



***Estudio piloto de factores físico químicos en dos fincas lecheras en caldas,
Boyacá***

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Ciencias de la Salud
Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico
Trabajo de Grado
Bogotá D.C
2019



***Estudio piloto de factores físico químicos en dos fincas lecheras en caldas,
Boyacá***

Estudiantes

Emily Camila Acuña Aguilar
Saray Lorena Álvarez Avellaneda

Asesora

MSc. Liliana Constanza Muñoz

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Ciencias de la Salud

Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico
Trabajo de Grado
Bogotá D.C
2019

Agradecimientos

En primer lugar agradecemos a Dios por ser esa guía en cada proceso realizado en la carrera lo que llevó a poder escribir este trabajo de grado, a nuestras familias por qué fueron quienes nos brindaron una voz de aliento, un consejo y lograron con mucho esfuerzo apoyarnos para vernos cumplir nuestras metas, a la joven investigadora Claudia Cruz, con quien compartimos conocimientos, nos brindó su asesoría y tiempo en este trabajo.

A la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca por formarnos como futuros bacteriólogas con sentido de responsabilidad y habilidad para trabajar, además de facilitarnos sus instalaciones, equipos y reactivos,

Por los conocimientos brindados, supervisión y asesoramientos a la Docente Liliana Constanza Muñoz, quien permitió a través del grupo de investigación REMA el desarrollo de este trabajo de grado.

A todos ¡Muchas gracias!

Tabla de contenido

Resumen.....	12
Introducción.....	14
Objetivos.....	16
1. Antecedentes	17
1.1 Evolución de la calidad de la leche en Colombia.....	17
1.2 Nivel nacional.....	18
1.3 Nivel internacional.....	20
1.4 Producción y Acopio de leche en Colombia.....	16
1.5 Normatividad.....	22
1.5.1 Ley 9 de 1979.....	22
1.5.2 Ley 914 de 2004.....	22
1.5.3 Decreto 616 de 2006.....	23
1.5.4 Resolución 000017 de 2012.....	23
2. Marco teórico	24
2.1 Razas bovinas	24
2.2 Razas lecheras en Colombia.....	24
2.2.1 Raza Holstein.....	24
2.2.2 Raza Jersey.....	25
2.2.3 Raza Normando.....	25
2.3 Alimentación y nutrición Bovina.....	26
2.3.1 Pastos y forrajes.....	27
2.4 Características de la glándula mamaria en los bovinos.....	29
2.4.1 Morfología de la glandula mamaria.....	29
2.5 Enfermedades por contaminación microbiológica.....	31
2.5.1 Mastitis.....	31
2.5.1.1 Fisiopatología de la mastitis.....	31
2.5.1.2 Mastitis subclínica o crónica.....	32
2.5.1.3 Mastitis clínica o aguda.....	32
2.6 Ordeño.....	33
2.7 Prácticas de Ordeño	34
2.8 Buenas prácticas antes del ordeño.....	37

2.9 Durante el ordeño.....	38
2.10 Leche.....	39
2.10.1 Composición nutricional de la leche.....	40
2.10.1.1 Agua.....	40
2.10.1.2 Lactosa.....	41
2.10.1.3 Proteínas.....	41
2.10.1.4 Componente graso.....	42
2.10.1.5 Minerales.....	42
2.10.1.6 Vitaminas.....	43
2.10.1.7 Enzimas.....	43
2.10.2 Características de la leche.....	44
2.10.2.1 Organolépticas.....	44
2.10.2.2 Físicas.....	44
2.11 Análisis físico químico de la leche bovina.....	45
2.11.1 Densidad.....	46
2.11.2 pH.....	46
2.11.3 Acidez.....	46
2.11.4 Punto de congelación.....	46
2.11.5 Extracto seco.....	46
2.11.6 índice crioscópico.....	47
2.11.7 índice lactométrico.....	47
2.12 Economía de la leche colombiana.....	47
2.12.1 Pago según su calidad.....	49
3. Diseño Metodológico.....	52
4. Resultados.....	63
5. Discusión.....	74
6. Conclusiones.....	80
7. Recomendaciones.....	81
8. Referencias Bibliográficas.....	82
9. Anexos.....	94

Índice de Figuras

Figura 1: Morfología de la glándula mamaria Bovina.....	29
Figura 2: Estructura interna de la glándula mamaria.....	30
Figura 3: Organización bovina en Espina de pescado.....	35
Figura 4: Organización bovina en Tándem.....	36
Figura 5: Organización bovina en Paralelo.....	36
Figura 6: Organización bovina Rotativa.....	37
Figura 7: Análisis visual del ordeño.....	55
Figura 8: Bovino apartado para ordeñar.....	55
Figura 9: Amarre de las patas del bovino, realizado por el ordeñador.....	56
Figura 10: Recolección de la leche.....	57
Figura 11: Clima de la zona de ordeño.....	57
Figura 12: Recolección de muestras a analizar.....	58
Figura 13: Recolección de muestras a analizar.....	58
Figura 14: Alícuota de 10-15ml.....	58
Figura 15: Muestras obtenidas de los 14 Bovinos.....	59
Figura 16: Calibración de picnómetros.....	60
Figura 17: Atemperación de los picnómetros.....	60
Figura 18: Atemperación de la leche.....	60
Figura 19: Medición de la Densidad por el método L15/15.....	60
Figura 20: Método de Gerber, butirometros. Determinación de grasa.....	61
Figura 21: Titulación con Hidróxido de sodio. Determinación de acidez.....	62
Figura 22: Adición del indicador de fenolftaleína. Determinación de acidez.....	62
Figura 23: Prueba de reductasa.....	63
Figura 24: Lesión en el pezón del Bovino 9.....	64
Figura 25: Prueba de reductasa aplicada al bovino 8.....	73
Figura 26: Prueba de reductasa aplicada al bovino 9.....	74

Gráfica N° 1: Comportamiento de la leche cruda en los meses de Diciembre 2018 y Enero de 2019.....	49
Grafica N° 2: resultados del porcentaje de grasa en la raza holstein comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006	66
Gráfica N° 3 resultados de acidez en la raza holstein comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....	67
Gráfica N° 4 resultados del pH en la raza holstein comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....	67
Gráfica N° 5 resultados de la densidad en la raza holstein comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....	68
Gráfica N° 6 resultados del porcentaje de grasa en la raza jersey comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....	68
Gráfica N° 7 resultados de la densidad en la raza jersey comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....	69
Gráfica N° 8 resultados del pH en la raza jersey comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....	69
Gráfica N° 9 resultados de acidez en la raza jersey comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....	70
Gráfica N° 10 resultados del porcentaje de grasa en la raza normando comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006	70
Gráfica N° 11 resultados de acidez en la raza normando comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....	71

Gráfica N° 12 resultados de pH en la raza normando comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....71

Gráfica N° 13 resultados de la densidad en la raza normando comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006.....72

Índice de tablas

Tabla 1: Parámetros físicos de la leche cruda. Decreto 616 de 2006.....	41
Tabla 2: Recuento de bacterias en leche por regiones.....	49
Tabla 3: Pago por gramo de proteína, grasa y sólidos totales en pesos según la región.....	50
Tabla 4: Resultados por bovino del análisis amnésico raza Holstein.....	65
Tabla 5: Resultados por bovino del análisis amnésico raza Jersey.....	65
Tabla 6: Resultados por bovino del análisis amnésico raza Normando.....	66
Tabla 7: Calidad de la leche frente a las muestras de los 14 bovinos.....	74
Tabla 8: Relación del tamaño de las partículas de alimento con la producción en Kg y porcentaje de grasa.....	79

Índice de Anexos

Anexo 1: Formato de encuesta para análisis anamnésico y físico químico.....	95
Anexo 2: Procedimiento para la determinación de la densidad.....	97
Anexo 3: Procedimiento para la determinación de grasa por el Método de Gerber.....	98
Anexo 4: Procedimiento para la determinación de acidez.....	99
Anexo 5: Procedimiento para la realización de la prueba de Reductasa.....	99



Universidad colegio mayor de Cundinamarca
Facultad ciencias de la salud
Programa bacteriología y laboratorio clínico

Estudio piloto de factores físico químicos en dos fincas lecheras en caldas,

Boyacá

RESUMEN

La leche, es un alimento líquido con gran contenido de nutrientes como grasa, proteínas, vitaminas y minerales, la cual la hace un producto completo. Este se puede obtener a través de ordeño manual o mecánico, implementando unas buenas prácticas de ordeño, con el fin de garantizar su buena calidad cumpliendo los valores establecidos en el Decreto 616 del 2006 de Colombia.

Este trabajo de investigación pretende realizar un estudio de los factores físico químicos en leche de bovinos aparentemente sanos, por medio de ordeño manual, en dos fincas lecheras ubicadas en caldas, Boyacá, donde hay razas como Normando, Jersey y Holstein. A los 14 bovinos provenientes de dos hatos en hábitat similar, con el fin de realizar pruebas fisicoquímicas tales como Densidad, porcentaje de grasa, potencial de hidrógeno (pH), Acidez, reductasa y pruebas organolépticas de olor, color y aspecto. Se obtuvieron resultados de % de grasa de 2.3-3.2%, acidez con valores de 0.13% a 0.21% de ácido láctico, densidad de 1.030g/ml-1.046g/ml y producción entre

10-23 litros/día, todos estos parámetros afectados por factores como la nutrición, asociada a los pastos, concentrados y forrajes, cantidad de microorganismos, edad del bovino y número de partos.

Se recomienda tener unas buenas prácticas de ordeño, alimentar al bovino con pastos o forrajes adecuados y tener en cuenta siempre signos antes del ordeño para no afectar la calidad y cantidad de la leche y del hato en general.

Palabras clave: Factores físico químicos, Bovino, Nutrición, Leche.

INTRODUCCIÓN

La leche según el CODEX Alimentarius se describe como “*la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.*”¹

se encuentra constituida por nutritivos componentes como grasa, proteínas, minerales y vitaminas que la hacen un alimento de alto consumo, saludable y de importancia para el hombre.

En Colombia la producción se ha aumentado en los últimos 20 años, tanto así que para el año 2010 la entidad de Promoción del turismo, inversión y exportaciones (PROCOLOMBIA), catalogó al país como el cuarto productor de leche a nivel de latino América; Su gran ventaja se le atribuye a la cantidad de proteínas y elevado % de grasa sobre otros países latinos, caracterizándolo como un fuerte oponente en la industria lechera.

El decreto 616 del 2006 describe los parámetros obligatorios que debe cumplir una leche cruda apta para consumo y fabricación de derivados, como cantidad de grasa, acidez, densidad, índice lactométrico, índice crioscópico, extracto seco total y extracto seco desengrasado. En relación a esto la Resolución 000017 de 2012 da a conocer el sistema de pago de la leche teniendo en cuenta los valores obtenidos según la región y el recuento de bacterias en UFC.

Dentro de los parámetros realizados en este estudio, ya establecidos en la normatividad se encuentra la densidad, el porcentaje de grasa y acidez. Se han realizado estudios donde el tipo de alimentación, la época del año, cambios climáticos y el tipo de raza

están relacionados con el aumento o disminución de la grasa y densidad encontrada en la leche producida. Otros estudios describen que el porcentaje de acidez está determinado no solo por microorganismos contaminantes o enfermedades, sino también por una elevada cantidad de proteínas, citratos y fosfatos, así como cambios en la temperatura.

La cantidad de leche producida por día se puede llegar a ver afectada por la edad del animal, el número de partos, el cambio climático lo que influye directamente en la calidad del alimento y por ende en su pago. Es por esto que se debe realizar el ordeño de manera tranquila y correcta, en áreas limpias, con todas las condiciones higiénicas por parte del ordeñador, para evitar posibles contaminaciones y alteraciones del animal, lo que va a influir directamente en la calidad de la leche.

OBJETIVOS

General

Analizar los factores físico-químicos que puedan influir en la calidad de la leche tomada por ordeño manual en bovinos aparentemente sanos en Caldas, Boyacá.

Específicos

- Identificar qué factores se encuentran implicados en la calidad de la leche con el fin de correlacionarlos con los resultados obtenidos en el estudio.
- Reconocer en las prácticas de ordeño manual procesos que contribuyen a la alteración de los factores físico-químicos en leche.
- Analizar los factores físico- químicos en leche de bovinos en dos fincas lecheras de caldas Boyacá, realizando el procesamiento de las muestras con metodologías aplicadas en el componente de industrial de la UCMC.

1. ANTECEDENTES

1.1 Evolución de la calidad de la leche en Colombia:

Los diferentes factores de calidad que se realizan a la leche son de gran importancia, ya que estos pueden definir como se hará el pago por parte de la industria al productor, así como la excelente calidad de los productos derivados de está.

Es por lo anterior qué se debe garantizar que todo animal productor de leche se encuentre en buen estado, además de asegurar las diferentes condiciones de salubridad con el fin de optimizar los establecimientos donde se procesa la leche.

Para “el 2016 en el mes de Agosto, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, estableció que todos aquellos laboratorios donde se realicen los diferentes análisis de calidad de la leche en Colombia deberán estar acreditados por la Norma ISO 17025,² estos establecimientos deben estar encargados del estudio de las Unidades Formadoras de Colonia (UFC), así como de la composición proteica, porcentaje de grasa y sólidos presentes en la leche.² De acuerdo a las cifras registradas por la Unidad de Seguimiento de Precios de la leche – USP, durante los últimos 5 años se han registrado leves mejoras en términos de la calidad láctea a nivel nacional.²

Según el boletín mensual del DANE el comportamiento de los precios de la leche cruda por litro en finca durante enero y febrero del 2019, está catalogado por regiones lecheras en: Cauca, Nariño y Valle del cauca, Costa Atlántica, Antioquia y el eje Cafetero, el resto del país y por ultimo Boyacá y Cundinamarca región donde el valor oscilo entre 1.020-1.030 pesos.³

Producción y Acopio de leche en Colombia

La industria lechera en Colombia ha incrementado su producción de manera eficiente durante los últimos 20 años, según la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). En el año 2010, Colombia fue catalogada como el cuarto productor de leche en América Latina con una producción de 6.500 millones de litros de leche anuales, según la entidad de Promoción del turismo, inversión y exportaciones (PROCOLOMBIA), este valor fue superado por Brasil encabezando las estadísticas seguido de países como México y Argentina.⁴

Según ASOLECHE, entre el 2011 y 2015 el acopio de leche anual nacional creció con un promedio de 4.4 % donde pasó de 2.767 millones de leche a 3.286 millones. Sin embargo para el año 2016 el acopio bajo a 2.941 millones de litros, esto atribuido al fenómeno del Niño vivido en aquel año.⁵

Sin embargo a pesar de no ser el más alto productor, su elevado contenido de grasa y proteínas en leche lo hacen un oponente fuerte en la industria lechera, ya que logró superar los porcentajes registrados de proteína sobre países como Nueva Zelanda, Alemania, Suiza, Canadá y EE.UU y de grasa sobre países como Canadá y EE.UU. ⁴

1.2 Nivel Nacional

- En el año 2015 en Córdoba, Colombia Rodríguez y Cols evaluaron 127 empresas ganaderas, obteniendo una muestra por cada ganadería, allí se determinaron factores físico químicos como acidez, que se evaluó mediante la titulación de hidróxido de sodio 0.1N, el porcentaje de grasa determinado por el método de Gerber, además de un análisis físico de las ubres. En el 99.33% de las ganaderías predominó el ordeño manual; solo el 52.34% implementó pruebas de California Mastitis Test (CMT) y el

58.38% no cuenta con programas de prevención de enfermedades de control. Al análisis de los factores físico químicos se determinó que la acidez fue de 0.15 de ácido láctico y el porcentaje de grasa oscilo entre 3.92% y 3.93%.⁶

- En el 2.015 en Colombia se evaluó los efectos producidos por la lactancia en cada una de sus etapas sobre los factores físico químico de la leche en 15 bovinos de raza Holstein y 15 Normado. Se determinó que para las dos razas en periodo de lactancia temprana media y tardía, se obtuvo un porcentaje de grasa de 2.74 y 2.88, 1.74 y 1.98, 1.9 y 2.66 respectivamente.⁷

- En el 2016 en Valledupar, Jimenez Suarez y Villegas Pomarez, recolectaron 186 muestras de leche cruda y determinaron parámetros físico químicos, mesófilos y conteo de células somáticas; todos los parámetros físico químicos se encontraron dentro del rango aceptable de acuerdo al Decreto 616 del 2006. Se realizó además un recuento de células somáticas donde el 68% de las muestras presentaron un recuento de levemente superior a 200.000 CS/ml, lo cual pudo ser indicativo de mastitis bovina.⁸

- En el 2016 en Manizales, se analizaron 42 muestras de leche cruda, allí se encontró una acidez promedio de 0.16% m/l, densidad de 1.031g/ml, 3.44% de proteínas y 3.39% de grasa, parámetros que se encuentran dentro de lo establecido. Para el análisis microbiológico se halló una prevalencia de 24% de S.aureus, 2.4% de Salmonella Spp, 7.1% de L. monocytogenes, 33.3% de E.coli 0157:H7 y 1.57% de Brucella Spp.⁹

- En el 2018 en el departamento de Sucre, se quiso evaluar la calidad físico química, microbiológica y recuento de células somáticas; se tomaron 150 muestras de leche cruda. Los parámetros físico químicos en su mayoría se encontraron dentro de

los valores aceptables por el Decreto 616 de 2006. El recuento de Unidades Formadoras de Colonia (UFC/ml) en las muestras fue mayor a 600.000 y el Recuento de células Somáticas (RCS/ml) fue mayor a 500.000, refiende una buena calidad físico química pero no una higiénica.¹⁰

1.3 Nivel Internacional

- Entre los años 2009 y 2010 en Costa Rica se recolectaron 784 muestras de leche de bovinos de raza Jersey, se analizó el efecto de las condiciones climáticas sobre el conteo de células somáticas, concentración de sólidos totales, porcentaje de grasa y proteínas. En el caso de la grasa se vio afectada por la temperatura, humedad, además de la edad, número de partos, nivel de producción y días de lactancia; ya que ningún animal alcanzó el valor de 5% de grasa requerido para esa raza. Los valores de las muestras fluctuaron entre 2.41% y 4.97%.¹¹

- En el sector lechero de Cuba entre el 2010 y 2011 se tomaron un total de 364 muestras de leche cruda; se determinó la densidad de la leche, proteínas, grasa, sólidos no grasos y sólidos totales. El análisis de la densidad arrojó que el 18% de las muestras se encontraba por debajo de 1.029 gr/ml y el contenido de grasa aproximado fue de 4%; para el análisis microbiológico el 23.5% de las muestras se presentaron como débilmente positivas al CMT lo que evidenció problemas sanitarios existentes en el ganado, generando una posible mastitis subclínica.¹²

- En la cuenca lechera de Argentina entre los años 2.011 y 2.013 se analizó la calidad composicional, físico química y microbiológica de un total de 571 muestras. Los resultados de los análisis mostraron un valor para la grasa de 3.5%, densidad de

1.029gr/ml, un pH de 6.75 y una acidez titulable de 17.26 e ácido láctico; respecto al conteo de células somáticas se obtuvo un valor de 5.64 lo que sugiere que la calidad de la leche evaluada cumple con las condiciones legales.¹³

- En un estudio realizado en Perú en los meses de agosto y septiembre de 2.014, se recolectaron 16 muestras, para los cuales se determinaron los parámetros de pH, acidez, densidad, contenido de grasa, proteínas, sólidos totales y sólidos no grasos; adicionalmente se realizaron análisis microbiológicos para E. coli y mesófilos.

La determinación físico química en más del 50% de las muestras a excepción de las acidez y el pH se encontró dentro de los estándares de la Norma Técnica Peruana. En cuanto al análisis microbiológico ninguna muestra cumplió con las normas establecidas encontrándose una baja calidad higiénica.¹⁴

- En el año 2.015 en Perú se recolectaron 32 muestras de leche cruda para realizar el análisis físico químico e higiénico. Se evidencio que la acidez presentada por la leche se encontraba dentro del rango normal de 0.13 a 0.17 gr de ácido láctico, el porcentaje de grasa fue de 3% valor por debajo del parámetro mínimo que es de 3.2% y una densidad de 1.027 encontrándose dentro del rango de 1.029 a 1.034. Adicionalmente se realizó una prueba de reductasa la cual fue negativa indicando que la leche estaba fresca y apta para el consumo.¹⁵

1.5 Normatividad

Existen diferentes leyes y decretos que han sido modificados a lo largo de los años en los cuales se dan a conocer los diferentes parámetros establecidos para el buen manejo de la leche, en estos decretos se establecen las medidas sanitarias, Identificación e información del ganado bovino, producción, procesamiento, transporte y comercialización de la leche cruda, con el fin de mantener su buena calidad para el consumo.

Ley 9 de 1979 dice textualmente:

*“En la cual se dictan diferentes medidas sanitarias de la leche y sus derivados; es decir obtención higiénica de ésta, animales libres de enfermedad, prohibición de consumo en caso de tratamiento con antibiótico, acoplamiento adecuado de las salas de ordeño y además de tratamientos aplicados a la leche”.*¹⁶

Ley 914 de 2004 dice textualmente:

*“Por la cual se crea el Sistema Nacional de Identificación e Información de Ganado Bovino. Esta ley reglamenta y establece la información de identificación bovina requerida en los lugares dedicados a la explotación lechera, también de los productos obtenidos”*¹⁷

Todo esto con el propósito de crear una base de datos la cual servirá como herramienta para el desarrollo de políticas públicas, control de salud animal, producción, distribución, comercialización interna y externa de la ganadería e información estadística para el desarrollo del sector pecuario a nivel nacional.

Decreto 616 de 2006 dice textualmente:

“Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendan, importe o exporte en el país”. ¹⁸

Resolución 000017 de 2012 dice textualmente:

“Por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al proveedor.” ¹⁹

2. MARCO REFERENCIAL:

2.1 Razas bovinas:

Las razas bovinas a nivel mundial se encuentran ampliamente distribuidas, se clasifican por su origen en dos grandes grupos, el Bos taurus también llamado ganado de origen europeo y el Bos indicus de origen indo paquistaní. Entre las razas lecheras Bos Taurus se encuentran la raza Normando, Guernsey, Ayrshire, Pardo suizo, Holstein, Jersey y Shorthorn entre otras.²⁰

A pesar de la cantidad de razas lecheras en el mundo las que mayor entrada económica y adaptación ambiental presentan son la raza Jersey, Pardo suiza y Holstein siendo esta última la que mayor cantidad de leche produce. Es por lo anterior que en nuestro país estas tres razas son de mayor frecuencia debido a sus cualidades y gran productividad de leche cruda.²⁰

2.2 Razas lecheras en Colombia:

2.2.1 Raza Holstein:

Esta raza llamada Holstein-friesian es de origen holandés, es considerada una de las mejores razas de bovinos por su capacidad de ser bastante fértil, se adapta fácilmente a clima cálido y a condiciones desfavorables que como primera instancia sería el pasto y las malas técnicas en el manejo de la reproducción, lo cual afecta directamente tanto el peso como la disminución en la cantidad y calidad de la leche; otra característica de la raza holstein es la de ser longeva en su vida productiva, ya que se encuentra entre 4-6 años teniendo capacidad de producir grandes cantidades de leche porque su periodo de lactancia dura más o menos 305 días y durante este

periodo de tiempo produce hasta 20 Kg de leche sin embargo, su contenido de grasa butírica en promedio es de 3,41 %; la cantidad de sólidos totales de un 12.28 %; proteínas 3.32 %; lactosa 4.87 % de agua 87.72 %. ²¹

El color dominante del bovino es blanco con negro sin embargo algunas presentan manchas rojas, el peso de una hembra oscila entre 600 - 650 Kg y los machos sobrepasan los 1.200 Kg, las hembras presentan una característica de las razas lecheras, una cuña lechera característica son las caderas en forma de triángulo, suele ser una raza dócil. ^{22 23}

2.2.2 Raza Jersey:

Es una de las más pequeñas e importantes, tiene sus orígenes en Europa donde se encuentra una isla que le confiere el nombre a la raza, son animales muy productores de leche con un alto contenido de grasas butíricas que en promedio está en el 5-6 %, sólidos totales de 14.53 %, proteínas de 3.78 %, 5 % de lactosa y un 85.47 % de agua, además el contenido de vitaminas le favorece de las infecciones intestinales. Debido a esta característica de la leche la raza Jersey es la más usada en la producción de quesos, mantequilla y cremas, productos de los cuales se requieren altos porcentajes de grasa ^{22, 23}

2.2.3 Raza Normando:

El origen de esta raza le brinda una gran adaptación a los diferentes climas a los cuales es sometida en Colombia y a los métodos de crianza tradicionales basados en el tipo de alimentación y condiciones del bovino; su buen desarrollo en pastos naturales,

hacen de esta raza una de las más fuertes a las diferentes condiciones además de ser de fácil manejo y domesticación, por lo que se ha extendido por toda Colombia. Podemos encontrarla principalmente en clima frío como en la sabana de Bogotá. La producción lechera en esta raza es bastante elevada en promedio a otras razas llegando hasta los 8.542 Kg de leche en la tercera lactancia y en algunos casos pueden llegar a los 9 Kg producidos. ²⁴

2.3 En la alimentación bovina

Se deben considerar unos aspectos nutricionales fundamentales para optimizar la producción de la leche y la fertilidad; dichos nutrientes son proteínas, vitaminas, energía, minerales, fibra y agua. Estos componentes que son suplementados en la alimentación además del forraje por medio de concentrado y sal. ²⁵ Debido a la gran importancia de la industria lechera, la nutrición y alimentación de los bovinos es la base de una buena producción, ya que influye y garantiza la utilidad en la industria de este producto además de aumentar el desarrollo del animal. Se han venido aprovechado estas condiciones para mejorar la producción como en el caso de bovinos para los cuales el tipo de alimentación implementada y crianza genera un fin específico, es decir si serán productores de carne o de leche. Una alimentación inadecuada en el bovino puede llevarlo a tener un desequilibrio fisiológico y así mismo una baja producción de leche.

En la actualidad debido a los avances genéticos un bovino raza holstein puede llegar a producir 50 Kg/día de leche en promedio, pero la capacidad del mismo para consumir el alimento no es tan favorable lo que conlleva a que el animal recurra a

reservas corporales priorizando procesos fisiológicos vitales, dejando de lado la producción lechera pasando está a un segundo plano. ²⁵ Colombia es uno de los países con los precios de insumos ganaderos más caros del mundo y el cuarto país con mayor producción de lácteos en Latinoamérica. ²⁶

Se dice que “Una vaca que produce 500 Kg de grasa por 5.00 Kg de leche, va a ser más eficiente que una vaca que produce la misma cantidad de grasa en 7.500 kg de leche” esto se debe a que por 2.500 Kg de leche se requiere 48 g de lactosa”.²⁵

La importancia de una buena alimentación bovina además de manejar un buen equilibrio en los componentes lácteos puede también influir en estos, como en el caso de las proteínas en la dieta, ya que tanto la deficiencia como exceso de esta tienen un impacto negativo en la fertilidad del ganado, así mismo una deficiencia también va a afectar dramáticamente la producción de leche. Las vitaminas A, D y E deben ser consumidas y aportadas en la dieta del animal ya que este no las sintetiza, sin embargo vitaminas del complejo B y la vitamina C pueden ser producidas por microorganismos presentes en el rumen. En el caso de los micro minerales como lo son el Zn, Se, Cu, Co y Mn, tienen un papel muy importante en los procesos reproductivos, una deficiencia o exceso de estos se han relacionado con casos de abortos, mortalidad embrionaria, anestro, y quistes ováricos. ²⁵

2.3.1 Pastos y forrajes:

Un punto clave de pastoreo es manejar adecuadamente la proporción entre las hectáreas del terreno y la cantidad de bovinos en él, debido a que esto contribuye a un óptimo desarrollo del ganado. ²⁷

Como alimento principal se debe considerar el pasto o forraje que es de suma importancia para la alimentación bovina.

- *Pastos: son plantas gramíneas y leguminosas que se desarrollan en el potrero y sirven para la alimentación del ganado.*
- *Forraje: son gramíneas o leguminosas cosechadas para ser suministradas como alimento a los animales, sea verde, seco o procesado*

Para obtener un pasto de buena calidad se debe tener como primera instancia la regulación del equilibrio en la oxigenación del suelo, ya que es allí donde se realizan todos los procesos de fotosíntesis y con ello los ciclos naturales de los elementos químicos necesarios para que el bovino adquiera los nutrientes directos de la pastura. Este proceso de oxigenación se realiza arando la tierra para permitir el paso de agua y los nutrientes hasta la raíz. ²⁷

Los componentes químicos que presenta el pasto son los siguientes:

- **Proteína:** parte esencial de los alimentos las cuales van a aportar aminoácidos
- **Extracto etéreo:** Son componentes orgánicos que no se pueden disolver en agua, se producen por fermentación en el bovino. Pueden ser provenientes de células y tejidos brindando energía y ayudando a la obtención de micronutrientes.
- **Carbohidratos (glucósidos, hidratos de carbono o sacáridos):** El bovino los puede obtener de fuentes como azúcares, fibra y almidones, su alto o bajo consumo son determinantes para el rendimiento productivo del vacuno.

- Minerales: Dependen en su mayoría del tipo del suelo, la cantidad de precipitaciones para que se encuentren en el pasto. Ayudan al desarrollo metabólico del bovino.²⁸

Existen diferentes tipos de pasto según el clima y las condiciones de la tierra según Mario Noreña experto en forraje las mejores cinco clases de pasto son en “primer lugar el angleton, pasto ideal para suelos con mediana y alta fertilidad; seguido de la pangola, la climacuna, estrella africana y guinea.”²⁹

2.4 Características de la glándula mamaria en los bovinos

2.4.1 Morfología:

Está constituida por un ligamento suspensorio el cual separa a la ubre internamente en dos secciones derecha e izquierda, estas se encuentran a la vez divididas por una membrana delgada la cual forma los cuartos delanteros o anteriores y traseros o posteriores confiriendo la clasificación como cuatro glándulas totalmente independientes.³⁰

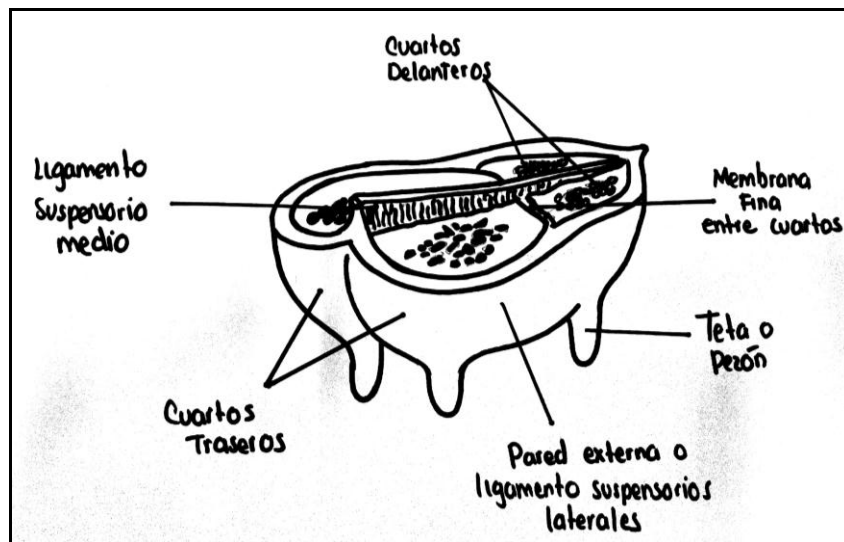


Figura 1. Morfología de la glándula mamaria bovina tomada de ³⁰

El interior de la glándula se encuentra dividida en una gran cantidad de pequeños lóbulos y por septos interlobulares, los cuales se constituyen de tejido rico en grasa y colágeno.^{30, 31} Cada lóbulo se encuentra compuesto por lobulillos, estos últimos contienen en su interior de 150 a 200 alvéolos los cuales están rodeados por células mioepiteliales que cumplen la función de contraerse cuando son estimuladas por la oxitocina, generando la liberación de la leche de estos. Los alvéolos son separados por venas y arterias por medio de las cuales llega la irrigación sanguínea. Estas pequeñas estructuras desembocan en los ductos intralobulillares ubicados allí mismo; posteriormente forman canales intralobulares los cuales va a dar paso a la formación de los canales interlobulares uniéndose al seno lactífero y permitiendo el drenaje a la cisterna de la mama.³⁰ Figura 2

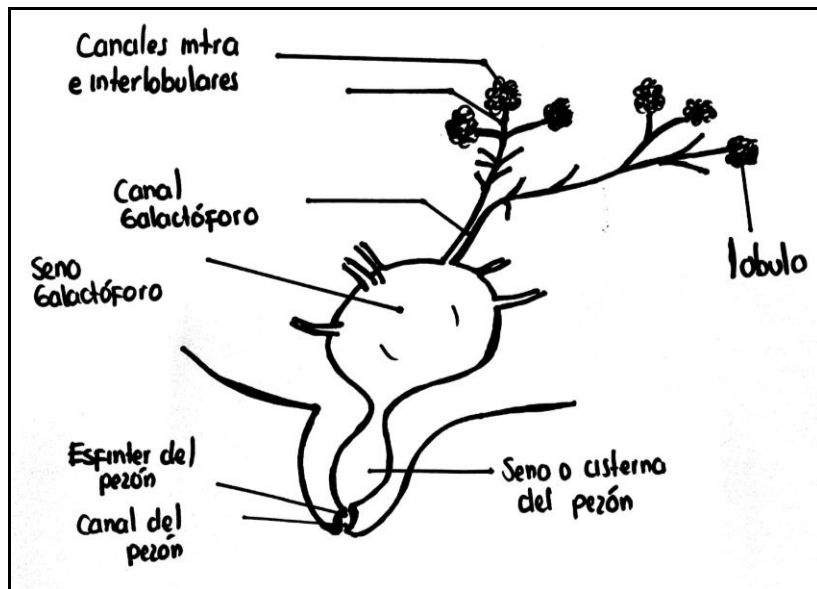


Figura 2. Estructura interna de la glándula mamaria tomada de³²

Allí comienza la formación del pezón y el conducto por el cual se extrae la leche de la glándula en cada ordeño, la punta de este se cierra con un esfínter compuesto de músculo liso. Al terminar el ordeño el orificio del pezón se recubre con una sustancia

llamada queratina evitando así el ingreso de microorganismos causantes de posible infecciones, la formación de este tapón puede llegar a durar aproximadamente 30 minutos por lo cual se debe evitar que el animal se recueste antes de este tiempo.^{30, 33} El tapón de queratina es la primera barrera de defensa que impide la entrada de microorganismos que logran colonizar la glándula al producir toxinas y enzimas las cuales estimulan la fagocitosis.^{33, 34}, Además el pezón tiene una serie de músculos que mantienen una tensión en el momento del ordeño dado que en este punto el canal se encuentra expuesto a los contaminantes durante el periodo de lactancia, en los periodos secos este tapón de queratina genera una obstrucción total al canal protegiéndolo y además se ha demostrado que tiene una capacidad bactericida proveniente de los componentes lipídicos de la queratina.³⁵

2.5 Enfermedades por contaminación microbiológica

2.5.1 Mastitis

2.5.1.1 Fisiopatología de la mastitis

La mastitis se presenta debido a una colonización por distintos microorganismos en la glándula mamaria o los canales del pezón. Esta enfermedad se presenta con una inflamación en la ubre, dolor, alteración en la leche y en el estado general del animal.^{36, 37}

El mecanismo de acción se da cuando las bacterias producen toxinas que dañan el tejido glandular lo que hace que se incrementen los leucocitos (células somáticas), afectando la cantidad y calidad de la leche.^{36, 37}

La formación de grumos en este producto son causados por la reacción leucocitaria, a medida que avanza la infección por el pezón también se propaga a los conductos haciendo que se obstruyan y en el peor de los casos formando tejido cicatricial cuando están en contacto con los alveolos, permitiendo así la formación de pequeñas bolsas que dificultan el ingreso de los antibióticos en el tratamiento e impidiendo la eliminación completa de la leche. ^{36, 37}

2.5.1.2 Mastitis subclínica o crónica

Es el tipo de mastitis en la cual no se presentan cambios físicos de la leche ni la ubre a simple vista, sin embargo pero puede detectarse por la disminución en la producción de la misma; este tipo de mastitis se diagnostica con pruebas indirectas que detectan cambios químicos, presencia de patógenos o cambio en la celularidad. ³⁸

2.5.1.3 Mastitis clínica o aguda

Se identifica fácilmente ya que presenta cambios en la ubre y la leche que suelen ser notorios visualmente o al tacto por medio de la reacción del animal, en algunos casos, es tan agresiva que puede llegar a la muerte. Entre los principales agentes de tipo bacteriano encontramos a *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli* entre otros. Este tipo de mastitis puede presentarse clínicamente como:

^{37, 39, 40}

- Mastitis suave moderada: en la cual se observan cambios en la leche pero no en la ubre.
- Mastitis suave ligera: en la que se presenta una inflamación crónica.

- Mastitis aguda: donde además de la inflamación de la ubre, esta se encuentra afiebrada y presentando dolor. Los síntomas que se pueden presentar son suero sanguíneo en la leche, bovinos con fiebre, anorexia y depresión.
- Mastitis crónica: se presenta con enrojecimiento, inflamación y dolor persistente por más de cinco días con secreciones continuas acompañadas de coágulos. ^{34,}

39, 41

2.6 Ordeño

Para realizar el ordeño se debe mantener la tranquilidad del animal antes y después del proceso, con el fin de evitar la activación del sistema inmune y mecanismos de defensa de la glándula mamaria. ⁴² La defensa de la glándula mamaria se da inicialmente en el canal del pezón, donde comienza la formación de un tapón de queratina, aspecto que le confiere óptimas condiciones de higiene a la ubre. ⁴²

Cuando se produce una infección la primera respuesta inmune se evidencia en la inflamación de la glándula, debido a que el sistema inmune comienza a eliminar los microorganismos causantes y ayudar a reparar cualquier daño en el tejido causado por estos, generando como consecuencia el aumento de células de tipo leucocitario no solo en la leche si no en sangre periférica, para posteriormente desencadenar toda una respuesta de la cascada inflamatoria. ³⁵

Una respuesta inflamatoria eficiente por parte de la glándula mamaria no debe durar más de una semana, no debe evidenciarse alteraciones físicas ni químicas en la leche ni en el bovino, de lo contrario puede ser indicio de la iniciación de una mastitis. ³⁵

Luego del periodo de lactancia se genera un cese total en la producción, en el cual se ha reportado un mayor índice de infección ya que no se genera de inmediato el tapón sino hasta unas semanas después y por consiguiente se puede presentar una mayor contaminación.³⁵

El estrés al que se someten los bovinos por falta de nutrientes o cambios de clima pueden influir directamente en la cantidad de leche obtenida durante el ordeño, los bovinos tienden a ser mejores productores de leche en climas fríos dado que las temperaturas altas generan estrés en el ganado, la temperatura normal del bovino adulto sano se encuentra entre 37,8 y 40,0 °C. ^{42, 43}

2.7 Prácticas de Ordeño

Según el instituto colombiano agropecuario (ICA las prácticas de ordeño deben cumplir con normas de acondicionamiento y sanidad, las cuales permiten obtener un producto lo más aséptico posible y así contribuir con los estándares de calidad. ⁴⁴

Existen dos tipos de ordeño; el ordeño mecánico en el cual se utiliza maquinaria y diferentes utensilios como: pezoneras, mangueras, frascos recolectores de líquido y una bombas al vacío; esta técnica simula la succión del ternero. ^{44, 45}

La industria lechera ha implementado diferentes estilos o métodos de ordeño mecánico con el fin de optimizar la obtención de la leche y tener un mayor rendimiento, dentro de los cuales encontramos:

- Espina de pescado: Este proceso es el más utilizado, aquí los bovinos entran al mismo tiempo al sitio de ordeño por una misma puerta para ubicarse en hilera y de manera diagonal formando una espina de pescado, esto permite que el proceso sea más rápido y consecuente.^{46, 47}

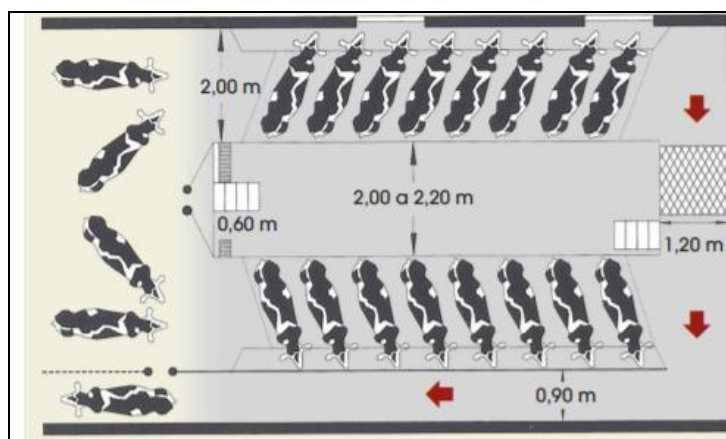


Figura 3. Organización bovina en espina de pescado. Tomado de: Salas de ordeño
2da parte tipos de instalaciones (II) ⁴⁷

Sin embargo se debe equilibrar el grupo de vacas a ordeñar, ya que un animal que produzca menos cantidad de leche y se encuentre dentro de un grupo con alta producción terminará más rápido el proceso y ocupará un lugar sin estar produciendo.

- Tándem: Aquí las vacas se ubican en secciones individuales, presenta ventajas como el cambio de animales cuando termina su ordeño, acompañamiento del ternero para estimular la salida de la leche, acceso fácil al animal en caso de alguna complicación.^{46,48}

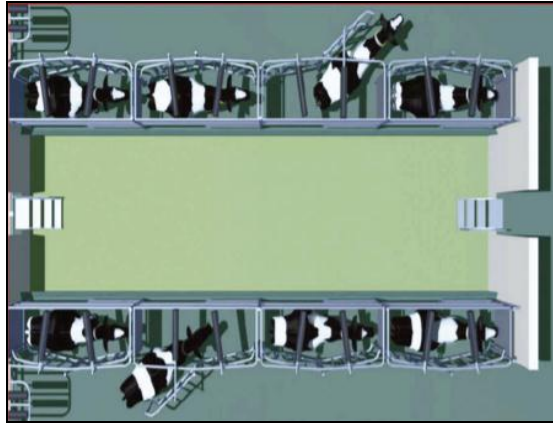


Figura. 4 Organización bovina en tándem tomado de: Salas de ordeño 2da parte tipos de instalaciones ⁴⁸

- Paralelo: Las vacas se colocan una al lado de la otra, este mecanismo permite brindar alimento al vacuno durante el ordeño, además reduce el espacio necesario.^{46, 49,}

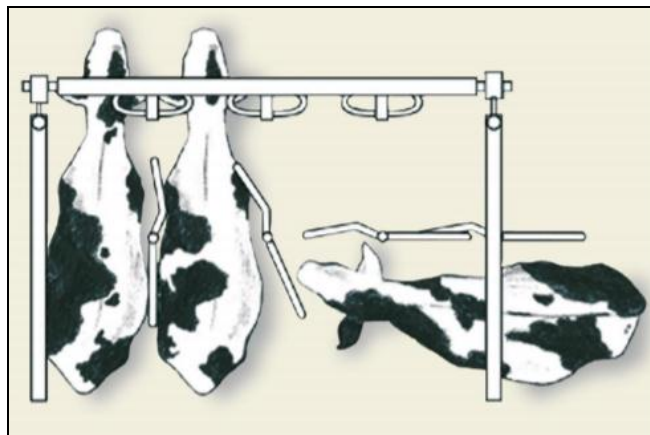


Figura 5. Organización bovina en paralelo. Tomado de: Salas de ordeño 2da parte tipos de instalaciones (III) ⁴⁹

- Rotativo: los animales se distribuyen en forma circular sobre una plataforma que rota con salida individual, permite un ordeño rápido, organizado y consecutivo. la cantidad de bovinos ordeñados al tiempo es elevada, generando mayor eficiencia.^{46, 50}

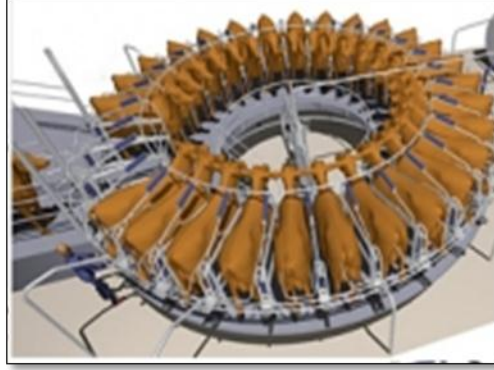


Figura 6. Organización bovina rotativa. Tomado de: los diferentes tipos de salas de ordeño⁴⁶

Por otra parte se encuentra el ordeño manual, el cual se ejecuta con mayor frecuencia en zonas rurales y se lleva a cabo realizando una estimulación por presión en los pezones con la mano completa. Para un buen ordeño manual se deben seguir los siguientes pasos: Tener animales tranquilos y bien estimulados, realizando previamente una buena limpieza y desinfección del sitio de ordeño además del sitio de espera de los bovinos. En caso de ser al aire libre, se debe tener en cuenta que el terreno se encuentre seco, libre de heces, otros animales domésticos que puedan llegar alterar al bovino e interrumpir el ordeño.^{44, 51}

2.8 Buenas prácticas antes del ordeño

Durante el ordeño manual el personal debe seguir ciertas recomendaciones con el fin de reducir la contaminación del animal, producto final y del hato en general, dentro de las cuales encontramos: ^{45, 52}

- Reconocer los signos que puede presentar un bovino enfermo con el fin de tener una buena organización de tal manera que el ordeño comience por los animales sanos y posteriormente los enfermos para evitar contagios.^{45, 52}
- Inmovilizar las patas traseras y asear las partes más cercanas a la ubre para minimizar la contaminación.^{45, 52}
- Alistar, ordenar y desinfectar los diferentes objetos necesarios para el ordeño.^{45,52}
- Verificar el personal encargado del ordeño: esté debe encontrarse en buenas condiciones de salud, buen aseo de manos y antebrazos además de utilizar elemento como guantes, tapabocas y ropa de uso exclusivo para el ordeño.^{37,45, 52,}
- Registro de cambios en la ubre cuando se presenta inflamación por más de una semana.

2.9 Durante el ordeño

- Es necesario hacer una revisión para descartar una posible mastitis, mediante un examen de la glándula mamaria donde se observa los primero chorros de leche, verificando su aspecto, olor y color.⁴⁵
- El lavado de los pezones debe realizarse de manera eficiente con abundante agua y líquidos que desinfecte y se debe secar cada pezón con toallas.
- Al comenzar con el ordeño de la vaca, es necesario tener en cuenta que no debe exceder de los ocho minutos, ya que la acción de la oxitocina es corta.

- Se debe colocar soluciones que contengan yodo disueltas en agua para tapar el orificio del pezón para evitar el ingreso de contaminantes a la glándula mamaria.
- Por último desatar el animal y dejar la leche en enfriamiento para su posterior uso. ^{37, 45, 52,}

Sin embargo después del ordeño el lavado de los utensilios es muy importante ya que es una de las principales fuentes de contaminación.

La leche obtenida se debe guardar en las cantinas de acero inoxidable protegiéndose del sol, para mantener la temperatura.^{1,53} Para realizar un buen proceso de ordeño es necesario tener las prevenciones y pasos de las buenas prácticas de ordeño garantizando así que el animal o hato no sufra de enfermedades como mastitis o complicaciones que pueden acarrear consecuencias graves tanto para el animal como para la economía.^{37, 45, 52}

Es de suma importancia mantener un horario fijo para así generar un hábito en el organismo del bovino y obtener mejores resultados de calidad y cantidad. ⁴⁵

2.10 Leche

Según el CODEX alimentarius *“Leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.”* ¹

La leche está conformada por proteínas, caseínas, proteínas del lactosuero y proteínas de la membrana del glóbulo graso, una parte lipídica, donde se forma los ácidos grasos saturados, monoinsaturados, y poliinsaturados, componentes que ayudan a la nutrición y desarrollo humano. ⁵⁴

La leche es una sustancia susceptible a adquirir todo tipo de sabores y olores provenientes de la contaminación por microorganismos, o por la adición de sustancias o debido al mal manejo que se le brinda. ⁵⁴ Para evitar en gran proporción la contaminación se requiere de unas buenas prácticas de ordeño las cuales están orientadas en su totalidad a garantizar la buena calidad del producto ya sea para el consumo directo o la fabricación de sus derivados como mantequilla o cremas entre otros. ⁵⁴

2.10.1 Composición nutricional de la leche:

La leche es importante en la nutrición humana ya que presenta una fuente principal de nutrientes como calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B12 y ácido pantoténico. ⁵⁵ Es por esto que el hombre la ha utilizado a lo largo de los años como alimento debido a su fácil acceso y múltiples beneficios. A través del tiempo se ha logrado transformar mediante diferentes técnicas para la obtención de yogurt, queso y mantequilla, productos que se encuentran controlados mediante decretos y normas que se deben cumplir para su posterior comercialización. ^{54, 55, 56}

2.10.1.1 Agua:

Es la parte en el cual se encuentran disueltos los componentes y los glóbulos grasos de la leche allí *“Las sustancias proteicas se encuentran formando un coloide en estado de “sol” lióforo (caseína y globulina) o liófilo (albúmina), mientras que la lactosa y las sales se hallan en forma de solución verdadera.”* su principal función es como transportador de los demás componentes de la leche. ^{1,55}

1.10.1.2 **Lactosa:**

La lactosa es considerada el azúcar más importante de la leche aunque su sabor no es propiamente dulce. Es el principal hidrato de carbono el cual se puede encontrar entre 4.8% y 5.2%, este componente a diferencia de los otros no es significativamente distinto por el tipo de raza o las condiciones ambientales, este valor mantiene una proporción en toda la leche bovina. ^{54, 55,56}

1.10.1.3 **Proteínas:**

Se clasifican en dos grupos como caseínas y proteínas séricas presentándose en un 80% y 20% respectivamente. ^{54, 55, 56}

Las caseínas son las proteínas insolubles; dentro de las que encontramos las alfa s1, alfa s2, beta y κ-caseínas que presentan un alto contenido de aminoácidos y calcio mineral importante en la nutrición de la leche. Las caseínas forman micelas las cuales le confieren características como el color, adaptación al calor, capacidad de coagulación y acidificación. La presencia de estas caseínas está directamente relacionado con el desarrollo y crecimiento. ^{54, 56, 57}

Dentro de las proteínas séricas encontramos Beta-Lacto globulina, Alfa-Lacto albúmina, seroalbúmina bovina, lactoferrina e inmunoglobulinas solubles en agua; estas últimas se producen a partir de la sangre y en menor proporción en las células de parénquima mamaria de la ubre del bovino y varían en un rango de un 9% a un 16%.⁵⁷

2.10.1.4 Componente graso:

Es el componente que puede llegar a tener mayor variabilidad debido a que se encuentra ligado a la alimentación y raza del bovino, este lo encontramos formado por pequeñas partículas llamadas glóbulos grasos que están rodeados por fosfolípidos los cuales evitan la unión entre sí y a su vez se encuentran suspendidos en el agua.

El porcentaje de grasa establecido para la leche cruda según el Decreto 616 del 2006 es del 3%, valor que puede verse afectado por factores externos tales como consumo elevado de proteína o concentrados en la dieta, generando así procesos hidrolíticos y oxidativos, que traen como consecuencia un mal sabor al producto o una cantidad inadecuada de los valores de la grasa.^{58, 59}

Además es necesario saber que la higiene inadecuada de la ubre en el momento del ordeño manual puede alterar el porcentaje de grasa en la leche. *“La grasa de la leche de vaca es considerada como una de las grasas más complejas de origen natural, debido a la gran cantidad de ácidos grasos con diferentes estructuras químicas, peso molecular, y grado de insaturación.”*⁵⁴ por esta razón la grasa confiere a la leche una consistencia, sabor y olor característico, la mitad de la grasa es sintetizada en la glándula mamaria partiendo de los ácidos butírico y acético provenientes de la fermentación de los alimentos en los procesos digestivos del bovino.^{60,61}

2.10.1.5 Minerales:

La leche contiene una gran cantidad de minerales, adquiridos naturalmente del suelo ya que de allí es la mayor fuente de alimentación para el ganado. Como principal mineral en la leche se encuentra el calcio, indispensable en la dieta humana ya que

aporta principalmente al desarrollo óseo del lactante; seguido de otros como manganeso, potasio, sodio, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros y yoduros, que encontrados en menor cantidad aunque también aportan el valor nutricional a la leche mejorando el desarrollo y crecimiento humano .^{55,59,60}

2.10.1.6 Vitaminas:

Las concentraciones altas o bajas de vitaminas se ven influenciadas principalmente por la época del año y alimentación como la mayoría de los componentes nutricionales, ya que en algunas épocas del año, por la cantidad de beta-caroteno pueden generar una mayor cantidad de vitamina A, por otra parte la vitamina D se puede ver aumentada o disminuida según la cantidad de sol a la que se encuentre expuesto el bovino.⁶⁰

2.10.1.7 Enzimas:

La importancia de las enzimas en la leche se encuentra altamente relacionada al control de calidad. Existen dos formas de enzimas según su origen, las corporales, las cuales se encuentran en la leche a través de la sangre o células corporales y las enzimáticas producida por diferentes microorganismos contaminantes. Dentro de las enzimas más importantes, se destaca la fosfatasa alcalina, la cual sirve como indicador de calidad no aceptable. ^{35,60}

2.10.2 Características de la leche:

La leche es un líquido obtenido de ordeño bovino mecánico o manual, generalmente es de color blanco y aspecto cremoso cuando presenta una alta cantidad de componente graso, sin embargo en ocasiones puede llegar a presentar una tonalidad azulada cuando carece de grasa.⁶²

2.10.2.1 Organolépticas:

El color y aroma de la leche es ligeramente o poco perceptible y característico, al tener algún tipo de contaminación puede ser bastante notorio; en cuanto al sabor es neutro o dulce debido a la cantidad de lactosa presente en ella.⁶²

2.10.2.2 Físicas:

Según el Decreto 616 de 2006 de Colombia, en el Artículo 16, la leche cruda de animales bovinos debe presentar las siguientes características:⁵⁸ A Tabla 1

Parámetro/ unidad	Leche Cruda
Grasa %m/v mínimo	3.00
Extracto seco total % m/m mínimo	11.30
Extracto seco desengrasado % m/m	8.30

mínimo		
	Min	Max
Densidad 15/15°C g/ml	1.030	1.033
Índice Lactométrico	8.40	
Acidez expresada como ácido láctico %m/v	0.13	0.17
Índice Crioscópico °H	-0.530	-0.510
	-0.550	-0.530

Tabla 1. Parámetros físico químicos de la leche cruda decreto 616/2006. ⁵⁸.

2.11 Análisis físico químico de la leche bovina:

2.11.1 Densidad:

Se define como el peso de un litro de leche expresado en kilogramos, que puede presentar este producto, está altamente relacionada con diferentes componentes propios de la leche, como la cantidad de agua, porcentaje de grasa y proteínas, entre otros.⁶³

2.11.2 pH:

Representa inversamente la cantidad de hidrogeniones presentes en la leche depende del estado de la calidad en que se encuentre esta, ya que muchos microorganismos presentes en ella pueden generar la fermentación produciendo la conversión de la lactosa en ácido láctico alterando este parámetro. ⁶²

2.11.3 Acidez:

En la leche cruda se mide y representa en tres reacciones: la natural dada por medio de las proteínas, la causada por medio de la degradación de la lactosa a partir de microorganismos y la última causada por las reacciones secundarias las cuales se presentan en este producto de manera natural. ^{62, 63}

2.11.4 Punto de congelación:

Nos permite determinar alteraciones dadas por adición de agua, ya que al acercarse a niveles de punto de congelación de está que es 0°C se evidencia la alteración de la leche. ⁶³

2.11.5 Extracto seco:

Se entiende por extracto seco al peso expresado en porcentaje de la leche desecada y se calcula utilizando la fórmula de Richmond donde se tienen las variables de ES (extracto seco), P (densidad de la leche a 15°C) y %G (porcentaje de la materia grasa), por medio de la segunda fórmula de Richmond también se halla el extracto seco desengrasado. ^{64, 65}

2.11.6 índice crioscópico:

Se refiere a índice crioscópico o punto crioscópico a la relación de soluto en reacción frente a la disolución, es decir se mide la actividad y reacción de las moléculas presentes en la solución, se calcula por medio de una fórmula y a mayor cantidad de disolución indica que su punto de ebullición subiría, por lo cual esta prueba nos indica adulteración con sustancias como el agua. ⁶⁶

2.11.7 índice lactométrico:

En este análisis se busca determinar si el producto se encuentra adulterado con agua o alguna otra sustancia, se realiza por medio de refracción de la luz con un refractómetro de Bertuzzi en el cual se encuentran los valores entre 8,4 y 9,2 grados lactométricos. ^{67, 68}

2.12 Economía de la leche colombiana

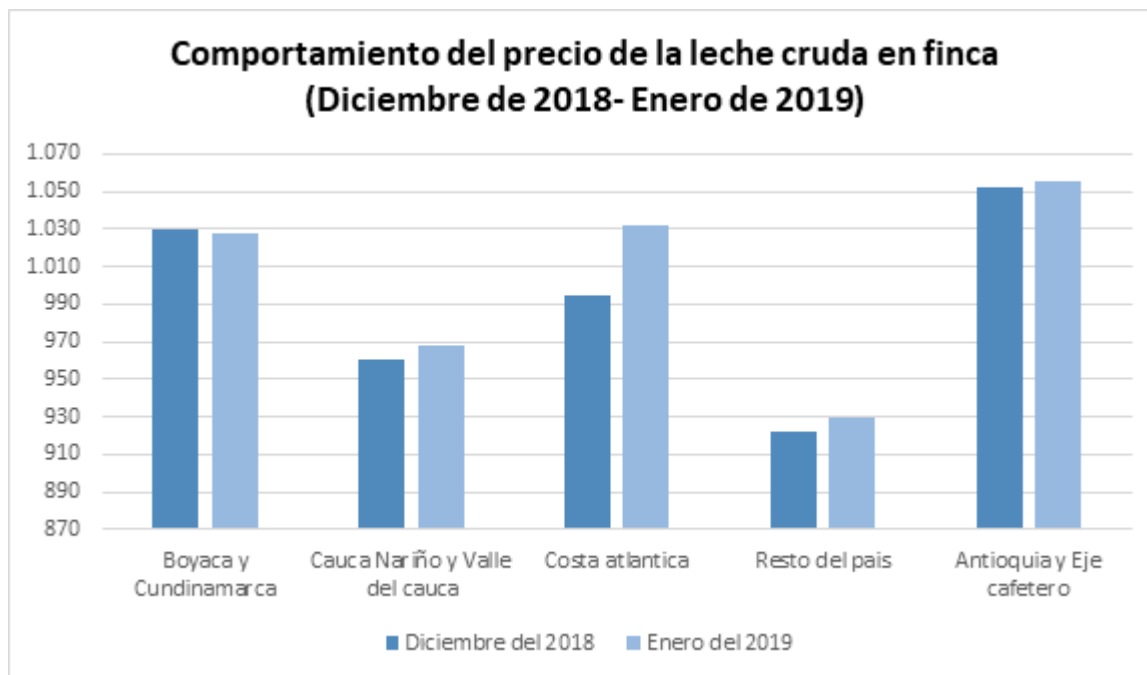
Según la Asociación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN) *“la producción de leche se incrementó para el 2014 a 6.717 millones de litros. Posterior a esto en 2015 y 2016 cayó a 6.623 y 6.391 millones de litros respectivamente, en consecuencia a los cambios climáticos como el Fenómeno del niño; factor importante que se refleja en los precios de compra y venta de leche para los ganaderos”*. ⁶⁹

En el 2017 las condiciones climáticas mejoraron permitiendo así que se regulará la producción de leche en las diferentes zonas ganaderas. ⁶⁹

Para el mes Enero del 2019, según el boletín del DANE, en la Costa Atlántica aumentó el precio de la leche debido al deterioro de los pastos por acción de las altas soleadas lo cual contribuyó a la baja producción lechera. Por lo anterior los diferentes

compradores de este producto crudo, llegaron a pagar más por el litro de leche en el mes de Enero del 2019 en comparación con el mes de Diciembre del 2018. En este mismo informe en Antioquia y Eje cafetero, también se logró evidenciar las consecuencias de la alteración climática, sin embargo se informaron de algunas precipitaciones que no contrarrestaron del todo el daño, pero que lograron mantener los pastos en una mejor condición y por consiguiente la estabilidad en la producción y precios.⁷⁰

En los departamento de Boyacá y Cundinamarca, los precios y volúmenes producidos lograron mantenerse estables, debido a que en algunos de los municipios ubicados allí, se realizó una complementación al alimento con productos como melaza, minerales, vitaminas y concentrado permitiendo un buen producto.⁷⁰



Gráfica 1: Comportamiento de la leche cruda en los meses de Diciembre 2018 y Enero 2019. Tomado de: boletín mensual de leche cruda en finca.⁷⁰

2.12.1 Pago según su calidad:

Según F. Moreno Vásquez definió el término “calidad de un producto como el conjunto de las propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud de satisfacer las necesidades expresas o implícitas del cliente”.⁷¹

En la resolución 000017 de 2012 dice textualmente “*en la cual se establece el Sistema de Pago de la Leche cruda al productor*”, se define Calidad Higiénica como “*la condición que hace referencia al nivel de higiene mediante el cual se obtiene y manipula la leche. Su valorización se realiza por el recuento total de bacterias y se expresa en unidades formadoras de colonia por mililitro.*”¹⁹

En la Tabla 3 se relaciona las regiones y el recuento total de bacterias en UFC aceptadas según la resolución 00017 de 2012 lo que ayuda a definir la calidad higiénica ya definida.¹⁹

REGIÓN	REGIÓN LECHERA	RECUESTO TOTAL DE BACTERIAS EN UFC/ml
1	Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Quindío, Caldas, Risaralda, Nariño, Cauca, Valle del cauca.	175.000-200.000
2	Cesar, Guajira, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Chocó, Magdalena, Norte de Santander, Santander, Caquetá, Tolima, Huila Meta, Orinoquia, Amazonia	201.000-300.000

Tabla 2. Recuento de bacterias en leche por regiones.¹⁹

En la tabla N 3 se establece el precio por gramo de las proteínas, grasa y sólidos totales según la región establecido por la resolución 00017 de 2012.¹⁹

ítem	valor (\$) gramo	
	región 1	región 2
Proteína	\$ 18.27	\$16.48
Grasa	\$ 6.09	\$5.49
Sólidos totales	\$ 6.46	\$6.14

Tabla 3. Pago por gramo de proteína, grasa y solidos totales en pesos según la región.¹⁹

Es por esto que una leche de buena calidad es aquella que proviene de bovinos sanos, los cuales tienen una buena alimentación y que su leche está libre de sedimentos, olores o sustancias extrañas y provenir de *“animales de buena calidad, alimentación adecuada, estricta sanidad y buen manejo. Los dos primeros influyen en la calidad nutricional y los dos últimos en la calidad higiénica y sanitaria”*⁷²

2. DISEÑO METODOLÓGICO

Universo, población y muestra

Universo

Pequeñas fincas dedicadas a la producción y comercialización de leche cruda.

Población

14 bovinos de razas Jersey, Normando y Holstein.

Muestra

Muestras de leche cruda en dos fincas de Caldas, Boyacá

Hipótesis, variables, tipo de investigación

Hipótesis

Factores como análisis anamnésico, nutrición bovina, buenas prácticas de ordeño, condiciones ambientales y estado bacteriológico de la leche se encuentran relacionados con los parámetros físico-químicos establecidos para este producto crudo en el decreto 616/2006.

Variables

Dependientes:

Factores físico-químicos que se realizan a la leche cruda como determinación de porcentaje de grasa, Acidez, pH, Densidad.

Independientes:

Tipo de alimentación, edad y raza del bovino, número de partos y buenas prácticas de ordeño.

Objetivo	Resultado	Indicador
Identificar qué factores se encuentran implicados en la calidad de la leche con el fin de correlacionarlos con los resultados obtenidos en el estudio	Factores ambientales, alimenticios y fisiológicos en los que se encuentra el bovino que puedan estar implicados en la calidad de la leche.	Estado nutricional del bovino, edad, número de partos, tratamientos, número de abortos, prácticas de ordeño.
Reconocer en las prácticas de ordeño manual procesos que contribuyen en la alteración de los factores físico-químicos en leche.	Análisis del ordeño manual realizado por el ordeñador en las dos fincas en caldas Boyacá.	Buenas prácticas de ordeño.
Analizar los factores físico químicos en leche de bovinos en dos fincas lecheras de caldas Boyacá, realizando el procesamiento de las muestras con metodologías aplicadas en el componente de industrial en la UCMC.	Valores obtenidos de los factores físico químicos comparados con el decreto 616 / 2006.	Determinación de grasa, acidez, pH, densidad y prueba de reductasa.

Tipo de investigación

De tipo descriptivo

Técnicas y procedimientos:

Análisis amnésico del bovino

Se determinó la salud del bovino mediante una encuesta realizada a los productores de leche que participaron en el proyecto, los datos fueron:

- a. Edad del animal, número de partos, número de abortos, peso, raza, cantidad de leche producida en litros por día, reproducción y nutrición,
- b. Infecciones y tratamientos.
- c. Signos como dolor, rubor, tumefacción, pérdida de la función de la glándula, agrietamiento.
- d. Fiebre, falta de apetito, frecuencia y consistencia de sus deposiciones, cambios en el comportamiento del animal entre otras, con el fin de ratificar la atención y cuidado adecuado por parte del ordeñador además de tener datos presuntivos de enfermedad.

Anexo 1

Posterior a la encuesta del grupo, se realizó unos análisis de campo tales como:

- a. Condiciones de hábitat en las que se encontraban los bovinos.
- b. Posibles focos causas de infecciones de tipo microbiológica.

Toma de muestra

Para la toma de muestra se procedió a observar como el personal de ordeño realizaba su labor sin algún tipo de recomendación, para así mismo analizar las prácticas de ordeño habituales en el cual se realizó un único muestreo en horas de la tarde de 3 a 4 pm.



Figura 7. Análisis visual del ordeño.

Inicialmente se apartaron uno a uno los animales que iban a ser ordeñados de manera manual (Figura 8) y se les realizó un pequeño amarre en las patas con el fin evitar accidentes al ordeñador o el derrame de la leche ya recogida. Figura 9



Figura 8: Bovino apartado para ordeñar



Figura 9. Amarre de las patas del bovino realizado por el ordeñador.

Posteriormente se procedió a colocar un balde bajo la ubre del bovino a ordeñar para recoger la leche que iba saliendo por el masaje realizado. Figura 10. Es necesario saber que en el momento de la toma de muestra las condiciones climáticas no eran tan óptimas ya que habían precipitaciones, no se llevó a cabo la limpieza establecida para cumplir con unas buenas prácticas de ordeño y muchos de estos bovinos realizaron deposición en el momento del ordeño generando así posibles contaminaciones. Figura 11.



Figura 10: Recolección de la leche

Figura 11: Clima en la zona de ordeño

Posteriormente se muestrearon 14 bovinos; el proceso de obtención de la leche se realizó a través de ordeño manual. Los animales se encontraban alojados en dos fincas ubicadas en Caldas Boyacá. Allí se tomaron muestras de leche por pezón o cuarto de la ubre de 10 a 15 ml realizándose así una alícuota aproximada de 40 a 60 ml por bovino en frascos estériles debidamente marcados y refrigerados a 4°C de inmediato en neveras portátiles hasta su posterior análisis. Figura 12 ,13 y 14.

Se tuvo en cuenta el análisis amnésico en el cual se tomaron datos como la edad, el peso, la raza, número de partos, número de abortos y cantidad de leche producida por día en litros de cada bovino, como se muestra en las Tabla 4 para los bovinos de raza Holstein, Tabla 5 para los bovinos raza Jersey y la Tabla 6 para los bovinos raza Normando.



Figura 12: Recolección de las muestras a analizar



Figura 13: Recolección de las muestras a analizar



Figura 14: Alícuota de 10-15 ml

Análisis Físico Químico:

Se llevó a cabo la determinación de parámetros como la densidad de la leche, porcentaje de grasa, pH, olor, color y acidez; con el fin de saber si existía presencia de alguna alteración en la leche por el tipo de alimentación, contaminación externa por fómites o presencia de microorganismos los cuales pueden dar paso una posible infección. Figura 15.



Figura 15. Muestras obtenidas de los 14 bovinos

Determinación de la densidad:

La determinación de la densidad de la leche se utilizó el método 15/15 el cual está dado mediante la relación de la masa de un volumen de leche a 15°C respecto al agua a 15°C y se realiza por medio de un picnómetro el cual se calibra antes de iniciar las mediciones.⁷³ (Ver anexo 2) Figura 16, 17, 18 y 19.



Figura 16: Calibración de los picnómetros



Figura 17: Atemperación los picnómetros



Figura 18: Atemperación de la leche

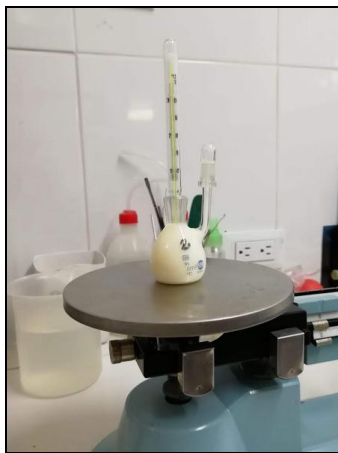


Figura 19. Medición de la densidad por método L15/15.

Determinación del porcentaje de grasa:

La cantidad de grasa que posee la leche mide directamente la cantidad de lípidos contenidos en ella y depende de varios factores como el método de ordeño, raza del bovino, estado de lactancia y nutrición.

La determinación de grasa se realizó por medio del método de Gerber el cual se basa en separar la grasa dentro de un recipiente medidor llamado butirómetro por medio de la adición de ácido sulfúrico y alcohol amílico.⁷³ (Ver anexo 3). Figura 20



Figura 20. Método de gerber, butirómetro determinación de grasa.

Determinación de pH:

La determinación del potencial de hidrógeno se realizó por medio del equipo medidor de pH de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. El cual mide la cantidad de iones de hidrógeno libres en la muestra.⁷³ Figura 21

Determinación de acidez:

En los productos lácteos las bacterias metabolizan los azúcares naturales de la leche y liberan ácido láctico, esto puede producir reacciones favorables o desfavorables. Por lo cual las mediciones de acidez determinan una fuente de contaminación en el producto.

Esta determinación se realizó utilizando una bureta, vaso de precipitado, fenolftaleína como indicador y la muestra de leche a analizar. Se realiza una titulación.⁷³ (Ver anexo 4) Figura 21 y 22.



Figura 21. Titulación con Hidróxido de sodio, determinación de acidez



Figura 22: Adición de indicador fenolftaleína y titulación.

Reductasa

Esta prueba se realizó con el fin determinar la calidad higiénica de la leche, a través de la oxido-reducción que generan los microorganismo presentes en ella, los cuales van a reducir el azul de metileno .El tiempo que tarda el azul de metileno en pasar de su forma oxidada a la reducida es proporcional a la calidad de la leche; sin embargo no es posible determinar la cantidad de microorganismos de manera exacta.⁷³ (ver anexo 5), Figura 23.



Figura 23. Prueba de reductasa

Características organolépticas:

Se determinaron parámetros organolépticos de la leche, previos a los análisis. Las características organolépticas de la leche de vaca obtenidas en las dos fincas de Caldas, Boyacá son las siguientes:

- **Color:** Blanco, más o menos amarillento según el contenido en beta-carotenos de la materia grasa.
- **Olor:** Poco acentuado, pero característico del animal.

3. RESULTADOS

Al análisis físico los bovinos no presentaron signos clínicos relevantes, salvo el bovino número 9 que presentó una pequeña lesión en un pezón, la cual fue referenciada en el formato de análisis. Figura 24

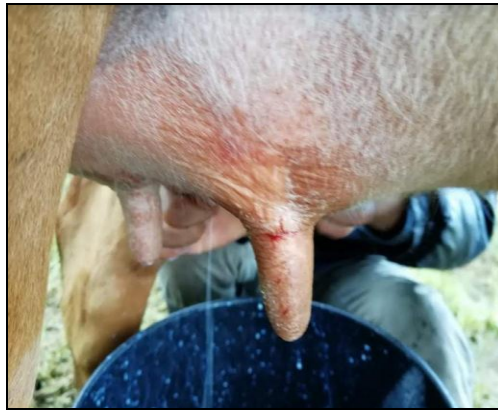


Figura 24: Lesión en el pezón del bovino 9

Posteriormente se realizó el análisis físico químico en el cual se tuvieron en cuenta parámetros como acidez, porcentaje de grasa, densidad y pH de la leche obtenida mediante ordeño manual.

En las siguientes tablas se relacionan los valores obtenidos por cada uno de los análisis físicos químicos realizados comparados con la normatividad vigente el Decreto 616 del 2006 además de los parámetros del análisis anamnésico:

BOVINO RAZA HOLSTEIN	5	7	9	10	12	14
EDAD	4 AÑOS	2 AÑOS	3 AÑOS	3 AÑOS	6 AÑOS	3 AÑOS
PESO	300 Kg	300 Kg	330 Kg	300 Kg	300 Kg	350 Kg
PRODUCCION POR DIA	18-20 L	18-25 L	18-20L	10-15 L	18-20 L	18-20 L
N° PARTOS	2	1	1	1	3	0
N° ABORTOS	0	0	0	0	0	1
ALIMENTACIÓN	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal
INFECCIONES	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna
TRATAMIENTOS	ninguno	ninguno	ninguno	ninguno	ninguno	ninguno
REPRODUCCIÓN	inseminación	inseminación	inseminación	inseminación	inseminación	-
SIGNOS	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes

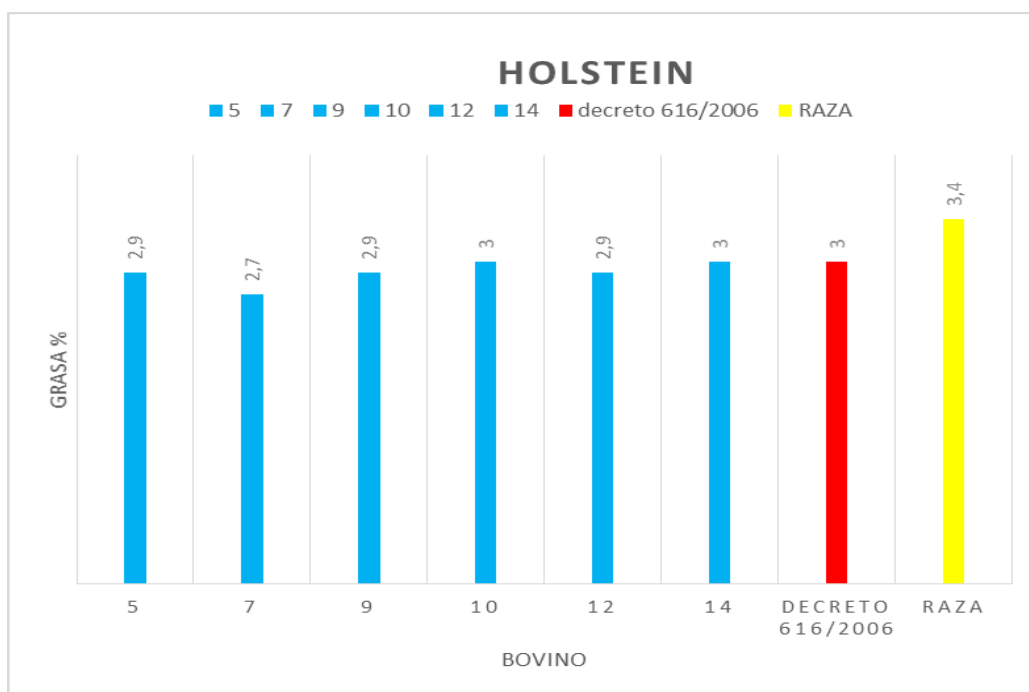
Tabla 4. Resultados por bovino del análisis amnésico raza Holstein

BOVINO RAZA JERSEY	1	2	3	6	8	13
EDAD	6 AÑOS	8 AÑOS	6 AÑOS	2 AÑOS	2 AÑOS	5 AÑOS
PESO	350 Kg	350 Kg	350 Kg	300 Kg	330 Kg	310 Kg
PRODUCCION POR DIA	18-20 L	20-23 L	18-20 L	18-20 L	18-20 L	18-20 L
N° PARTOS	3	6	4	1	1	3
N° ABORTOS	0	0	0	0	0	0
ALIMENTACIÓN	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal
INFECCIONES	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna
TRATAMIENTOS	ninguno	ninguno	ninguno	ninguno	ninguno	ninguno
REPRODUCCIÓN	inseminación	inseminación	Inseminación	inseminación	inseminación	inseminación
SIGNOS	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes

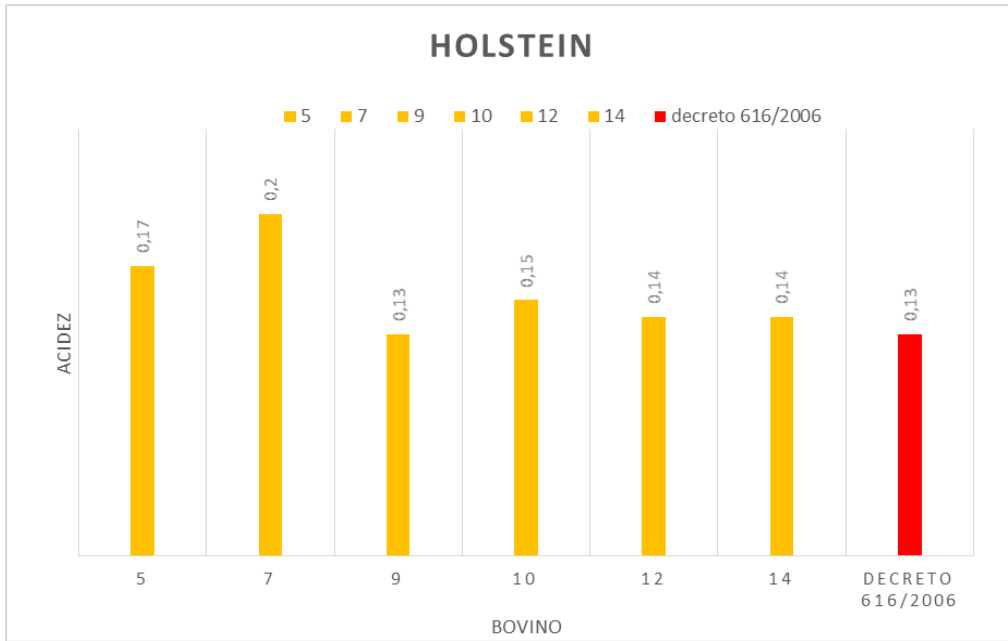
Tabla 5. Resultados por bovino del análisis físico químico y amnésico raza Jersey

BOVINO RAZA NORMANDO	4	11
EDAD	2 AÑOS	10 AÑOS
PESO	350 Kg	350 Kg
PRODUCCION POR DIA	12-14 L	10-15 L
N° PARTOS	1	8
N° ABORTOS	0	0
ALIMENTACIÓN	pasto, concentrado y sal	pasto, concentrado y sal
INFECCIONES	ninguna	Ninguna
TRATAMIENTOS	ninguno	Ninguno
REPRODUCCIÓN	inseminación	Inseminación
SIGNOS	Ausentes	Ausentes

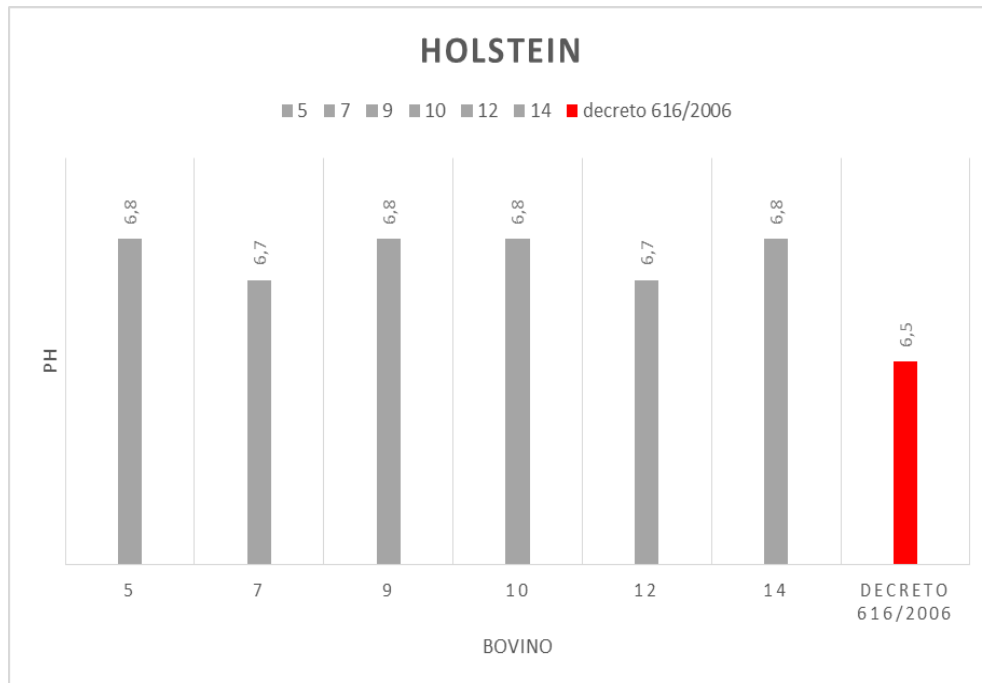
Tabla 6. Resultados por bovino del análisis amnésico raza Normando.



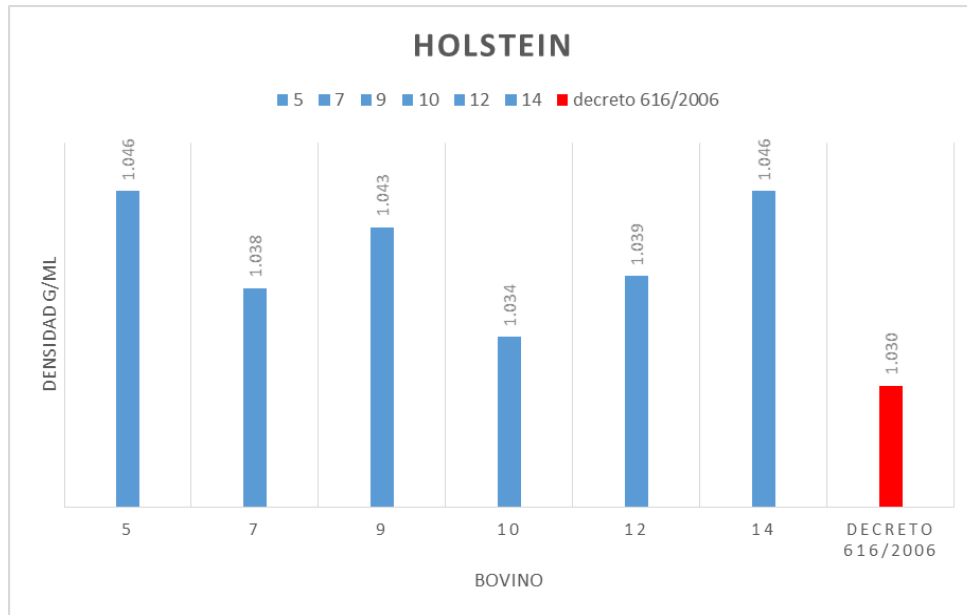
Grafica N° 2 resultados del porcentaje de grasa en la raza holstein comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006 y el valor normal estipulado para la raza.



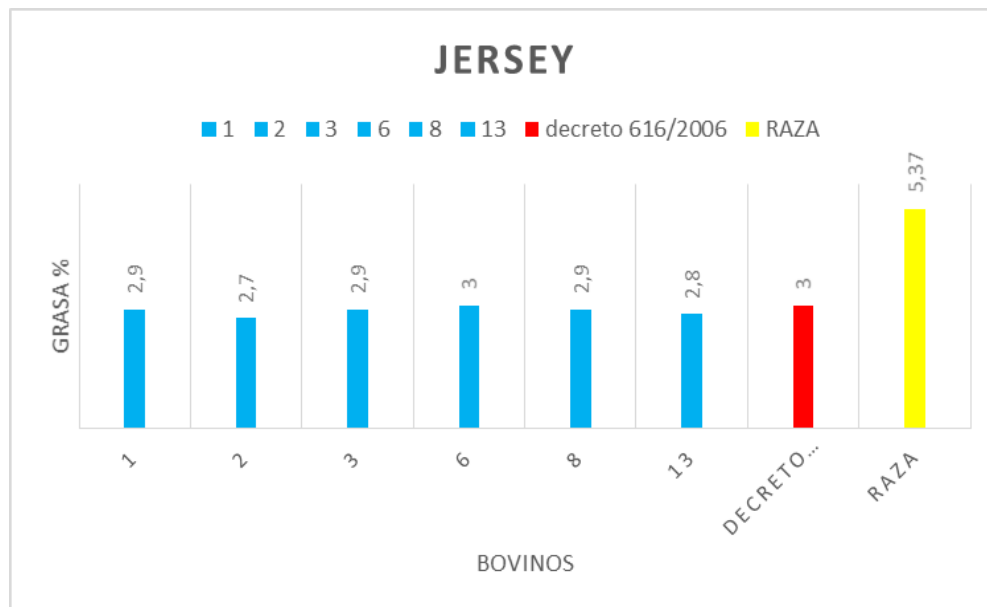
Grafica N° 3 resultados de acidez en la raza holstein comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006.



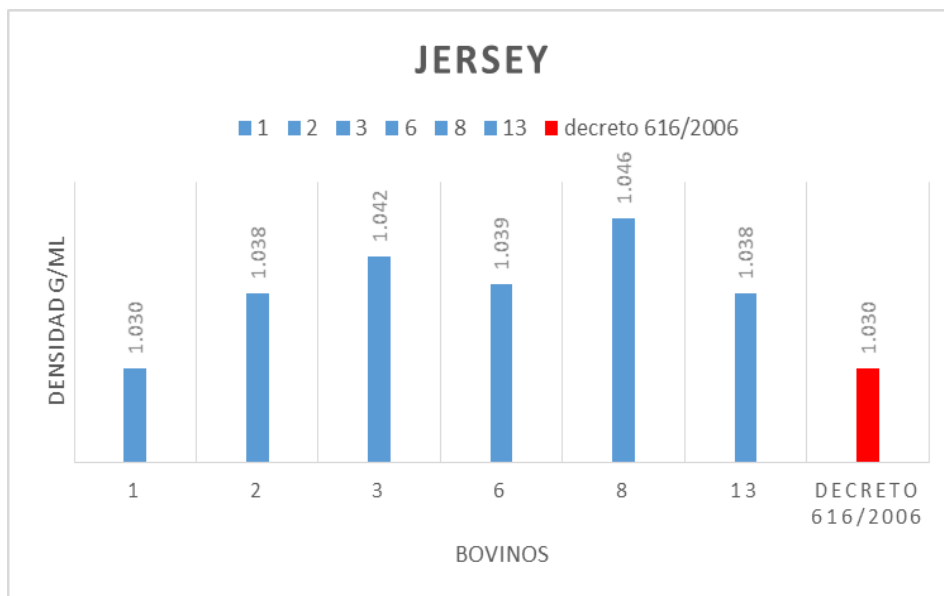
Grafica N° 4 resultados del pH en la raza holstein comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006.



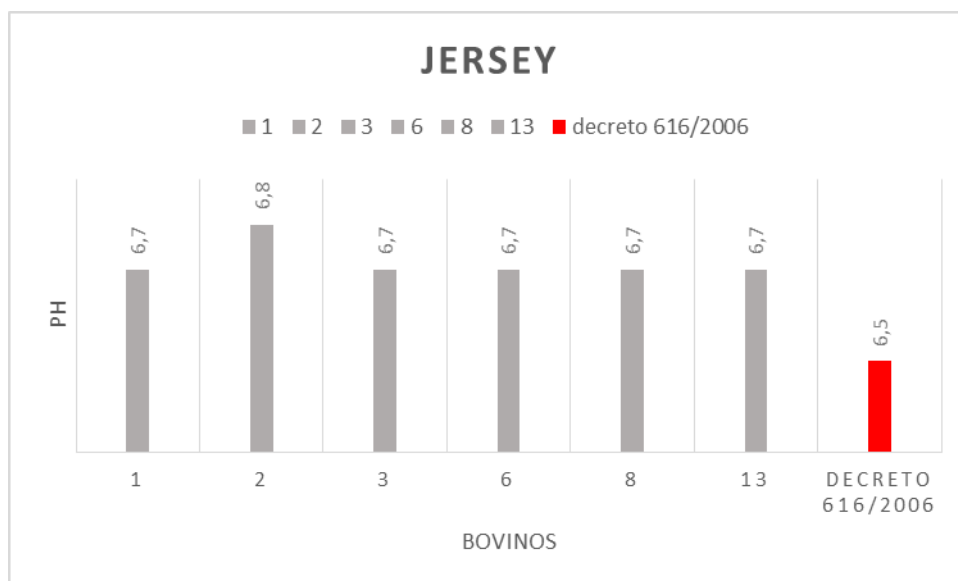
Grafica N° 5 resultados de la densidad en la raza holstein comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006.



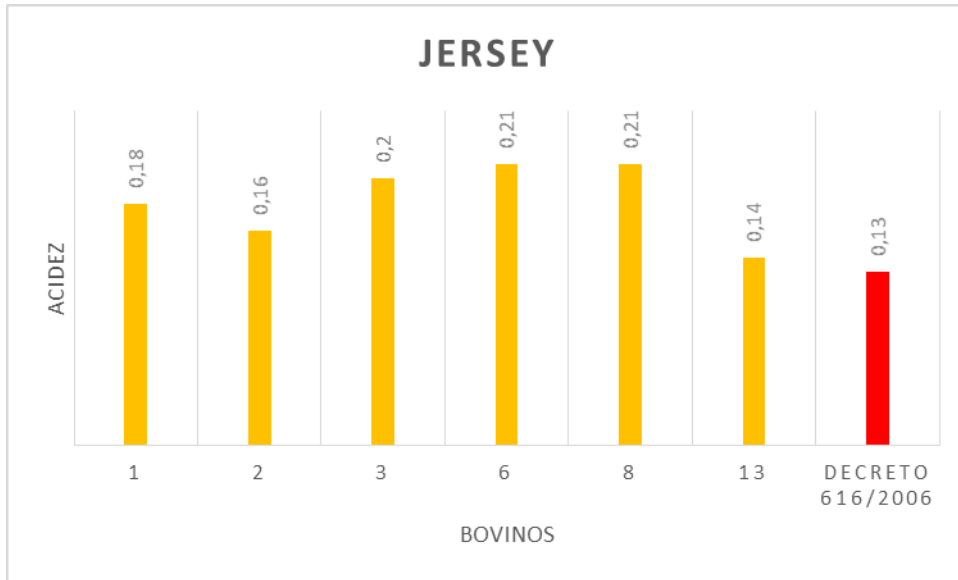
Grafica N° 6 resultados del porcentaje de grasa en la raza jersey comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006 y el valor normal estipulado para la raza.



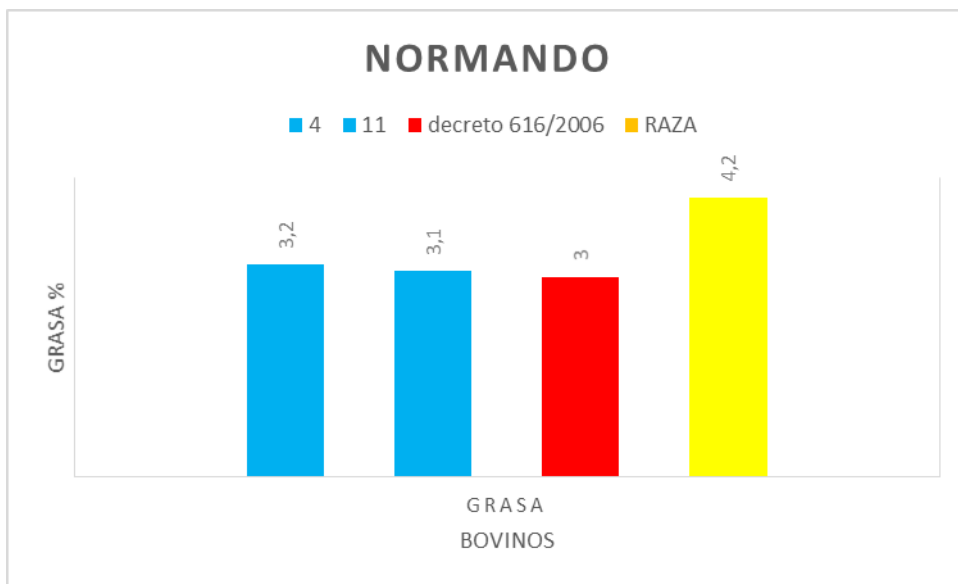
Grafica N° 7 resultados de la densidad en la raza jersey comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006.



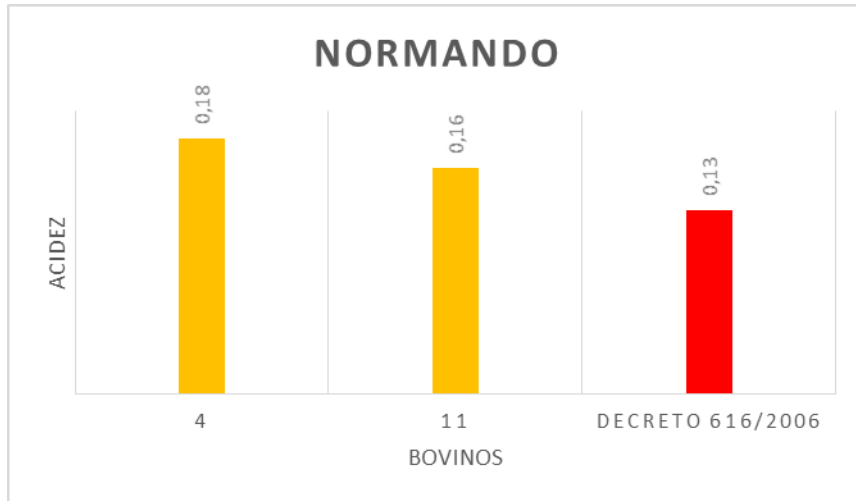
Grafica N° 8 resultados del pH en la raza jersey comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006.



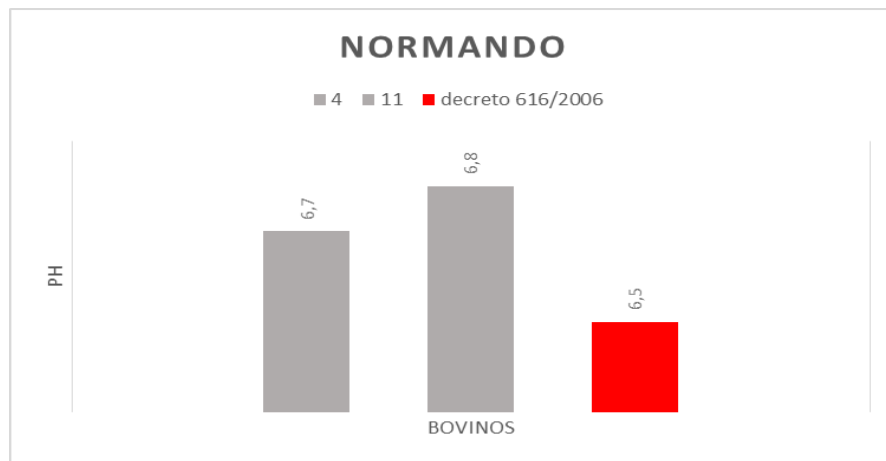
Grafica N° 9 resultados de acidez en la raza jersey comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006.



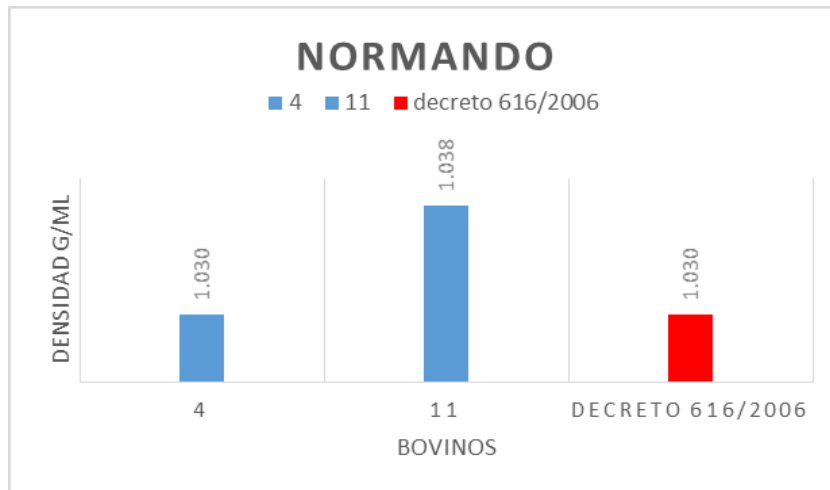
Grafica N° 10 resultados del porcentaje de grasa en la raza normando comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006 y el valor normal estipulado para la raza.



Grafica N° 11 resultados del acidez en la raza normando comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006



Grafica N° 12 resultados de pH en la raza normando comparado con el minimo requerido en el decreto 616/2006



Grafica N° 13 resultados de la densidad en la raza normando comparado con el mínimo requerido en el decreto 616/2006

Los valores de la acidez indican la cantidad de microorganismos presentes en la leche, el rango aceptable según el decreto 616 de 2006 oscila entre 0,13-0,17 % m/v. Los bovinos 1, 3, 6, 7 y 8 se encuentran por encima del valor permitido probablemente debido a una elevada cantidad de proteínas en la leche, contaminación por microorganismos, contaminación ambiental, limpieza inadecuada de la ubre, aseo inadecuado por parte del ordeñador como un deficiente lavado de manos o en infecciones como mastitis subclínica.

Los valores de la densidad indican la relación masa volumen de la leche este parámetro se encuentra estipulado en un valor permitido de 1,030 – 1,033 g/ml por el decreto 616 de 2006 y en el cual solo el bovino 1 se encuentra entre el valor normal; el restante de los bovinos presentan datos elevados que oscilan entre 1.034 a 1.046 g/ml.

Los valores de grasa dependen de la raza, estado de lactancia y nutrición por lo que se puede observar que para este estudio la raza holstein grafica 2 en los bovinos 5,

7, 9 y 12 así mismo para la raza jersey grafica 6 el bovino 13, la grasa se encuentra por debajo del valor mínimo para el decreto 616 de 2006 el en cual se puede interpretar una alteración en la nutrición o estado de lactancia, por el contrario para la raza normando el porcentaje de grasa se encuentra dentro del valor aceptable.¹

Sin embargo los valores obtenidos de grasa en los 14 bovinos se encuentran por debajo del promedio estipulado encontrado en la literatura para cada raza.

En los análisis de potencial de hidrógeno o medición de pH se evidencia que todos los bovinos se encuentran entre los valores normales respecto al decreto 616 de 2006 en el cual se estipula un pH de 6.5 - 6.8. Estos valores se correlacionan con la presencia de caseínas y aniones en las muestras de leche.

Para el análisis de la reductasa se encontró negativa al cabo de 5 horas, indicando una buena calidad de la leche, ya que la reducción del azul de metileno fue mínima, sin embargo en algunos bovinos se logró evidenciar un poco más el cambio de color, como fue para el bovino 8 en comparación a los demás bovinos. Figura 25



Figura 25: Prueba de reductasa en aplicada al bovino 8.



Figura 26: Prueba de reductasa en aplicada al bovino 9.

Los resultados cuantitativos en relación al tiempo transcurrido de dicha prueba se ven representados en la tabla N° 7.

CALIDAD DE LA LECHE				
REDUCTASA	HORAS	BACTERIAS/ mL	BOVINOS	%
BUENA	> 5	100.000 a 200.000 UFC	14	100
REGULAR	2 a 4	200.000 a 2.000.000 UFC	0	0
MALA	< 2	2.000.000 a 10.000.000 UFC	0	0
TOTAL	-	-	14	100

Tabla N° 7. Calidad de la leche frente a las muestras de los 14 bovinos

Según la tabla N° 7 la leche obtenida de los bovinos presentaba una buena calidad higiénica ya que la cantidad de microorganismos reductores presentes en la muestra fueron escasos, debido al análisis visual que se le realizó donde se evidenció muy poca variación en el color en un rango mayor de 5 horas, lo que puedo determinar que hubo una carga bacteriana de 100.000 a 200.000 UFC por muestra analizada.

En cuanto a las características organolépticas la leche se encontró de olor agradable, color blanco mate y consistencia líquida, todo dentro de lo normal.

4. Discusión

En el presente estudio se encontró una gran diferencia en cuanto a la cantidad de leche producida y porcentaje en la composición de la leche, la cual depende principalmente de la raza y los aspectos nutricionales así como también el estado y condiciones del animal, según un artículo de dirección general de promoción agraria (DGPA) DEL 2005 en el cual se valoran y comparan los aspectos nutricionales de la leche, encontrando valores muy similares a la leche humana; inclusive la leche bovina aporta mayor cantidad de proteínas por lo que se considera de gran importancia en la nutrición y desarrollo del hombre. ⁷⁴ Asimismo también se debe considerar que el mayor aporte nutricional depende de la raza bovina, es decir animales pertenecientes a la raza holstein pueden tener una mayor producción debido a su buena lactancia ya que dura más o menos 305 días y puede producir hasta 20 mil litros/ día. ^{75,76}

La edad de los bovinos también puede influir en la cantidad de leche producida; en el 2008, Jones determinó que la edad óptima para una mayor producción era entre los 7.5 - 10 años, ya que obtuvo 6,17 litros/día de leche más que los animales menores a 2,5

años y 0,94 litros/día de leche respecto a bovinos mayores a 10 años. Esta relación se ve reflejada en los datos del bovino N° 2 de la tabla 5, que obtuvo un promedio de 20-23 litros/día con una edad de 8 años, cifra superior a los obtenidos en la tabla 6 donde el bovino N° 4 con 2 años de edad tuvo una producción de 12- 14 litros/día y del bovino N°11 de 10 años con una producción de 10-15 litros/día.⁷⁷

Por otra parte el número de partos puede influir de manera positiva o negativa ya que Carvajal Hernandez encontró en el 2002, una elevación en la producción leche en vacas con tres, cuatro y cinco partos, en comparación con vacas con uno, dos o seis partos. ⁷⁸

Los valores obtenidos de producción diaria de litros de leche para la raza Normando variaron entre 10-15 Lt en este estudio; cantidad cercana a la reportada por Cruz y col. en el 2013 donde describieron que para esta misma raza la producción en litros por día era de 9 a 13 Lt en estado de lactancia y que este se veía afectado por la gran concentración de grasa presente en la leche, debido a su condición.⁷⁹ En el 2017 Gallego Castro mencionó en su estudio que los bovinos de raza holstein generaron una producción de 21.4 a 23.0 litros de leche al día, valores que no presentan una diferencia significativa con los obtenidos en el presente estudio los cuales oscilaron entre 18 a 20 litros/día exceptuando el bovino número 10 que tenía una tasa de producción de 10-15 litros/ día. Según Jones la raza Jersey tuvo una producción por animal al día de 18.69 litros, valores similares a los reportados en nuestro estudio los cuales variaron entre 18-20 litros/día.⁸⁰

Según los análisis realizados basados en el decreto 616 de 2006 la leche cruda debe cumplir con ciertos parámetros como % de grasa, acidez y densidad entre otros, para ser consumida de manera segura por la población; sin embargo estos parámetros pueden ser afectados por diferentes factores; uno de ellos son las condiciones ambientales; en un estudio en Cuba, Martínez Álvarez, describió que la época del año es determinante para la producción y composición nutricional de la leche, allí se evidenció que en épocas de lluvia los bovinos tienen una mejor producción lechera, debido a la mejora de pasto y un contenido de % de grasa de 3.94 en comparación a las épocas de sequía donde se obtuvo un 3.99% de grasa, valores elevados en comparación a los obtenidos en las tablas 4,5,6 las cuales se encontraron en un rango de 2.7 a 3.2 % de grasa.⁸¹ En otro estudio Calderón en el 2007 publicó que las muestras de leche presentaron un rango mínimo de 2.1% y un máximo de 7%, donde el 88.9% de su muestras se encontraron por encima del valor mínimo establecido por el decreto 616 de 2006 que es del 3 %, esto lo justifica debido a que las muestras obtenidas provienen de vacas de cruce Bos Taurus, clasificadas como las mejores productoras de leche; sin embargo un 11.1% de la totalidad de las muestras se encontraron por debajo del valor mínimo, en consecuencia a diferentes factores y cambios climáticos, tipo de alimentación y curva de lactancia, factores que también se vieron involucrados en nuestro proyecto.⁸² En el 2012 en Colombia, nuevamente Calderón señaló que el promedio de porcentaje de grasa encontrado en dicho estudio fue del 3.7%, en Montería, Córdoba. ⁸³ En el año 2017 Gallego Castro, dijo que era buena una leche por el contenido graso presente en ella, con un porcentaje entre

3.3% y 3.5%. Los valores de grasa encontrados en este estudio fueron superiores al 3.31% debido a la dieta y a un suplemento básico suministrado en dicho estudio.⁸⁰

Los resultados obtenidos en la acidez tuvieron una variación, entre 0.13-0.2 % de ácido láctico, con una elevación por encima de lo aceptado por el decreto 616 en las muestras de los bovinos 1,3,6,7,8.⁸³ En Montería en el 2006 Calderón reportó resultados superiores a 0.17% de ácido láctico, en consecuencia de la variación de temperatura de la zona donde se encontraban los bovinos y las muestras.⁸² Para el 2010 en el primer foro sobre la ganadería lechera en zona de Veracruz México, se publicó que la acidez también se podía ver afectada por la cantidad de bacterias fermentadoras presentes en la muestra y no solo esto sino también factores como la cantidad de proteínas citratos y fosfatos podrían generar la alteración.⁸⁴

Según calderón en el 2007 algunas de las muestras de leche cruda analizadas en su estudio presentaron valores de densidad por encima de 0.33 g/ml en un porcentaje de 4.9 esto debido a la falta de nutrientes y energía adquirida por el tipo de alimentación brindada al animal.⁸² Según Sara Alba en un trabajo realizado entre 2016 y 2017, el aumento en los valores de la densidad se encuentra directamente relacionado con el contenido de materia grasa, es decir que a menor cantidad de grasa mayor será la densidad superando los valores de 0.33 g/ml; esto se puede observar en los bovinos 5,7,9 y 12 con mayor relevancia.⁸²

Según el Instituto Nacional Tecnológico Dirección General De Formación Profesional de Nicaragua, desde el 2016 el alimento se clasifica en pastos y forrajes, estos tienen varios nutrientes que los hacen más eficientes en la alimentación, como proteínas,

minerales y carbohidratos donde encontramos la fibra elemento necesario para una buena nutrición y digestión del alimento.²⁸ La importancia de la ingesta de pastos, forraje y concentrados con elevado contenido de fibra logran ayudar a contrarrestar problemas metabólicos producidos por el alto consumo de alimento.⁸⁵

Cruz y Sánchez, describieron en el 2000 qué el concentrado dado a estos rumiantes, no ayudan como estímulo de la masticación y rumia, debido al pequeño tamaño de la partícula, ya que los bovinos deben rumiar entre 560 a 660 minutos para obtener una buena producción de leche de calidad. Ese defecto del concentrado, la puede solucionar la alimentación con forraje o pastos los cuales presenta una partícula más grande. En este mismo artículo se dijo que *“se requieren 2,7 kg de partículas de forraje mayores a 3,81 cm para mantener un rumen saludable”* es decir que entre mayor sea el tamaño de la partícula de alimento, será mejor la producción y por ende el porcentaje de grasa como lo muestra la Tabla 8.⁸⁵

Forma física	Tiempo de masticado		Relación Acético:propiónico	Producción de leche	
	min/día	min/kg de MS		kg	% grasa
Fino	380	3,68	1,70	31,8	2,60
Medio	560	5,00	1,80	35,5	2,90
Grueso	660	5,82	2,10	33,7	3,00

Tabla 8: Relación del tamaño de las partículas de alimentos con la producción en Kg y % de grasa.⁸⁵

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 8 y lo mencionado por los ordeñadores respecto al tipo de alimento, se puede decir que las partículas de alimento adoptado por

las fincas de Caldas, Boyacá eran en su mayoría de tipo medio y grueso ya que los valores reportados son muy similares a los obtenidos en nuestro estudio.

La prueba de reductasa para nuestro estudio, se realizó con Azul de metileno a una temperatura de 37°C, se hicieron lecturas cada hora, durante cinco horas con el fin de verificar visualmente la variación del color producida por bacterias reductoras. Al cabo de ese tiempo se determinó no seguir con la lectura, puesto que las muestras no cambiaron significativamente, por lo cual se determinó que la leche analizada era de buena calidad, además según el tiempo transcurrido se le dio un valor cuantitativo a la prueba permitiendo establecer qué había entre 100.000-200.000 UFC en cada muestra de leche. Según Zambrano en el 2008, la prueba de reductasa con azul de metileno valora la cantidad de bacterias capaces de quitar el oxígeno presente en la leche lo que ayuda a consumir el colorante, Existen factores como la elevada cantidad de lactosa (azúcar reductor) y microorganismos como streptococcus, Staphylococcus y coliformes los cuales incrementan la reducción de este químico.⁸⁶

5. CONCLUSIONES

- El análisis físico químico y amnésico realizado permitió tener una idea del estado de salud de los animales. Además de correlacionar datos adquiridos como porcentaje de Grasa, Densidad, Acidez, factores involucrados en la calidad de la leche, estos parámetros se encuentran establecidos en el Decreto 616 del 2006 que deben ser cumplidos por los productores de leche.
- Los factores nutricionales que se requieren para una buena alimentación bovina cumplen un papel muy importante dependiendo el propósito del ganado y la producción, es por esto que se requieren diferentes dietas y condiciones ambientales para su óptimo aprovechamiento.
- En el análisis de campo se observó, el ordeño común que se lleva a cabo por los pequeños productores de leche y se logró identificar diferentes puntos críticos en el proceso, los cuales pueden llegar a alterar el producto.
- La leche de vaca durante años ha sido una alternativa de alimentación completa para el ser humano debido a su gran aporte nutricional y facilidad de obtención, lo cual lleva a este producto a ser de amplia distribución y comercialización en nuestro país, permitiendo posicionar a Colombia como el cuarto con mayor producción a nivel de Latinoamérica.

Recomendaciones

- La implementación de las buenas prácticas de ordeño son indispensables para obtener una leche de excelente calidad ya que puede verse afectada por la contaminación con microorganismos provenientes del medio ambiente y generar disminución de la cantidad.
- Una buena alimentación bovina, lleva a la generación de leche de calidad, con buenos porcentajes de grasa y nutrientes para obtener un mejor pago.
- Se debe tener en cuenta factores como edad, raza, cantidad de partos del animal para así llevar un control de la productividad láctea.
- Es necesario implementar un excelente orden al momento del ordeño, ya que se puede generar infecciones como mastitis subclínica siendo de gran importancia puesto que causan daño en la productividad, calidad del producto y salud del animal sin ningún tipo de evidencia física.

6. Referencias bibliográficas

1. Leche y productos lácteos [internet]. fao.org. 2011 [citado 3 abril 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>
2. ¿Cómo ha evolucionado la calidad de la leche en Colombia? [internet]. revbiomed.uady.mx. [citado 1 febrero 2019]. disponible en: <https://asoleche.org/2017/04/17/como-ha-evolucionado-la-calidad-de-la-leche-en-colombia/>
3. Boletín mensual leche cruda en finca [internet]. dane.gov.co. 2019 [citado 12 abril 2019]. disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/bolsipsaleche_e_2019.pdf
4. Cifras de referencia del sector ganadero colombiano [internet]. estadisticas.fedegan.org.co. 2016 [citado 8 marzo 2019]. disponible en: <http://estadisticas.fedegan.org.co/doc/download.jsp?prealname=cifrasdereferencia2018.pdf&iidfiles=671>
5. Principales departamentos en acopio de leche [internet]. asoleche - ecosistema lácteo colombiano. 2019 [citado 3 febrero 2019]. disponible en: https://asoleche.org/2017/01/16/principales-departamentos-acopio-leche/?fbclid=iwar2t4meetymihapkxgdyuvap043uyq_hscon5q3ffmcw54oxw7nmev0c7mi
6. Rodriguez V. View of Quality of raw milk n doublé purpose system in Cordoba (Colombia), in máximum and minmum precipitation conditions [Internet]. Revistas.uptc.edu.co. 2015 [citado 13 Junio 2019]. disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencia_agricultura/article/view/4391/3733
7. Rodriguez C. Sitio Argentino de Producción Animal [Internet]. Produccion-animal.com.ar. 2015 [citado 13 Junio 2019]. disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/69-Rodriguez.pdf

8. Jimenez G. Raw milk quality in Northwestern Colombia [Internet]. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2015 [citado 13 Junio 2019]. disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902016000300210&script=sci_arttext&tlng=en
9. Romero A. Vista de Evaluación de la calidad de leches crudas en tres subregiones del departamento de Sucre, Colombia [Internet]. Recia.edu.co. 2018 [citado 13 June 2019]. disponible en: <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/630/pdf>
10. Miranda M, Arango F. Evaluación de la calidad de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales [Internet]. Repository.lasallista.edu.co. 2016 [citado 13 Junio 2019]. disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/1116/819>
11. WingChing-Jones R. Condiciones ambientales y calidad de la leche cruda de un hato Jersey especializado en el trópico húmedo de Costa Rica [Internet]. Scielo.sa.cr. 2014 [citado 13 June 2019]. disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v7n2/1659-4266-cinn-7-02-00165.pdf>
12. Martínez Vasallo A, Villoch Cambas A, Ribot Enriquez A, Montes de Oca N, Riverón Alemán Y, Ponce Ceballo P. Calidad e inocuidad en la leche cruda de una cadena de producción de una provincia occidental de Cuba [Internet]. Scielo.sld.cu. 2015 [citado 13 June 2019]. disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-570X2015000200002&script=sci_arttext&tlng=en
13. Oliszewski R. caracterizacion composicional, fisica-quimica y microbiologica de leche de vaca de la cuenca de trancas [Internet]. Ppct.caicyt.gov.ar. 2016 [cited 13

Junio 2019]. disponible en:
<http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/view/9979/8895>

14. Brousett-Minaya M. Scientia Agropecuaria [Internet]. 2015 [citado 13 Junio 2019]. disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172015000300003&script=sci_arttext
15. Contreras M. evaluación físico- química e higiénica de la producción de leche fresca en el distrito de sócota, cutervo, cajamarca, 2015 [Internet]. Revistas.unitru.edu.pe. 2014 [citado 13 Junio 2019]. disponible en: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/1821/1773>
16. Ley 9 de 1979 [internet]. copaso.upbbga.edu.co. [citado 3 enero 2019]. disponible en: http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/ley_9_1979.codigo%20sanitario%20nacional.pdf
17. Ley 914 de 2004 [internet]. ica.gov.co. 2019 [citado 6 abril 2019]. disponible en: [https://www.ica.gov.co/getattachment/8b30fb3e-26f1-48f3-a738-54fb7d06c8a9/2004I914-\(1\).aspx](https://www.ica.gov.co/getattachment/8b30fb3e-26f1-48f3-a738-54fb7d06c8a9/2004I914-(1).aspx)
18. Las buenas prácticas ganaderas en la producción de leche, en el marco del decreto 616 [internet]. ica.gov.co. 2007 [citado 11 abril 2019]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/049aef47-c6e3-43d9-826b-e163f8b40e98/publicacion-23.aspx>
19. Resolución 000017 [internet]. minagricultura.gov.co. 2012 [citado 6 febrero 2019]. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/documents/d.angie/res%200%20000017%20de%202012.pdf>

20. zootecnia y veterinaria es mi pasión. (2019). razas bovinas todas las razas: información actualizada. [online] disponible en: <https://zoovetesmpasion.com/razas-bovinas/> [3 abr. 2019].
21. Association between conformation traits and productive performance in holstein cows in the department of antioquia, colombia1.disponible en: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v8n1a03.pdf>
22. Bovino, g., ganado, r. and colombia, l. (2019). las mejores razas de ganado lechero en colombia - todo sobre ganado. [internet] todo sobre ganado. disponible en: <https://todosobreganado.com/la-mejores-razas-de-ganado-lechero-en-colombia/> [8 abr. 2019].
23. Dirección nacional de promoción agraria. (2019). aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche [internet] disponible en: http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7ae7e7ab111562710525797d00789424/%24file/aspectosnutricionalesytecnol%c3%b3gicosdelaleche.pdf [5 abr. 2019].
24. Biblioteca.colanta.com.co. (2019). catálogo en línea. [internet] disponible en: http://biblioteca.colanta.com.co/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=275 [1 feb. 2019].
25. Meléndez, p. and bartolomé, j. (2019). avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: revisión. [internet] disponible en: engormix. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/avances-sobre-nutricion-fertilidad-t42392.htm> [14 feb. 2019].
26. Fedegan.org.co. (2019). programa de alimentación bovina | fedegan. internet] disponible en: <https://www.fedegan.org.co/programas/programa-de-alimentacion-bovina> [26 mar. 2019].
27. Cruz m, sánchez j. la fibra en la alimentación del ganado lechero [internet]. ciat-library.ciat.cgiar.org. 2000 [citado 10 april 2019]. disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/forrajes_tropicales/pdf/books/split/evaluacion_pasturas_contenido_a.pdf
28. Manual del protagonista pastos y forrajes [internet]. jica.go.jp. 2016 [cited 5 april 2019]. disponible en:

https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pg0000224spz-att/manual_de_pastos_y_forrajes.pdf

29. Los 5 mejores pastos para el ganado en el trópico bajo | contexto ganadero | noticias principales sobre ganadería y agricultura en colombia [internet]. contextoganadero.com. 2015 [cited 6 april 2019]. disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/los-5-mejores-pastos-para-el-ganado-en-el-tropico-bajo>
30. Eizondo, j. (2019). anatomía de la ubre y secreción de la leche. [online] eeavm.ucr.ac.cr. disponible en: http://eeavm.ucr.ac.cr/documentos/articulos_publicados/2010/155.pdf [6 abr. 2019].
31. Tamayo, c. (2019). del rumen a la ubre capítulo 15. [internet] aprendeenlinea.udea.edu.co. disponible en: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/biogenesis/article/viewfile/328085/20785055> [6 abr. 2019].
32. Estructura de la glándula mamaria [internet]. agrobit.com. [citado 17 february 2019].disponible en: http://www.agrobit.com/info_tecnica/ganaderia/prod_lechera/ga000019pr.htm
33. Avila, s. y romero, l. (2019). anatomía y fisiología de la glándula mamaria. [online] produccion-animal.com.ar. disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/110-anatomia.pdf [5 abr. 2019].
34. Biblioteca.colanta.com.co. (2019). catalogo en línea. [online] disponible en: http://biblioteca.colanta.com.co/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=275 [1 feb. 2019].
35. Sordillo l. mammary gland immunobiology and resistance to mastitis. 2019. disponible en: <https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment>
36. Canales m, perla a. evaluación in vitro de la multirresistencia antimicrobiana de bacterias causantes de mastitis subclínica y mastitis clínica identificadas en vacas en ordeño manual en tres ganaderías del municipio de agua caliente,

- chalatenango. . [internet].2017 [02 agosto 2018]. disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/15265/1/13101658.pdf>
37. Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. la mastitis bovina, enfermedad infecciosa de gran impacto en la producción lechera . [internet].2014 [05 agosto 2018]. disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_ago_2014.pdf
38. Carvajal m. duración de la lactancia y producción de leche de vacas holstein en el estado de yucatán, méxico. [internet]. revbiomed.uady.mx. 2002 [cited 2 april 2019]. disponible en: <http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb021314.pdf>
39. Yera g, ramírez w. la prevalencia de mastitis clínica en vacas mestizas holstein. [internet].2016 [06 agosto 2018]. disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/636/63646040004.pdf>
40. Mendoza j, vera y. prevalencia de mastitis subclínica, microorganismos asociados y factores de riesgo identificados en hatos de la provincia de pamplona, norte de santander. [internet].2017 [06 agosto 2018]. disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v64n2/v64n2a02.pdf>
41. Ruiz r. departamento de medicina y zootecnia de rumiantes unam. técnicas alternativas para el diagnóstico de mastitis. [internet]. [05 agosto 2018]. disponible en: http://www.ammveb.net/articulos/tecnicas_alternativas.pdf
42. Callejo ramos a. las instalaciones de ordeño para vacuno de leche. [internet]. ocw.upm.es. 2019 [cited 10 april 2019]. disponible en : http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno-mecanico/tema_3._salas_de_ordeno/textos_y_figuras/tema_03-_tipos_de_instalaciones_de_ordeno_para_ganado_vacuno.pdf
43. Arias r, escobar p, mader t. factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche [internet]. scielo.conicyt.cl. 2008 [cited 8 april 2019]. disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/amv/v40n1/art02.pdf>
44. ICA.gov.co. (2019). las buenas prácticas ganaderas en la producción de leche, en el marco del decreto 616. [internet] disponible en:

<https://www.ica.gov.co/getattachment/049aef47-c6e3-43d9-826b-e163f8b40e98/publicacion-23.aspx> [9 marz. 2019].

45. Manual 1 buenas prácticas de ordeño [internet]. fao.org. 2019 [cited 4 february 2019]. disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bo952s.pdf>
46. Los diferentes tipos de salas de ordeño | contexto ganadero | noticias principales sobre ganadería y agricultura en colombia [internet]. contextoganadero.com. 2019 [citado 4 febrero 2019]. disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/los-diferentes-tipos-de-salas-de-ordeno>
47. Salas de ordeño (2ª parte) tipos de instalaciones (ii) salas en espina de pescado [internet]. oa.upm.es. 2019 [citado 8 marzo 2019]. disponible en: http://oa.upm.es/11451/1/inve_mem_2011_105298.pdf
48. Salas de ordeño (2ª parte) tipos de instalaciones [internet]. 2019 [citado 8 abril 2019]. disponible en: http://oa.upm.es/11449/1/inve_mem_2011_105294.
49. Salas de ordeño (2ª parte) tipos de instalaciones (iii) salas en paralelo [internet]. oa.upm.es. 2019 [cited 9 april 2019]. disponible en: http://oa.upm.es/11452/1/inve_mem_2011_105300.pdf
50. Salas de ordeño (2ª parte) tipos de instalaciones (iv) salas rotativas [internet]. oa.upm.es. 2019 [citado 8 abril 2019]. disponible en: http://oa.upm.es/11445/1/inve_mem_2011_91162.pdf
51. Ortiz t. manual de buenas prácticas de ordeño [internet]. 2019 [citado 6 abril 2019]. disponible en: https://www.researchgate.net/publication/281865217_manual_de_buenas_practicas_de_ordeno
52. Dane.gov.co. (2019). buenas prácticas ganaderas. [internet] disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_julio_2013.pdf [9 abr. 2019].
53. Calderón r a, rodríguez r v, vélez r s. evaluation of milk quality in four processors of cheese in the municipality of Monteria, Colombia [internet]. scielo.org.co. 2007 [citado 10 marzo 2019]. disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0122-02682007000100006

54. Garcia c,(2014) grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación [internet]. uco.es. 2014 [citado 5 abril 2019]. disponible en: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19_10_27_3153revisi ongrasagarcia.pdf
55. Infolactea.com. (2019). manejo nutricional y composición de la leche. el desafío de incrementar los sólidos totales en la leche. una necesidad de corto plazo -[online] disponible en: <http://infolactea.com/biblioteca/400011020005124-2/> [8 ene.
56. Dirección nacional de promoción agraria. (2019). aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche [internet] disponible en: http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7ae7e7ab111562710525797d00789424/%24file/aspectosnutricionalesytecnol%c3%b3gicosdelaleche.pdf [5 abr. 2019].
57. Bravo i. estudio de la fracción proteica de leche y fórmulas infantiles sometidas a altas presiones [internet]. www2.congreso.gob.pe. 2019 [citado 8 abril 2019].disponible en: http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7ae7e7ab111562710525797d00789424/%24file/aspectosnutricionalesytecnol%c3%b3gicosdelaleche.pdf
58. Las buenas prácticas ganaderas en la producción de leche, en el marco del decreto 616 [internet]. ica.gov.co. 2007 [citado 11 abril 2019]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/049aef47-c6e3-43d9-826b-e163f8b40e98/publicacion-23.aspx>
59. Sabikhi I. designer milk [internet]. mail-attachment.googleusercontent.com. 2019 [citado 7 abril 2019]. disponible en: https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/u/1/?ui=2&ik=5044937da1&attid=0.2&permmsgid=msg-f:1630369906048706879&th=16a03cca9e85293f&view=att&disp=inline&realattid=f_jua8ppfq0&sadbat=angjdi8mqhm1rfqpkvbzbh_tqdlgtggr3iics7tsffrepyr3qmq6eijl4ubad8bmf_iaptaenwljndybakhmh0-ij2t7ozxahheobvsrxbiu0sadxys3nanuvtw53lsh5keftxracs8hkikm1ws4o9fyosfi6ozb7

g7bwli61jqlsqnhhzyhow-lugka7saynjad6o2l3gys9ifh3qhyhtm0bz56fbtmmr92pcipigo3aakajlehfdg6lj3xdbcx4kfnmtfhlotqbpibgefmb2f73j-iggz44cmna7npd3p1ryb_qojcetguwfmvyh9ljbantzvep4xuqyq6m-gz9wlkwncrsstc-003xs0dh2xxqrbda2syjrqavbey6otfojfttgaiblnhcwlnytm-mssfz6lce_hylqoa31altvadlkqqnuu7hsaydhg2stono8z_6ckypuvjfvxk-fgdy1c90cg_pxlqkaevvukymktbptrm1mbsxiz_4p8ijphtdatexpftkss9rfydgn4mcxk6_71e7gglgbozsssswain_xbnwi4uf1hxa5qytsj1sdpkk0xnmh_xos6tuh88jzq2bp47wvp05skeex9b3q9mjrudyzbvdwdq6usewvf4op62anxi_i3znjwcjbuyh54-jmfjtidchqan2g

60. Fernandez e, martinez j, martinez v, moreno j. documento de consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche [internet]. scielo.isciii.es. 2015 [citado 2 abril 2019]. disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/09revision09.pdf>
61. Jimenez I. la microbiota de la glándula mamaria bovina [internet]. producción animal. 2018 [cited 10 april 2019]. disponible en: <http://www.produccionanimal.com/la-microbiota-de-la-glandula-mamaria-bovina/>
62. Nacional abierta y a distancia, u. (2019). definición, composición, estructura y propiedades de la leche. [online] infolactea.com. disponible en: http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105_lectura_revision_de_presaberes.pdf [2 feb. 2019].
63. Delgado-callisaya, p., parisaca, v., quispe, i., delgado, e. and aduviri, m. (2019). evaluación de la calidad de la leche cruda bovina (bos taurus) en la comunidad mazo cruz del departamento de la paz-bolivia. [online] scielo.org.bo. disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2311-25812016000100004 [2 abr. 2019].
64. Rada-mendoza m, salazar s m. lactulose, indicator of heat treatment in colombian commercial fortified milk [internet]. scielo.org.co. 2019 [cited 10 april 2019]. disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1692-35612011000200009

65. López d, sánchez a. verificación de los métodos para el análisis proximal en leche entera en el laboratorio de análisis de aguas y alimentos de la universidad tecnológica de pereira [internet]. recursosbiblioteca.utp.edu.co. 2011 [citado 10 april 2019]. disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisd/textoyanexos/63714h565.pdf>
66. Análisis de leche y productos lácteos [internet]. depa.fquim.unam.mx. 2018 [cited 2 april 2019]. disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/alimentosricosenproteinas_8076.pdf
67. Leon d, guerrero v, gomez a. informe fisicoquimico leches [internet]. scribd. 2019 [cited 6 april 2019]. disponible en: <https://www.scribd.com/doc/200811266/informe-fisicoquimico-leches>
68. Santana a. perspectivas del sector lácteo para 2018 [internet]. 2018 [cited 9 march 2019].disponible en: <https://www.contextoganadero.com/economia/perspectivas-del-sector-lacteo-para-2018>
69. Balance del sector ganadero colombiano en 2017 [internet]. estadisticas.fedegan.org.co. 2017 [cited 8 march 2019]. disponible en: https://estadisticas.fedegan.org.co/doc/download.jsp?prealname=balance_sectorial_2017.pdf&iidfiles=668
70. Boletín mensual leche cruda en finca [internet]. dane.gov.co. 2019 [cited 12 april 2019]. disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/bolsipsaleche_en_e_2019.pdf
71. Vasquez m. análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del alto de chicamocha (departamento de boyacá) [internet]. dialnet.unirioja.es. 2007 [cited 7 april 2019]. disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4943762.pdf>
72. perfil sanitario nacional de leche cruda para consumo humano directo [internet]. minsalud.gov.co. 2013 [citado 7 april 2019].disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/vs/pp/sna/perfil-sanitario-nacional-leche-cruda.pdf>


73. López E, Lancheros G, Mora C, Cifuentes P. guías de laboratorio electiva de profundización énfasis microbiología industrial microbiología aplicada a producción industrial, universidad colegio mayor de Cundinamarca facultad de ciencias de la salud programa de bacteriología y laboratorio clínico. Bogotá 2017. [Citado 1 a sep. 2018]
74. Dirección nacional de promoción agraria. (2019). aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche [online] disponible en: http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7ae7e7ab1115627105
75. razas europeas de ganado bovino [internet]. fao.org. 2019 [cited 6 april 2019]. disponible en: <http://www.fao.org/3/an472s/an472s24.pdf>
76. Cruz j, rodriguez d. caracterización de parámetros productivos y reproductivos de ganado normando en colombia [internet]. scielo.isciii.es. 2013 [cited 7 april 2019]. disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v62n239/art3.pdf>
77. Jones r, perez r. condiciones ambientales y producción de leche de un hato de ganado jersey en el trópico húmedo: el caso del módulo lechero-sda/ucr1 [internet]. kerwa.ucr.ac.cr. 2008 [cited 6 april 2019]. disponible en: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/13842/6772-9340-1-pb.pdf?sequence=1&isallowed=y>
78. Carvajal m. duración de la lactancia y producción de leche de vacas holstein en el estado de yucatán, méxico. [internet]. revbiomed.uady.mx. 2002 [citado 2 abril 2019]. disponible en: <http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb021314.pdf>
79. Cruz j, rodríguez d. caracterización de parámetros productivos y reproductivos de ganado normando en colombia [internet]. scielo.isciii.es. 2013 [cited 7 april 2019]. disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v62n239/art3.pdf>
80. Gallego I, mahecha I, angulo j. producción, calidad de leche y beneficio: costo de suplementar vacas holstein con tithonia diversifolia [internet]. 2017 [citado 5 abril 2019]. disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43750618003>

81. Martínez-alvarez m, Ribot-enríquez a, Martínez-vasallo a, Capdevila-varela j, hernández-rodríguez r. influencia de la época del año sobre la calidad físico-química de la leche en una provincia de la región occidental de cuba [internet]. scielo.sld.cu. 2017 [citado 8 abril 2019]. disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0253-570x2017000300010
82. Calderón r a, rodríguez r v, vélez r s. evaluation of milk quality in four processors of cheese in the municipality of Monteria, Colombia [internet]. scielo.org.co. 2007 [citado 10 marzo 2019]. disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0122-02682007000100006
83. Calderon a, rodríguez v, martínez n. calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en montería (córdoba) [internet]. scielo.org.co. 2012 [cited 4 april 2019]. disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v15n2/v15n2a18.pdf>
84. Producción de leche en la zona alta de veracruz [internet]. uv.mx. 2019 [citado 6 february 2019]. disponible en: https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/bienvenida_files/producciondelecheenlazonaaltadeveracruz.pdf
85. Cruz m. la fibra en la alimentación del ganado lechero [internet]. cina.ucr.ac.cr. 2000 [citado 9 april 2019]. disponible en: http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/revista/la_fibra_en_la_alimentacion_del_ganado_lechero.pdf
86. Zambrano j, ramírez j. valoración de la calidad higiénica de la leche cruda en la asociación de productores de leche de sotará – asproleso, mediante las pruebas indirectas de resazurina y azul de metileno [internet]. revistabiotecnologia.unicauca.edu.co. 2019 [cited 12 april 2019]. disponible en: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/85>

Anexos

Anexo 1 formato de encuesta para análisis anamnésico y físico químico

TIPIFICACIÓN DE FLORA BACTERIANA EN GLÁNDULA MAMARIA DE BOVINOS CON MASTITIS SUBCLÍNICA Y SU RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS EN EL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE



07 MAYO de 2018

BOVINO NÚMERO: 1 Chocolatina

NOMBRE DE GRANJA: _____

EDAD: <u>6 años</u>	PESO: <u>250 kilos</u>	NÚMERO DE PARTOS: <u>3</u>
RAZA: <u>Jersey</u>	PRODUCCIÓN LÁCTEA LITRO/DIA/VACA: <u>18 litros x día</u>	NÚMERO DE ABORTOS: <u>0</u>

TIPO DE ALIMENTACIÓN:	MÉTODO REPRODUCTIVO:
1. <u>Pasto</u>	1. <u>Inseminación</u>
2. <u>puera</u>	2. _____
3. <u>Sal</u>	3. _____
4. _____	

INFECCIONES ANTERIORES:	TRATAMIENTOS RECIBIDOS:
1. <u>Ninguno</u>	1. <u>Ninguno</u>
2. _____	2. _____
3. _____	3. _____

SIGNOS

SIGNOS	PRESENCIA/AUSENCIA
DOLOR	
RUBOR	<u>Ausencia</u>
TUMEFACCIÓN:	<u>Ausencia</u>
PERDIDA DE LA FUNCIÓN:	<u>Ausencia</u>
AGRIETAMIENTO:	<u>Ausencia</u>

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

ANÁLISIS	RESULTADO
DENSIDAD	1.030 g/ml
%GRASA	3.1 %
pH	6.7
ACIDEZ	0.18 c/o m/V
REDUCTASA	Negativa

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS:

PROPIEDAD	DESCRIPCION
COLOR	Blanco
OLOR	Poco acentuado

Anexo 2 Procedimiento para la determinación de la densidad

Procedimiento:

- Lavar el picnómetro con detergente - Enjuagar con agua destilada -
- Dejar secar el picnómetro y la caperuza al ambiente
- Llevar a 15°C y pesar todo el aparato con aproximación a 0,1 mg. Denominar este P1
- Llenar el picnómetro con agua destilada
- Colocar el picnómetro en baño de hielo a 15°C
- Colocar la caperuza, secar el picnómetro y pesar. Este será P2
- Llenar el picnómetro con la leche a analizar. Pesar denominar este P3

Cálculos de la densidad

$$15/15C: D_{15/15} = \frac{P3 - P1}{P2 - P1}$$

Anexo 3 Procedimiento para la determinación de la grasa por método de gelber

Procedimiento:

Llevar la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y mezclar hasta que esté homogénea, si la muestra presenta grumos de crema, calentarla en el recipiente tapado en baño de María a 38°C.

- Colocar en el butirómetro Gerber 10 ml de ácido sulfúrico
- Con una pipeta de 11 ml medir la muestra de leche o de producto lácteo
- Dispensar lentamente la muestra por las paredes del butirómetro para evitar cualquier reacción del ácido sulfúrico.
- Agregar 1ml de alcohol isoamílico y colocar el tapón de seguridad hasta que quede firme
- Tapar el butirómetro, cubrir el bulbo del mismo con un trapo, tomarlo con una mano y mezclarlo en forma circular hasta que no se observan partículas blancas, luego invertirlo tres veces para mezclar el ácido contenido en el bulbo terminal.
- Centrifugar el butirómetro inmediatamente después de la agitación con la tapa hacia el fondo de la copa.

Anexo 4 Procedimiento para la determinación de acidez

Procedimiento:

- Cuando la muestra contenga grumos de grasa calentar a 38°C en baño de María
Enfriar a 20°C
- Colocar en un vaso de precipitado o vaso plástico 9 ml de muestra
- Agregar 5 gotas de fenolftaleína y Titular con Hidróxido de Sodio hasta que la muestra vire a rosado, color que debe mantenerse por 12" a 15".

Cálculos:

Acidez expresada como ácido láctico % m/v = $0,1 \times V \times F$

10 ml de leche $0,09 \times V \times F$ 9 ml de leche $0,1 \times V \times F$

Anexo 5 Procedimiento para la determinación de la prueba de la reductasa.

Procedimientos:

- mezclar la muestra de leche
- agregar 0.5 ml de azul de metileno
- llevar a incubar a 37°C
- observar cada 1 hora el cambio de color, por cinco horas.