/5 partes de la acidez natural.
- Reacciones de los fosfatos, cerca de 1/5 parte de la acidez natural.

La determinación de la acidez de la leche es muy importante porque puede dar lugar a determinar el grado de alteración de la leche. Regularmente una leche fresca debe tener una acidez de 0.15 a 0.16%, valores menores pueden indicar que es una leche proveniente de vacas con mastitis, aguada o que contiene alguna sustancia química alcalina. Porcentajes mayores del 0.16%, indican que la leche contiene bacterias contaminantes.

### III.2.6 POTENCIAL DE OXIDORREDUCCIÓN

El potencial de oxidorreducción (Eh), mide las propiedades oxidantes (+) o reductoras (-) de una solución, el cual se visualiza en la corriente eléctrica entre dos electrodos sumergidos en la solución. La leche tiene un Eh (+) entre los valores de 0.20 a 0.30 voltios. El Eh de la leche se debe al contenido de: oxígeno, sustancias reductoras naturales (reductasa aldehídica, ácido ascórbico y tratamientos tecnológicos).

La contaminación por bacterias incrementa el poder reductor de leche, ya que cuando las bacterias se multiplican hay un mayor consumo de oxígeno y producción de sustancias reductoras, reduciéndose el Eh, hasta valores negativos.

### III.2.7 VISCOSIDAD

La viscosidad de la leche indica la resistencia que se opone al fluido. La viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura y depende de la composición del líquido, del estado físico de las sustancias coloidales dispersas, y del contenido de materia grasa. La leche es más viscosa que el agua y ello se debe al contenido de grasa en emulsión y a las proteínas que contiene en su fase coloidal. La viscosidad de la leche oscila entre 1.7 a 2.2 centipoises, siendo la de la leche completa de 2.2 y la de la leche descremada de 1.2. La leche homogenizada presenta un aumento en la viscosidad, entre 1.2 a 1.4 centipoises.

### III.2.8 PUNTO DE CONGELACIÓN

Es una característica importante porque permite detectar la adición de agua en la leche. El punto de congelación de la leche debe oscilar entre un rango de  $-0.5130^{\circ}\text{C}$  a  $-0.565^{\circ}\text{C}$ . Los componentes que influyen en el punto de congelación de la leche son la lactosa y las sales coloidales. El aumento de la acidez de la leche reduce la viscosidad de la leche.

## MARCO TEÓRICO

---

### III.2.9 CALOR ESPECÍFICO

Es el número de calorías necesarias para elevar en un grado centígrado la temperatura de una unidad de peso de la leche. Dicho valor es más alto que el del agua.

**Tabla III.5** *Calor específico de diferentes tipos de leche*

<b>Calor específico (en cal / g. °C) de:</b>	
Leche completa	0.93 – 0.94
Leche descremada.	0.94 – 0.96
Suero de queso	0.97
Grasa	0.40 – 0.60

Recuperada de: Arzuaga Rúa P., Fonseca Blanco J., Fontalvo Pérez C. y Pedrozo Garizao D., "Análisis sensorial y fisicoquímico de la leche y de subproductos lácteos"

### III.2.10 PUNTO DE EBULLICIÓN

La ebullición de la leche se inicia a partir de los 100.17°C, pero cuando se reduce la presión del líquido, la ebullición ocurre a una temperatura menor.

### III.2.11 ÍNDICE DE REFRACCIÓN

Este valor expresa el fenómeno de desviación de la luz cuando atraviesa el aire e incide sobre la leche. Su valor oscila entre 1.3440 y 1.3485, siendo el resultado de la suma de los índices de refracción individual de los solutos o fase discontinua y del agua o fase continua de la leche.

### III.2.12 PROPIEDADES ÓPTICAS

El color de la leche se debe a los efectos combinados de la caseína, sales coloidales, pigmentes y otros componentes. La caseína y las sales coloidales le imparten el color blanco y opaco de la leche, en la medida que refleja totalmente la luz.

## III.3 MINERALES EN LA LECHE <sup>[5]</sup>

Los minerales intervienen en todas las actividades químicas del cuerpo; pueden estar como iones inorgánicos, como sales o asociados a proteínas, grasas, carbohidratos y ácidos nucleicos.

## MARCO TEÓRICO

---

En la leche se encuentran minerales, los que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla III.6** *Composición de minerales en la leche de vaca*

<b>Mineral</b>	<b>(mg/L<sup>-1</sup>)</b>
Sodio	350
Potasio	1360
Cloro	970
Calcio	1120
Fósforo	890
Magnesio	110

Recuperada de: Chacón Bueno F. M. y Sagbay Diaz C. F., "Evaluación de los análisis físicos-químicos de la leche bovina", Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador

### III.4 ANÁLISIS QUÍMICOS APLICADOS A LA LECHE <sup>[8]</sup>

Entre los análisis químicos más empleados para determinar la calidad de la leche están:

1. Acidez
2. pH
3. Prueba de fosfatasa
4. Prueba de reductasa
5. Prueba de alcohol
6. Contenido de grasa
7. Sólidos totales
8. Formaldehido

#### III.4.1 ACIDEZ

La acidez verdadera es la que está dada por la presencia del ácido láctico y otros ácidos originados durante la fermentación; a esta acidez también se le conoce como acidez desarrollada o real. Durante la fermentación de la lactosa ocurren además otras fermentaciones que dan origen a olores o aromas característicos y por esto a pesar de que el ácido láctico es inodoro se dice que la leche ácida posee un olor característico. La acidez es probablemente uno de los parámetros más importantes, el cual controla la calidad en el proceso de la leche.

## MARCO TEÓRICO

---

Esta norma establece el método para determinar la acidez titulable en la leche. Se aplica a la leche cruda, leche pasteurizada, esterilizada, crema y productos lácteos fluidos, sean o no fermentados.

La acidez titulable corresponde al número de mililitros de solución 0.1 N de NaOH, necesarios para neutralizar 100 mL de muestra. El grado de acidez corresponde a la suma de todas las sustancias de reacción ácida contenidas en la leche. La acidez permitida en la leche es de 6.6 a 8.4, su representación es en grados Dornic. El que es una medida del contenido de ácidos grasos libres en una muestra. Su cálculo se basa en la masa molar de un ácido graso o una mezcla de ácidos grasos. Normalmente se mide por titulación directa en la solución y con indicador visual.

### III.4.2 pH

Potencial hidrógeno, es una medida de la acidez o alcalinidad de una disolución. La leche tiene una reacción débilmente ácida, con un pH comprendido entre 6.5 y 6.6 como consecuencia de la presencia de caseína, y de los aniones fosfóricos y cítricos. La diferencia entre la escala pH y los grados Dornic es que el pH nos indica la acidez real que existe en este momento, mientras que la acidez Dornic nos indica la cantidad de ácido láctico que se puede producir a partir de la lactosa.

Cuando toda la lactosa se ha transformado en ácido láctico, el pH y los grados dornic coinciden. La medición potenciométrica con el "pH-metro" es la única precisa; el sistema de electrodos más utilizado está formado por el par electrodo de referencia de calomelaenos con cloruro potásico saturado (electrodo de vidrio)

### III.4.3 PRUEBA DE FOSFATASA

La fosfatasa es una enzima normalmente presente en la leche cruda. En las condiciones ordinarias de pasteurización (lenta, rápida o ultra rápida) la enzima se inactiva. Se ha demostrado que esta enzima es más difícil de destruir que la mayoría de los organismos patogénicos termo resistentes que pudieran estar presentes en la leche, como por ejemplo el bacilo tuberculoso. La prueba es de gran utilidad para decidir si la leche ha sido o no pasteurizada, si la leche pasteurizada se ha mezclado con leche cruda, o incluso si la pasteurización ha sido deficiente.

## MARCO TEÓRICO

---

Este método se basa en la hidrólisis del fenil fosfato que en presencia de la fosfatasa de la leche libera fenol; este se determina colorimétricamente haciéndolo reaccionar con 2.6 dibromoquinonclorimida obteniéndose un color azul, cuya intensidad se mide con el espectrofotómetro. La clásica prueba de la fosfatasa consiste en valorar colorimétricamente el fenol que se libera del fenilfosfato disódico. Ésta técnica puede aplicarse a la mantequilla y a los quesos, pero en este último caso es preciso tener en cuenta el hecho de que ciertos microorganismos, normalmente presentes en el curso de la maduración, secretan fosfatasas. La prueba puede entonces ser negativa y volverse luego positiva, sobre todo en los quesos pequeños.

### III.4.4 PRUEBA DE REDUCTASA

Para estimar el número aproximado de microorganismos en la leche cruda se utiliza un método indirecto basado en la reducción del colorante azul de metileno que es un indicador de oxido-reducción (es azul cuando está oxidado e incoloro cuando esta reducido). La actividad reductora de los microorganismos se manifiesta por el tiempo de la reducción del colorante a una temperatura de 37 a 38 grados centígrados la cual se indica en la siguiente tabla.

**Tabla III.7** Comparación del tiempo de reducción con el contenido microbiano

<b>Tiempo de reducción del Azul de Metileno</b>	<b>Contenido Microbiano (UFC/mL)</b>
5 horas (300 minutos)	100,000 - 200,000
2 a 4 horas (120 a 240 minutos)	200,000 a 2 millones
Menor a 2 horas (120 minutos)	2 a 10 millones

Tomada de: "Pruebas químicas de la leche, Características físico-químicas y microbiológicas de la leche"

La incubación se hace tubos estériles a 37 grados con 10 mL de leche y 1 mL de indicador, constituido por 8.8 mg de azul de metileno disueltos en 100 mL de agua estéril. A intervalos regulares se observa el color de la mezcla, pudiendo así definirse diferentes categorías de leches.

### Ejemplos:

- La decoloración se produce en menos de 15 minutos: leche de muy mala calidad, altamente contaminada.
- La decoloración se produce entre 15 y 60 minutos: leche bastante contaminada.
- La decoloración se produce entre 1 y 3 horas: ligeramente contaminada.
- La decoloración se produce tras 3 horas: leche poco contaminada, de calidad satisfactoria para la industria; la microflora total es probablemente inferior a 1 millón de gérmenes / c.c.

Este método es el más difundido en el mundo para apreciar la calidad de los suministros de la leche a las fábricas y para fijar el precio según la calidad.

### III.4.5 PRUEBA DE ALCOHOL

Esta prueba sirve para determinar la facilidad de coagulación de la leche expuesta al calor; si la leche coagula en presencia de alcohol significa que no puede ser sometida a tratamiento térmico. La coagulación de la leche en esta prueba puede ser debida a la presencia de calostro, de la leche ácida, leche de lactancia avanzada o leche con desbalance de sales; por ello no se puede depender de esta prueba para aceptar o rechazar leche en una planta.

Esta norma permite detectar de forma rápida y cualitativamente la termo estabilidad de una leche cruda, por medio de la prueba del alcohol.

Esta prueba es una de las más fáciles de realizar se mezcla 2 c.c. de leche con c.c. de alcohol etílico de 68 grados G.L.; se aprecia floculación neta (resultado +) o ausencia de floculación (resultado -). Existe una buena correspondencia entre esta prueba y la estabilidad de la suspensión coloidal, aunque ésta depende sólo de la acidificación de la leche por las bacterias. Las leches con un contenido elevado de calcio iónico o de composición anormal, especialmente las del final de la lactación, pueden coagular por el alcohol sin ser ácidas. Esta limitación de la prueba no se refiere más que a leches de pequeñas mezclas. En realidad, la prueba se utiliza mucho para la selección de las leches a su llegada a la fábrica. Puede añadirse un indicador al alcohol de pH para hacer la prueba más significativa.

### III.4.6 PRUEBA DE NUTRIENTES

#### III.4.6.1 MINERALES

El término elementos minerales es poco preciso porque en los minerales se encuentran elementos orgánicos como carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre. Sirve para agrupar a aquellos elementos, en su mayoría metálicos, que se presentan en cantidades minoritarias en los alimentos, suelen determinarse como elementos más que como compuestos específicos o grupos de compuestos.

El número de compuestos que se encuentran en los alimentos es muy considerable incluyéndose en él: calcio, magnesio, sodio, potasio, azufre, cloro, fósforo, hierro, flúor, cobre, plomo, entre otros. En algunos casos estos elementos son naturales en los alimentos mientras que en otros casos son producto de la contaminación. Los métodos de determinación más comunes se basan en la titulación complejométrica con EDTA o algún otro quelante y por gravimetría.

#### III.4.6.2 DETERMINACIÓN DE CLORUROS (MÉTODO DE MOHR)

Se utiliza para determinar iones cloruro y bromuro de metales alcalinos, magnesio y amonio. La valoración se hace con solución patrón de nitrato de plata.

El método se basa en la formación de un precipitado ladrillo proveniente del cromato de plata formado a partir del precipitado de cloruro de plata, una vez que todo el Cl<sup>-</sup> haya reaccionado con el nitrato de plata.

La solución debe tener un pH neutro cercano a la neutralidad. Un pH de 8.3 es adecuado para la determinación.

#### III.4.6.3 DETERMINACIÓN DE CALCIO

Titulación por permanganato. El calcio se precipita a pH 4 como oxalato (si hay fosfato presente se puede eliminar con ácido acético), posteriormente el oxalato se disuelve en ácido sulfúrico liberando ácido oxálico el cual se titula con una solución valorada de permanganato de potasio.

## MARCO TEÓRICO

---

Las reacciones del Calcio con Oxalato de Amonio son:

- a) Precipitación del Calcio con Oxalato de Amonio.
- b) Liberación del ácido oxálico por la acción del ácido sulfúrico sobre el oxalato.
- c) Titulación del ácido oxálico con permanganato de potasio.

### III.4.7 CONTENIDO EN GRASA

Para poder separar la materia grasa de la leche es necesario destruir el estado globular o extraer aquélla por medio de un disolvente. Como se sabe, la emulsión es frágil y pueden destruirla reactivos muy diversos; los ácidos concentrados y calientes son los más empleados, lo mismo para la leche que para sus productos derivados. De esta manera se logra, además de la destrucción de la "membrana" globular, la disolución total de la caseína y una buena separación de las dos fases. Este tratamiento puede provocar una degradación parcial de los glúcidos presentes, con formación de sustancias solubles en las grasas y en sus disolventes. Los lípidos, junto con las proteínas y carbohidratos, constituyen los principales componentes estructurales de los alimentos. Estos se definen como un grupo heterogéneo de compuestos que son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos tales como éter, cloroformo, benceno o acetona.

El contenido total de lípidos se determina comúnmente por métodos de extracción con disolventes orgánicos (por ejemplo, Soxhlet, Goldfish, Mojonnier), también puede cuantificarse por métodos de extracción que no incluyen disolventes (por ejemplo, Babcock, Gerber) y por métodos instrumentales que se basan en sus propiedades físicas o químicas de los lípidos (por ejemplo, infrarrojo, densidad, y absorción es rayos X).

#### III.4.7.1 MÉTODO DE SOXHLET

Es una extracción semicontinua con un disolvente orgánico. En este método el disolvente se calienta, se volatiliza y condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en el disolvente. Posteriormente éste es sifoneado al matraz de calentamiento para empezar de nuevo el proceso. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso.

### III.4.7.2 MÉTODO DE GOLDFISH

Es una extracción continua con un disolvente orgánico. Éste se calienta, volatiliza para posteriormente condensarse sobre la muestra. El disolvente gotea continuamente a través de la muestra para extraer la grasa. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso entre la muestra o la grasa removida. Para la determinación de la materia grasa libre, se utilizan dos tipos de método:

### III.4.7.3 MÉTODOS VOLUMÉTRICOS

Se mide simplemente el volumen de la fase grasa, separada de la fase acuosa por centrifugación, en aparatos graduados especialmente llamados "buriómetros".

#### III.4.7.3.1 MÉTODO DE GERBER

El método ácido-butirométrico de Gerber, sigue siendo el más utilizado para análisis de la leche, a pesar del empleo de un reactivo peligroso, el ácido sulfúrico. Éste, así como los demás métodos volumétricos presentan un carácter un tanto empírico ya que varios factores afectan la gravedad específica de la grasa separada, variaciones propias de la grasa, ácidos grasos presentes, solubilidad de la grasa en los disolventes, etc. Con estos métodos volumétricos la muestra se sitúa en un butirómetro y se descompone utilizando ácidos o álcalis de manera que la grasa es liberada, esta se separa por métodos mecánicos y se colecta en el cuello calibrado.

### III.4.7.4 MÉTODOS PONDERALES

La grasa se extrae mediante disolventes, en general el éter ordinario, ya sea de una manera discontinua, por decantaciones sucesivas en tubos, o de una manera continua en aparatos especiales hasta agotamiento, como el "Soxhlet" o el "Extractor B.B.S.". Tras la evaporación del disolvente, que no es más que un vehículo transitorio, se pesa la grasa. Son métodos precisos, pero de ejecución relativamente larga. El reactivo empleado en la leche para liberar la grasa es el amoníaco (método de Rose-Gottlieb)

### III.4.8 SÓLIDOS TOTALES

La prueba de sólidos totales es una muestra de leche que se realiza con el fin de determinar si la leche se le ha adicionado agua, o bien si ha sido adulterada. La leche es un líquido de composición compleja, se puede aceptar que está formada aproximadamente por un 87.5% de sólido o materia seca total. El agua es el soporte de los componentes sólidos de la leche y se encuentra presente en dos estados: como agua libre que es la mayor parte y como absorbida en la superficie de los componentes. En lo que se refiere a los sólidos o materia seca la composición porcentual más comúnmente hallada es la siguiente:

**Tabla III.8** *Sólidos totales en muestra de leche*

<b>Tipo de sólidos totales</b>	<b>Porcentaje</b>
Materia grasa (lípidos)	3.5-4%
Lactosa	4.70%
Sustancias nitrogenadas	3.50%
Minerales	0.80%

Tomada de: "Pruebas químicas de la leche, Características físico-químicas y microbiológicas de la leche"

A pesar de estos porcentajes en la composición de la leche se acepta como los más comunes, no es fácil precisar con certeza los mismos, pues dependen de una serie de factores aún para una misma vaca. Esto hace que no todas las leches sean iguales en sus propiedades y la variación en la composición hace que determinadas leches sean útiles para la elaboración de cierto producto lácteo, pero a su vez es inapropiada para otros. De la misma manera, se tendrán algunas leches más nutritivas que otras.

Algunos de los factores que influyen en su composición son:

- a) Ciclo de lactancia.
- b) Incidencia de la alimentación.
- c) Incidencia climática.
- d) Incidencia del ordeño.
- e) Incidencia de la raza.

### III.4.9 PRUEBA DE FORMALDEHÍDO

La titulación con formaldehído es una prueba importante química de la leche. Ya que permite conocer el porcentaje de caseínas y de proteínas en la leche, importantes en la elaboración de productos lácteos. Este el método más rápido, y probablemente el menos costoso, este reduce a una valoración acidimétrica. El volumen de solución de sosa valorada, necesaria para neutralizar la acidez resultante de la adición del formol, es proporcional a la cantidad de proteínas y de aminoácidos libres presentes.

Tiene la ventaja de ser simple y de una ejecución fácil, pero después de múltiples experiencias realizadas durante varias décadas, se ha llegado a la conclusión de que adolece de un defecto de presión, especialmente cuando se trata de aplicarlo a leches individuales. El método de formol se conoce bajo diferentes nombres, que corresponden de variantes en el modo de operar: Método de SORENSEN y GRAF, de WALKER, de PYNE, de SCHULZE y KAY.

### III.5 RAZAS BOVINAS EN NICARAGUA <sup>[9]</sup>

La ganadería nacional prácticamente se encuentra en manos de pequeños y medianos productores y en la actualidad el 85% de las explotaciones bovina son de doble propósito, el cual se logra de los cruces de razas de carne y leche y del ganado criollo.

#### III.5.1 RAZAS LECHERAS

Son animales especializados para la producción de leche y cuentan con características fenotípicas especiales, tales como: Conformación corporal en forma de triángulo o cuña, profundidad abdominal, características femeninas, glándulas mamarias, pezones y arterias bien desarrolladas.

Aun cuando la vaca tenga el potencial genético y las características fenotípicas es necesario darle un manejo especial, con una alimentación adecuada, con agua limpia y abundante, minerales en las cantidades suficientes y bajo un programa de manejo sanitario adecuado. Las razas lecheras, con mayor presencia en Chontales y en especial en el país son las siguientes:

### III.5.1.1. PARDO SUIZO

**Características:** Ojos saltones, excelentes productoras de leche, color café claro a café oscuro, posee el famoso Lomo de candela, excelente para pastoreo, produce hasta 15-16 litros al día. Se establece bien en temperaturas entre los 28 y 36 grados, con sombra abundante.



### III.5.1.2 JERSEY

**Características:** Color de piel crema hasta amarilla pálida con manchas blancas, es la raza lechera más pequeña, consumen poco pasto, son excelentes productoras de leche, en Nicaragua llegan a producir de 16 a 18 litros al día, la leche alcanza de 5 a 6% de grasa. Se desarrolla en climas frescos o con condiciones de estabulación bien aireados o en condiciones de pastoreo controlado, no se recomienda para un pastoreo intensivo.



### III.5.1.3 HOLSTEIN

**Características:** Color blanco con manchas negras o pueden ser negras con manchas blancas. Poco resistentes a las condiciones del tró169 pico seco de Nicaragua. Llegan a producir hasta 22 litros de leche al día en 2 ordeñadas; su leche es baja en grasa y alcanza apenas de 3.2 a 3.5%. La raza Holstein es la mejor productora de las razas lecheras, por su amplia capacidad abdominal consume grandes cantidades de alimentos y agua, sus crías son igual de exigentes y cuando no se les suministra los nutrientes adecuados tienen la tendencia a desmejorar su condición física de forma acelerada.



### III.5.2 RAZAS DE CARNE

Se consideran dentro de estas razas todos aquellos animales que su producción de leche está dirigida a desarrollar a su cría, pues el propósito económico es criar animales que alcancen el peso final para el sacrificio en el menor tiempo posible. Igual que todos los animales requieren de buena alimentación y condiciones de manejo adecuado, pero comparados con los de las razas lechera es un animal más rústico, de conformación cilíndrica, con un aparato óseo bien desarrollado que permita la inserción de masa muscular firme y bien desarrollada.

En Nicaragua se han venido introduciendo razas de carnes como: Angus, Limousin, Charoláis, Chianina y Brahmán, que es la raza más explotada.

### III.5.2.1 BRAHMÁN

**Características:** Tienen colores de piel variados, los de color gris (blanco plateado) son los más comunes, pero hay de color rojo, sardo negro y sardo rojo.

- Tiene la capacidad de adaptarse a las diferentes condiciones climáticas, la abundancia de piel ayuda a que se les pegue menos las garrapatas, el tábano y los tórsalos.
- Esta raza tiene giba, la cual le sirve como depósito de reserva de energía.
- Es poco exigente en la alimentación, es medianamente productor de leche (de 3 a 4 litros).



### III.5.3 GANADO DOBLE PROPÓSITO

El ganado doble propósito, en Nicaragua es predominante, por ser apto al clima del país, así mismo en municipio de Santo Tomas, Chontales.

Se conoce como doble propósito a los bovinos que son producto de cruces de razas especializadas para carne y razas lecheras, en donde la raza de carne le da la resistencia a fin que estas vacas puedan sobrevivir, producir y reproducirse en condiciones más adversas. El doble propósito en Nicaragua se fortalece con el aporte de las razas criollas que se han manejado en el país por más de 400 años. Los sistemas de producción ganaderos, en Nicaragua son pre eminentemente de doble propósito, concepto que más que fundamento técnico tiene un fuerte asidero socioeconómico, al declarar el productor como fin y lógica productiva la producción de leche utilizando tecnologías apropiadas, pero sin descartar a los terneros machos, los que deberán ser engordados para ser enviados a matadero.

## MARCO TEÓRICO

---

Para ganadería de doble propósito el brahmán es recomendable que sea cruzado con vacas lecheras, principalmente con el pardo suizo lo cual da origen al Sub-indicus, el Braman gris es una de las líneas más conocida.

En Nicaragua se han desarrollado razas como el Reyna, que es producto de una selección de caracteres deseados para este fin y cumple con todas las características del doble propósito.

### IV MATERIALES, EQUIPOS, REACTIVOS Y SOLUCIONES

#### IV.1. MATERIALES Y EQUIPOS

- Beakers de 10, 50 y 100 mL.
- Gotero de vidrio con pera.
- Espátula.
- Matraces aforados de 100 mL.
- Pizeta de 250 mL.
- Pipetas serológicas graduadas de 5 y 10.
- Probeta de 100 y 500 mL.
- Lactodensímetro.
- pHmetro manual Okaton 30.

#### IV.2 REACTIVOS

- Alcohol etílico de 96%, Fischer Scientific.
- Hidróxido de sodio, 99.9 % Merck.
- Buffer de calibración de pHmetro 4.01, 7.0 y 10

#### IV.4.3 SOLUCIONES

##### IV.4.3.1 SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO SÓDICO (0.1 N)

Disolver 0.4 g de hidróxido sódico en 50 mL de agua destilada y agitar hasta la disolución total. Completar hasta 100 mL con más agua.

##### IV.4.3.2 SOLUCIÓN ALCOHÓLICA DE FENOFTALEÍNA AL 1 %

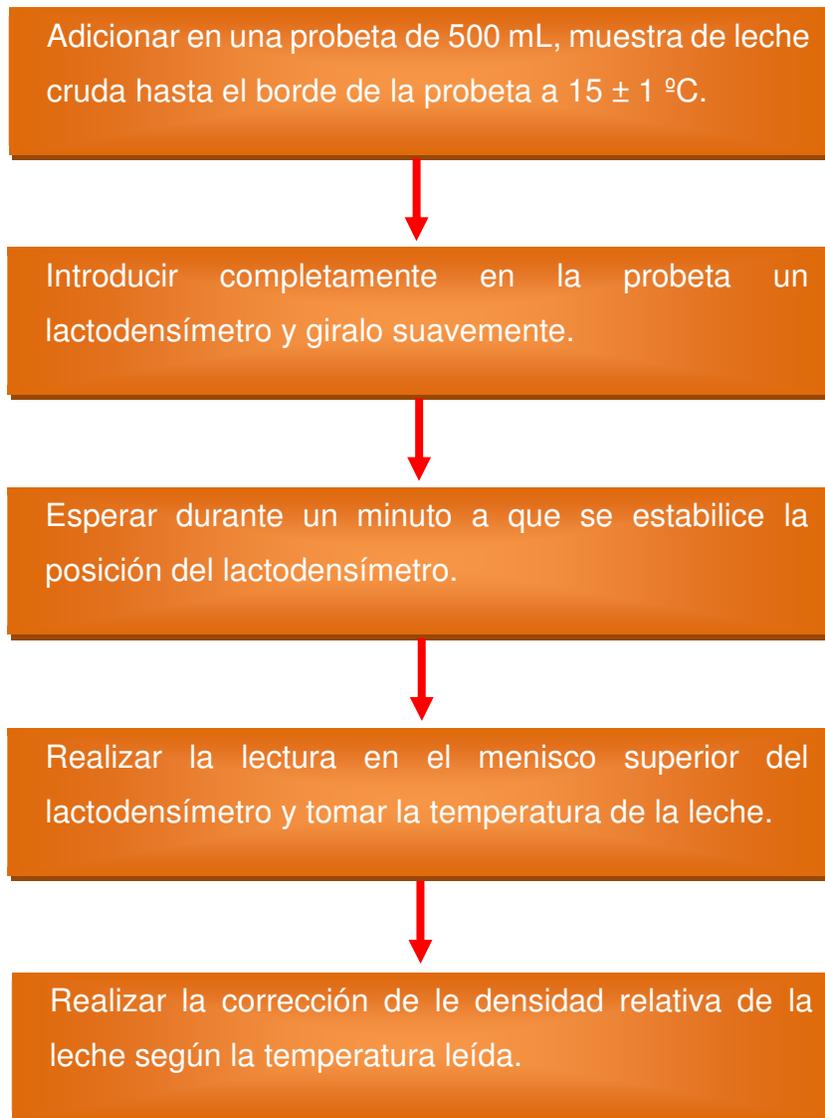
Disolver 1 g de fenofatleína en 60 mL de alcohol etílico de 96% y agitar hasta la disolución total y completar hasta 100 mL con más alcohol etílico.

##### IV.4.3.3 SOLUCIÓN ALCOHÓLICA AL 68 %

Añadir 70.8 mL de alcohol etílico de 96% en un matraz de aforación de 100 mL y añadir 15 mL de agua destilada agitar hasta la disolución total y completar hasta 100 mL con agua destilada.

### IV.5 MÉTODOLÓGIA

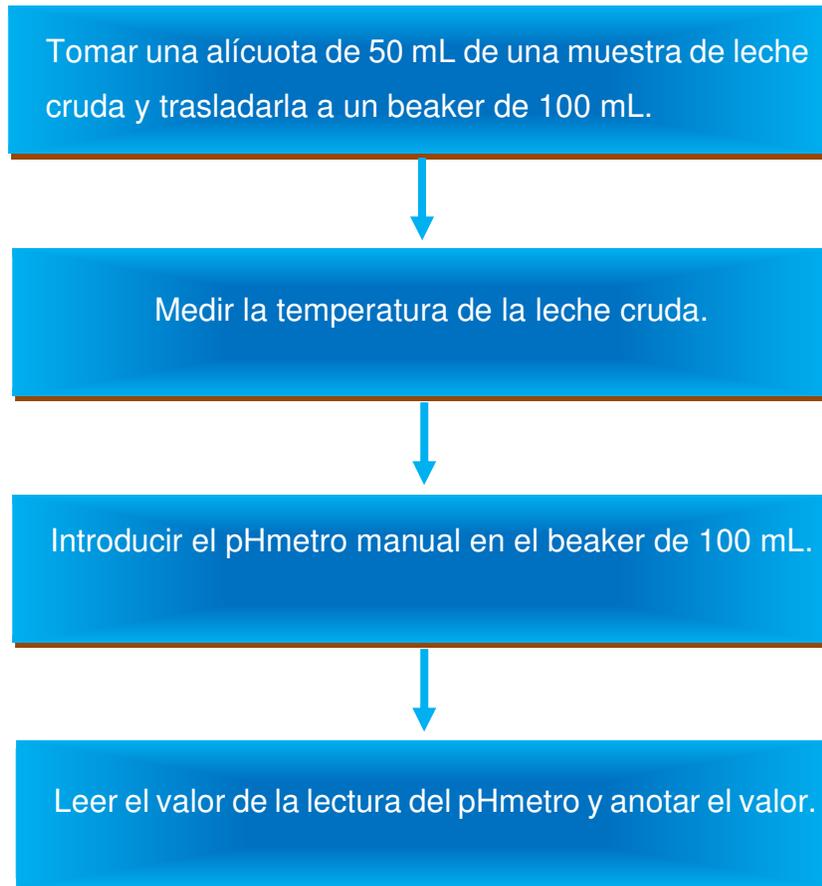
#### IV.5.1 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD EN LECHE CRUDA



#### **Corrección:**

- a) Si la temperatura de la leche es superior a 15°C sumar 0.0002 a la densidad leída en el lactodensímetro por cada grado por encima a 15°C
- b) Si es menor restar a 15°C restar 0.0002 a la densidad leída en el lactodensímetro por cada grado por debajo de 15°C

### IV.5.2 DETERMINACIÓN DE pH En LECHE CRUDA

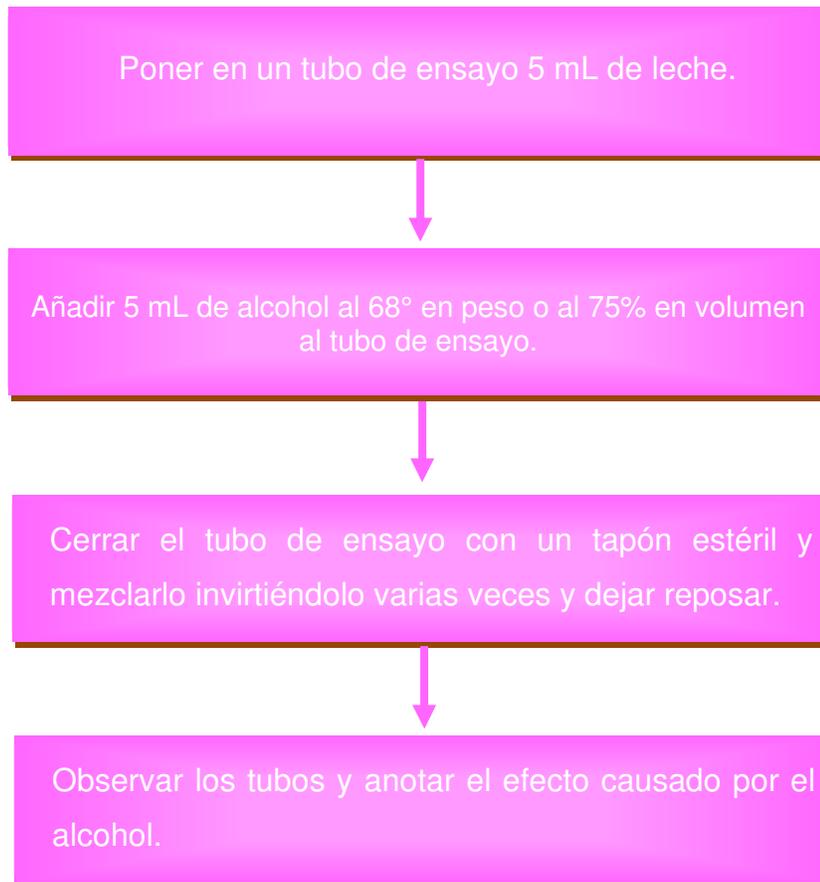


**Criterio:**

El pH normal de la leche se encuentra entre 6.6 y 6.7.

- a) Si el  $\text{pH} > 6.8$  la leche proviene de una vaca que probablemente esté enferma y su glándula mamaria tiene un estado sanitario deficiente o puede haber un desarrollo de microorganismos alcalinizantes en la leche.
- b) Si el  $\text{pH} < 6.5$ , puede existir un desarrollo de microorganismos que están degradando la lactosa en ácido láctico.

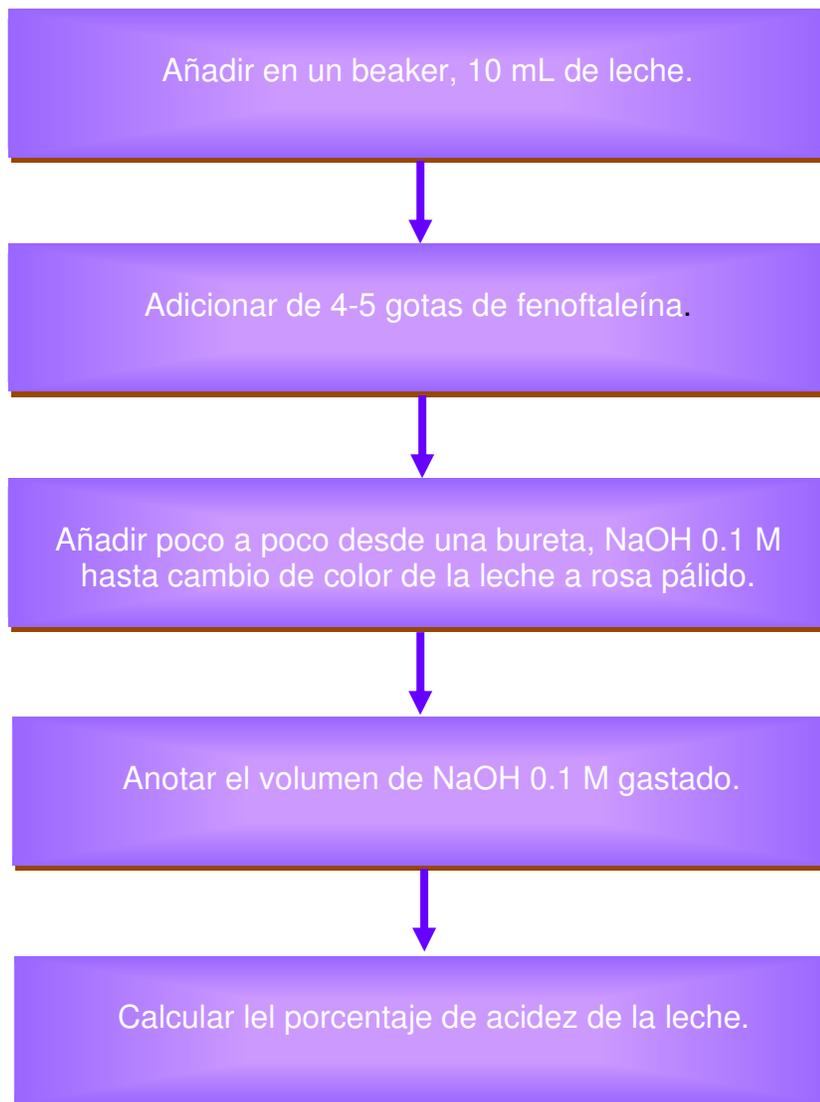
### IV.5.3 PRUEBA DE ESTABILIDAD PROTEÍCA DE LA LECHE CRUDA



#### **Criterios:**

- a) Si se aprecia floculación (coagulación) neta el resultado es positivo y la leche no puede ser expuesta al calor, es decir no puede ser sometida a procesos industriales y es de mala calidad.
- b) Si no se aprecia floculación (coagulación) neta el resultado es negativo y la leche puede ser expuesta al calor, es decir puede ser sometida a procesos industriales y es de buena calidad.

### IV.5.4 PRUEBA DE ACIDEZ DE LA LECHE



#### Cálculo:

El porcentaje de ácido láctico se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez } \left(\frac{\text{g}}{\text{L}}\right) \text{ Ácido Lactico} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N \times 90}{\text{Volumen de Leche}}$$

Donde:

$V_{\text{NaOH}}$  = Volumen de NaOH gastados en la valoración.

$N$  = Normalidad del NaOH

$90$  = Equivalente del ácido Láctico

### V. ANALISIS DE RESULTADOS

#### V.1 SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE ESTUDIO

En Nicaragua, se realiza la crianza de ganado vacuno tanto para fines de engorde y sacrificio como para fines de producción de leche. Los hatos ganaderos se crían especialmente en haciendas o fincas de grandes y pequeños productores existiendo, existen cuatro grandes zonas ganaderas bien definidas las que están ubicadas principalmente en: las Regiones Autónomas del Atlántico Norte y Sur, Chontales y Matagalpa <sup>[10]</sup>. En el informe sobre la ganadería del Ministerio Agropecuario (MAG) de Nicaragua, se indica que el país produce 4.5 millones de litros diarios de leche, lo que en promedio viene a ser una producción de 3.76 litros de leche de vaca por día <sup>[11]</sup>. Según lo reflejado en el IV CENSO Nacional Agropecuario realizado por el INIDE y el MAG en el 2012, la Región Autónoma del Atlántico Norte se ubica en el primer lugar en cuanto a la cantidad de cabezas de ganado con un total de 1,128,311 cabezas de los cuales 117,818 eran vacas paridas y por tanto estaban produciendo leche <sup>[10]</sup>.

En el presente, estudio se decidió seleccionar muestras que provenían del sur y sur oeste del Municipio de Waslala, debido principalmente a que, el lugar en el que se realizaba el acopio de la leche a ser estudiada en la presente Monografía se encontraba cercano a las zonas anteriormente mencionadas.

El criterio de selección de las muestras fue totalmente empírico dado que del total de muestras de leche que se recibían diariamente de fincas ganaderas y de productores individuales, se escogieron 8 de éstas explotaciones a las cuales se le realizaron análisis de densidad, pH, coagulación y acidez a la leche cruda recepcionada por un período de una semana.

Las muestras fueron codificadas de tal forma que representaran a la zona de estudio siendo las muestras de M1 a M4 provenientes de la misma zona sur oeste y las M5 a M8 ubicadas en la zona sur del municipio de Waslala.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

### V.2. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS DE DENSIDAD, pH, COAGULACIÓN Y ACIDEZ EN MUESTRAS DE LECHE CRUDA

Debido a que las muestras eran recibidas en el punto de acopio e inmediatamente se debía decidir si eran aptas para ser enviadas a su comercialización industrial o si se enviaban a un proceso de transformación en derivados lácteos, se decidió realizar el análisis de aquellos parámetros físico-químicos, que requirieran mínima instrumentación y rapidez de análisis.

Para esto nos basamos en la en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON-03/02799 “Leche Entera Cruda” [12], en la cual se establece en el acápite 7 los parámetros de calidad de la leche cruda entera.

En la tabla V.1, se muestran los parámetros físico-químicos que decidimos analizar en las muestras de leche cruda tomando como referencia el acápite 7 de la NTON 03/02799 [12], así como los criterios máximos y mínimos que deben cumplir estos parámetros.

**Tabla V.1** Características físico-químicas de la leche cruda a ser analizados

Requisitos	Mínimo	Máximo
Densidad a 15°C (Gravedad específica)	1.03	1.033
Acidez expresada como ácido láctico %(m/v)	0.13	0.16
pH	6.6	6.7
Leche para consumo directo	6.5	-
Leche para pasteurización	4	7
Prueba de alcohol	No se coagulara por la adición de un volumen igual de alcohol de 68 % en peso o 75% en volumen	

Tomada de: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON-03/02799 Leche Entera Cruda

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### V.2.1 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD EN LAS MUESTRAS DE LECHE CRUDA

Para la determinación de la densidad de las muestras de leche cruda se empleó un lactodensímetro. Previo a la determinación de la densidad se tomó la temperatura de las muestras de leche cruda con el fin de realizar posibles correcciones a las lecturas observadas en el lactodensímetro. En general (salvo 4 casos), las muestras presentaban lecturas de temperatura cercanas a los 15 °C, por lo que no se realizaron correcciones significativas a las lecturas leídas. Los resultados de las densidades obtenidas se muestran en la tabla V.2, mientras que en la figura V.1, se muestra la media de los resultados por día y muestra en forma de gráficos de barras.

**Tabla V.2** Valores de densidad de las muestras de leche estudiadas por día

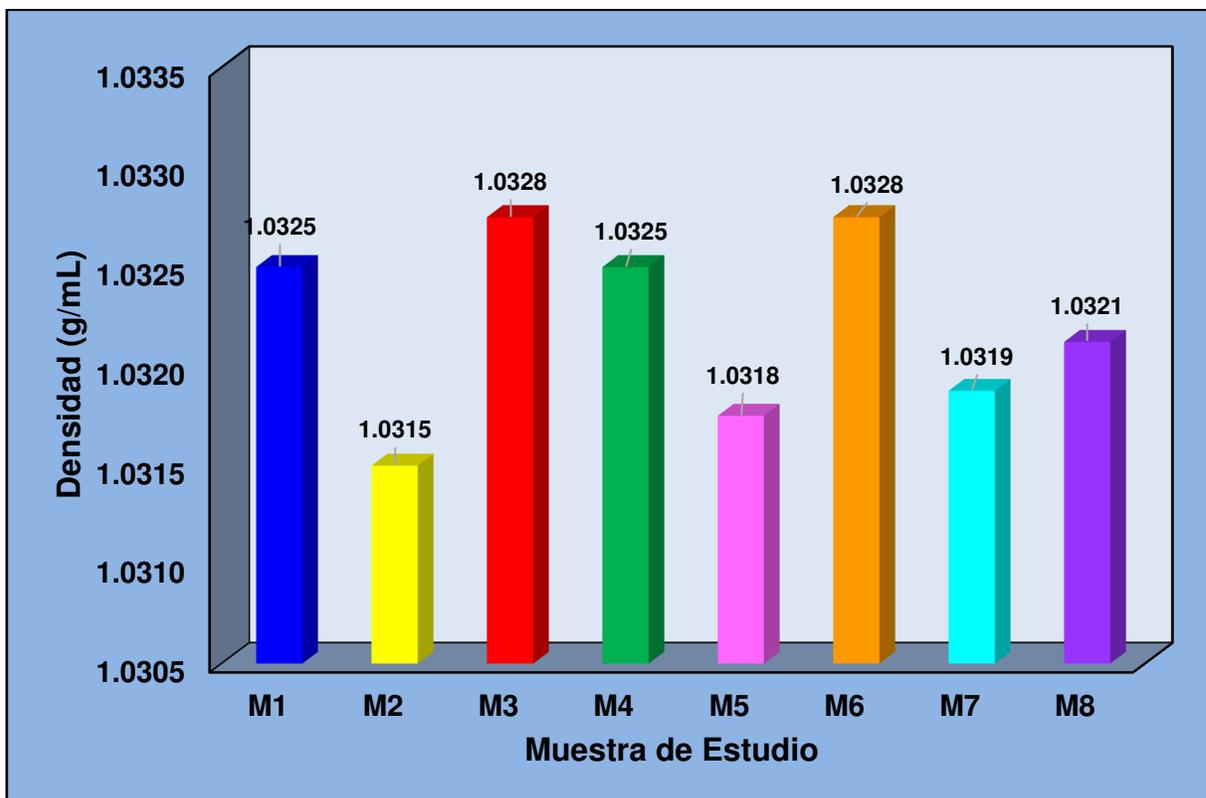
Día	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	1.032	1.031	1.033	1.032	1.031	1.032	1.031	1.031
2	1.032	1.031	1.031	1.032	1.031	1.032	1.031	1.031
3	1.033	1.032	1.033	1.033	1.033	1.034	1.033	1.033
4	1.032	1.031	1.033	1.032	1.032	1.033	1.032	1.032
5	1.032	1.031	1.032	1.032	1.032	1.033	1.032	1.032
6	1.033	1.032	1.033	1.033	1.031	1.032	1.031	1.032
7	1.033	1.032	1.034	1.033	1.031	1.032	1.032	1.032
8	1.033	1.032	1.033	1.033	1.033	1.034	1.033	1.034
<b>Media</b>	<b>1.0325</b>	<b>1.0315</b>	<b>1.0328</b>	<b>1.0325</b>	<b>1.0318</b>	<b>1.0328</b>	<b>1.0319</b>	<b>1.0321</b>
<b>S</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.001</b>						
<b>CV</b>	<b>0.052</b>	<b>0.052</b>	<b>0.086</b>	<b>0.052</b>	<b>0.086</b>	<b>0.086</b>	<b>0.081</b>	<b>0.096</b>

Tal y como se observa en la tabla V.2, los valores de las medias de las densidades de las muestras de leche cruda por cada día de estudio, varían entre 1.0315 g/mL y 1.0325 g/mL, lo que indica que se encuentran entre los valores máximos y mínimos indicados en la norma NTON 03/02799<sup>[12]</sup>, por lo que las muestras de leche presentan características de calidad óptimas en cuanto al parámetro densidad. Cabe mencionar, sin embargo, que en lo referente a las muestras M3 en el día 7, M6 en los días 3 y 8 y M8 en el día 8, presentan valores de densidades un poco superiores al límite máximo de la NTON 03/02799<sup>[12]</sup> siendo de 1.034.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

Lo que creemos que es debido a que, en esos días éstas muestras presentaban una diferencia de temperatura por encima de los 15 °C siendo esta de 25 °C. Para determinar si estos valores pertenecían al conjunto de datos de los días, aplicamos el test de Grubss que permite determinar si un dato de un conjunto de datos no pertenece al conjunto de la población. De esta manera determinamos que los datos comparados pertenecen al conjunto de datos de los días y no deben ser rechazados. Los resultados de la aplicación del test de Grubss se muestra en anexos.

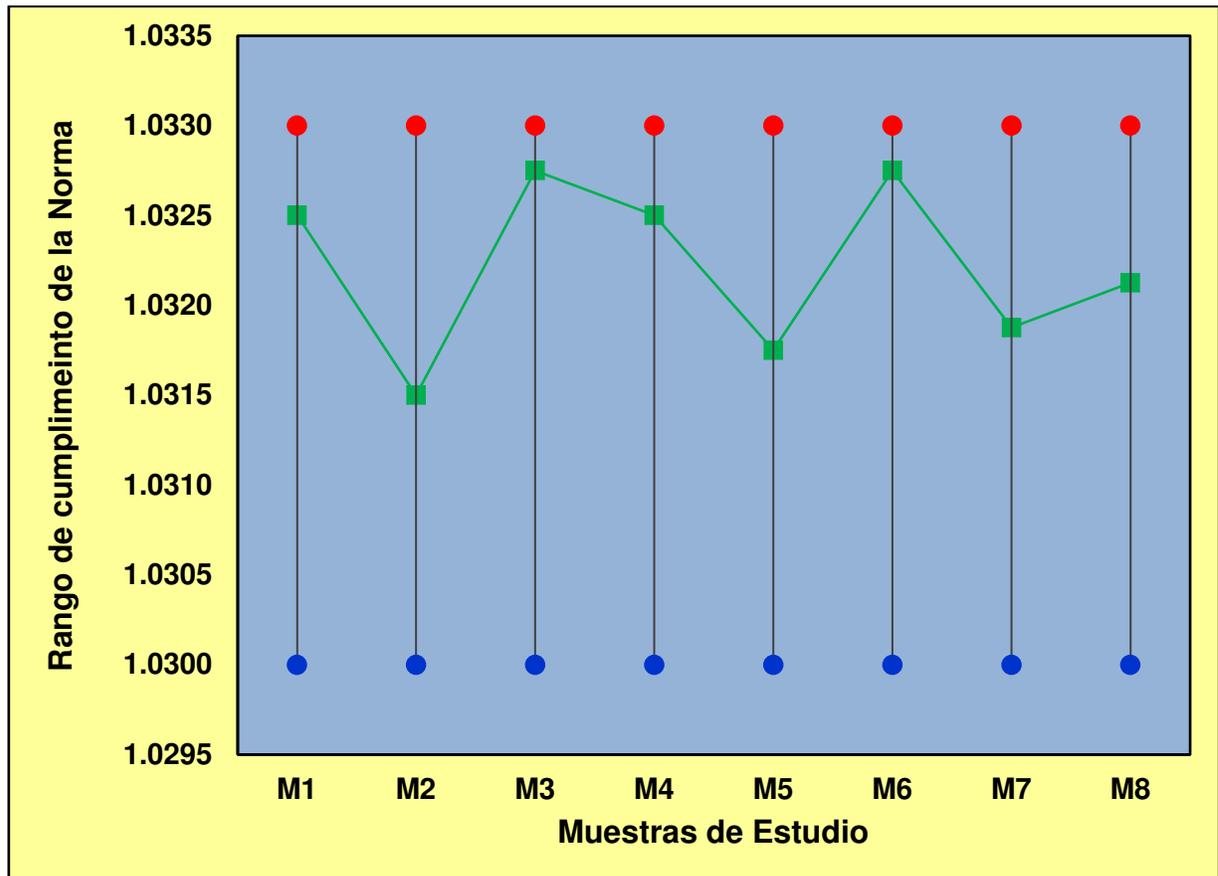


**Figura V.1** *Gráfico de media de las densidades de las muestras por día*

Al observar los resultados en forma de gráficos de barras mostrados en la Figura V.1, podemos determinar que existen diferencias entre los conjuntos de resultados, así las muestras provenientes de la zona de sur oeste de Waslala, presentaban valores que variaban entre 1.0315 y 1.0328, existiendo dos muestras con valores similares de 1.0325. Por otra parte, las muestras provenientes de la zona sur de Waslala, presentaban valores que variaban entre 1.0318 y 1.0328, en este caso todas las muestras presentaban resultados distintos. En general podemos observar que los dos conjuntos de muestras presentan resultados que las diferencian, lo que se explica por provenir de zonas geográficas diferentes.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la figura la Figura V.2, se muestra el gráfico de cumplimiento de la Norma NTON 03/02799 <sup>[12]</sup>, en lo relacionado al parámetro densidad. En el gráfico se muestran los límites superiores e inferiores respecto a la densidad que deben de tener las muestras de leche cruda de ganado vacuno.



**Figura V.2** Gráfico de cumplimiento del parámetro densidad

Tal y como podemos observar en la figura V.2, todas las muestras de leche estudiadas, cumplen con lo establecido en la Norma NTON 03/02799 <sup>[12]</sup>, en lo relacionado al parámetro densidad, por lo que podemos deducir que todas son muestras aptas para el consumo y procesamiento industrial.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### V.2.2 DETERMINACIÓN DE pH EN MUESTRAS DE LECHE CRUDA

Para la determinación del pH en las muestras estudiadas, se utilizó un pHmetro manual con una precisión de rango de lectura de pH de 0 a 14 y una resolución de 0.01 unidades, lo que permite realizar lecturas de pH en el rango de 6.60 a 6.70, valores establecidos en la Norma NTON 03/02799 <sup>[12]</sup>, que establece que valores de pH para la leche cruda deben estar entre 6.60 a 6.70. El pH de las muestras estudiadas fue determinado en el preciso instante en que éstas ingresaron en el punto de acopio de leche cruda. Los resultados de las lecturas de pH realizadas durante el estudio se muestran en la tabla V.3, mientras que en la figura V.3, se muestra la media de los resultados por día y muestra en forma de gráficos de barras.

**Tabla V.3** Valores de pH de las muestras de leche estudiadas por día

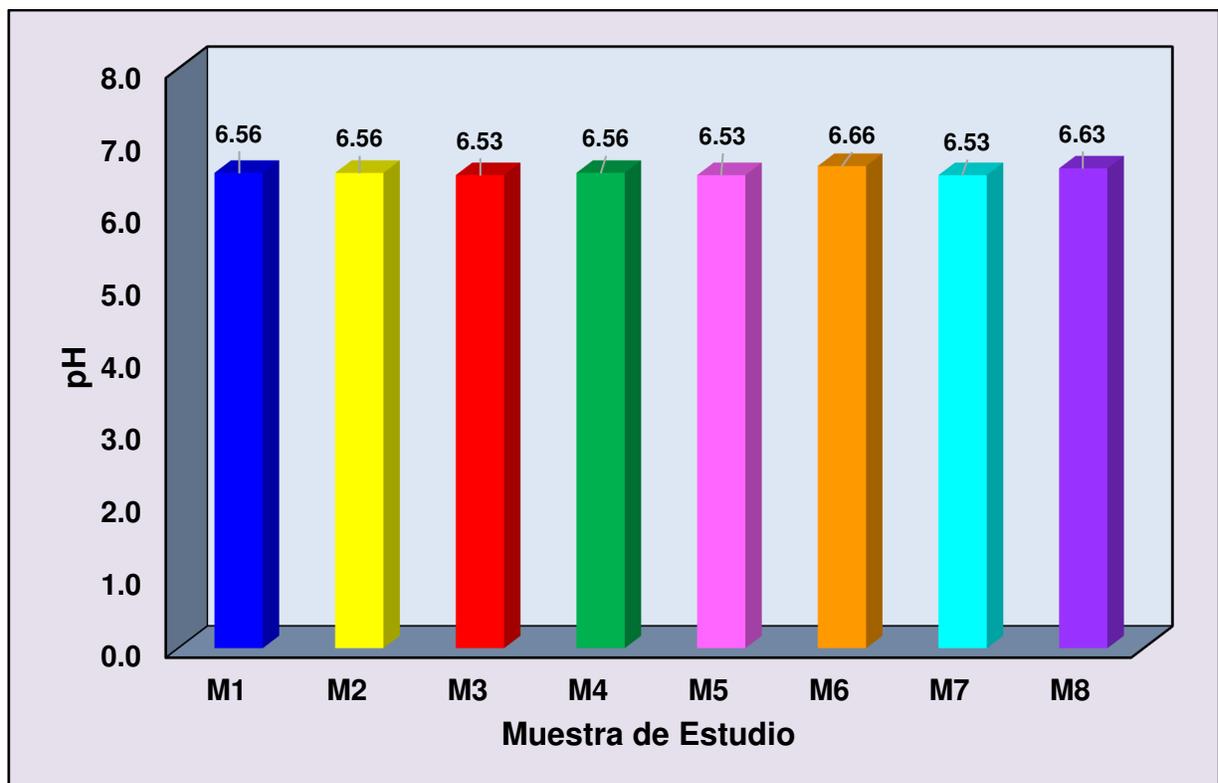
Día	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.75
2	6.50	6.50	6.75	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
3	6.75	6.75	6.50	6.75	6.50	7.00	6.75	6.50
4	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
5	6.50	6.50	6.75	6.75	6.50	6.75	6.50	6.75
6	6.75	6.75	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
7	6.50	6.50	6.25	6.50	6.75	6.50	6.50	6.50
8	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	7.00	6.50	7.00
Media	6.56	6.56	6.53	6.56	6.53	6.66	6.53	6.63
S	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
CV	1.8	1.8	2.5	1.8	1.4	3.4	1.4	2.9

Tal y como se observa en la tabla V.3, las medias de los valores de pH de las muestras de leche cruda por cada día de estudio, varían entre los 6.50 y 6.70, valores cercanos a lo establecido en la norma NTON 03/02799 <sup>[12]</sup>. Sin embargo, el valor de la media obtenida para las muestras M3, M5 y M7 de 6.50, se encuentra ligeramente por debajo a lo establecido en la norma NTON 03/02799 <sup>[12]</sup>, de 6.60. Cabe destacar, que si consideramos otras normativas como la Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.01.06 Leche Cruda de Vaca <sup>[13]</sup>, los valores de las medias obtenidas cumplen lo requerido en cuanto a los valores de pH, ya que ésta norma establece que la leche cruda debe tener un rango de pH de 6.40 a 6.70.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

Por otra parte, también se observó que las muestras M3 en el día 7, M6 en los días 3 y 8 y M8 en el día 8, presentan valores de pH alejados de los valores de la norma NTON 03/02799 [12]. Lo que creemos que es debido a que, en esos días éstas muestras presentaban temperaturas diferentes ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) a las registradas en los otros días de estudio ( $15 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Para determinar si estos valores pertenecían al conjunto de datos de los días, aplicamos el test de Grubbs y determinamos que los datos comparados pertenecían al conjunto de datos de los días y no debían ser rechazados. Los resultados de la aplicación del test de Grubbs se muestra en anexos.



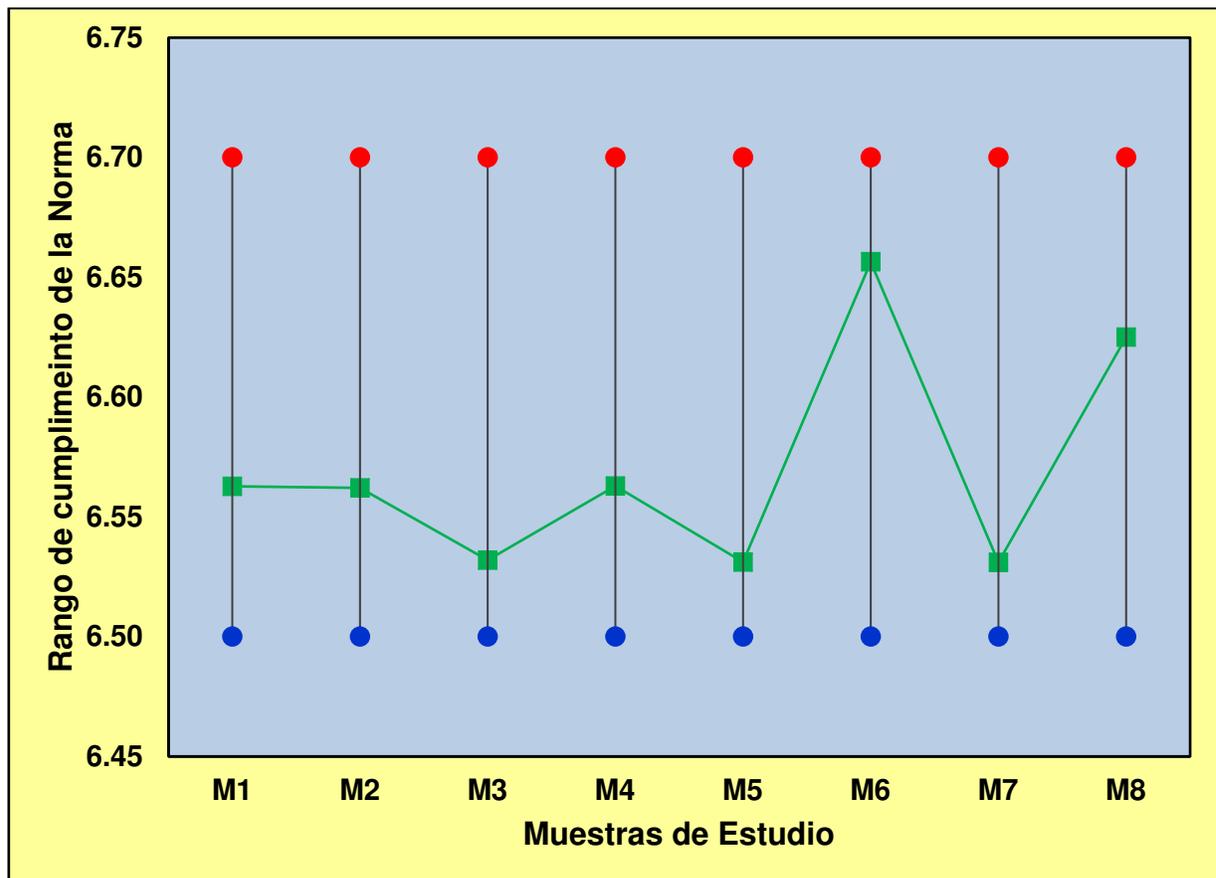
**Figura V.3** Gráfico de media de los pH de las muestras por día

Al observar los resultados en forma de gráficos de barras en la Figura V.3, podemos determinar que existen pocas diferencias entre los conjuntos de resultados obtenidos, por lo que resulta difícil establecer una diferenciación geográfica entre las muestras estudiadas en lo referente al parámetro pH.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

En la figura la Figura V.4, se muestra el grafico de cumplimiento de la Norma NTON 03/02799 <sup>[12]</sup>, en lo relacionado al parámetro pH. En el grafico se muestran los limites superiores e inferiores respecto al pH que deben de tener las muestras de leche cruda de ganado vacuno.



**Figura V.4** *Gráfico de cumplimiento del parámetro pH*

Tal y como podemos observar en la figura V.4, todas las muestras de leche estudiadas, cumplen con lo establecido en la Norma NTON 03/02799 <sup>[12]</sup>, en lo relacionado al parámetro pH, por lo que podemos deducir que todas son muestras aptas para el consumo y procesamiento industrial.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

### V.2.3 PRUEBA DE ESTABILIDAD PROTEÍCA DE LA LECHE CRUDA

Para la determinación de la estabilidad proteica de las muestras estudiadas, se utilizó una solución de alcohol al 68%. La Norma NTON 03/02799 [12], establece que la leche cruda no se debe coagular por la adición de un volumen igual de alcohol de 68 % en peso o 75% en volumen. Previo a la determinación de la estabilidad proteica de la leche cruda se tomó la temperatura de las muestras de leche cruda, la cual en lo general presentaban lecturas de temperatura cercanas a los 15 °C. Los resultados de la prueba de estabilidad proteica se muestran en la tabla V.4.

**Tabla V.4** Resultados de la prueba de estabilidad proteica de las muestras

Día	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-

Tal y como se observa en la tabla V.4, todas las muestras estudiadas presentaron resultados negativos en la aplicación de la prueba de estabilidad proteica, lo que viene a confirmar el cumplimiento de la norma NTON 03/02799 [12].

Todas las muestras no presentaron floculación (coagulación), por lo que las muestras de leche podían ser expuesta al calor, y podían ser sometidas a procesos industriales, y eran de buena calidad.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### V.2.4 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE DE LAS MUESTRAS DE LECHE

Para la determinación de la acidez expresada como ácido láctico, de las muestras de leche cruda se empleó un método volumétrico adaptado a las condiciones en las que se realizaba el acopio de la leche cruda. Los resultados de la acidez como ácido láctico obtenidos se muestran en la tabla V.5, mientras que en la figura V.5, se muestra la media de los resultados por día y muestra en forma de gráficos de barras.

**Tabla V.5** Resultados de porcentaje de ácido láctico de las muestras estudiadas

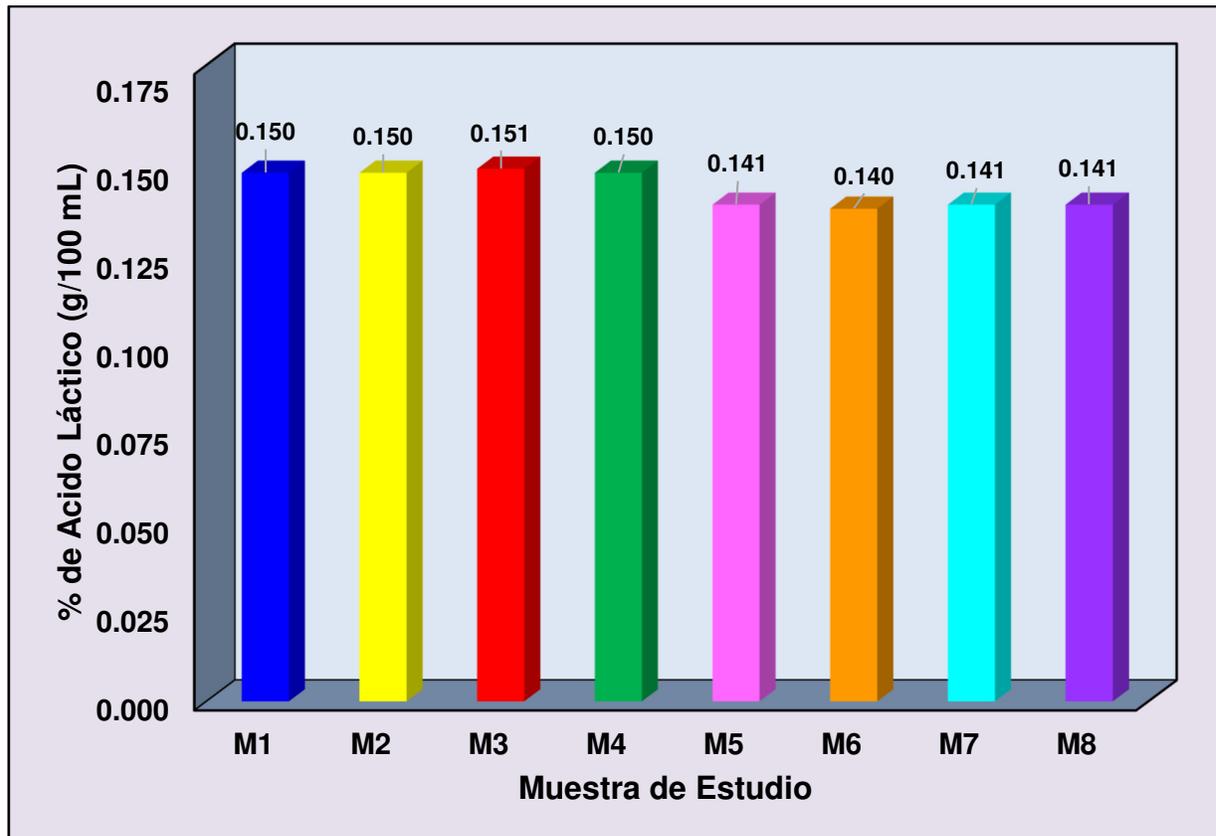
Día	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	0.153	0.144	0.153	0.153	0.135	0.135	0.135	0.135
2	0.144	0.153	0.162	0.144	0.135	0.144	0.144	0.135
3	0.153	0.144	0.144	0.153	0.144	0.135	0.144	0.144
4	0.153	0.153	0.153	0.153	0.144	0.144	0.135	0.144
5	0.144	0.153	0.153	0.144	0.144	0.135	0.144	0.144
6	0.153	0.144	0.144	0.153	0.135	0.144	0.144	0.144
7	0.153	0.153	0.144	0.153	0.144	0.144	0.144	0.144
8	0.144	0.153	0.153	0.144	0.144	0.135	0.135	0.135
<b>Media</b>	<b>0.150</b>	<b>0.150</b>	<b>0.151</b>	<b>0.150</b>	<b>0.141</b>	<b>0.140</b>	<b>0.141</b>	<b>0.141</b>
<b>S</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.006</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>
<b>CV</b>	<b>3.1</b>	<b>3.1</b>	<b>4.2</b>	<b>3.1</b>	<b>3.3</b>	<b>3.4</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>

Tal y como se observa en la tabla V.5, los valores de las medias de los porcentajes de ácido láctico de las muestras de leche cruda por cada día de estudio, varían entre 0.135 % y 0.162%, lo que viene a confirmar que estos resultados se encuentran entre los valores máximos y mínimos indicados en la norma NTON 03/02799<sup>[12]</sup>, por lo que las muestras de leche presentan características de calidad óptimas en cuanto al parámetro porcentaje de ácido láctico.

Los resultados de los volúmenes de NaOH 01. N gastados en la determinación y de los gramos de ácido láctico calculados se muestran en anexos.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cabe mencionar, por otro lado, que la variabilidad de los resultados como coeficiente de variación es mayor del 2% y menor del 5%, resultados probablemente un poco elevados, lo que se explica por el uso de una pipeta serológica de 5 mL en el análisis, cuya precisión es  $\pm 0.1$  mL.

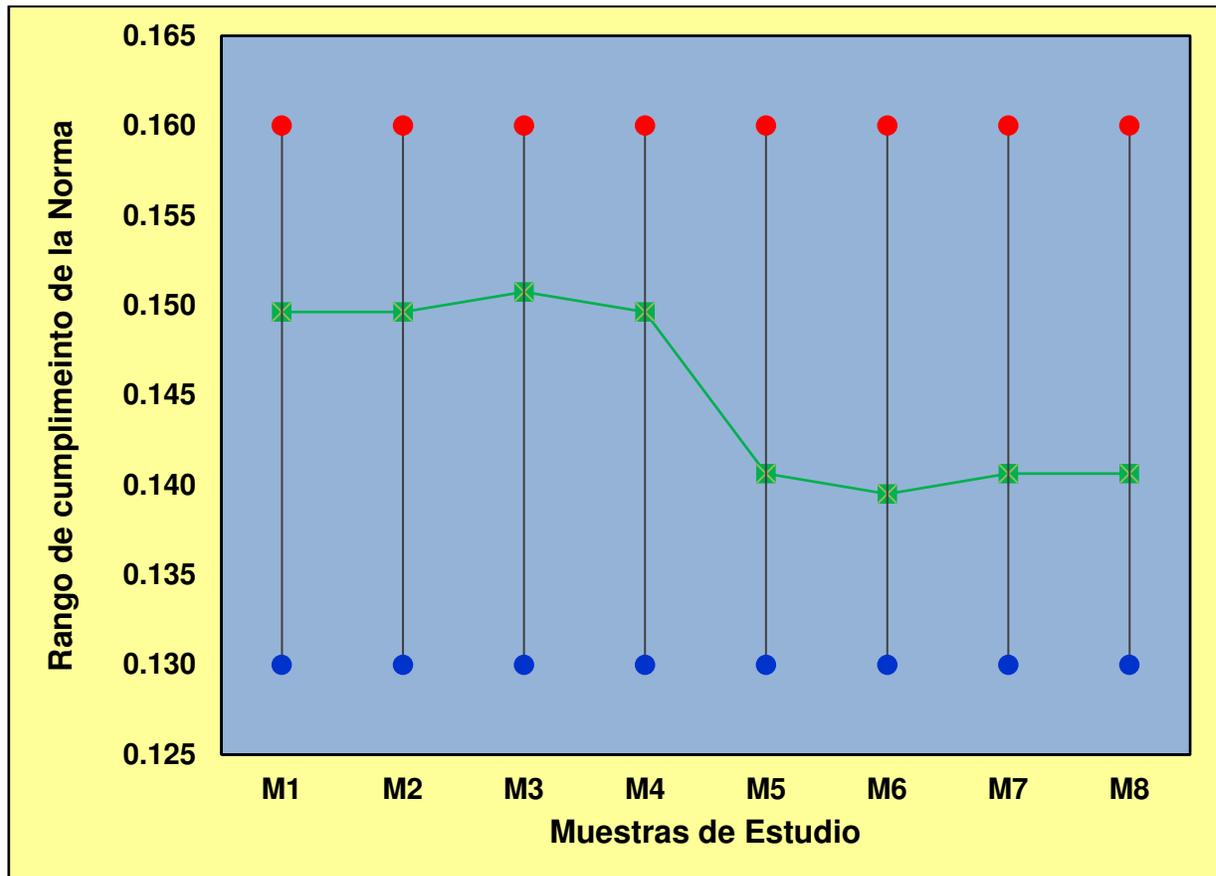


**Figura V.5** Gráfico de media de los porcentajes de ácido láctico de las muestras

Al observar los resultados en forma de gráficos de barras mostrados en la Figura V.5, podemos inferir que existen diferencias evidentes entre los conjuntos de resultados de las muestras. Así las muestras provenientes de la zona de sur oeste de Waslala, presentaban valores que variaban entre 0.150% y 0.151%, por otra parte, las muestras provenientes de la zona sur de Waslala, presentaban valores que variaban entre 0.140% y 0.141%. Visualmente en el gráfico se observan claramente los dos grupos de resultados. En general podemos observar que los dos conjuntos de muestras presentan resultados que las diferencian, lo que se explica por provenir de zonas geográficas diferentes, aunque, todas presentan resultados adecuados a la norma NTON 03/02799 [12]

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la figura la Figura V.6, se muestra el gráfico de cumplimiento de la Norma NTON 03/02799 [12], en lo relacionado al parámetro porcentaje de ácido láctico. En el gráfico se muestran los límites superiores e inferiores respecto al porcentaje de ácido láctico que deben de tener las muestras de leche cruda de ganado vacuno.



**Figura V.6** Gráfico de cumplimiento del parámetro porcentaje de ácido láctico

Tal y como podemos observar en la figura V.6, todas las muestras de leche estudiadas, cumplen con lo establecido en la Norma NTON 03/02799 [12], en lo relacionado al parámetro porcentaje de ácido láctico, por lo que podemos deducir que todas son muestras aptas para el consumo y procesamiento industrial.

### VI. CONCLUSIONES

Una vez finalizadas todas las actividades experimentales y una vez realizado el análisis de los resultados podemos concluir que:

1. Se realizó la selección de un conjunto de muestras, provenientes de dos zonas del noroeste de la Región Autónoma del Atlántico Norte, específicamente de la zona ganadera del Municipio de Waslala, debido principalmente a que, el lugar en el que se realizaba el acopio de la leche en el que se iba a realizar la presente Monografía se encontraba cerca de la zona anteriormente mencionada. Para la selección de las muestras se utilizó un criterio de selección de las muestras totalmente empírico. El total de muestras seleccionadas fue de 8, 4 por cada zona del que provenían las muestras a ser estudiadas.
2. Se determinaron los parámetros físico - químicos densidad, pH, estabilidad proteica y porcentaje de ácido láctico en las muestras de leche cruda estudiadas las cuales fueron comparadas con los requerimientos de la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03/02799 "Leche Entera Cruda. Para la determinación de los parámetros físico-químicos se utilizaron técnicas semicuantitativas debido a las características del lugar donde se realizó el estudio. Los resultados muestran que todas las muestras de leches estudiadas durante el período del estudio cumplen con los requerimientos de Normativa establecida así para las densidades estas variaban entre varían entre 1.0315 g/mL y 1.0325 g/mL, para e pH sus valores varían entre los 6.5 y 6.7, en lo referente a la estabilidad proteica todas las muestras presentaban estabilidad en lo referente a la coagulación, finalmente en lo que se refiere al porcentaje de ácido láctico sus valores variaban entre 0.135 % y 0.162%, lo que viene a confirmar todos los resultados se encontraban entre los valores máximos y mínimos indicados en la norma NTON 03/02799, siendo todas las muestras analizadas muestras de leche crudas de calidad.

### VII. RECOMENDACIONES

Una vez finalizada la presente monografía tomando en cuenta los resultados obtenidos, así como las conclusiones de este estudio, creemos conveniente realizar las siguientes recomendaciones:

1. Crear en el espacio de acopio un laboratorio con la instrumentación mínima requerida, tales como pHmetros portátiles, buretas de 10 mL, agitadores magnéticos, entre otros.
2. Capacitar al personal que labora en el acopio para que realice ensayos de laboratorio semicuantitativos a las muestras de leche recepcionadas.
3. Proponer otras pruebas cualitativas para determinar la calidad de la leche cruda, tales como Reducción del azul de Metileno para determinar carga bacteriana de la leche, identificación de orina en leche, identificación de formalina, entre otras.

### VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Arzuaga Rúa P., Fonseca Blanco J., Fontalvo Pérez C. y Pedrozo Garizao D., “Análisis sensorial y fisicoquímico de la leche y de subproductos lácteos”, Universidad Popular del César, Facultad de Ingenierías y Tecnológicas, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Valledupar, Colombia, 2015.
2. Prácticas de biomoléculas, <http://biopractices.blogspot.com/2015/07/proteinas-ii-dialisis.html>, julio de 2015.
3. Informe Química 2014, <http://qpr2014.blogspot.com/2014/06/ovoalbumina.html>, junio de 2014.
4. Ballester Devis M., La  $\beta$ -Lactoglobulina y su aplicación en transgénesis, Universitat Autònoma de Barcelona, Facultat de Veterinària, España, 2005.
5. Chacón Bueno F. M. y Sagbay Diaz C. F., “Evaluación de los análisis físico-químicos de la leche bovina”, Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Cuenca, Ecuador, 2017.
6. Temas de Bioquímica, Intolerancia a la Lactosa, <https://temasdebioquimica.wordpress.com/tag/lactosa/> agosto de 2008.
7. Roca Fernández. A. I, Composición de la leche de vaca, oveja y cabra para la elaboración de quesos, *Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo* [https://www.infocarne.com/documentos/composicion\\_leche\\_vaca\\_oveja\\_cabra\\_elaboracion\\_quesos.htm](https://www.infocarne.com/documentos/composicion_leche_vaca_oveja_cabra_elaboracion_quesos.htm).
8. Pruebas químicas de la leche, Características físico-químicas y microbiológicas de la leche, <http:// analisisquimicosdelaleche.blogspot.com/2011/11/ analisis-quimicos-de-la-leche.html>, noviembre de 2011.
9. Espinoza Baltodano J. A., Urbina Contreras E. B., y Guevara Ordóñez I. M., “Buenas Prácticas Pecuarias del Ganado Bovino en Nicaragua”, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias Económicas, Departamento de Economía Agrícola, UNAN-RUCFA, mayo, 2016.

## BIBLIOGRAFÍA

---

10. Informe Final, IV Censo Nacional Agropecuario, Instituto Nacional de Información y Desarrollo Ministerio Agropecuario Forestal, 2012.
11. Ministerio Agropecuario presenta informe sobre la ganadería en Nicaragua, <https://mag.gob.ni/index.php/87-noticias/401-ministerio-agropecuario-presenta-informe-sobre-la-ganaderia-en-nicaragua>, Ministerio Agropecuario, 2019.
12. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON-03/02799 Leche Entera Cruda.
13. Norma Salvadoreña Obligatoria 67.01.01.06 Leche Cruda de Vaca.
14. III Censo Nacional Agropecuario, Instituto Nacional de Información y Desarrollo Ministerio Agropecuario Forestal, 2002.  
<http://www.inide.gob.ni/cenagro/perfiles/91%20RAAN.pdf>

## IX. ANEXOS

### IX.1 Captura de la hoja de cálculo del test de Grubss aplicado al parámetro densidad.

Dia 7, M3		
Gcal=	<b>1.4102</b>	Valor sospechoso
		1.034
Gtab=	2.032	
Criterio: Si $G_{cal} < G_{tab}$ , se acepta y el dato no es sospechoso		
<b>El dato no es sospechoso</b>		
Dia 3, M6		
Gcal=	<b>1.4102</b>	Valor sospechoso
		1.034
Gtab=	2.032	
Criterio: Si $G_{cal} < G_{tab}$ , se acepta y el dato no es sospechoso		
<b>El dato no es sospechoso</b>		
Dia 8, M6		
Gcal=	<b>1.4102</b>	Valor sospechoso
		1.034
Gtab=	2.032	
Criterio: Si $G_{cal} < G_{tab}$ , se acepta y el dato no es sospechoso		
<b>El dato no es sospechoso</b>		
Dia 8, M8		
Gcal=	<b>1.8920</b>	Valor sospechoso
		1.034
Gtab=	2.032	
Criterio: Si $G_{cal} < G_{tab}$ , se acepta y el dato no es sospechoso		
<b>El dato no es sospechoso</b>		

IX.2 Captura de la hoja de cálculo del test de Grubss aplicado al parámetro pH.

Dia 7, M3		
Gcal=	<b>-1.7608</b>	Valor sospechoso 6.25
Gtab=	2.032	
<b>Criterio:</b> Si $Gcal < Gtab$ , se acepta y el dato no es sospechoso		
<b>El dato no es sospechoso</b>		
Dia 3, M6		
Gcal=	<b>1.5010</b>	Valor sospechoso 7.00
Gtab=	2.032	
<b>Criterio:</b> Si $Gcal < Gtab$ , se acepta y el dato no es sospechoso		
<b>El dato no es sospechoso</b>		
Dia 8, M6		
Gcal=	<b>1.5010</b>	Valor sospechoso 7.00
Gtab=	2.032	
<b>Criterio:</b> Si $Gcal < Gtab$ , se acepta y el dato no es sospechoso		
<b>El dato no es sospechoso</b>		
Dia 8, M8		
Gcal=	<b>1.9843</b>	Valor sospechoso 7.00
Gtab=	2.032	
<b>Criterio:</b> Si $Gcal < Gtab$ , se acepta y el dato no es sospechoso		
<b>El dato no es sospechoso</b>		

## ANEXOS

IX.3 Ejemplo de cálculo de porcentaje de ácido Láctico en las muestras de leche cruda.

$$0.0017 \text{ L sln NaOH } 0.1 \times \frac{\text{mol NaOH}}{\text{L Sln NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol Ac. Láctico}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{90.0 \text{ g Ac. Láctico}}{1 \text{ mol Ac. Láctico}} \times \frac{100 \text{ mL Leche}}{10 \text{ mL Leche}} = 0.153 \% \text{ ácido Láctico}$$

IX.4 Volúmenes de NaOH 0.1 M gastados para la determinación de ácido láctico en leche cruda.

Día	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	1.7	1.6	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	1.5
2	1.6	1.7	1.8	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5
3	1.7	1.6	1.6	1.7	1.6	1.5	1.6	1.6
4	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.6
5	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6
6	1.7	1.6	1.6	1.7	1.5	1.6	1.6	1.6
7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6
8	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5
<b>Media</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>
<b>S</b>	<b>0.1</b>							
<b>CV</b>	<b>3.1</b>	<b>3.1</b>	<b>4.2</b>	<b>3.1</b>	<b>3.3</b>	<b>3.4</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>

IX.5 Gramos de ácido láctico de las muestras de leche cruda estudiadas

Día	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	0.015	0.014	0.015	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014
2	0.014	0.015	0.016	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
3	0.015	0.014	0.014	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014
4	0.015	0.015	0.015	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014
5	0.014	0.015	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
6	0.015	0.014	0.014	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014
7	0.015	0.015	0.014	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014
8	0.014	0.015	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
<b>Media</b>	<b>0.0150</b>	<b>0.0150</b>	<b>0.0151</b>	<b>0.0150</b>	<b>0.0141</b>	<b>0.0140</b>	<b>0.0141</b>	<b>0.0141</b>
<b>S</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.0006</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.0005</b>
<b>CV</b>	<b>3.1</b>	<b>3.1</b>	<b>4.2</b>	<b>3.1</b>	<b>3.3</b>	<b>3.4</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>



*A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD*