

Estudio piloto sobre determinación de factores físico químicos de la leche en dos fincas en Caldas, Boyacá

Pilot study on physical chemical factors of milk in two farms in Caldas, Boyacá

Emily C. Acuña A.¹, Saray L. Álvarez A.¹, Liliana C. Muñoz M.²,
Jeannette Navarrete O.², Gladys Pinilla B.²

Recibido: 10 de septiembre de 2020

Aceptado: 10 de noviembre de 2020

Resumen

La leche es un alimento con alto contenido de nutrientes como grasa, proteínas, vitaminas y minerales. Las buenas prácticas de ordeño manual o mecánico en los bovinos establecidos en el Decreto 616 del 2006 de Colombia, son un requisito para proteger la salud humana y favorecer la calidad de la leche teniendo en cuenta sus valores fisicoquímicos y microbiológicos.

En este estudio, para determinar los parámetros fisicoquímicos en la leche como: densidad, porcentaje de grasa, potencial de hidrógeno (pH), Acidez, reductasa y pruebas organolépticas de olor, color y aspecto, se tomaron muestras de estas obtenidas mediante ordeño manual con una producción entre 10-23 litros/día en 14 bovinos de raza Normando, Jersey y Holsteisin sin síntomas clínicos de mastitis bovina, en dos fincas lecheras ubicadas en el Departamento de Boyacá, Colombia. Los resultados obtenidos fueron, porcentaje de grasa de 2.3-3.2%, acidez con valores de 0.13% a 0.21%, la densidad se encontró entre 1.030g/ml-1.046g/ml. Estos parámetros pueden tener algunas variaciones posiblemente por factores como la nutrición, asociada a la calidad de los pastos, concentrados y forrajes, el clima, cantidad

¹ Estudiantes del programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

² Docentes Facultad Ciencias de la Salud. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Correspondencia: lilimunozm@unicolmayor.edu.co

de microorganismos, edad del bovino y número de partos. Finalmente, algunos de los factores mencionados son susceptibles de mejoramiento, lo cual propenderá por la calidad de la leche y la mejor remuneración para este tipo de pequeños productores.

Palabras claves: factores físico químicos, leche, bovinos, nutrición, factores ambientales.

Abstract

Milk is a food with a high content of nutrients such as fat, protein, vitamins and minerals. The good practices of manual or mechanical milking in cattle established in Decree 616 of 2006 of Colombia, are a requirement to protect human health and favor the quality of milk, considering its physicochemical and microbiological values.

In this study, to determine the physicochemical parameters in milk such as: density, fat percentage, hydrogen potential (pH), acidity, reductase and organoleptic tests of odor, color and appearance, samples were obtained by manual milking with a production between 10-23 liters / day in 14 Norman, Jersey and Holsteisin cattle without clinical symptoms of bovine mastitis, in two dairy farms located in the Department of Boyacá, Colombia. The results obtained were, fat percentage of 2.3-3.2%, acidity with values from 0.13% to 0.21%, the density was found between 1.030g / ml-1.046g / ml. These parameters may have some variations, possibly due to factors such as nutrition, associated with the quality of the pastures, concentrates and forages, the climate, the quantity of microorganisms, the age of the cattle and the number of calvings. Finally, some of the aforementioned factors are susceptible to improvement, which will favor the quality of the milk and the best remuneration for this type of small producers.

Keywords: physical-chemical factors, milk, cattle, nutrition, environmental factors.

Introducción

La calidad de la leche depende las propiedades químicas como composición, características organolépticas (aspecto, olor y sabor), fisicoquímicas que se encuentran relacionadas al valor nutricional la calidad higiénica, carga y tipo de microorganismos. Es por esta razón que 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 componentes como grasa, proteínas, minerales y vitaminas que la hacen un alimento de alto consumo, saludable y de importancia para el hombre.

En Colombia el volumen de producción esta alrededor de 7.200 millones de litros año con un acopio de la industria formal cerca del 50% del volumen producidos es decir aproximadamente en 3.500 millones de litros en el año 2017 (2).

Este acopio ha tenido un detrimento frente a los años 2010-2014 donde 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 (3).

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 (4). 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/mL.(5).

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 (6).

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 (7,8). 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 (9). Por lo anterior el objetivo de este trabajo es realizar un estudio piloto para el análisis de los factores físico-químicos que influyen en la calidad de la leche tomada por ordeño manual en bovinos de razas diferentes aparentemente sanos en el Municipio de Caldas, Boyacá.

Materiales y métodos

Muestra

De dos fincas dedicadas a la producción y comercialización de leche cruda en un Municipio de Boyacá, se tomaron muestras de leche cruda de 14 bovinos de razas Jersey, Normando y Holstein.

Se identificaron factores ambientales, alimenticios, fisiológicos y las

prácticas de ordeño manual que afectan la calidad de la leche

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: Edad del animal, número de partos, número de abortos, peso, raza, cantidad de leche producida en litros por día, reproducción y nutrición, infecciones (signos como dolor, rubor, tumefacción, pérdida de la función de la glándula, agrietamiento) con síntomas como fiebre, falta de apetito, frecuencia y consistencia de sus deposiciones, cambios en el comportamiento del animal y tratamientos médicos con el fin de ratificar la atención y cuidado adecuado por parte del ordeñador además de tener datos presuntivos de enfermedad

Toma de muestra

Para la toma de muestra se procedió a observar el procedimiento de ordeño manual y las buenas prácticas de ordeño como limpieza de la ubre y deposiciones fecales en el mismo momento de la extracción de la leche.

Fig 1



Figura 1. Análisis visual del ordeño.

Se muestrearon 14 bovinos alojados en dos fincas de un municipio de Boyacá. De cada cuarto de la ubre

se tomaron 10 a 15 ml de leche por bovino en frascos estériles y refrigerados a 4°C Fig 2



Figura 2. Recolección de las muestras a analizar.

Características organolépticas

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

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 a una posible infección.

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. Fig 3



Figura 3. 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 Fig 4.

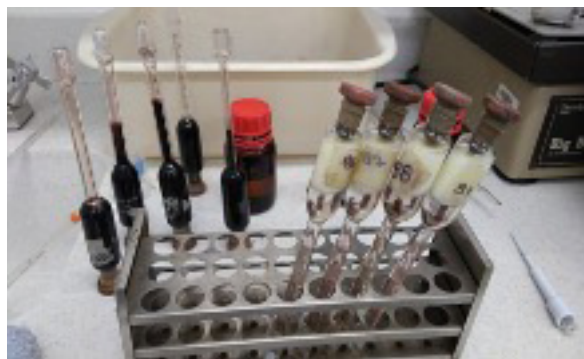


Figura 4. Método de gerber, butirómetro determinación de grasa.

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.

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.

El valor de la acidez se obtuvo utilizando mediante titulación teniendo como indicador la fenolftaleína.

Reductasa

Esta prueba se realizó con el fin determinar la calidad higiénica de la leche, a través de la oxidación-reducción que generan los microorganismos 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.

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 Tabla 1. La alimentación de todos los bovinos fue pasto concentrado, ninguno presentó infecciones y la reproducción fue por inseminación.

Tabla 1. Resultados por razas de los bovinos del análisis anamnésico raza Holstein.

RAZA	#	EDAD AÑOS	PESO KG.	PRODUCCIÓN LITROS/DIA	# PARTOS	# ABORTOS
HOLSTEIN	6	2-6	300-350	10-25	0-3	0-1
JERSEY	6	2-8	300-350	18-23	1-6	0
NORMANDO	2	2-10	350	10-15	1-8	0

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla No 2 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

Tabla 2. Resultados de los análisis físico químicos de las muestras analizadas.

RAZA	% GRASA M/V	ACIDEZ	PH	DENSIDAD G/ML
HOLSTEIN	2.7 - 3	0.13-0.2	6.7-6.8	1.034-1.046
JERSEY	2.7 - 3	0.14-0.21	6.7-6.8	1.030-1.046
NORMANDO	3-3 - .2	0.16-0.18	6.7-6.8	1.030-1.038
Valores asignados decreto 616 2006	Mínimo 3.0	0,13-0,17	6.5-6.8	1030-1033

Fuente. Elaboración propia.

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.

Los resultados cuantitativos en relación al tiempo transcurrido de dicha prueba se ven representados en la tabla N° 3

Tabla 3. Medición de reductasa.

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

Fuente. Elaboración propia.

Según la tabla N° 3 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 evidencio 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 liquida, todo dentro de lo normal.

Discusión

La FAO recomienda determinar la calidad de la leche en pequeños productores en países en desarrollo, mediante análisis organolépticos y fisicoquímicos en términos de la densidad de la

leche, la acidez, y contenido en materia grasa mediante el método de Gerber (10). Estas determinaciones básicas, se realizan antes de la comercialización o la transformación de la leche en sus derivados

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 (11). 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 (12,13).

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 (14). Esta relación se observó en uno de los bovinos del hato que obtuvo un promedio de 20-23 litros/día con una edad de 8 años, cifra superior a los obtenidos en un el bovino de 2 años de edad que tuvo una producción de 12- 14 litros/día y en otro de 10 años con una producción de 10-15 litros/día (15).

Por otra parte el número de partos puede influir de manera positiva o negativa ya que Carvajal Hernández 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 (16).

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 (13,17). 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 (18). 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 (14).

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 (4). 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, los valores elevados en comparación a los obtenidos se encontraron en un rango de 2.7 a 3.2 % de grasa (19).

En otro estudio Calderón en el 2007 publicó que en las muestras de leche el porcentaje de grasa 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 (20). 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 (21). 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 en-

contrados en este estudio fueron superiores al 3.31% debido a la dieta y a un suplemento básico suministrado en dicho estudio (18).

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. 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 (21). Esto igualmente se confirma con otro estudio realizado en Oxaca México, donde se ha observado diferencias en características físico-químicas de la leche dependiendo de el clima, específicamente en el porcentaje de grasa que en épocas de lluvia aumenta mientras que las proteínas están aumentadas en época seca (22).

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 (23).

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 (20). 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 (24).

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 (25). 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 (26).

En el 2000 describieron 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 4. (27)

Tabla 4. Relación del tamaño de las partículas de alimentos con la producción en Kg y % de grasa (27).

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

Fuente. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 3 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 (27).

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 2019, 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 (28).

Por todo lo anterior, se concluye que el análisis físico químico y amnésico realizado, permitió tener una idea del estado de salud de los animales. Además de correlacionar datos adquiridos y ver el cumplimiento de éstos en la muestra tomada en el municipio de Caldas, tales como porcentaje de grasa, densidad, acidez y demás factores involucrados en la calidad de la leche y establecidos en el Decreto 616 del 2006, se observa el cumplimiento de los mismos por parte de los pequeños productores de leche.

Además, 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.

Por otra parte, en el análisis de campo se observó el ordeño manual que es común en la zona y que se lleva a cabo por los pequeños productores de leche, lo cual permitió identificar diferentes puntos críticos en el proceso que pueden llegar a alterar el producto. Por lo anterior, en el desarrollo del proyecto macro se capacitará a la población en las buenas prácticas de ordeño manual según Decreto 616 de 2016.

Es importante resaltar que la leche de vaca durante años ha sido una al-

ternativa 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 lechera a nivel de Latinoamérica.

Referencias

1. Leche y productos lácteos [internet]. fao.org. 2011 [citado 3 abril 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>
2. Ministerio de agricultura. Cadena Lactea Direccion de cadenas pecuarias, pesquerias y acuicolas. 2019. Disponible en <http://sioc.minagricultura.gov.co/SICLA/Documentos/2019-0330%20Cifras%20Sectoriales.pdf>.
3. FEDEGAN. 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>
4. Ministerio de Protección Social. Decreto 616 de 2006. Diario Oficial No. 46.196 de 28 de febrero de 2006 disponible en <https://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006D616.aspx>
5. Ministerio de Agricultura. Resolución 000017 de 2012. Disponible en <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/Res%20%20000017%20de%202012.pdf>
6. Rodriguez V. View of Quality of raw milk 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. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Leche y productos lácteos. Calidad y evaluación. Italia: FAO. Consultado mayo de 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/calidad-y-evaluacion>. Italia. FAO. Consultado mayo 2017.
11. 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
12. Razas europeas de ganado bovino [internet]. fao.org. 2019 [cited 6 april 2019]. disponible en: <http://www.fao.org/3/an472s/an472s24.pdf>
13. 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>
14. Jones R, Pérez 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>
15. 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>
16. 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>
17. 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>
18. 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>
19. Martinez M, Ribot A, Martínez A, Capdevila J, Hernández 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

20. Calderón R, Rodríguez R, Vélez R. Evaluation of milk quality in four processors of cheese in the municipality of Montería, 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
21. 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>
22. Montes E, Espinoza A, Arriaga C. Propiedades tecnológicas y fisicoquímicas de la leche y características fisicoquímicas del queso Oaxaca tradicional. Rev Mex Cien Pecu. 2019; 10(2) <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4291>
23. 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
24. 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>
25. Oliszewski R. caracterizacion composicional, fisica-quimica y microbiologica de leche de vaca de la cuenca de tranacas [Internet]. Ppct.caicyt.gov.ar. 2016 [cited 13 Junio 2019]. disponible en: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/view/9979/8895>
26. Bovino G, Ganado R and Colombia. (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].
27. 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
28. 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>