



**Universidad  
de Holguín**

**FACULTAD DE  
CIENCIAS NATURALES y AGROPECUARIAS**

**Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero  
Agrónomo**

**Título: Calidad de la leche cruda acopiada de diferentes rutas  
por la Empresa de Productos Lácteos “Rafael Freyre” Holguín**

**Autor: Luis Dariel Batista Mora**

**Tutora: MSc. Esperanza Guerrero Bolmey**

**Curso 2018-2019**

*PENSAMIENTO*

*“La primer riqueza es la salud”*

*Emerson*

## DEDICATORIA

*A mis padres, quienes me enseñaron que con dedicación, empeño, respeto y humildad se llega a cumplir una meta y a toda mi familia, que en las buenas y en las malas me apoyaron en todo y por todo.*

## *AGRADECIMIENTOS*

- *A toda mi familia.*
- *A quienes contribuyeron con un granito de arena, durante toda mi vida académica.*
- *A quienes me acompañaron en las buenas y en las malas. A mis amigos de todo corazón muchas gracias.*
- *A mis profesores y a la Universidad por haber permitido que mis sueños se hagan realidad.*
- *Por su afable apoyo en la conducción de la investigación de la tesis, así como por sus útiles sugerencias y críticas van mis más sinceros agradecimientos a mi Tutora, MSc. Esperanza Guerrero Bolmey*

*A todos mis más sinceros agradecimientos.*

## Resumen

Con el objetivo de evaluar la calidad físico - química de la leche cruda acopiada de las rutas San Agustín (2), Sabanazo (3), Monte Alto (4), Cacocum (6), Gibara (8) y Urbano Noris (12) por la Empresa de Productos Lácteos "Rafael Freyre" Holguín, se analizaron los indicadores, temperatura, acidez, tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM/h), densidad, grasa, sólidos no grasos, y la Prueba de california para mastitis, utilizando las Normas Cubanas: 448 (2006): Especificaciones de calidad para leche cruda, 78-11-17 (1986): Leche, métodos de ensayo: Prueba de california para mastitis y 282 (2006): Clasificación de calidad según su grado, conformándose la base de datos con los valores diarios obtenidos durante el mes de mayo de 2018. Se empleó un diseño completamente aleatorizado, con análisis de varianza simple para determinar el efecto de los tratamientos (rutas) y comparación múltiple de media de Duncan (1955) a través del paquete estadístico InfoStat 2012. Aunque los resultados de las variables estudiadas se enmarcan dentro de los parámetros normales de la leche cruda en Cuba según las normas, hubo diferencias significativas entre las rutas de acopio, indicando que a pesar de poseer condiciones zootécnicas similares, existen diferencias importantes en el manejo de la leche una vez tomada de la finca. Resultaron deficientes la prueba TRAM/h y la temperatura de acopio superior a los 22<sup>0</sup> C. La prueba CMT con lectura positiva en todas las rutas nos indica que en la totalidad de las empresas ganaderas evaluadas se presentan casos de mastitis subclínica y clínica, con viscosidad de moderada a intensa y por tanto la calidad de la leche se clasifica de regular a mal en 5 de las rutas estudiadas (San Agustín, Sabanazo, Monte Alto, Cacocum y Urbano Noris) y muy mal para Gibara donde se registró viscosidad intensa en un 29,03 % de las muestras tomadas.

## Abstract

For the sake of evaluating the physical quality-chemistry of the raw milk stored up of the routes San Agustín (2), Sabanazo (3), Tall Monte (4), Cacocum (6), Gibara (8) and Urbano Noris (12) for the Company of Dairy Products "Rafael Freyre" Holguín, examined indicators, temperature, acidity, time of reduction of methylene blue (TRAM/ h), density, grease, solids not greasy, and the proof of California for mastitis, utilizing Standards Cubans: 448 (2006): Specifications of quality for raw milk, 78-11-17 (1986): Milk, methods of essay: Try of California for mastitis and 282 (2006): Quality rating according to his grade, conforming the data base with the daily moral values obtained during the month of May 2018. InfoStat used a randomized design himself, with simple analysis of variance to determine the effect of the treatments (routes) and multiple Duncan's comparison of stocking (1955) through the statistical parcel 2012. Although they delimit the results of the studied variables within the normal parameters of the raw milk in Cuba according to the standards, there were significant differences between the routes of stock, indicating than in spite of possessing conditions similar zootechnicians, important differences in the handling of milk once the farmstead was taken from exist. Proved to be deficient the proof TRAM/ h and the temperature of superior stock to the 22<sup>0</sup> C. CMT with positive reading at all the routes tries it you indicate us than cases of sub-clinical mastitis and clinic, with viscosity show up in the cattle evaluated companies' totality of moderated to intense and therefore the quality of milk classifies of regular customer evil in 5 of the studied routes (St. Agustín, Sabanazo, Tall Monte, Cacocum and Urbano Noris) and very badly for Gibara where intense viscosity in 29.03 % of taken signs got registered.

<b>INDICE</b>	<b>PÁGINAS</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Hipótesis</b>	<b>4</b>
<b>Objetivo general</b>	<b>4</b>
<b>Objetivos específicos</b>	<b>4</b>
<b>Revisión bibliográfica</b>	
<b>Historia de la leche</b>	<b>5</b>
<b>Composición y Características de la leche</b>	<b>7</b>
<b>Parámetros para la calidad de la leche cruda en Cuba. Indicadores físico-químicos</b>	<b>9</b>
<b>Indicadores higiénicos sanitarios</b>	<b>15</b>
<b>Inocuidad de la leche cruda</b>	<b>18</b>
<b>Calidad de la leche cruda</b>	<b>20</b>
<b>Estrategias integrales para el manejo de la leche cruda</b>	<b>22</b>
<b>Materiales y métodos</b>	<b>26</b>
<b>Resultados y discusión</b>	<b>30</b>
<b>Valoración económica</b>	<b>44</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>46</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>47</b>
<b>Referencias</b>	
<b>Anexos</b>	

## **Introducción**

La leche continua siendo uno de los alimentos más preciados por el hombre debido a su alto valor nutricional, excelente digestibilidad y porque se obtiene de animales cuya alimentación no compite con las fuentes de alimento de los seres humanos, se considera insustituible en la alimentación humana por su alto contenido de sustancias nutricionales como los lípidos, las proteínas, las sales minerales y las vitaminas, que son indispensables para la nutrición del organismo de forma completa y equilibrada (Figueredo et al.,2016)

La calidad nutricional de este alimento incluye la inocuidad que se logra con la protección sanitaria del producto durante toda la cadena productiva, desde la producción primaria hasta el consumo, entregando al consumidor un producto de calidad reconocida; para lograr este propósito es importante que se obtenga de vacas seleccionadas, con buenas condiciones de salud, alimentación e higiene (Torres et al., 2012).

El sector nacional lechero, identificado por la situación y evolución de la producción y de la industria, se ha distinguido en los últimos años por importantes mejoramientos de sus niveles de producción, de tecnificación y especialización, basado en un entorno de mayor apertura económica, donde el incremento de la eficiencia productiva, la reducción de los costos unitarios de producción de leche , eliminación de los subsidios, liberalización de precios y fundamentalmente mayores exigencias de calidad de la materia prima, con pagos vinculados a la calidad, modernización de la industria lechera, incremento del valor agregado a los productos y el establecimiento de la competencia basada en la calidad de los productos finales, constituyen los desafíos más importantes que deben enfrentar los productores lecheros del país, para satisfacer las demandas de la población y sustituir importaciones (Figueredo et al., 2016).



Enrumbar la recuperación progresiva de la ganadería vacuna cubana hacia los niveles alcanzados en esta actividad que, liderada por Fidel en los años 60 del pasado siglo logró mil millones de litros de leche, es propósito de los pasos que se dan en el Ministerio de la Agricultura, a partir de la concreción por el país de un importante crédito de más de 80 millones de euros con la directiva del seguro al exportador italiano (SACE); aunque insuficiente para suplir todas las necesidades presentes para la recuperación de la muy deprimida ganadería en el país, posibilita la compra de equipos e implementos para la materialización paulatina de los programas de recuperación y producción de leche y masa vacuna, reduciéndose la alta factura que invierte Cuba en importar estos productos; así reflexionó en Guantánamo el ministro de la Agricultura Gustavo Rodríguez Rollero, quien informó que con el nuevo equipamiento de tecnología europea se beneficiarán 33 empresas ganaderas de todo el país, así como unas 272 unidades empresariales de base (UEB), 138 unidades básicas de producción cooperativas (UBPC), 65 cooperativas de producción agropecuarias (CPA) y 203 cooperativas de créditos y servicios (CCS), vinculadas a la actividad (Martín (Cubadebate), 2017).

Dentro de estas transformaciones se han instalado 974 puntos refrigerados en todo el país. Estos puntos realizan tres pruebas que dan cuenta de los niveles de agua, acidez y mastitis y una pesquisa visual para evitar que la leche con materias extrañas llegue a la industria, estas comprobaciones deben realizarse de modo individual, para que quienes no cumplan con las normas técnicas durante el ordeño no contaminen la leche de buena calidad, y afecten económicamente a los productores eficientes garantizando que cada paso de la comercialización debe estar respaldado por una certificación que valide los procesos (Martín, 2017).

Para esta comercialización la calidad de la leche se determina por dos aspectos básicos: la composición química influenciada principalmente por la alimentación de los animales, el sistema de manejo, la raza, el nivel de selección genética, factores fisiológicos de la propia lactancia, así como por el estado de salud de la ubre, y el nivel higiénico-sanitario definido fundamentalmente por el trabajo humano mediante el

manejo de las vacas para lograr una leche con bajo número de microorganismos saprofiticos, ausencia o un mínimo contenido de microorganismos patógenos, residuos de medicamentos y otros contaminantes ( Hernández y Armenteros, 2011).

La calidad de la leche cruda se establece con base a parámetros higiénicos, sanitarios y composicionales, esta calidad higiénica resulta de especial importancia, por tratarse del contenido microbiano que está presente en la leche cruda, el cual se transfiere en buena medida a los productos que se elaboran a partir de ella en la industria láctea y que inciden de manera representativa en la vida útil tanto de la materia prima como del producto terminado (Zambrano y Grass, 2008).

El comercio de los productos lácteos se encuentra regulado por el estado; la venta de más del 80 % del total de producción primaria de la leche se realiza por contratos entre los productores y entidades estatales (MINAG, 2015; MINAL, 2015). Los productos lácteos, que incluyen la leche cruda, tienen cuatro destinos principales para su comercialización: la canasta básica, el consumo social (hospitales, escuelas, círculos infantiles, comedores obreros), las cadenas de tiendas y el turismo. En el año 2007 se modificó el precio de la leche fresca a 2,40 pesos según el sistema de pago por calidad (Ministerio de Finanzas y Precios, 2007) y en el año 2015 este precio cambió a 5,00 pesos cubanos por litro (MINAL, 2015).

Las necesidades de la industria y de todo el sector lechero, están basadas en la exigencia de ofrecer a los consumidores productos lácteos confiables y sanos. Por esta razón, las investigaciones y la industria han venido proponiendo a lo largo del tiempo diferentes metodologías para medir y evaluar la calidad de la leche, buscando siempre las más precisas (Ceballo, 2003).

En los últimos años han ocurrido importantes cambios en el sector lechero mundial y regional, cuyas expresiones son las nuevas condiciones de competencia. En este sentido obtener una materia prima de alta calidad se convierte en un factor decisivo en la estrategia de desarrollo de la lechería. Sin leche de buena calidad, no hay productos procesados de buena calidad. Por lo que el evitar penalizaciones por bajos sólidos,

incrementar bonificaciones por grasa, mejorar la conservación y acopio de leche, optimizar el muestreo y confiabilidad de los laboratorios, etc., son elementos relevantes actualmente (Villarreal, 2009). Partiendo de esta situación nos planteamos el siguiente

**problema científico:**

¿La leche cruda acopiada por la Empresa de Productos Lácteos “Rafael Freyre” Holguín de las rutas San Agustín (2), Sabanazo (3), Monte Alto (4), Cacocum (6), Gibara (8) y Urbano Noris (12) cumple con las especificaciones de calidad que garantice la fabricación de productos lácteos inocuos para el consumo?

Para lo cual nos planteamos la **Hipótesis**: Si la leche que se acopia por la Empresa de Productos Lácteos “Rafael Freyre” Holguín de las rutas San Agustín (2), Sabanazo (3), Monte Alto (4), Cacocum (6), Gibara (8) y Urbano Noris (12) cumple con las especificaciones de calidad entonces se podrá garantizar la fabricación de productos lácteos inocuos para el consumo.

**Objetivo general.** Evaluar la calidad físico - química de la leche cruda acopiada de las rutas San Agustín (2), Sabanazo (3), Monte Alto (4), Cacocum (6), Gibara (8) y Urbano Noris (12) por la Empresa de Productos Lácteos “Rafael Freyre” Holguín.

**Objetivos específicos:**

1. Evaluar la calidad de la leche cruda acopiada a través de las propiedades fisicoquímicas: densidad, acidez, prueba de California (CMT) sólidos no grasos, prueba de reducción del azul de metileno y temperatura de acopio de la leche.
2. Analizar la relación entre la prueba de la reductasa (TRAM/horas) y la temperatura de acopio de la leche en la calidad higiénica del producto.
3. Clasificar la leche cruda recolectada de las rutas estudiadas a través de la interpretación de los resultados de la prueba California Mastitis Test (CMT).

## **Revisión bibliográfica**

### **Historia de la leche**

Desde hace 8,000 años, los pueblos de Mesopotamia intentaron domesticar animales productores de leche, por lo que es lógico pensar que desde entonces el hombre buscara utilizar y procesar la leche con fines alimentarios. Recientemente se descubrió que el hombre mediterráneo de la Edad del Cobre (hace aproximadamente 6,000 años) consumía leche y ya conocía técnicas para su conservación (Maza et al., 2011).

Coinciden estos autores en afirmar que probablemente el primer animal que fue criado para la obtención de leche fue la cabra, aunque otros autores mencionan a la oveja como el primer mamífero domesticado para este fin. Con la domesticación del ganado vacuno, sin embargo, las cabras fueron sustituidas por las vacas como fuente principal de leche.

La descripción gráfica más antigua que se conoce del ordeño es un bajorrelieve en un templo mesopotámico que data del 2,900 A.C. En tiempos de los antiguos griegos y romanos se criaban rebaños de vacas como fuente de leche y se piensa que fueron los romanos quienes introdujeron el ganado en otras partes de Europa cuando invadieron la Bretaña en el siglo I D.C. (Maza, 2011)

La introducción del ganado lechero en los diferentes países estuvo en un principio reducida debido a las dificultades para su transporte; sin embargo la producción animal creció y se dispersó rápidamente observándose un auge a mediados del siglo XVI. Hasta inicios del siglo XIX, se bebía la leche producida en granjas y rancherías cercanas; con el desarrollo del ferrocarril, la leche estuvo a disposición de mucha más gente. Sin embargo, la calidad de la leche era a veces muy pobre y podía estar contaminada con bacterias que causaban enfermedades (Maza et al., 2011).

Hacia finales del siglo XIX con el surgimiento de la pasteurización y la estandarización se logró obtener una leche de mucha mayor calidad y con mucho menor riesgo para la salud. Actualmente, gracias al advenimiento de la biotecnología y los avances

tecnológicos industriales se han logrado desarrollar productos lácteos cada vez más sofisticados y funcionales que contribuyen no sólo a agradar al paladar, sino a procurar la salud del consumidor (Hernández y Armenteros, 2011).

La denominación genérica de leche comprende única y exclusivamente la leche natural de vaca. Las leches producidas por otras hembras de animales domésticos se designarán indicando además el nombre de la especie correspondiente: leche de cabra, leche de oveja, de búfala, etc., entendiéndose por leche natural, el producto íntegro, no alterado ni adulterado y sin calostros, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras mamíferas domésticas sanas y bien alimentadas (López y Barriga, 2016).

La leche empezó a transformarse de forma accidental cuando se transportaba leche en estómagos de animales que poseen enzimas (proteasas), un tipo de proteínas específicas que cuajan la leche. De esta práctica surgió el proceso artesanal de elaboración del queso, tal vez el primer producto derivado de la leche. Actualmente, gracias al advenimiento de la biotecnología y los avances tecnológicos industriales se han logrado desarrollar productos lácteos cada vez más sofisticados y funcionales que contribuyen no sólo a agradar al paladar, sino a procurar la salud del consumidor. Entre los productos tradicionales que se elaboran a partir de leche se encuentran: leches fluidas y en polvo, leches evaporadas y condensadas, quesos, mantequillas, productos fermentados: yogurts, kefir, kumis (Valdés, 2011).

Las leches se procesan para aumentar su vida útil, y entre los productos obtenidos se incluyen la leche pasteurizada, la leche ultrapasteurizada y la leche en polvo. Los quesos, obtenidos por el cuajado de la leche mediante la acción de cuajo, proteasas o ácido y procesos posteriores, se clasifican de diversas maneras dependiendo de su contenido de grasa, dureza y proceso. En los países donde hay excedentes importantes de leche se separan las proteínas de la leche (caseínas y proteínas del suero) y se comercializan para la obtención de diversos productos comerciales. En la actualidad el suero de leche (dulce o salado), un subproducto que la industria lechera obtiene de la transformación de la leche en quesos y que antes se consideraba un desperdicio, se

seca por aspersión y se emplea en la obtención de múltiples productos lácteos, entre ellos el requesón y otros (Motta-Delgado et al., 2014).

### **Composición y Características de la leche**

Según Pandey y Voskuil (2011), el uso de la leche y sus derivados en la alimentación humana tiene una larga historia, es uno de los alimentos más completos, ésta contiene un balance de todos los elementos necesarios digeribles para la constitución y mantenimiento del cuerpo humano. Refieren que la leche y sus derivados refuerzan las respuestas inmunológicas, particularmente para personas afectadas por VIH/SIDA. Así mismo, mencionan que en algunos países la leche y sus derivados proveen entre el 5 al 10% del total de calorías de la dieta. Adicionalmente, refieren estos autores que la leche posee varias propiedades, como la fácil transformación en derivados lácteos o su uso para otros alimentos, por tanto muchas culturas tienen sus propias tradiciones en el uso y preparación de derivados lácteos, por lo cual, se estima que alrededor del mundo existen entre 8.000 a 10.000 productos lácteos diferentes; siendo su valor nutricional como un todo mayor que el valor individual de los nutrientes que la componen debido a su balance nutricional único.

Maza et al. (2011) refieren que la leche ha sido evaluada como una excelente fuente de proteína de alta calidad (por su aporte de aminoácidos esenciales) y de fácil digestión, además contiene gran cantidad de vitaminas y minerales, siendo una excelente fuente de fósforo y calcio, desempeñando un papel importante en el desarrollo de los dientes y huesos de los niños. Además la leche puede ser incluida en la dieta humana en todos los estados de vida.

El valor económico y nutricional de la leche está directamente relacionado con el contenido de sólidos totales. Para Magariños (2000) un vaso de leche de vaca o 30 gramos de queso suplen el 23% de las necesidades diarias de calcio, además de ser un aporte significativo de magnesio, fósforo, vitaminas A, B2, B12, C, D, E, K y más de 100.000 constituyentes como los ácidos orgánicos, sodio, potasio, cloro, hierro, yodo, cobre, manganeso, zinc. Además, agregan estos autores que la leche ofrece elementos

anticancerígenos, presentes en la grasa como el ácido linoleico conjugado, esfingomiélinea, ácido butírico, beta-caroteno, vitaminas A y D.

La leche de acuerdo a sus componentes individuales aporta 9,3 calorías por gramo de grasa, 4,1 calorías por gramo de proteína y 4,1 calorías por gramo de azúcar, siendo el valor general una aproximación de 75 calorías por cada 100 gramos de leche variando de acuerdo a la proporción de los constituyentes individuales (López y Barriga, 2016). Así mismo, la leche de vaca es considerada un alimento de gran importancia para todas las edades debido a su valor y aporte nutritivo

Aunque está constituida por agua, grasa, proteína, sales minerales y otros componentes menores estas constituyen un sistema heterogéneo en el cual las grasas forman un estado de emulsión, las micelas de caseínas ligadas al calcio y el fósforo una suspensión y el agua, con los múltiples compuestos disueltos en ella, una solución; la composición de la leche tiene un comportamiento dinámico, que varía de acuerdo con la etapa de lactancia, raza, época del año, nutrición, manejo y estado de salud de la ubre (Ramírez et al., 2007).

Por las condiciones tropicales, en Cuba los tipos de ganado lechero de mayor predominio son Siboney de Cuba, Criollo de Cuba y Cebú Cubano (Hernández, 2002). Estas razas son menos productoras que las altamente especializadas y su respuesta productiva está fuertemente influenciada por las condiciones ambientales y la selección genética. La composición láctea en vacas de diferentes razas y cruces de Cuba evidenció, de manera general, un comportamiento inverso a la producción, de forma tal que las razas menos productoras son las de mayor contenido porcentual de grasa, proteína y lactosa (Uffo et al., 2006).

En Cuba el soporte nutricional básico de las fincas lecheras son los sistemas silvopastoriles. Esta tecnología ha mostrado efectos positivos sobre la producción y la composición de la leche (Hernández y Ponce, 2002). Los estudios realizados han demostrado que la producción de leche se comporta mejor en la época de lluvia con diferencias significativas entre rebaños, lo que se explica por el incremento de la

disponibilidad y la calidad de los pastos, con un mayor aporte de nutrientes durante este periodo del año (Hernández y Ponce, 2004). La alimentación es uno de los factores que más influye sobre la composición de la leche en Cuba en los diferentes genotipos estudiados en los últimos años (Hernández y Ponce, 2002).

Los resultados descritos sobre la composición media de la leche para Cuba en la última década, en el periodo lluvioso, reflejan valores de 8,27 %, 8,25 % y 8,31 % de sólidos no grasos (SNG) para Holstein Friesian, mestizos Holstein y Siboney de Cuba, respectivamente (Hernández y Ponce, 2004). Hernández y Ponce (2002) encontraron un efecto significativo de la época del año ( $p \leq 0,01$ ), con un mejor comportamiento de los componentes de la leche en los meses de julio y agosto. A su vez, el valor proteico en la leche de las razas y retrocruces tuvo un discreto descenso comparado con el periodo 2000-2013 (Dulcieri et al., 2013), lo que puede estar condicionado por la cantidad, la calidad de los alimentos y las condiciones ambientales dentro de rebaños genéticamente estabilizados; mientras que el contenido de grasa y lactosa se comportó de manera similar a lo reportado y los niveles de sólidos no grasos y sólidos totales fueron ligeramente inferiores.

El conocimiento de la composición de la leche constituye un elemento importante en la caracterización de la lactancia de cualquier raza (Ramírez et al., 2007). La especialización de la industria láctea ha originado un marcado interés en el estudio de los componentes de la leche como expresión de su calidad. La determinación del contenido de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos se utiliza como valoración integral de la composición de la leche para la mejora de la calidad (Uffo et al., 2006).

### **Parámetros para la calidad de la leche cruda en Cuba. Indicadores físico-químicos**

Las características físico-químicas de la leche se establecen mediante diferentes análisis de laboratorio. El peso específico generalmente se expresa en grados de densidad y se encuentra entre 1,028 a 1,034 g/L (NC 448 - 2006). Una de las características más constantes es el punto de congelación, que tiene un rango que



varía de  $-0,513$  a  $-0,565^{\circ}\text{C}$  y depende del contenido de lactosa, proteína y sales minerales; esta propiedad permite detectar la adición de agua, porque al congelarse a  $0^{\circ}\text{C}$  permite que el valor del punto de congelación de la leche se aproxime al del agua.

Numerosos estudiosos del tema (Hernández, 2002; Brousett-Minaya et al., 2015; Figueredo et al., 2016 y Martínez-Vasallo et al., 2017) coinciden en afirmar que dentro de los parámetros para la calidad de la leche cruda son imprescindibles las determinaciones del contenido de grasa, el nivel de acidez, la densidad de la leche, la determinación del tiempo de reducción del azul de metileno (Reductasa), expresando los siguientes planteamientos al respecto:

1.- **Contenido de grasa:** el porcentaje de grasa determina el costo o pago por la leche y puede variar por:

- Causas normales: La alimentación del animal o el rebaño, la hora del ordeño (más grasa en la tarde que en la mañana), la cantidad de leche producida, el mes de lactancia, la estación del año (mínimo en verano y máximo en invierno) y la duración del ordeño (en un ordeño de 5 minutos, la leche obtenida en el primer minuto tiene menos contenido graso que la del último).
- Por adulteraciones: adición de agua y de grasas extrañas y el desnatado.

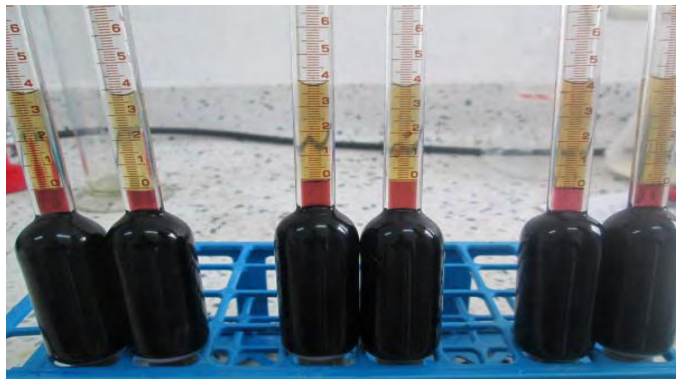


Figura 1. Butirómetros Gerber muestran el contenido de grasa (Fuente: Botina y Ortiz, 2013)

2.- **Densidad de la leche:** la densidad es una prueba presuntiva, que permite estimar la posibilidad de la adición de agua y el nivel de sólidos de una muestra. Varía entre 1.029 y 1.032 g/ml, (el más frecuente es 1.030 g/ml). Si el peso específico es el peso de un líquido expresado en kg, los resultados anteriores expresan que un litro de leche entra, pesa como valor promedio, 1.030 kg. La grasa es el único componente con una densidad menor que el agua y es el indicador que más influye para bajar la densidad de la leche que puede variar por:

- Causas normales: Temperatura, tiempo, composición de la leche y la etapa del ordeño (la primera parte por ser pobre en grasa tendrá mayor densidad que la leche al final del ordeño, que es mucho más rica en grasa).
- Adulteraciones: Adición de agua, desnatado, agregado de conservantes sólidos, adición de sustancias solubles (azúcares, sales).



Figura 2. Lectura en Termo lactodensímetro (Fuente: Botina y Ortiz, 2013)

3.- **Contenido de sólidos:** esta determinación permite estimar presuntivamente adulteraciones y conocer en cierta medida la calidad de la leche que se recibe. El contenido de sólidos totales en la leche oscila entre 9.8 y 18 % (valor promedio 11.7 %). Si a los sólidos totales se le resta el porcentaje de grasa, se obtiene los sólidos no

grasos. En nuestras condiciones, los sólidos no grasos deben ser superiores a 8,20 % y sus variaciones se deben a:

- Causas normales: Alimentación del animal, enfermedades (vacas enfermas siempre dan valores mínimos) y alto contenido graso (puede parecer aguada).
- Adulteraciones: La adición de agua y soluciones preparadas y desnatado.

4.- **El nivel de acidez:** la lactosa de la leche se convierte en ácido láctico por la influencia de algunos microorganismos. Este ácido junto con los otros componentes de la leche, conforman lo que se denomina acidez y se puede determinar por dos métodos: prueba del alcohol y titulación.

Antes de someter una leche cruda a un tratamiento térmico es preciso asegurarse de su estabilidad al calentamiento que va a sufrir. Los componentes de la leche se encuentran en estado de equilibrio, existiendo numerosas causas o factores que pueden alterar este estado de equilibrio, haciendo que la leche no sea estable y por tanto no resista los tratamientos térmicos. Estas causas o factores pueden ser:

- Exceso de ácido láctico (la más frecuente). Una leche ácida será inestable.
- Presencia de conservantes (agua oxigenada) y sustancias extrañas.
- Larga conservación de la leche. Las llamadas “leches viejas”, que han sido conservadas en frío durante 4-5 días.
- Estado de los animales. Leches mamíticas o calostrales.
- Largo tiempo de transporte y excesiva agitación de la leche

Existen diversas pruebas que permiten determinar la estabilidad de la leche cruda y seleccionarla para un determinado tratamiento térmico: Prueba del Alcohol, Prueba de la Ebullición y Prueba del Fosfato.

Fundamento. Al añadir una cierta cantidad de alcohol etílico a la leche se produce una parcial o total deshidratación de ciertos coloides hidrófilos, lo que puede conducir a su desnaturalización y a la pérdida del estado de equilibrio seguida de floculación. Dicha desnaturalización sólo ocurre cuando se llega a un cierto grado de alcohol en la mezcla final, por debajo del cual las leches estables no floculan. (López et al., 2015)

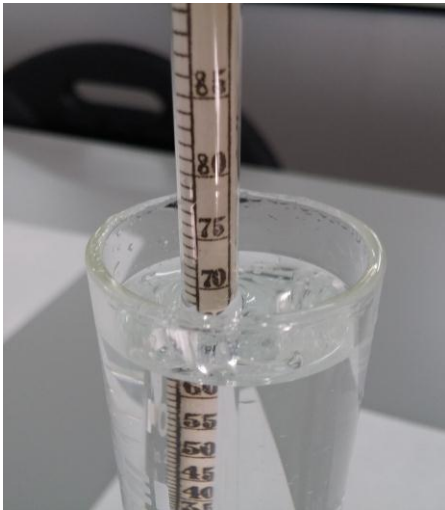


Figura 3



Figura 4

Preparación de la graduación necesaria con alcoholímetro (Fuente: Botina y Ortiz, 2013)



Figura 5. Leche inestable (izquierda) y estable (derecha) (Fuente: Botina y Ortiz, 2013)

### **Determinación del tiempo de reducción del azul de metileno (Reductasa)**

Estima la calidad sanitaria de la leche fresca, a través del tiempo de reducción del azul de metileno por las bacterias presentes en la misma. El método se basa en la capacidad que tienen estas bacterias de consumir el oxígeno disuelto al iniciarse la incubación de una mezcla de leche y azul de metileno. Se disminuye el potencial de oxidación-reducción en la mezcla y como consecuencia se reduce el azul de metileno a un leucoderivado incoloro. Los resultados se expresan en horas. Los resultados de la reductasa, determinan el precio básico dentro del sistema de pago por calidad, establece tres categorías:

Clase A: buena calidad, cuando se supera las 5 ½ horas de reductasa,

Clase B: mediana calidad, los resultados están en 4 ½ horas.

Clase C: mala calidad, cuando los valores están por debajo de 3 ½ horas.

Para lograr buenos resultados se recomienda la mejora integral de la rutina de ordeño y la manipulación de la leche mediante un lavado correcto de la ubre, despunte, limpieza y desinfección adecuada de equipos, tanques, cántaras y cubos y una buena conservación de la leche.



Figura 6. Prueba del azul de metileno (Fuente: Botina y Ortiz, 2013)

## **Indicadores higiénicos sanitarios**

Dos aspectos importantes en la obtención de leche de buena calidad higiénico-sanitaria son su aptitud para los distintos procesos de elaboración de productos lácteos y el riesgo que constituye una leche de mala calidad para la salud pública (Hernández, 2005). Por esta razón, la calidad del producto final manufacturado o fresco puede solamente ser tan buena como la calidad de la leche inicial (Wijesinha-Bettoni y Burlingame, 2013).

A partir de mezclas de leche, la determinación del conteo de bacterias y de células somáticas, puede transformarse en una base significativa de conocimiento y la información generada permite tomar decisiones para el mejoramiento de la salud del rebaño y la calidad de la leche (Wijesinha-Bettoni y Burlingame, 2013). El conteo de células somáticas (CCS) constituye un indicador del estado de salud del rebaño y de la calidad de la leche, e indirectamente permite estimar las pérdidas de producción por mastitis (Tirante, 2008).

Como parte de la caracterización de la calidad de la leche en una cadena de producción, los estudios realizados en Cuba mostraron que el conteo de microorganismos a 30°C y coliformes totales fueron superiores a  $10^6$  UFC/ml y  $10^5$  UFC/ml, respectivamente, con una prevalencia de mastitis subclínica de 23,5 % (Martínez et al., 2014). Los resultados de Ruíz et al. (2012) demuestran que la mastitis subclínica tiene una mayor prevalencia en los rebaños de Cuba, lo que constituye una de las principales causas de la disminución de la producción y la composición láctea, donde se informan penalizaciones de hasta 30 %.

Particular importancia reviste en este sentido el cumplimiento de la rutina de ordeño, así como las condiciones de las instalaciones para estos fines; el ordeño influye en la calidad microbiológica de la leche, por lo que durante el mismo es necesario aplicar prácticas de higiene eficaces que reduzcan la contaminación de la leche. Éstas deben incluir la adecuada higiene de las instalaciones, de los ordeñadores, la limpieza de ubres, pezones, ingles, ijares (espacios entre las costillas falsas y los huesos de la

cadera) y abdomen del animal, el empleo de recipientes y equipos de ordeño limpios y desinfectados y evitar dañar el tejido del pezón o de la ubre. Los animales con síntomas clínicos de enfermedad deben ser segregados y/o ser los últimos en ser ordeñados, o bien ser ordeñados con un equipo distinto o a mano, y su leche no se utilizará para consumo humano. La importancia de la salud de los animales en lactación reside en que diversas enfermedades tales como salmonelosis, infecciones por estafilococos y estreptococos pueden transmitirse al ser humano a través de la leche. La mayoría de estos microorganismos pasan a la leche directamente de la ubre o indirectamente por medio de descargas orgánicas que pueden caer dentro de la leche (MINAL, 2015).

La mastitis bovina es una enfermedad inflamatoria de la ubre y en general es altamente contagiosa. A pesar de que la leche sea sometida posteriormente al proceso de pasteurización, las buenas prácticas de ordeño son fundamentales para reducir la carga microbiológica de la leche. Normalmente, el agente etiológico es un estreptococo de origen bovino (tipo B), pero también puede ser causada por estafilococos u otros agentes. Eventualmente, la ubre del animal lactante puede infectarse con estreptococos hemolíticos de origen humano, lo cual podría ocasionar un brote de escarlatina o infecciones de faringe y laringe (garganta). Las toxinas de los estafilococos y posiblemente otros microorganismos pueden ser causa de gastroenteritis graves (Ruíz et al., 2012).

La mastitis continúa siendo la enfermedad más común y costosa que padece el ganado lechero a nivel mundial. Se han logrado avances significativos en el control de la misma y a pesar de ello, causa pérdidas significativas por bajas en la producción, por rechazo de leche con alto recuento de células somáticas, por bacterias que superan las cifras máximas de aceptación y por la eliminación de leches con residuos de antibióticos. Se ha reportado que un simple cuarto en una lactancia puede reducir la producción de leche entre un 10-12%. Un rebaño con alta prevalencia pierde entre el 15-25% de su producción total. En Cuba se han reportado cifras de \$163.87/vaca/ año (Hernández y Armenteros, 2011).

## **Diagnóstico de la mastitis. La prueba de California**

La prueba de California Mastitis Test (CMT de sus siglas en inglés) tiene importancia práctica al permitir el diagnóstico de la mastitis en condiciones de campo, de manera rápida y sin muchas exigencias técnicas. Presenta algunos inconvenientes, en especial, por la gran variabilidad en la interpretación de sus resultados, no obstante, la determinación de grados reaccionantes a la CMT constituye un criterio válido para indicar una situación de emergencia de mastitis subclínica en un rebaño, que se corresponde a su vez con la incidencia de patógenos de alto riesgo.

El reactivo California para la detección de mastitis, posee un componente que disminuye la tensión superficial de los leucocitos presentes en la leche de la vaca afectada: al disminuir la tensión superficial se produce el estallido de las células, sus contenidos al contactar con el producto forman un gel, que en dependencia del grado de reacción que presenta la muestra, es directamente proporcional, al nivel de afectación de la glándula; se establece un método de ensayo para detectar el contenido de células somáticas en la leche, a partir de muestras individuales o colectivas (mezclas de leche de los tanques) basado en la reacción de un agente tenso activo con el ADN de las células somáticas que forma un precipitado gelatinoso, cuyas características se relacionan indirectamente con el número de células y por tanto, con el daño tisular. En dependencia de los resultados, se puede evaluar el grado de afectación por mastitis y en los casos más altos, penalizar la materia prima. Para minimizar sus efectos y realmente lograr su control se recomienda:

- Desarrollar una adecuada rutina de ordeño.
- Lograr un correcto manejo zootécnico del rebaño.
- Aplicar el programa de control de la enfermedad.

En resumen, la definición de calidad, contempla el escaso o nulo contenido de gérmenes para obtener productos con prolongada capacidad de conservación, características organolépticas adecuadas, escaso contenido celular como expresión de



una composición normal sin alteración por mastitis y trastornos secretores, resistencia a períodos prolongados de almacenamiento, escasa presencia de gérmenes indeseables, especialmente coliformes esporulados y una composición bioquímica normal. El Aseguramiento de la Calidad de la leche involucra también a todos los factores del proceso, que van desde la producción en la unidad hasta el procesamiento en la planta y distribución al consumidor (Hernández, 2002).

### **Inocuidad de la leche cruda**

La producción de leche es un proceso complejo, que por sus cualidades nutricionales está sometida a un gran número de riesgos que hacen peligrar la calidad original y puede ser una fuente potencial de microorganismos patógenos transmitidos por los alimentos (Ruíz et al., 2012). En la inocuidad de la leche cruda influyen la composición química y microbiológica, el proceso tecnológico de obtención y las condiciones higiénicas durante el almacenamiento (). Cuando estas condiciones no cumplen con los requisitos establecidos, se favorece la presencia de peligros biológicos que causan brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) (Hernández, 2005).

### **Contaminantes químicos**

Los contaminantes químicos que pueden llegar a la leche son residuos de detergentes, desinfectantes, medicamentos, residuos industriales, plaguicidas, micotoxinas, gases emitidos a la atmósfera, entre otros. Estas sustancias pueden pasar al animal, acumularse en el tejido adiposo y eliminarse por las secreciones, entre las que se encuentra la leche debido a su liposolubilidad. Los peligros químicos varían poco en los productos primarios y se mantienen hasta el producto terminado. Algunas de las fuentes de contaminación están relacionadas con factores a los que está expuesto el animal y provienen del medio ambiente, la alimentación, el manejo productivo-sanitario y la exposición a insectos y roedores (Magariños, 2001). Estos contaminantes pueden llegar al animal por ingestión, contacto directo o administración de medicamentos veterinarios (Tornadijo et al., 1998).

## **Contaminantes microbianos**

Cuando la leche se obtiene a partir de animales sanos, su calidad microbiológica en el momento del ordeño generalmente contiene pocas bacterias y los sistemas de inhibidores naturales tienen un incremento significativo para prevenir los conteos de microorganismos durante las primeras tres o cuatro horas después del ordeño a temperatura ambiente (Hernández, 2005). La contaminación microbiana de la leche cruda puede ocurrir a partir de tres fuentes principales: de la ubre (microorganismos asociados a la mastitis), de organismos ambientales que se transfieren por la suciedad de la ubre y la superficie de los pezones, así como la inadecuada limpieza e higiene del equipo de ordeño y los utensilios (Ruíz et al., 2012). Sin embargo, las malas prácticas de manipulación e higiene, la refrigeración a temperaturas inadecuadas y el prolongado almacenamiento de la leche pueden incrementar el número de microorganismos en la leche, desde su obtención hasta llegar al consumidor (Martínez et al., 2014b). La causa más frecuente es la limpieza insuficiente del equipo de ordeño, los tanques de leche o los utensilios, además de los residuos de leche que quedan sobre las superficies que suministran nutrientes para el crecimiento y la multiplicación microbiana (Ruíz et al., 2012; Wijesinha-Bettoni y Burlingame, 2013). Otras causas por las cuales se puede obtener un nivel alto de conteo de microorganismos indicadores de la calidad higiénico-sanitaria son el ordeño de pezones sucios o mojados y la imposibilidad de enfriar rápidamente la leche a temperatura inferior de 4-6°C (Wijesinha-Bettoni y Burlingame, 2013).

Una situación muy común en Cuba y en países de la región es la presencia en la leche de microorganismos mesófilos, termófilos y psicrótrofos, en cantidades que superan los niveles permisibles, con prácticas de refrigeración a temperaturas superiores a los 4°C (Kousta et al., 2010; MINSAPPS, 2011). El uso de agua no potable para la limpieza de los utensilios, los equipos de ordeño, los tanques de refrigeración, la higienización de la ubre y del personal puede ser una fuente de contaminación de bacterias coliformes y *Pseudomonas* spp (Jayarao y Wolfgang, 2003). Condiciones como la elevada prevalencia de mastitis bovina en los rebaños y el hecho de que más del 75 % del

ordeño es manual (Philpot y Nickerson, 2000) donde la higiene del ordeñador es fundamental para evitar la contaminación de la leche, favorecen el crecimiento de los microorganismos e impiden obtener productos lácteos de calidad y disminuyen su vida de anaquel (Ruíz et al., 2012).

Los brotes de enfermedades de transmisión alimentaria (ETA) se asocian al consumo de alimentos de origen animal; la leche y los productos lácteos constituyen un vehículo de transmisión de peligros bacterianos (Kousta et al., 2010; MINSAPPS, 2011). En Cuba los productos lácteos se relacionan con la ocurrencia de brotes en una frecuencia de 5 %, aunque se estima que estos deben ser superiores, si se tiene en cuenta que no todas las personas afectadas acuden a los servicios de salud (Perkins et al., 2009).

Entre los principales peligros bacterianos que se han asociado con brotes de ETA en leche cruda se encuentran *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* enterohemorrágica, *Escherichia coli* enteroagregativa, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp. (Hernández, 2005; Kousta et al., 2010; Brooks et al., 2012). Actualmente *Mycobacterium bovis* constituye un microorganismo reemergente para muchos países, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica* y *Cronobacter* spp, también pueden contaminar la leche (Dirección Nacional de Salud Ambiental, 2014). La presencia de estos peligros puede estar dada por diversos factores como son el tamaño de la granja, el número de animales, la higiene, el manejo, la situación geográfica y la época del año (MINSAPPS, 2011).

### **Calidad de la leche cruda**

La leche de calidad será “aquel producto que cumpla consistentemente con las expectativas nutricionales, sanitarias y organolépticas del consumidor cuya composición justifique lo que se está pagando por ella”. Así, desde el campo hasta la mesa, la calidad de la leche concierne a lecheros, veterinarios, plantas procesadoras, supermercados, autoridades y por supuesto, al consumidor final. Aunque las especificaciones de calidad varíen entre cada uno de estos participantes de la cadena de producción de leche y lácteos, básicamente preocupan las de tipo nutricional,

sanitario y organoléptico, las que dependen de factores genéticos, alimentarios, del medio ambiente, de la salud de los animales, de la higiene del ordeño y manejo de la leche, así como de su proceso, entre otros factores. (Maza y Legorreta, 2011)

El comercio de los productos lácteos se encuentra regulado por el estado; la venta de más del 80 % del total de producción primaria de la leche se realiza por contratos entre los productores y entidades estatales (MINAL y MINAG, 2015). Los productos lácteos, que incluyen la leche cruda, tienen cuatro destinos principales para su comercialización: la canasta básica, el consumo social (hospitales, escuelas, círculos infantiles, comedores obreros), las cadenas de tiendas y el turismo. En el año 2007 se modificó el precio de la leche fresca a 2,40 pesos según el sistema de pago por calidad (Resolución N° 152- 2007) y en el año 2015 este precio cambió a 5,00 pesos cubanos por litro (GE-MINAL, 2015).

Los requisitos de calidad e inocuidad de la leche se expresan en indicadores físico-químicos, organolépticos, higiénico-sanitarios y la ausencia de peligros bacterianos que permitan obtener derivados lácteos sin riesgo de causar daño al consumidor (Villoch, 2010). Estas exigencias solo se logran con una planificación de las actividades de las lecherías que aseguren los insumos óptimos, la preparación del personal, así como las instalaciones que faciliten estos resultados (Villoch, 2010).

En la agroindustria de la leche la calidad es un punto importante que se debe garantizar a través de la trazabilidad y rastreabilidad, lo cual indica si la materia prima presenta aptitud adecuada para la transformación de diferentes productos, entre los cuáles se determina el conteo global de células somáticas, patógenos y estabilidad térmica para leche pasteurizada, el conteo de psicrotróficos, de esporulados, estabilidad térmica y balance iónico para leche UHT, el conteo de psicrotróficos, conteo de esporulados, inhibidores, caseína y grasa para los quesos, porcentaje de sólidos, estabilidad térmica, integridad de la grasa para la obtención de leche en polvo. Es bien reconocido que una leche de buena calidad es esencial para producir leche y derivados lácteos de calidad (Elmoslemany et al., 2009).

Barbano et al. (2006), afirman que un alto recuento de células somáticas y bacteriano afecta significativamente los procesos de producción de leche pasteurizada y queso, se acorta la vida de éstos productos reduciendo la aceptación del consumidor, generados por la reducción de lactosa, caseína, grasa y concentración de proteínas en la leche. Efectos adversos por el uso de leche con elevados RCS para producción de queso incluye reducción de la firmeza de la cuajada, decremento de la producción de queso, incremento de las pérdidas de grasa y caseína en el suero, y compromiso de la calidad sensorial, así mismo, acortamiento de la vida y pérdida de la calidad sensorial de la leche pasteurizada como rancidez y sabor amargo.

El conocimiento del contenido bacteriano, así como el tipo de bacteria presente en la leche es de gran importancia para el control de calidad, dado a que un conteo elevado puede indicar: leche vieja, refrigeración inadecuada, métodos no higiénicos de producción, manipulación y procesamiento, siendo que una leche con un conteo elevado de bacterias es muy probable que sea perjudicial para la salud pública, sin embargo, la leche siempre tendrá una carga microbiana, representada principalmente por bacterias lácticas las cuales no representan ningún riesgo para la salud del consumidor (Motta-Delgado et al., 2014).

El cumplimiento de los indicadores de calidad no se consigue de forma espontánea, requiere que se apliquen sistemas de gestión de la calidad a lo largo de toda la cadena de producción de leche, donde ocurre una interacción que va desde el productor hasta el consumidor (Ponce, 2009). Los consumidores son cada día más exigentes con relación a la calidad, la inocuidad y la variedad de los productos. Por su parte, el productor está obligado a entregar una materia prima de mayor calidad, en términos de un proceso integral, donde el concepto de gestión de la calidad se impone cada día (Villoch, 2010).

### **Estrategias integrales para el manejo de la leche cruda**

Según Ponce (2009), la producción lechera es un sistema complejo y debe enfocarse de forma integral, donde todos los elementos de la cadena agroindustrial se

complementen entre sí. Este autor propone estimular y apoyar el crecimiento de la producción en el sector cooperativo y privado y los sistemas intensivos, para lo que es imprescindible lograr una mayor integración de los diferentes segmentos de la cadena lechera y disminuir la brecha entre la calidad de la leche producida y la acopiada por la industria. También plantea que es necesario mejorar la calidad de la leche, el sistema de acopio, incrementar el uso racional de la refrigeración y/o del sistema lactoperoxidasa combinado con tecnologías de procesamiento térmico y el envasado a pequeña escala, con el objetivo de reducir la leche en el mercado informal (Muehlhoff et al., 2013).

Por otra parte, es importante acelerar la capacitación y la transferencia de tecnologías al sector lechero, especialmente a los productores de base, como parte del propio sistema productivo y no como iniciativa e interés de productores e investigadores, así como mejorar la infraestructura de la industria y la búsqueda de nuevas formas para el procesamiento y la comercialización de los productos que garanticen la inocuidad de los mismos (Soler, 2008; Ponce, 2009).

## **Refrigeración**

El método reconocido universalmente para conservar la leche cruda es la refrigeración (Muehlhoff et al., 2013; Soler, 2008). Su uso, unido a la implementación de las buenas prácticas de ordeño e higiene y salud de los rebaños lecheros, ha permitido el establecimiento en los países desarrollados de conteos máximos de bacterias inferiores a 10 000 UFC/ml, incluso menores de 25 000 UFC/ml (CAC/RCP 57, 2004; Ponce, 2010). En la práctica, cualquier método que no implique el rápido enfriamiento de la leche en las dos primeras horas de obtenerse ocasiona, en mayor o menor medida, algún grado de deterioro de su calidad (Muehlhoff et al., 2013). Sin embargo, debido a factores económicos y prácticos es común manipular la leche caliente hasta la planta o hasta un centro de acopio de beneficio intermedio.

En Cuba existen grandes pérdidas de leche por acidificación, asociadas a la carencia de refrigeración, que alcanzan niveles superiores a los ocho millones de litros de leche

(MINAL, 2015). Esto provoca que se frene el desarrollo de la lechería y se afecte la cadena agroindustrial. Sin embargo, el uso de métodos de enfriamiento por expansión directa (agua fría o tanques de hielo) constituye una alternativa para la conservación y acopio de la leche cruda, pero depende en gran medida del volumen a manipular y del tamaño del rebaño en ordeño (Muehlhoff et al., 2013). Esta situación se agudiza en el país debido a la imposibilidad, en muchos casos, de adquirir la tecnología necesaria para enfriar la leche, de ahí la necesidad de métodos alternativos para lograr la conservación de la leche (Ponce, 2009). Sin embargo, en el país se trabaja en el desarrollo de la ganadería y actualmente existen alrededor de 1200 termos de enfriamiento de leche, lo que ha posibilitado que el 25 % de la leche se acopie fría (MINAG 2015).

Para mejorar el estado higiénico-sanitario de la leche el primer paso está basado en cumplir con la rutina de ordeño, máxima higiene durante el ordeño, sea manual o mecánico, y el acopio. La prevención es el aspecto fundamental de este programa para reducir la mastitis bovina, y el ordeñador es la clave. Mientras que para evitar las penalizaciones por bajos sólidos se deben eliminar las adulteraciones por aguado, ya que este es el principal problema. Después de descartada la adulteración, se analizan otros posibles factores como son la presencia de síndrome de leche anormal o enfermedades metabólicas (Ponce et al., 2004; Ponce et al., 2005).

La calidad de la leche se garantiza con adecuada higiene y manipulación; la refrigeración y el uso de Stabilak<sup>®</sup> solo mantienen la calidad inicial con el objetivo de eliminar las pérdidas por acidificación y disminuir diferencias entre la calidad inicial en la granja y el recibo en la planta procesadora. Para ello el ordeño debe ser higiénico y el agua que se utilice no debe estar contaminada; además de filtrar la leche, utilizar envases limpios, lograr el enfriamiento rápido o usar Stabilak<sup>®</sup>, refrescaderos limpios a la sombra, con la tapa semiabierta, pero es necesario mejorar toda la ruta de acopio de leche, no solo a los productores individuales. El acopio debe ser rápido, en envases adecuados y no se debe mezclar leche caliente con leche fría; una vez llegada a la industria el procesamiento también debe ser rápido (Ponce et al., 2005).

Es importante mantener la calidad de la leche desde la finca a la bodega, al centro de acopio o a la planta de procesamiento. Para ello, es imprescindible cumplir con la organización y la higiene durante la recolección y el traslado al destino final; este debe ser en el menor tiempo posible, contar con registros para el control y la trazabilidad mediante la identificación de cada animal y los eventos fundamentales en un libro para cada finca, como la identificación individual, la producción de leche, la genética (madre, semental), la salud, la calidad, la reproducción y el mínimo de costos (Ponce et al., 2005).

Por otra parte, es necesario optimizar el muestro y la confiabilidad de los laboratorios para el pago por calidad de leche a los productores. Se debe contar con laboratorios confiables y profesionales, con un alto sentido de ética para el uso de los datos en la mejora de la calidad mediante la garantía de muestras representativas y análisis rápidos y confiables (Ponce et al., 2004).



## **Materiales y métodos**

### **Ubicación del Experimento**

El trabajo se realizó en la Empresa de Productos Lácteos “Rafael Freyre” Holguín, ubicada en el municipio cabecera de la provincia, poblado San Rafael. El estudio abarcó un período de un mes del 1 al 31 de mayo de 2018, coincidiendo con el final del período seco e inicio de la primavera.

### **Procedimiento Experimental y Tratamientos**

Se analizaron los resultados diariamente de la calidad de la leche de los termos muestreados en el momento de la entrega en la Empresa de Productos Lácteos “Rafael Freyre” Holguín, procedente de las rutas de acopio San Agustín (2); Sabanazo (3); Monte Alto (4); Cacocum (6); Gibara (8) y Urbano Noris (12). Se investigaron los indicadores, temperatura, acidez, tiempo de reducción del azul de metileno, densidad, grasa, sólidos no grasos, y mastitis; utilizando las Normas Cubanas 448. (2006). Norma de especificaciones de calidad para leche cruda, 78-11-17. (1986). Leche, métodos de ensayo. Prueba de california para mastitis, conformándose la base de datos con los valores obtenidos.

**La densidad** se determinó con el lactodensímetro que mide la densidad de la leche comparándola con la densidad del agua; basada en el principio de Arquímedes y su lectura se reportó a 15°C (CENSA, 2015), mediante el siguiente procedimiento:

- Seleccionada la muestra de leche se introduce el lactodensímetro a una temperatura de 15°C procurando que no choque con las paredes del recipiente.
- Se deja flotar libremente el lactodensímetro hasta que se estabilice.
- Leer simultáneamente la temperatura (parte superior del lactodensímetro) y la densidad relativa (línea marcada por el nivel superior de la leche).

**La acidez** se evaluó por medio de la prueba de volumetría o titulación para lograr la saturación de las funciones ácidas de la leche mediante una solución de hidróxido

sódico (NaOH) 0,111 N (N/9) que, en presencia de un reactivo indicador (solución alcohólica al 2 % de fenolftaleína) descubre mediante un cambio de color, la neutralización del ácido de la leche por el álcali al final de la reacción.

La materia grasa se determinó por medio del método Gerber (volumétrico); técnica volumétrica de rutina, rápida y precisa que se basa en medir el volumen de la fase grasa, separada de la acuosa por centrifugación en aparatos especialmente graduados. Consiste en la liberación total de la grasa de la leche por disolución de las sustancias proteicas, separación de la grasa por centrifugación y posterior medida volumétrica de esta.

Para su determinación, se colocan 10 ml de ácido sulfúrico al 90-91% en un butirómetro de Gerber y se agregan 11 ml de leche mediante una pipeta aforada lentamente para que no se mezclen. A continuación, se agrega 1 ml de alcohol isoamílico medido con una pipeta aforada y se cierra el butirómetro. Se agita enérgicamente hasta la total disolución de la fase proteica de la leche. Se sumerge en un baño de agua a 65°C durante 5 minutos para que la reacción sea lo más completa posible. Finalmente, se centrifuga durante 5 minutos y el resultado se lee directamente en la escala del butirómetro.

Los sólidos no grasos (SNG). Una vez cuantificados los sólidos totales y la grasa de la leche, se obtiene el contenido de sólidos no grasos por diferencia. Los sólidos no grasos de la leche son la lactosa, las proteínas y las sales minerales. Este valor sólo tiene validez cuando a la leche no se le ha añadido ningún otro ingrediente o aditivo.

**Prueba de mastitis California (CMT):** para esta prueba se utilizó una raqueta para la muestra y la solución CENMAST (CENSA), mediante el procedimiento siguiente:

- Se tomaron 2 ml de leche de cada cuarto que se corresponden con la cantidad de leche que queda en los compartimientos de la raqueta al colocarla en posición casi vertical.
- Se agregaron 2 ml de la solución CENMAST a cada compartimiento.

- Se mezcló el contenido con movimientos circulares por espacio de 10 segundos.
- Se realizó la interpretación de la prueba mediante una calificación visual de la reacción visible antes de los 20 segundos, recibiendo una mayor calificación en dependencia de la cantidad de gel formado. Para la misma se aplicó la siguiente calificación atendiendo a la lectura realizada:
  - N = negativo (no hay espesamiento de la mezcla).
  - T = trazas (posible infección, hay un ligero espesamiento de la mezcla que parece desvanecerse con la rotación de la raqueta).
  - + = positivo débil (espesamiento de la mezcla definido, pero sin tendencia a formar gel, si la raqueta se rota por más de 20 segundos, el espesamiento puede desaparecer).
  - ++ = positivo evidente (Inmediato espesamiento de la mezcla con ligera formación de gel, mientras la mezcla se agita, esta se mueve hacia el centro de la copa, exponiendo el fondo del borde externo, cuando el movimiento se detiene, la mezcla se nivela y cubre todo el fondo de la copa).
  - +++ = positivo fuerte (hay formación de gel y la superficie de la mezcla se eleva como un huevo frito, esta elevación central permanece aún después de detener el movimiento de rotación de la raqueta de CMT)

<b>Tabla 1. Interpretación de la prueba California Mastitis Test (CMT)</b>			
<b>Lectura</b>	<b>Viscosidad</b>	<b>Células</b>	<b>Clasificación</b>
Negativa	Ausente	100 000 – 250 000	Excelente
Trazas	Leve	300 000'	Regular
+	Moderada	900 000	Regula a mal
++	Intensa	2 700 000	Muy mal
+++	Muy intensa	8 100 000	Crítico

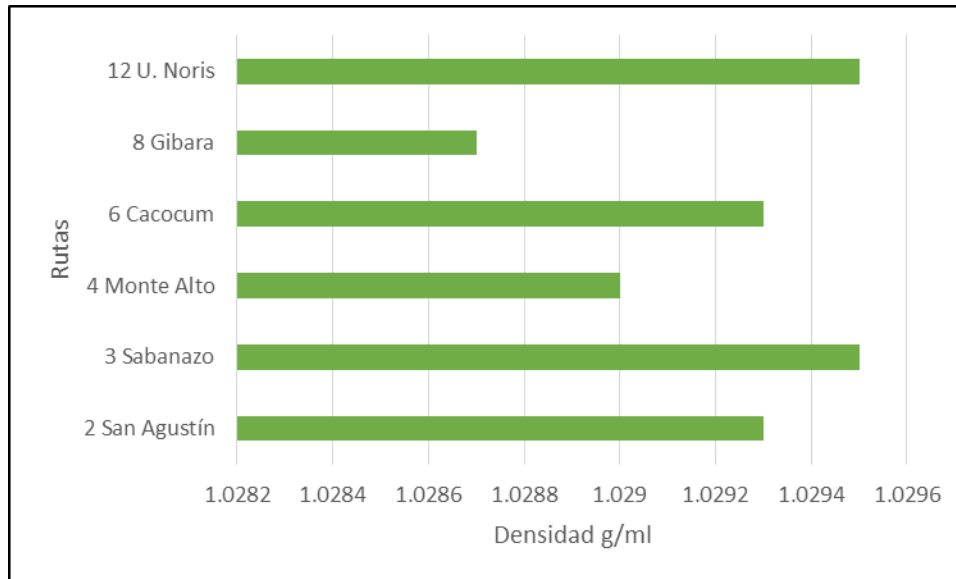
### **Diseño Experimental**

Los datos del experimento fueron analizados mediante un diseño completamente aleatorizado, usando el procedimiento estadístico del análisis de varianza simple para determinar el efecto de los tratamientos (rutas) y comparación múltiple de media de Duncan (1955) a través del paquete estadístico InfoStat 2012.

### **Valoración Económica:**

Para la valoración económica se estimó la distribución primaria de la leche por concepto de venta a la industria en el mes de estudio, teniendo en cuenta: la distribución de la propia industria para los diferentes productos elaborados (queso, yogurt y helado), el precio de compra al productor y el precio de venta a la población de los productos elaborados.

## Resultados y discusión



**Gráfico 1. Resultados de la densidad por rutas**

Dentro de las propiedades físicas de la leche, la densidad tiene singular importancia por la relación directa con su calidad y sobre todo por ser uno de los parámetros que se miden para el pago de la leche cruda y varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes, que son los siguientes: agua: 1,000 g/cm<sup>3</sup>; grasa: 0,931 g/cm<sup>3</sup>; proteínas: 1,346 g/cm<sup>3</sup>; lactosa: 1,666 g/cm<sup>3</sup> y minerales: 5,500 g/cm<sup>3</sup> (Fernández et al., 2014).

La densidad se encuentra dentro de los parámetros normales establecidos por la NC 448 (2006): densidad a 15<sup>0</sup>C (Gravedad específica) 1.029 a 1.033 g/ml, coincidiendo estos valores con los reportados por Calderón et al. (2006) en un estudio realizado en Colombia y Gallo (2018) estudio de la densidad en la UBPC Piti Fajardo Holguín Cuba; pero se encontraron diferencias significativas entre las diferentes rutas, en el caso de Gibara sus resultados difieren de todas las rutas con valores que están por debajo de lo establecido por la referida norma cubana; Estas alteraciones en la disminución de la densidad, se reportan muchas veces asociados al síndrome de leche anormal (SILA) (Ponce y Hernández, 2001; Hernández y Ponce, 2003), donde la nutrición, el potencial genético, la salud y la productividad de los rebaños están estrechamente asociadas.

Los resultados obtenidos en general concuerdan con las medias de densidad láctea reportados en la literatura, aunque los valores mínimos descendieron en el mes investigado hasta 1,0287 g/cm<sup>3</sup>, valores bajos respecto a las regulaciones vigentes en Cuba, pero considerados como normales según criterios de Cabrera et al. (1987), quienes definen entre 1,027-1,034 g/cm<sup>3</sup> los límites de la densidad de la leche vacuna. También Brito (1995) y Hardin (1995) citados por González et al. (2010), confirman como normal la densidad láctea comprendida entre 1,027 g/cm<sup>3</sup> y 1,033 g/cm<sup>3</sup>. Sin embargo, los valores máximos obtenidos en la investigación se encuentran algo alejados de los límites superiores referidos, pues no excedieron los 1,030 g/cm<sup>3</sup> de densidad en ningún día del mes investigado.

Los valores más bajos de densidad podrían estar asociados a factores ambientales que, según De Lima et al. (2001), influyen directamente en el nivel de consumo de los animales, originando variaciones significativas en la producción de leche y en la composición. Otra causa del descenso de la densidad, puede estar dada por las diferencias en el manejo entre vaquerías, en correspondencia con el criterio de Bennett (2012). Este autor señaló que los datos de calidad de leche pueden comportarse en forma inusual; por ejemplo, presentar variaciones extremas resultantes de las condiciones y prácticas específicas de cada predio.

Así, diversos estudios en fincas lecheras han demostrado variaciones respecto al promedio de densidad de la leche. Páez et al. (2002), al determinar las características fisicoquímicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela, reportaron valores de densidad fuera de los límites establecidos, relacionándose a los mayores valores en el contenido de grasa y la ausencia de frío. Hernández y Ponce (2005) hallaron promedios de densidad de la leche de 1,0295; 1,030 y 1,029 g/cm<sup>3</sup>, al evaluar este indicador en diferentes grupos de vacas lecheras. En México, mayores valores de densidades se asociaron con altos porcentajes de proteína y sólidos totales (Bernal et al., 2007), mientras que Calderón et al. (2011) y Calderón et al. (2012) refieren valores de 1,032 g/ml  $\pm$ 0,001 y de 1,032 g/ml  $\pm$ 0,007 g/ml, en leches sin mastitis subclínica en esa región.

La disminución de la densidad es un reflejo directo de la insuficiencia que presentan los componentes lácteos, sobre todo la proteína y los sólidos no grasos, los cuales pueden alterarse fundamentalmente por factores de manejo y alimentación dentro de las explotaciones lecheras (Hernández y Ponce, 2003); pero también la densidad puede variar por adulteraciones como la adición de agua, de grasas extrañas, desnatado, adición de conservantes sólidos, y sustancias solubles (azúcares, sales), como ha expresado Hernández (2003). Ambas situaciones llevan implícita la actividad del hombre. En el ámbito mundial, las reglas del mercado exigen poner especial énfasis en el manejo predial de la calidad de leche. No debe olvidarse que a pesar de los avances técnicos en el procesamiento industrial, la calidad de la leche se determina encada predio (Bennett, 2012). Si durante la manipulación y transporte no sobrevienen dificultades, la calidad de la leche debe permanecer inalterable desde su obtención hasta la planta.

La casi totalidad de los autores revisados han encontrado diferencias significativas para el efecto de finca y de mes en relación a los valores de la densidad; Capdevilla et al. (2001) encontraron diferencias significativas en la época del año y el mes sobre la grasa, densidad, sólidos no grasos, sólidos totales y la acidez; Hernández y Ponce (2002) determinaron un efecto significativo de la época del año ( $P \leq 0,01$ ), con mejor comportamiento de los componentes de la leche en los meses de julio y agosto; mientras que Hernández (2005) demostró que la época del año tiene un efecto directo sobre la producción y composición de la leche, al estudiar varios genotipos bajo régimen de silvopastoreo. Para Hurley (2010) la densidad de la leche cambia con la temperatura, porque el agua y la grasa se expanden a medida que se calientan.

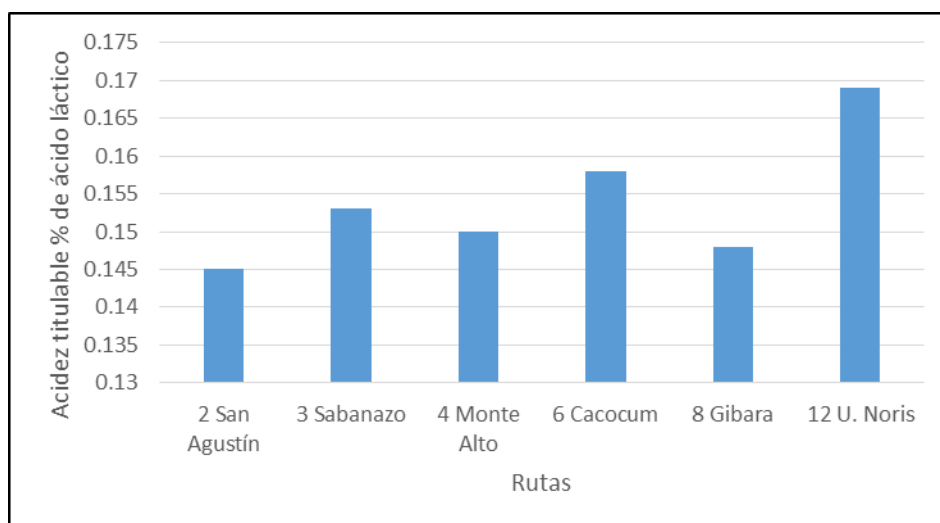
Sin embargo, Dulcieri et al. (2013) al evaluar los parámetros físico-químicos de la leche cruda, no encontraron variabilidad estadística en la densidad láctea respecto a los meses de estudio, lo que coincide con los resultados obtenidos en nuestra investigación.

Se ha expresado reiteradamente la relación de la época del año y la alimentación de las vacas lecheras, sobre los componentes lácteos y la densidad, así en Cuba, se

comprobó experimentalmente que el déficit de nutrientes en la dieta, induce la presentación de ciertos trastornos metabólicos y las alteraciones en la composición y características físico-químicas de la leche, al respecto Hernández y Ponce, (2005) y Fernández et al. (2014) señalan que el descenso de los valores de la densidad de la leche cuando se redujo la proteína en la dieta (lo cual ocurre frecuentemente en la época de menores precipitaciones), afecta directamente la producción de pasturas y su aprovechamiento por el animal.

La interacción unidad-mes resultó significativa ( $P \leq 0,01$ ) para la densidad de la leche. Algunos autores han señalado el efecto que sobre las propiedades físico-químicas de la leche, tienen estos factores. En este sentido García (1999) al estudiar el efecto de la época y área de procedencia, sobre las características físico-químicas y la composición de la leche cruda pasteurizada en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela, reportó que la época del año tiene un marcado efecto sobre la composición de la leche cruda, siendo todos estos valores afectados de manera altamente significativa ( $P < 0,001$ ).

Los efectos de la época del año, así como de diferentes sistemas y tipos de alimentación, raza, factores fisiológicos y otros, sobre la composición láctea, se manifiestan en el deterioro de la salud de la vaca lechera y su repercusión en la proporción de sólidos en la leche, dado fundamentalmente por el desbalance de energía/proteína en la ración (Hernández y Ponce, 2005).





## **Gráfico 2. Valores por rutas para la acidez titulable**

El resultado de la acidez fue significativo entre las rutas; esto indica que a pesar de poseer condiciones zootécnicas similares, existen diferencias importantes en el manejo de la leche una vez tomada de la finca; los valores presentados en el gráfico se encuentran dentro de los parámetros normales de la leche cruda en Cuba según las especificaciones que establece la NC 448 (2006). En relación con la acidez el valor oscila entre 15 y 17. Este es un resultado importante por ser un indicador de la calidad de la leche que llega a la planta, similares resultados encontraron Figueredo et al. (2016).

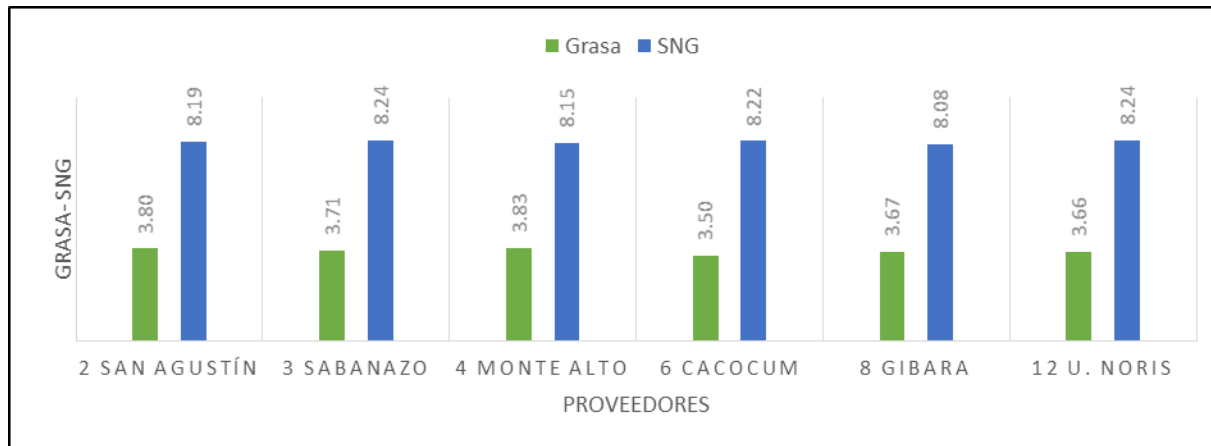
Compartimos los criterios de Dulcieri et al.(2013), que señalan que uno de los pilares fundamentales en la industria láctea es la calidad de la leche comercial, que esta depende directamente de las características del producto original, por lo que el control de la leche cruda en las fincas debe ser eficiente, teniendo como premisa que este producto debe provenir de animales sanos, ser manejado higiénicamente, y estar libre de residuos tóxicos, medicamentosos u otros que alteren sus propiedades fisicoquímicas.

Para este tipo de determinación se realiza la prueba de acidez titulable cuyos resultados se expresan en porcentaje de ácido láctico, países como México, Colombia, Venezuela, los cuales reportan incrementos en los rangos normales (Calderón et al., 2012) asociados con la falta de refrigeración de la leche, almacenamiento en materiales no apropiados y la alta temperatura ambiental en la zona. Una alta acidez es un indicador del detrimento bacteriológico de la leche y de un mal manejo antes de su recepción en las plantas procesadoras de leche. En México, hallaron diferencias significativas entre muestras de máxima y mínima precipitación, donde la mayor acidez se presentó en la época seca por las altas temperaturas ambientales y la falta de enfriamiento de la leche (Álvarez et al., 2012). Igualmente, en Barinas (Venezuela) encontraron diferencias significativas en la época de mínima precipitación y entre la finca y la planta por la manipulación no adecuada (Dulcieri et al., 2013).

En Cuba existen grandes pérdidas de leche por acidificación, asociadas a la carencia de refrigeración, que alcanzan niveles superiores a los ocho millones de litros de leche (MINAL, 2015). Esto provoca que se frene el desarrollo de la lechería y se afecte la cadena agroindustrial. Sin embargo, el uso de métodos de enfriamiento por expansión directa (agua fría o tanques de hielo) constituye una alternativa para la conservación y acopio de la leche cruda, pero depende en gran medida del volumen a manipular y del tamaño del rebaño en ordeño (Muehlhoff et al., 2013). Esta situación se agudiza en el país debido a la imposibilidad, en muchos casos, de adquirir la tecnología necesaria para enfriar la leche, de ahí la necesidad de métodos alternativos para lograr la conservación de la leche (Ponce, 2009). Sin embargo, en el país se trabaja en el desarrollo de la ganadería y actualmente existen alrededor de 1 200 termos de enfriamiento de leche, lo que ha posibilitado que el 25 % de la leche se acopie fría (MINAG, 2015).

Los valores encontrados en el presente trabajo también son menores a los hallados por Díaz, et al. (2015), (0,17-0,21) en leches crudas acopiadas en el departamento de Caldas, asociado a altas cargas bacterianas por malas condiciones en el proceso de ordeño.

En este sentido la FAO/OMS (2003) recomiendan que cuando es imposible la refrigeración se emplee el refrescamiento, introduciendo las cántaras con la leche recién ordeñada en tanques con agua corriente para hacer descender la temperatura hasta valores no óptimos para la multiplicación de la flora microbiana, o la utilización de un activador del sistema lactoperoxidasa, utilizando las sustancias tiocianato de sodio y percarbonato de sodio.



**Gráfico 4. Resultados para la grasa método Gerber y sólidos no grasos (SNG) por proveedores**

En el gráfico 4 podemos observar que los valores porcentuales para el indicador grasa se registraron entre 3,50 y 3,83, por lo que se encontró diferencia significativa para el proveedor Monte alto con respecto a los demás; siendo nuestros resultados superiores a los valores que establece la NC 488 (2006) para este indicador.

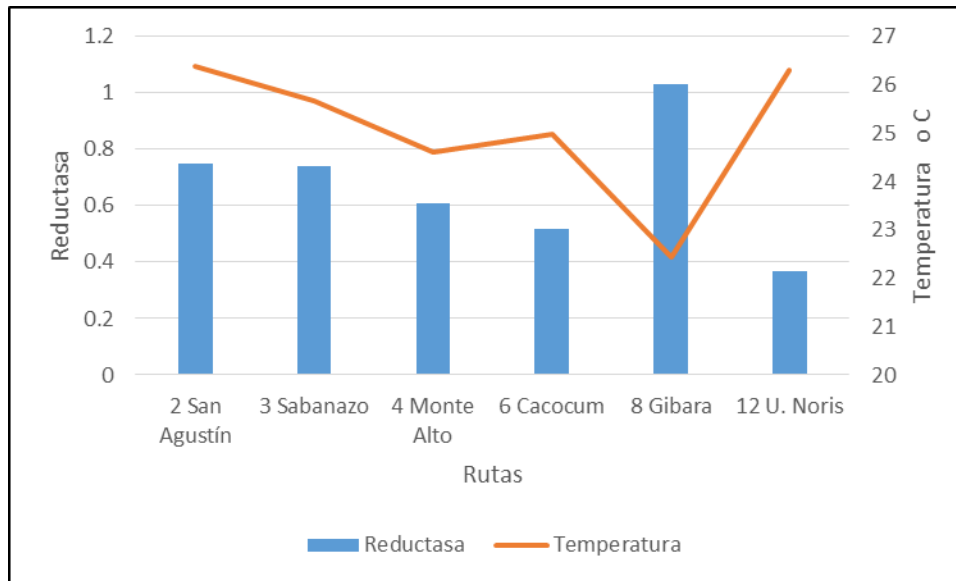
Estos son resultados típicos de los genotipos con alto grado de rusticidad que se explotan en esta región, así como del tipo de alimentación que reciben estos animales, basada en lo fundamental en pastos de muy baja calidad, con un alto contenido de fibra y muy baja digestibilidad, criterio coincidente con lo planteado por (Elliot et al., 1995) quien asevera que las limitaciones de energía disponible por el tejido epitelial mamario afectan la síntesis y secreción de los componentes lácteos, y los principales macrominerales implicados en estos procesos, básicamente de fósforo y magnesio, efecto que es más marcado cuando se trata de animales con un alto grado de especialización para la producción de leche en los que la síntesis de los componentes lácteos representan del 35 – 50% de las necesidades de energía de la vaca.

Esta afirmación tiene especial interés cuando se analiza su influencia sobre un componente tan sensible como la grasa de la leche. Esta constituye el componente más variable de cuantos contiene la leche, está disminuida al inicio del ordeño y se incrementa para el final de este y tiene variaciones proporcionalmente similares al inicio y final de la lactancia. De cualquier manera, lo cierto es que la formación de los

componentes de la leche y especialmente la grasa es un fenómeno de causa multifactorial y aún no bien identificado en todos los casos. Los desbalances en energía y proteína asociado a las características de la ración con implicaciones del ambiente ruminal y compromisos del metabolismo general, (acidosis) son los factores de mayor consideración en el caso de Cuba. Se refuerza en ganado de alto potencial genético y en épocas de estrés nutricional y/o calórico, situación que es predominante durante la mayor parte del año en la región más oriental de Cuba (Ponce, 1996).

Los porcentajes de SNG en las leches muestreadas en este trabajo, se enmarcaron entre 8,08 y 8,24 inferiores a los reportados por Romero et al. (2018) en tres subregiones del departamento de Sucre en Colombia (8,70%, 9,07% y 8,88%), Estos valores son superiores al mínimo establecido (8,3%) en la norma de regulación nacional (MINPROTECCIÓN, 2006-2011), y a los reportados por Calderón et al. (2007) y Calderón et al. (2011) (8,38% y 8,59% respectivamente), en leches evaluadas en el departamento de Córdoba. Son superiores también a los reportados por Díaz, et al. (2015); 7,87% en hatos lecheros del departamento de caldas. Según Álvarez et al. (2012), el porcentaje de SNG no cambia significativamente durante el año en los hatos ganaderos, está considerado como un indicador importante de calidad composicional en la leche.

En nuestro caso además se constató que la ruta Gibara (8) en la determinación de los sólidos no grasos que incluye lactosa, proteínas y minerales, presentó diferencia significativa con todas las rutas analizadas; no difieren los resultados obtenidos para Sabanazo (3) y Urbano Noris (12), que a su vez difieren de San Agustín (2) y Cacocum (6).



**Gráfico 5. Valores promedios de temperatura y reductasa**

Como podemos apreciar se observan deficientes la prueba de reducción del azul de metileno y la temperatura de acopio de la leche. Los resultados de la prueba de reducción del azul de metileno (TRAM)/h muestran valores inferiores a una hora, lo que no corresponde a la clasificación de calidad según su grado: Extra: > 5,30; Grado A: 5,30; Grado B: 4,30 y Grado C: 3,30 establecidos para Cuba según la NC. 282 (2006). Este indicador demuestra alto contenido bacteriano en la leche acopiada, y establece un método de ensayo para estimar la calidad sanitaria de la leche fresca, midiendo cualitativamente la cantidad de bacterias presentes en la leche capaces de reducir el azul de metileno que indican de las condiciones higiénicas en las que se obtuvo, esta prueba está basada en la capacidad de las bacterias presentes en la leche de consumir el oxígeno disuelto al iniciarse la incubación, disminuyendo así el potencial de oxidación-reducción en la mezcla y como consecuencia se reduce el azul de metileno a un leuco derivado incoloro, coincidiendo nuestros resultados con lo reportado por Figueredo et al. (2016).

Estos resultados coinciden además con Sedesol (2007), al señalar que la prueba de reducción del azul de metileno se utiliza como indicador de la carga total de microorganismos, mediante la decoloración provocada por la acción enzimática

microbiana sobre la leche adicionando solución de azul de metileno, y pondera la utilidad de ésta para evaluar la condición de la leche cruda por su simplicidad y rapidez para obtener los resultados.

Al comparar el indicador temperatura de la leche acopiada por la industria procedentes de las diferentes rutas, se observa que excede los 22°C sin diferencia significativa entre las mismas, lo que posibilita la multiplicación de los microorganismos contaminantes de la leche en una relación directa con la temperatura a que se mantenga. Según, Álvarez et al. (2003), la leche después de obtenida necesita ser rápidamente enfriada y mantenida a temperatura inferior a 10°C para evitar la multiplicación de microorganismos patógenos o que alteran el producto. Agregan además que la leche producida se mantendrá a una temperatura inferior a 8 °C, sin llegar al punto de congelación, cumpliéndose en todo momento los requisitos establecidos por las autoridades sanitarias correspondientes.

Para Caballero, (2008) un alimento tan sensible como la leche, la cadena de frío debe comenzar inmediatamente después de su producción, esta acción favorece la fase bactericida prolongando su acción. El desarrollo de los gérmenes banales responsables de la acidificación se frenan a temperatura próxima a 10°C y se detienen cuando alcanzan temperaturas de 2 a 4°C, pero no ocurre así con otros microorganismos que suelen contaminar la leche; los microorganismos responsables de la coagulación no ácida de la leche y los caseolíticos se desarrollan fácilmente a 0°C, dando lugar a productos de degradación, con frecuencia tóxicos y peligrosos, sobre todo para los lactantes.

**Tabla 2. Interpretación de la prueba California Mastitis Test (CMT)**

<b>Rutas</b>	<b>Lectura</b>	<b>Viscosidad</b>	<b>Células</b>	<b>Clasificación</b>
San Agustín (2)	+	Moderada	900 000	Regular a mal
Sabanazo (3)	+	Moderada	900 000	Regular a mal
Monte Alto (4)	+	Moderada	900 000	Regular a mal
Cacocum (6)	+	Moderada	900 000	Regular a mal
Gibara (8)	++	Intensa	2 700 000	Muy mal
Urbano Noris (12)	+	Moderada	900 000	Regular a mal

La interpretación de la prueba de CMT con lectura positiva en todos los casos nos lleva a inferir que la cantidad de células se encuentra entre 900 000 y 2 700 000, existe una viscosidad de moderada a intensa y por tanto la calidad de la leche se clasifica de regular a mal en 5 de las rutas estudiadas (San Agustín, Sabanazo, Monte Alto, Cacocum y Urbano Noris) y muy mal para Gibara (8) donde se registró viscosidad intensa en un 29,03 % de las muestras tomadas. Esto nos indica que hay persistencia de Infecciones generadas por mastitis subclínicas en nuestros animales responsables por el 70% de las pérdidas, pudiendo reducir la secreción de la leche hasta en un 45% como reportan Vásquez et al. (2012).

La calidad sanitaria está referida al recuento de células somáticas. Estas son principalmente células defensivas o leucocitos y en menor cantidad, células de descamación del epitelio glandular que se vuelcan en la leche producto del funcionamiento normal de la glándula mamaria. El recuento de células somáticas constituye un parámetro de gran valor diagnóstico para establecer el nivel sanitario de la glándula mamaria de un animal o un rebaño, cumple una doble función: como indicador de las condiciones sanitarias del rebaño y de la calidad tecnológica de la leche destinada a procesos. Cuando se encuentran altos contenidos de células

somáticas no se debe pensar sólo en las infecciones por patógenos como causa de mastitis sino en otros factores como: farmacológicos, fisiológicos y causantes de estrés (Dulcieri et al., 2013; Barbosa et al., 2013).

Estudios experimentales muestran que la presencia de un alto número de células somáticas en la leche se asocia con la alteración en sus características químicas, fisiológicas y de manufactura; así como de los productos elaborados. La normalización nacional establece este criterio sobre el recuento de células somáticas como un parámetro importante de calidad e implementado en el pago de la leche (Hernández y Armenteros, 2011).

Una de las causas que ejerce influencia extremadamente perjudicial sobre la composición y las características físico-químicas de la leche es la mastitis, acompañada por el aumento del recuento de células somáticas (RCS). Con el aumento del RCS, la composición de la leche, la actividad enzimática, el tiempo de coagulación, la productividad y la calidad de los derivados lácteos son influenciados negativamente Figueredo et al. (2016), reportan que un RCS de 200.000 células/ml o menos es considerado fisiológicamente típico. Leche con RCS elevadas presenta cambios en la grasa, proteína, lactosa, enzimas y minerales, ocurre una reducción de las proteínas sintetizadas en la glándula mamaria ( $\alpha$  y  $\beta$  caseína,  $\alpha$ -lactalbúmina y  $\beta$ -lactoglobulina) con un aumento de las proteínas de origen sanguíneo (albúmina sérica e inmunoglobulinas), agregan estos autores que la mastitis acompañada de altos RCS está asociada a disminución de la concentración de lactosa, disminución del potasio (mineral predominante en la leche), incremento de sodio y cloro.

Los resultados obtenidos en este trabajo nos indican que en la totalidad de las empresas ganaderas evaluadas se presentan casos de mastitis subclínica y clínica, factor que acrecienta la necesidad de implementar programas de prevención y control de la mastitis en los hatos ganaderos del departamento. Los valores encontrados en este trabajo son mayores a 230.000 CS/ml y 345.133 CS/ml, reportados por Calderón et al., (2011) y Calderón et al., (2012), respectivamente, en leches acopiadas en el departamento de Córdoba.



Botero et al. (2012) también reportaron una incidencia alta (>20%) de mastitis en una zona del departamento de Sucre, asociada al desconocimiento de buenas prácticas agropecuarias. La mastitis subclínica produce una disminución en la producción y la calidad de la leche, mediante los cambios en la concentración de sus principales componentes, como: proteína, grasa, lactosa, minerales y enzimas.

Ruegg y Pantoja (2013) afirman que un alto recuento de células somáticas y bacteriano afecta significativamente los procesos de producción de leche pasteurizada y queso, se acorta la vida de éstos productos reduciendo la aceptación del consumidor, generados por la reducción de lactosa, caseína, grasa y concentración de proteínas en la leche. Efectos adversos por el uso de leche con elevados RCS para producción de queso incluye reducción de la firmeza de la cuajada, decremento de la producción de queso, incremento de las pérdidas de grasa y caseína en el suero, y compromiso de la calidad sensorial, así mismo, acortamiento de la vida y pérdida de la calidad sensorial de la leche pasteurizada como rancidez y sabor amargo.

El conocimiento del contenido bacteriano, así como el tipo de bacteria presente en la leche es de gran importancia para el control de calidad, dado a que un conteo elevado puede indicar: leche vieja, refrigeración inadecuada, métodos no higiénicos de producción, manipulación y procesamiento, una leche con un conteo elevado de bacterias es muy probable que sea perjudicial para la salud pública, sin embargo, la leche siempre tendrá una carga microbiana, representada principalmente por bacterias lácticas las cuales no representan ningún riesgo para la salud del consumidor (Rodríguez et al., 2017).

En nuestro país hasta el presente sólo existe un equipo Fossomatic™ Minor (CENSA) para el conteo de células somáticas en el CENLAC y se usa con fines investigativos. El contenido de células somáticas como indicador de la calidad de la leche sólo se controla mediante CMT, en tanto desde hace varias décadas en los países desarrollados existen programas para el control rutinario del CCS de cuartos, vacas y tanques. El CMT además de generar dudas en los productores por su elevada subjetividad, no muestra claramente los problemas, pues es imposible contar con datos

a nivel nacional, como si puede ser la media anual de país y regiones de CCS. Una ventaja del CCS es la disponibilidad de los datos, incluso en países como Bélgica no hay esquemas nacionales para registrar otras variables, pero los datos de CCS se guardan como parte del registro nacional de leche (Kent et al., 2014).

Aunque nuestros resultados no coinciden con lo planteado por Bázquez et al. (2017) en cuanto a la distribución de los valores obtenidos en la Prueba de California realizada a la leche de tanque en los diferentes meses del año, cuyos valores más elevados correspondieron a los meses de julio, agosto y septiembre, meses en los cuales predominan los mayores niveles de precipitación, hecho que es necesario considerar toda vez que la combinación de altas temperaturas, encharcamientos y altos valores de humedad relativa condicionan aparición de procesos infecciosos en la glándula mamaria, en lo fundamental debido a que los animales tienden a buscar los lugares más húmedos para disipar el calor, estos lugares más húmedos coinciden con aquellos donde hay agua estancada con un alto grado de contaminación y de hecho los cuartos que entran en contacto con el agua contaminada y el lodo adquieren con mucha facilidad gérmenes que provocan los mencionados procesos, criterio en el coincidimos con lo planteado por el colectivo de autores del CENLAC (2002), quienes plantean, que aunque muchos autores no reconocen esta como una de las más importantes fuentes de infección de las ubres, no se les puede restar importancia, por cuanto en su trabajo "Estudio clínico epizootiológico de la Mamitis Bovina", encontraron una alta prevalencia de estos tipos de infecciones.

## Valoración económica

Rutas	Leche acopiada (litros)	Apta para yogurt (litros)	Apta para queso (litros)	Apta para helados (litros)	Otros productos (litros)
San Agustín (2)	3 735.8	1 590,3	1 138,32	1 007,18	0,0
Sabanazo (3)	2 229.4	1 579,0	300,0	350,4	0,0
Monte Alto (4)	2 890.6	542,0	1 356,75	991,85	0,0
Cacocum (6)	2 508.0	1 345,8	936,2	226,0	0,0
Gibara (8)	4 402.4	2 936.1	0,0	106,7	<b>1 359,6</b>
Urbano Noris (12)	2 420.0	1 324,4	0,0	0,0	<b>1 095,6</b>
<b>Total</b>	<b>18 186,2</b>	<b>9 317,6</b>	<b>3 731,27</b>	<b>2 682,13</b>	<b>2 455,2</b>
<b>Importe por concepto de ventas (cup)</b>		<b>139 764</b>	<b>111 938,1</b>	<b>160 927.8</b>	<b>29 462,4</b>

Como podemos apreciar en el mes analizado la Empresa de Productos Lácteos “Rafael Freyre” Holguín acopió 18 186, 2 litros de leche de las rutas estudiadas y de acuerdo a su calidad físico- química y microbiológica se destinó a la elaboración de los diferentes productos como se visualiza en la Tabla 3, con su respectivos importes por concepto de ventas en los mercados ideales, debemos destacar que un total de 2 455, 2 litros de leche fueron procesados para otras producciones entre ellos queso fundido o requesón, por no cumplir con los parámetros establecidos por la NC: 448 (2006): Especificaciones de calidad para leche cruda, referida a la presencia de agentes patógenos (Gibara) y acidez (Urbano Noris).

Nuestros resultados nos permiten coincidir con los criterios de Elmoslemany et al. (2009), cuando señalan que una leche de buena calidad es esencial para producir leche y derivados lácteos de calidad; en la agroindustria de la leche, si la materia prima no presenta aptitud adecuada para la transformación de diferentes productos se afectan significativamente los procesos de producción de leche pasteurizada y queso, se acorta la vida de éstos productos reduciendo la aceptación del consumidor, además efectos adversos por el uso de leche con elevados recuento de células somáticas y bacteriano para producción de queso incluye reducción de la firmeza de la cuajada, decremento de la producción de queso, incremento de las pérdidas de grasa y caseína en el suero, y compromiso de la calidad sensorial, así mismo, acortamiento de la vida y pérdida de la calidad sensorial de la leche pasteurizada como rancidez y sabor amargo.

Según Magariños (2001); en la guía de buena prácticas en explotaciones lecheras dentro de las alternativas para la obtener y garantizar que la leche y los derivados lácteos sean saludables y adecuados es necesario la implementación de buenas prácticas ganaderas y en especial buenas prácticas en las explotaciones lecheras que permitan realizar una buena gestión del sistema y la obtención de leche en buenas condiciones higiénicas, teniendo en cuenta factores como la sanidad animal, higiene en el ordeño, nutrición (alimentos y agua), bienestar animal, medio ambiente, gestión socioeconómica.

Asegura este autor que es importante que se identifiquen a los animales que requieren de un manejo especial, una preparación adecuada de la ubre y pezones los cuales deben estar limpios y secos, verificar la ausencia de mastitis clínica a partir de la evaluación visual de los primeros chorros en un recipiente de fondo oscuro; en caso de ordeños mecánicos, una correcta desinfección de pezones, evitar la entrada innecesaria de aire a las pezoneras, evitar el sobreordeño, retiro suave de las pezoneras, sellado adecuado de los pezones, y para el caso de ordeños manuales: una buena sujeción de los animales, manos del ordeñador limpias y secas, asegurarse que los pezones estén limpios y secos, adecuada manipulación de la ubre al momento del ordeño, cuando sea necesario aplicar desinfectantes.

## Conclusiones

- Los valores para las variables estudiadas se enmarcan dentro de los parámetros normales de la leche cruda en Cuba según las especificaciones de las normas utilizadas, con diferencias significativas entre las rutas de acopio, indicando que a pesar de poseer condiciones zootécnicas similares, existen diferencias importantes en el manejo de la leche una vez tomada de la finca.
- Resultaron deficientes la prueba TRAM/h y la temperatura de acopio superior a los 22<sup>o</sup> C.
- La prueba CMT con lectura positiva en todas las rutas nos indica que en la totalidad de las empresas ganaderas evaluadas se presentan casos de mastitis subclínica y clínica, con viscosidad de moderada a intensa y por tanto la calidad de la leche se clasifica de regular a mal en 5 de las rutas estudiadas (San Agustín, Sabanazo, Monte Alto, Cacocum y Urbano Noris) y muy mal para Gibara donde se registró viscosidad intensa en un 29,03 % de las muestras tomadas.

## Recomendaciones

- Elevar el chequeo y control de todas las actividades que intervienen en la obtención, conservación y transporte de la leche.
- Elevar el nivel preparatorio del personal que interviene en el proceso a través de una capacitación efectiva y motivacional.
- Implementar programas de prevención y control de la mastitis

## Referencias

- Álvarez L. J., Cabrera, A y Leal A. (2003) Criterio práctico para obtener una leche de calidad, en Anuario de Ciencias de la Universidad Agraria de La Habana, ISBN 959-16-0207-3
- Álvarez, F., Herrera, H., y Barreras, S. (2012). Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. *Arch Med Vet*, 44, 237-242.
- Barbano, D.M.; MA, V.; Santos, M.V. 2006. Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. *J. Dairy Sci.* 89(E Suppl.):E15–E19.
- Barbosa, C., Barreiro, R., Metiere, L. et al. (2013). Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. *BMC Veterinary Research*, 9(67), 1-7.
- Bárzaga, R., Rosell, R., Carrazana, R., y Ramírez. A. (2017). Influencia del tipo de productor y de la época del año sobre la calidad higiénico-sanitaria de la leche. *Vet. Arg.*, 34(355).
- Bennett, R. (2012). Incentivos para mejorar la calidad de la leche. Extraído el 22 de mayo de 2016, desde <http://www.cnr.berkeley.edu/ucce50/agrolaboral/7dairy/7leche05.htm>.
- Bernal, R., Rojas, Á., Vázquez, C., Espinoza, A., Estrada, J., y Castelán, A. (2007). Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México* 38, 395-407.

- Botero, L.; Vertel, M.; Florez, L.; Medina, J. 2012. Calidad composicional e higiénico-sanitaria de leche cruda entregada en época seca por productores de galeras, sucre. *Vitae* 19 (Supl. 1):S314-S316
- Botina, E., y Ortiz, D. (2013). *Evaluación de la calidad fisicoquímica, composicional y microbiológica de la leche cruda comercializada en el corregimiento de Catambunco, Colombia*. (Informe final presentado en opción al título de Zootecnista). Universidad de Nariño. Colombia.
- Brooks, J., Martínez, B., Stratton, J., Bianchini, A., Krokstrom, R., y Hutkins, R. (2012). Survey of raw milk cheeses for microbiological quality and prevalence of foodborne pathogens. *Food Microbial*, 31(2), 154-158.
- Brousett-Minaya, M., Jiménez, A., Chambi, A., Mamani, B., y Gutiérrez, H. (2015). Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno –Perú. *Scientia Agropecuaria vol.6 no.3* <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.03>
- Caballero, A. (2008). *Higiene de los Alimentos. Control Sanitario de la Leche y los productos Lácteos*. Ed. Ciencias Médicas, La Habana. Pág. 387.
- Cabrera, A., Lamazares, J., Peraza, J., Ramírez, J., y López, M. (1987). Manual de higiene de los alimentos: leche y derivados. La Habana, Cuba: MES.
- Calderón, A., Arteaga, R., Rodríguez, C. et al. (2011). Efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño. *Biosalud*, 10 (2), 16-27.
- Calderón, A., Rodríguez, V., Arrieta, G. et al. (2012). Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Montería (Córdoba). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 15, (2), 399-407.



- Calderón, A.; García, F.; Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ*. Colombia: Universidad de Córdoba.
- Calderón, A.; Rodríguez, V.; Vélez, S. 2007. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 12(1):912-920.
- Capdevila, J., Zaldívar, V., Ponce, P., y Martínez, I. (2001). Caracterización fisicoquímica de la leche de búfala proveniente de mezclas en cuba. Efecto del mes y la época del año. VI World Búfalo Congressos, Maracaibo, Venezuela.
- Ceballo, P.P. (2003). Programa integral para la mejora de la producción y calidad de la leche CENLAC/CENSA. La Habana, Cuba.
- CENLAC. (2002). Estudio clínico epizootiológico de la Mamitis Bovina. Informe final de Proyecto. Centro de Ensayos para el Control de la Calidad de la Leche y Derivados Lácteos (CENLAC) CENSA, La Habana.
- De Lima, H., Fischer, V., Ribeiro, M., Medina, C., Schrram, R. y S Tump, W. (2001). Variação da composição do leite nos meses do ano sobre qualidade do leite. *Arc. Latinoam. Prod. Animal*, 9 (1).
- Di Rienzo, A., Casanoves, F., Balzarini, G., González L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Díaz, F.; Mazzeo, M. y Caicedo, J. (2015). Caracterización de la calidad y de la inocuidad de la leche cruda procesada por la industria láctea del departamento de Caldas. *Vector* 6(2011):79 -84.

- Dirección Nacional de Salud Ambiental. (2014). Ministerio de Salud Pública. La Habana. Cuba. Informe anual. p.15.
- Dulcieri, C., Guzmán, E. y, Zaldívar, N. (2013). Parámetros físico-químicos de leche cruda. *Rev. Prod. Anim.*, 25 (1), 1-4.
- Duncan, F. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42.
- Elliot, J.P.; Drackley, G.C. y Shanks, R. D. (1995). Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. *J. Dairy. Sci.* 78(10):1512-1525.
- Elmoslemany, A.M.; Keefe, G.P.; Dohoo, I.R.; Jayaro, B.M. (2009). Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 1. Overall risk factors. *J. Dairy Sci.* 92:2634-2643.
- FAO/OMS. (2003). Garantía de la Inocuidad y calidad de los Alimentos. Directrices para el de los sistemas nacionales de control de los alimentos. Estudio FAO *Alimentación y Nutrición* No. 73, Roma.
- Fernández, N., Bebert, G., Pérez, E., González, T., y Navarro, L. (2014). Densidad láctea en dos rutas de recolección de leche destinada a la Planta Pasteurizadora Camagüey. *Rev. Prod. Anim.*, 26 (3), ISSN 2224-7920.
- Figueredo, L., Font, H., Moreno, O., W, Milán. (2016). Calidad de la leche acopiada de la ruta uno por la unidad láctea La Hacienda. *Vet. Arg.* 33 (333).
- García, M. (1999). Efecto de la época y área de procedencia sobre las características físico-químicas y de composición de la leche cruda, pasteurizada en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*, 5 (2), 5-22.
- Gallo, L. (2018). Evaluación de la calidad higiénica y fisicoquímica de la leche en la UBPC "Manuel Fajardo". (Trabajo de Diploma). Universidad de Holguín. Cuba.

- González, G.; Molina, B. y Coca, R. (2010). Calidad de la leche cruda. Extraído el 12 de marzo de 2013, desde [www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html).
- Hernández, R. (2002). La calidad de la leche, un reto para el ganadero cubano. *ACPA*, 52-53.
- Hernández, R. (2003). *Caracterización, diagnóstico y corrección de alteraciones en las características físico-químicas de la leche*. (Tesis de doctorado en Ciencias Veterinarias). Universidad Agraria de la Habana (UNAH), Cuba.
- Hernández, R. (2005). Efecto de la época del año sobre el comportamiento de la producción y la composición de la leche en tres genotipos bajo silvopastoreo. *Livestock Research for Rural Development*; 17:12. Consultado 22 enero de 2017. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd17/12/hern17136.htm>
- Hernández, R., y Armenteros, M. (2011). Leche cadena productiva. Editorial Asociación Cubana de Producción Animal. La Habana Cuba.
- Hernández, R., y Ponce, P. (2002). Estudio de la composición de la leche en las condiciones actuales del trópico en Cuba. *Rev Salud Anim.*; 24(2) ,111-114.
- Hernández, R., y Ponce, P. (2003). Caracterización de la composición láctea en Cuba y factores asociados a su variación. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 4 (11). Extraído el 20 de abril de 2013
- Hernández, R., y Ponce, P. (2005). Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. *Zootecnia Tropical* 23 (3), 295-310.
- Hurley, W. (2010). Lactation biology. Animal Sciences, Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana L [http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Milkcompsynth/milkcomp\\_density.html](http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Milkcompsynth/milkcomp_density.html) retrieved June 12, 2014.

- Kent, A., Ruiz, Gil., Remón, D., y Ponce, P. (2014). Conteo de células somáticas de leche bovina en Cuba. *Rev. Prod. anim.*, 26 (1): ISSN 2224-7920.
- Kousta, M., Mataragas, M., Skandamis, P., y Drosinos, H. (2010). Prevalence and sources of cheese contamination with pathogens at farm and processing levels. *Food Control.*, 21(6), 805-815.
- López, L., y Barriga, D. (2016). *La leche, composición y características*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
- Magariños, H. (2001). *Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa*. 1ra ed. Guatemala: Producción y Servicios Incorporados S.A.
- Martín, M, (Jueves 21 septiembre 2017). *Urgencia que requiere millones*. Cubadebate.
- Martínez A., Villoch, A., Ribot, A., y Ponce P. (2014b). Diagnóstico de Buenas Prácticas Lecheras en una cooperativa de producción. *Rev Salud Anim.* 36(1), 22-26.
- Martínez, A., Villoch, A., Ribot, A., y Ponce P. (2014). Calidad e inocuidad de leche cruda en una cadena de producción de una provincia de Cuba. *Rev Salud Anim.*, 37(2), 79-85.
- Martínez-Vasallo, A., Ribot-Enríquez, A., Villoch, A., Montes de Oca, N., Remón, D., y Ponce, P. (2017). Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba. *Rev Salud Anim.*, 39(1).
- Maza, M. (2011). *Historia de la leche y los productos lácteos*. En: *El libro Blanco de la leche y los productos lácteos* (pp 3-5). Ciudad México, México: CANILEC.
- Maza, M., Pérez, M., Legorreta, P., Moncada, A., y Pelayo, B. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*. México Primera Edición – CANILEC

Maza, M., y Legorreta, P. (2011). *Producción. Generalidades de la leche y los productos lácteos*. En: *El libro Blanco de la leche y los productos lácteos* (pp 26-43). Ciudad México, México: CANILEC.

Maza, P. M. (2011). *Producción. La producción de leche*. En: *El libro Blanco de la leche y los productos lácteos* (pp 10-25). Ciudad México, México: CANILEC.

Ministerio de Finanzas y Precios. (2007). Resolución N° 152. La Habana, Cuba. p. 9.

Ministerio de la Agricultura. (2015). Balance Anual del Grupo Ganadero. La Habana. Cuba. p.10.

Ministerio de la Industria Alimentaria. (2015). Balance Anual del Grupo Lácteo. La Habana. Cuba. p. 12.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2011). *Identificación de riesgos químicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia*. Consultado 22 marzo de 2015. Citado. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/investigacion/ueria/Publicaciones/ER%20PELIGROS%20QUIMICOS%20EN%20LECHE.pdf>

Muehlhoff, E., Bennett, A., y McMahon, D. (2013). Milk and dairy products in human nutrition, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). ISBN 978-92-5-107863-1. 276 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf>. Consultado el 17 de marzo de 2015.

Norma COVENIN 903. (1993). Leche cruda. Comisión Venezolana de Normas Industriales, Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela.

Norma Cubana 448. (2006). Norma de especificaciones de calidad para leche cruda. p. 10.

Norma Cubana 78-11-17. (1986). Leche, métodos de ensayo. Prueba de california para mastitis.

NORMA CUBANA. 282. (2006). Prueba de Reducción del Azul de Metileno.

Páez, L., López, N., Salas, K., et al. (2002). Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela. *Revista Científica, FCV LUZ 1, 12 (2)*, 113-120. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61412208> Fecha de consulta: 29 / 05 / 2013

Pandey, S., y Voskuil, C. (2011). Manual on milk safety, quality and hygiene for dairy extension workers and dairy farmers. Golden Valley, *Agricultural Research trust*, Lusaka-Zambia.

Perkins, N., Kelton, D., Hand, K., McNaughton, G., Berke, O., y Leslie, K. (2009). An analysis of the relationship between bulk tank milk quality and wash water quality on dairy farms in Ontario, Canada. *J Dairy Sci.*, 92, 3714-3722.

Philpot, N., y Nickerson, S. (2000). Ganando la lucha contra la mastitis. Publicado por Westfalia. Surge, INC. Westfalia Landtechnik GMBH. *Alemania*: 1-150.

Ponce P. (1996). *Garantía de la Calidad de la Leche: Enfoques actuales y perspectivas en América Latina. III Taller Internacional sobre calidad de la Leche*. Univ. Austral Valdivia-Chile. 9-11 octubre/96. 11 págs.

Ponce, P. (2009b). Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico. *Rev Salud Anim.*; 31(2), 69-76.

Ponce, P., Armenteros, M., Villoch, C., Montes de Oca, N., y Carreras, J. (2005). Evaluación de riesgos microbiológicos y químicos de la activación del sistema lactoperoxidasa en leche cruda. *Reporte Técnico de Vigilancia.*; 9 (5): ISSN 1028-4362. Consultado 1 mayo de 2015. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/uats/rtv\\_files/2005/rtv0505.htm](http://bvs.sld.cu/uats/rtv_files/2005/rtv0505.htm)

Ponce, P., Capdevila, Z., Zaldívar, V., Armenteros, M., Hernández, R., y Abeledo A. (2004). Programa Integral para la mejora de la producción y calidad de la leche. Registro de derecho de autor. CENDA, 363.

Ponce, P., y Hernández, R. (2001). Propriedades físico-químicas do leite e sua associação com transtornos metabólicos e alterações nas glândulas mamárias. En: Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Universidade e Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Ramírez, N., Álvarez, J., Ponce P., Suárez, E. (2007). Versión avanzada del sistema Diralec: una tecnología para el análisis de la calidad de la leche. *Biotecnología Aplicada*, 24(3-4), 290-293.

Motta-Delgado, P., Rivera, M. Malhory, S., Duque, T. J., y Guevara, F. (2014). Factores inherentes a la calidad de la leche en la agroindustria alimentaria. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 6(1):223-242.

Rodríguez, V., Calderón, A., y Acosta, A. (2017). Calidad de leches crudas en empresas ganaderas doble propósito en el departamento de Córdoba (Colombia) en condiciones de máxima precipitación. *Veterinaria y Zootecnia*, 8(2), 72-86 Disponible en: <[http://200.21.104.25/vetzootec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=104](http://200.21.104.25/vetzootec/index.php?option=com_content&view=article&id=104)>

Romero, A., Calderón, A., Rodríguez, V. (2018). Evaluación de la calidad de leches crudas en tres subregiones del departamento de Sucre, Colombia. *Rev Colombiana Cienc Anim* 10(1):43-50.

DOI: 10.24188/recia.v10.n1.2018.630

Ruegg, J.; y Pantoja, F. (2013). Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. *Irish J Agr Food Res*, 52, 101-117

- Ruíz, K., González, D., y Peña, J. (2012). Situación de la mastitis bovina en Cuba. *REDVET. 2012*: 13. Consultado 22 marzo de 2015. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121212.html>
- SEDESOL. (2007). Manual de normas de control de calidad de leche cruda. 6ª Revisión. Liconsa. Dirección de producción.1-28.
- Soler, D. (2008). *Ciencia y tecnología aplicada a la conservación de la leche*. Consultado 15 marzo de 2015. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos65/tecnologia-conservacion-leche/tecnologia-conservacion-leche.shtml>
- Tirante, L. (2008). Interpretación de los resultados leche de tanque. Lactodiagnóstico Sur SRL. Curso Internacional a Distancia Buenas Prácticas para la producción de leche y la elaboración de quesos. IICA-Vet-LATU.
- Tornadijo, M., Marra, A., García, M., Prieto, B., y Carballo, J. (1998). La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso: calidad química. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 2(2), 79-91.
- Torres, et al (2012). *Leche y Productos Lácteo. Higiene y Control de los Alimentos*. Ed. Félix Varela p. 482
- Uffo, O., Martín-Burriel, I., Martínez, S., Ronda, R., Osta, R., Rodellar, C., y Zaragoza, P. (2006). Caracterización genética de seis proteínas lácteas en tres razas bovinas cubanas. *Animal Genetic Resources Information*, 39, 15-24.
- Vásquez, J.F.; Loaiza, E.T.; Olivera, M. (2012). Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas. *Orinoquia*, 16(2), 13-23.
- Villarreal, G., Castro, H., y Gallegos, P. (2009). *Contenido de sólidos no grasos, densidad y sólidos totales en la leche de vacas Holstein*. [Online]. Revisado



en Febrero de 2009.]. Disponible en: <[www.ammveb.net/ BIBLIOTECA/ congreso/XXIX%2520CNB/memorias/car/car\\_tipcom03.doc](http://www.ammveb.net/BIBLIOTECA/congreso/XXIX%2520CNB/memorias/car/car_tipcom03.doc) >

Villoch, A. (2010). Buenas prácticas agropecuarias para la producción de leche. Sus objetivos y relación con los códigos de higiene. *Rev Salud Anim.*, 32(3), 192-197.

Wijesinha-Bettoni, R., y Burlingame, B. (2013). Milk and dairy product composition. In: Safety and Quality. FAO. E-ISBN 978-92-5-107864-8.:242-274.

Zambrano, J., y Grass, F. (2008). 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. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. 6 (2).