

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPOSICIÓN Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA ALMACENADA EN UN CENTRO DE ACOPIO

PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF RAW STORED MILK

Corzo H. Mónica J., ¹Caballero P. Luz A., ¹ Rivera María E.

¹ Universidad de Pamplona. Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Programa Ingeniería de Alimentos, Grupo de Investigaciones GIBA. Km. 1 Vía Bucaramanga, Pamplona - Norte de Santander- Colombia, Correo electrónico: [*luzcaballero@unipamplona.edu.co](mailto:luzcaballero@unipamplona.edu.co)

Recibido 30 de Mayo de 2018; aceptado 21 de Octubre 2018

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar los factores que influyen en la composición y calidad microbiológica de la leche cruda almacenada en un Centro de Acopio de San Alberto (Cesar) durante un periodo de tres meses, con análisis diarios por triplicado. Se establecieron los factores (ciclo de lactancia, estado sanitario del animal, régimen alimenticio, raza, factores ambientales: clima) que influyen sobre la calidad la leche acopiada. Los resultados mostraron que las razas predominantes fueron: Cebú (Brahman) y sus cruces con Holstein, Normando, Pardo Suizo, Blanco Orejinegro y Jersey, típicas razas lecheras, caracterizándose por su alto contenido de grasa en la leche y su rendimiento. Se encontró una estrecha relación entre el contenido de grasa, proteína y sólidos totales con el período de lactancia

de los animales; mientras que microbiológicamente se encontró relación con las condiciones de manejo durante la etapa de ordeño. Concluyéndose que existen una estrecha relación entre el período de lactancia de los animales y el contenido de grasa, proteína y los sólidos totales, mientras que la calidad microbiológica de la leche cruda acopiada en San Alberto (Cesar) cumple con los parámetros establecidos por la legislación colombiana.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia Caballero P. Luz A. E-mail: luzcaballero@unipamplona.edu.co

Palabras Claves: Calidad, Centro de Acopio, Factores, Físico-química, Grasa, Leche cruda

SUMMARY

The objective of the investigation was to determine the factors that influence the composition and microbiological quality of raw milk stored in a Collection Center in San Alberto (Cesar) over a period of three months, with daily analyzes in triplicate. The factors (lactation cycle, animal health status, diet, breed, environmental factors: climate) that influence the quality of the collected milk were established. The results showed that the predominant breeds were: Zebu (Brahman) and their crosses with Holstein, Norman, Brown Swiss, White Black and White, typical dairy breeds, characterized by their high fat content in milk and their performance. A close relationship was found between the fat, protein and total solids content with the lactation period of the animals; while microbiologically a relationship was found with management conditions during the milking stage. Concluding that there is a close relationship between the period of lactation of the animals and the content of fat, protein and total solids, while the microbiological quality of the raw milk collected in San Alberto (Cesar) meets the parameters established by legislation Colombian.

Key Words: Quality, Collection Center, Factors, Physico-chemistry, Fat, Raw milk

INTRODUCCIÓN

Según el Decreto 616 de 2006 la leche se define como el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior. Se estima que la producción de leche en Colombia está alrededor de 18 millones de litros por día (aproximadamente 6700 millones de litros por año) (El portal lechero: Colombia: Ganaderías no tecnificadas enemigos de la calidad de leche. Consultado: 06 diciembre 2017. En línea: www.portalechero.com). La mayoría son pequeños productores los cuales no cumplen con la infraestructura adecuada que les permita cumplir con los requisitos de calidad exigidos por la legislación colombiana para leche cruda. Al Centro de Acopio, ubicado en San Alberto Cesar llegan entre 34.000 y 35.000 litros diarios de leche cruda ya sea para procesar o almacenar para la producción del día siguiente.

En Colombia, el manejo de la leche cruda se encuentra controlado por dos decretos: el Decreto 616 del 2006 da las

características fisicoquímicas generales que debe cumplir la leche cruda (grasa, extracto seco y desengrasado, densidad, índice lactométrico, acidez, índice crioscópico) y el Decreto 2838 del 2006 donde se encuentra consignado lo respectivo al recuento microbiológico donde establece las Unidades Formadoras de Colonias de aerobios mesófilos permitidas en la leche cruda.

La leche por ser un líquido biológico, es muy compleja, en ella se presentan diferentes interacciones de índole fisicoquímica, bioquímica y microbiológica, todo lo cual tiene efectos en los aspectos nutricionales, sensoriales y tecnológicos; por lo que la composición y propiedades de la leche varían debido a diferentes factores (Berrio *et al.*, 2015; Novoa, 2008).

La densidad es una variable que determina la relación que hay entre la masa y el volumen de una sustancia, por lo tanto la densidad está dada en unidades de masa sobre volumen, por ejemplo: gramos / mililitro ó gramos / centímetro cúbico, kilogramo / litro, etc. Respecto a la leche, la densidad está directamente relacionada con la

cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contenga la leche.

En general, la leche está compuesta por agua, grasas, proteínas, lactosa, vitaminas y minerales, además de otras sustancias que están presentes en menor concentración y que en conjunto forman un sistema fisicoquímico relativamente estable; esto se debe a que todos los constituyentes se encuentran en equilibrio, estableciendo tres estados de dispersión. Por otra parte, León, *et al.*, 2017; Guerrero y Rodríguez, 2009; Ferrari 2007 y Negri 2003, dejan establecido que la estabilidad térmica de la leche se ve afectada por el pH y la acidez.

La leche es aproximadamente 90 % agua. La cantidad de agua en la leche se determina principalmente de acuerdo a cuanta lactosa se encuentra presente. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria, proviniendo principalmente de la dieta y en un grado mucho menor de la combustión de energía del cuerpo. La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que el suministro de agua es limitado o no disponible.

Dependiendo de la raza de la vaca y su nivel de nutrición, la grasa de la leche se puede encontrar entre 3.5 y 5.25 %. La

grasa da a la leche un color amarillo, cuando esta cuenta con poco contenido de grasa entonces se torna más blanca. Las propiedades de la leche son el reflejo de los ácidos grasos que contiene. Normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3,5 hasta el 6,0 % de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación. Una ración demasiado rica en concentrados que no estimula la rumia en la vaca, puede resultar en una caída en el porcentaje de grasa (2,0 a 2,5 %). La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión (Arrieta y Quijano, 2016).

Las proteínas constituyen entre 3.0 y 4.0 % del peso total de la leche, o 30-40 gramos por litro. Se dividen en tres grupos: Las caseínas, las proteínas del lactosuero y las que forman parte de la membrana del glóbulo de grasa. Estas últimas representan solamente del orden del 1 % del total de la proteína de la leche (Calvo, 2003). Las proteínas están formadas por aminoácidos, que son como los eslabones que componen una cadena que sería la proteína. Según la combinación y proporción de estos

aminoácidos existen varios tipos de proteínas (Caseína, Beta-lactoglobulina Alfa-lactoalbúmina Lactoferrina, Lactoperoxidasa, Inmunoglobulinas, Lisozima) que tienen funciones especializadas (Motta-Correa, y Mosquera, 2015; Potti D., 2007).

El pH representa la acidez actual de la leche. Las diferentes leches tienen una reacción iónica cercana a la neutralidad. El pH de la leche cambia de una especie a otra, dadas las diferencias de su composición química, especialmente en caseína y fosfatos Pérez, E. (2003). La leche de vaca tiene un pH comprendido entre 6.6 y 6.8, débilmente ácido debido a la presencia de la caseína y de los aniones fosfórico y cítrico principalmente. Para la leche de vaca, se consideran valores anormales los de pH inferiores a 6.5 o superiores a 6.9.

El pH no es un valor constante, sino que puede variar, en función de: El curso del ciclo de la lactación (fase de lactación que se encuentre el animal), la Influencia de la Alimentación, Estado Sanitario de la Glándula Mamaria, - Cantidad de CO₂ Disuelto, la Especie (Vaca, Cabra Y Oveja), desarrollo de microorganismos

En general, la determinación de la acidez de la leche es una medida indirecta de su

calidad sanitaria Maldonado, N. (2016) realizó estudios sobre la incidencia de posibles bacterias causantes de mastitis. De otra parte Martínez Pajaro y Verhelst Salazar, (2015) evaluaron la calidad microbiológica de carne bovina en plantas de beneficio, evidenciando que las condiciones higiénico sanitarias influyen directamente sobre la calidad microbiológica del producto final.

La acidez total se da debido a una suma de tres reacciones fundamentales y a una cuarta de carácter eventual. Estas son: Acidez proveniente de la caseína, Acidez debida a las sustancias minerales y a la presencia de ácidos orgánicos, reacciones secundarias debidas a los fosfatos presentes en la leche, "Acidez desarrollada", debida al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en proceso de alteración.

Las tres primeras representan la "acidez natural" de la leche. La cuarta puede existir debido a condiciones higiénico-sanitarias no. En cuanto a los factores que afectan la acidez de la leche se encuentra el período de lactación.

Factores que afectan las propiedades microbiológicas de la leche.

- **Salud de la ubre.** La mastitis es la enfermedad que más afecta la producción y la composición de la leche y por ello ha sido ampliamente estudiada (Calvinho, 1995; Smith, 1996 y Rajala-Schultz *et al*, 1999). Los cambios que ocurren en la composición de la leche con niveles altos de células somáticas, ocurriendo una reducción en el contenido de grasa y caseína y un aumento en el contenido de suero de leche. Estos cambios en las proteínas de leche, en unión con modificaciones en la lactosa, el contenido del mineral y pH de leche, tienen como resultado alteraciones en las propiedades y en la aptitud industrial de esa leche (Armenteros, 1998).

- **En el Ordeño.** La carga microbiana inicial de la leche, está directamente relacionada a la limpieza de los utensilios utilizados, su almacenamiento y transporte. De esta forma, la higiene y sanitización deficiente de los ordeñadores, baldes, perolas y sistema de ordeño son mencionados como los principales factores responsables por el aumento de este parámetro. En la industria de alimentos existen microorganismos benéficos que son aislados y adicionados en alimentos como vehículo para ser consumido (Ríos, *et al*, 2016).

- La calidad del agua utilizada para lavar los utensilios equipo de ordeña y

pezones de los animales, es fundamental para evitar la contaminación de la leche. Considerando, que la superficie de los pezones representa una importante fuente de contaminación de la leche, la limpieza y desinfección de los mismos antes de la ordeña contribuye significativamente para el control de los niveles del CTB. Se estima que más del 95 % de las causas de elevados CTB son por deficiencias en el lavado, higiene y sanitización de equipos y utensilios de ordeño. (Reneau *et al*, 1991; Villamizar, *et al*, 2015; Herrera, y Santos., 2015); Rojas *et al*, 2017).

Factores que afectan la calidad química de leche cruda.

Sobre la composición de la leche influyen factores nutricionales y factores no nutricionales. (Hernández R, y Ponce P., 2006).

Factores no nutricionales

- **Raza.** Existen notables diferencias entre razas con relación a los componentes mayores de la leche, donde se distingue la raza Holstein con niveles de sólidos más bajos si se compara con otras razas como la Jersey, que registra la mayor composición. La raza constituye hoy uno de los factores más relevantes a considerar en la composición de la leche, puesto que la grasa y proteína lácteas son caracteres

genéticos con alta heredabilidad (Imagawa, *et al.*, 1994). La heredabilidad estimada para la producción de leche es relativamente baja (0.25), según Mercier y Vilotte (1993), sin embargo la heredabilidad estimada para la composición de la leche es bastante alta (0.50). Opuestamente los factores ambientales como la nutrición y el manejo alimentario pueden tener mayor efecto sobre la producción que sobre la composición de la leche (Ponce, 1984). En la práctica, en los últimos 20 años se ha logrado un incremento de los sólidos de la leche, manteniéndose altos niveles productivos, debido al manejo combinado de la genética y la alimentación

Período de lactancia. El curso de la lactancia, no solo afecta la producción de leche, sino también la composición. Los cambios en los rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia, influyen de manera inversa a la composición. Generalmente, en el primer tercio de la lactación y concomitante con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, proteína y sólidos de la leche, situación que se invierte al final de la lactancia (Akers, 1990; Beeyer *et al.*, 1991; Blackburn 1993; Casado y García 1985), señala que el porcentaje de proteína desciende durante los dos primeros meses de lactancia y que luego se incrementa hasta el final de la lactación. En

cuanto al número de lactancias, Ng-Kwai-Hang citado por Guerrero y Rodríguez, 2009, afirma que entre la primera y segunda lactancia la cantidad de proteína total sufriría un leve aumento, y que en lactancias posteriores esta cantidad disminuiría. (Casas, M., 1996; Lavin, R., 1996).

Factores nutricionales. Del conjunto de alteraciones en las características físico-químicas de la leche, la concentración de grasa es la que resulta más sensible a cambios nutricionales y puede variar casi 3.0 unidades porcentuales. Los efectos que tiene la alimentación sobre la concentración de la proteína láctea puede producir cambios hasta de 0.60 unidades porcentuales (Palmquist, 1993). Las concentraciones de la lactosa y minerales, no responden previsiblemente a ajustes en la dieta y tampoco se han reportado efectos sensibles sobre el pH, la acidez y el peso específico de la leche. (Mackle *et al.*, 1999).

La calidad de la ración. El uso de pastos de buena calidad en la alimentación de la vaca lechera trae como resultado un incremento en la producción de leche y en los rendimientos en grasa y proteína lácteas (García y Gelvez, 2015; Pérez, 2001; Juárez *et al.*, 1999). El empleo de concentrados a base de cereales, resulta en un incremento en la producción de leche y

en los rendimientos en grasa y proteína (Ponce *et al*, 2000). Sin embargo, si se cubren los niveles de proteínas en la ración total de la vaca lechera, un suplemento proteico adicional logrará los mismos incrementos en el porcentaje de proteína láctea que una ración de cereales con un nivel de energía similar (Kalscheur *et al*, 1999). El mayor valor nutritivo de los pastos en la época lluviosa, se debe a que en esta

época una mayor proporción de la proteína de los pastos y forrajes está como proteína verdadera, mientras que en la época de seca, parte de dicha proteína está como nitrógeno no proteico (De Lima *et al*, 2001; Oldaham, 1991; Rearte, 1993; Pinto, M. y Royo, R., 1973) de otra parte Latrille, L. , 1993) estudiaron el valor nutritivo de la leche bovina y factores que alteran su composición.

MATERIALES Y METODOS.

A continuación se describen las actividades ejecutadas para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados:

Diagnóstico de las condiciones de producción de leche cruda.

Para la realización del diagnóstico se diseñó una lista de verificación donde se contemplaron los aspectos más relevantes que según la literatura (Guerrero y Rodríguez, 2009; Novoa, 2008; Calvo, 2003; Ayala *et al.*, 2010; Negri *et al.*, 2003). Contempló los siguientes aspectos de interés en el presente trabajo:

1. Factores no nutricionales (la raza, período de lactancia) y factores nutricionales (la calidad de la ración).
2. Rutas.
3. Condiciones higiénicas de ordeño.

4. Condiciones de recolección de la leche tanto en el centro de acopio como en la planta de procesamiento.

Se realizaron tres visitas a 5 de las rutas que se encargan de abastecer el centro de acopio de San Alberto, Cesar. Estas visitas se hicieron la última semana de los meses de abril, mayo y junio para obtener la información sobre el estado del animal, el tipo de alimentación suministrada y raza que se manejaba en cada predio.

Con el fin de poder realizar un seguimiento a cada uno de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la leche acopiada, se hizo la revisión de la documentación correspondiente al histórico de dichos análisis del último año, teniendo en cuenta: las rutas, los predios y los registros de los vehículos que se encargan de abastecer diariamente de leche cruda a

la empresa. Una vez recolectada la información correspondiente se procedió a tabular, graficas y analizar para determinar las condiciones bajo las cuales se recolecta la leche cruda procesada en la planta.

Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda almacenada.

Las muestras analizadas fueron tomadas durante la recepción de la leche cruda en el Centro de Acopio por ruta. El muestreo se hizo diariamente por un tiempo de 3 meses comenzando desde el 1 de abril hasta el 1 de julio. Todos los ensayos se hicieron en el Laboratorio del Centro de Acopio. La cantidad de muestra se tomó de acuerdo a la NTC 666, métodos de muestreo de leche y productos lácteos; se utilizaron recipientes plásticos con tapa rosca y se tomó una cantidad de muestra de 200 mL a temperatura entre 0 y 5 °C. A continuación se describe la metodología que se siguió para determinar cada uno de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la leche cruda.

Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron: densidad, % acidez, pH, % grasa, proteína y sólidos totales, (Ayala *et al.*, 2010). Los análisis se realizaron por triplicado para cada una de las muestras de leche por ruta. La preparación de las

muestras se hizo de acuerdo a la AOAC 925.21, 1990.

Densidad: Se realizó de acuerdo a lo establecido en la AOAC 925.22, 1990 con el método del lactodensímetro. **Acidez:** El método se realizó de acuerdo al establecido en la AOAC, 947.05, 1990. Los resultados se expresaron en % ácido láctico de muestra (p/v). **Potencial de hidrógeno (pH):** El método empleado para determinar el pH fue el establecido en la AOAC 33.03.06 que consiste en medir el pH con pH – metro (marca HANNA). Para esto se realizó la calibración previa del equipo por medio de buffers adecuados (pH 4,00 y pH 7,00) para luego proceder directamente a la medición del pH correspondiente. **Grasa:** Se hizo según el método establecido por la CAA, Tomo II, 13 – 8, 1989; **Proteínas:** La determinación de proteína se realizó utilizando un Ekomil (MILKANA 98-2A).

Sólidos totales: Se determinaron mediante el método indirecto, a partir de los datos de la densidad y la grasa, utilizando la fórmula de Babcock para obtener los sólidos totales de la leche:

$$\%S.T. = (0.25 \times D) + (1.21 \times \% G) + 0.66$$

De donde D es la densidad de la leche y para la cual se utilizan solo los valores decimales como enteros.

Aerobios mesófilos. El análisis se realizó por el método del petrifilm según la AOAC 990.12 a 35 °C/24 h. Los resultados indican el crecimiento de microorganismos de color

rojo por lo que se hace conteo de éstos. La cantidad admisible es de 700,000 UFC/ mL (Decreto 616, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos para dar cumplimiento a los objetivos planteados:

Condiciones de producción de leche en el centro de Acopio San Alberto.

La raza. Las razas predominantes son: Cebú (Brahman) y sus cruces con Holstein, Normando, Pardo Suizo, Blanco Orejinegro y Jersey, típicas razas lecheras, las cuales se caracterizan por su alto contenido de grasa en la leche y su rendimiento. Destacando la procedencia de diversos departamentos como Santander, que representa el 65 % de las compras, Norte de Santander con el 2 % y sur del Cesar en el 33 % de compras del centro de acopio.

Calidad de la ración. Con respecto a la dieta de los animales se encontró que está formada por pasto, melaza, sal común y mineralizada y forraje. También se observa que para las rutas que respecta al departamento de Santander, el tipo de pasto utilizado para la alimentación de los animales es del tipo braquiaria humidícola;

debido a que estas son tierras bajas que se inundan y por este motivo se siembra este tipo de pasto que son resistentes a la humedad pero pobres nutricionalmente; es decir son ricas en agua lo cual hace aumentar el volumen de la leche, pero hace que se baje la grasa de la misma. Para las rutas que hacen parte del sur del Cesar, el tipo de pasto existente en esta región es el angleton climacuna, braquiaria y estrella; que son pastos caracterizados nutricionalmente para la óptima producción de leche.

Salud de la ubre. Se evaluó mediante el recuento de aerobios mesófilos, de los cuales se obtuvo los siguientes resultados para cada uno de los meses:

a. Se determinó que el pico más alto de aerobios mesófilos se encuentra en la ruta barranca Lebrija con una cantidad de 8.726.538, la cual se caracteriza por sus altos contenidos de volumen de leche, por lo que el animal está más expuesto a enfermedades; contrario a esto se observa que la ruta de Magara es la que menos

formación de colonias tiene (4.283.07 UfC/mL) lo que se podría decir que en algunas rutas se tiene en cuenta el aspecto de la limpieza de la ubre, la forma de ordeño, la adecuación de lugar de ordeño, entre otros.

b. Se evidencia una diferencia en los recuentos entre el mes de mayo al compararlo con el mes anterior con un incremento de los aerobios mesófilos, de lo cual se presume que podría ser que alguno de los animales hubiera presentado síntomas de mastitis durante este periodo, sin embargo al indagar los proveedores manifestaron que no se han presentado a la fecha.

c. Para el mes de junio se encontró que el recuento de aerobios mesófilos no cambio, por lo contrario, la mayoría de muestras coincidieron para el recuento manteniéndose dentro de los parámetros normales para la época según los registros del laboratorio.

Según lo observado en las visitas realizadas, se estableció que en ninguno de los predios se maneja el tipo de ordeño mecánico sino el manual; no se observó piso de cemento y la indumentaria del personal ordeñador no es la adecuada ya que al momento de realizar el ordeño, se encuentran sin camisa y con pantaloneta y

sin ningún elemento de protección personal. Todo esto repercute al momento de realizar el recuento de aerobios mesófilos ya que puede que el animal esté libre de alguna enfermedad, pero si no se tiene el debido cuidado la leche se puede contaminar; esto se puede ratificar con el alto contenido de aerobios mesófilos

La recolección de la leche cruda en el centro de acopio de San Alberto Cesar, se clasifica según los predios, los cuales se encuentran distribuidos en 22 rutas: Magara, Musanda, Las lajas, 20 de julio, arguello, Aguas negras, Los tendidos, Caño mono, Los chorros, El tropezón, La carolina, a Ceiba, Caño dorada, Minas, El cruce, Musanda baja, Arguello 2, La fragua, Santa Paula, Santa Lucia, Barranca Lebrija, San José, montañitas.

En el centro de acopio diariamente se recepcionarán entre 42,000 a 45,000 litros de leche. La leche una vez llega en las cantinas (40 litros/cantina), se comienza a pasar por una cinta transportadora para ir tomando muestra de cada cantina para realizar las pruebas de adulterantes, análisis físico (densidad); análisis químico (% grasa, proteínas, pH, % acidez, crioscopia, sólidos totales) los análisis microbiológicos (aerobios mesófilos). La leche es pasada por un filtro con el fin de retener suciedades macroscópicas,

pasando posteriormente a refrigeración hasta alcanzar una temperatura promedio de 2°C +/- 1°C y así poder iniciar el respectivo llenado de los tanques de recibo (4) (16000, 22000, 11000 y 8000 litros respectivamente); por cada tanque que se llene se le realizan los análisis físico químicos correspondientes, dejando registro de ello en el laboratorio.

Una vez realizada esta etapa, se comienza a hacer el llenado del vehículo de transporte de la leche (mula o carrotanque) el cual está compuesto de tres compartimientos con capacidad para 11000 ó 6000 litros respectivamente; por cada compartimiento que se llena, se hacen los análisis de adulterantes, organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos según los protocolos establecidos por la empresa.

Los factores que se tuvieron en cuenta en este trabajo fueron la raza, periodo de lactancia, época del año, la calidad de la ración, salud de la ubre e higiene en el ordeño.

En la tabla 1 se presentan las razas que se manejan en cada una de las rutas.

Tabla 1. Razas que se manejan en cada una de las rutas

| SANTANDER | |
|--------------------|---|
| RUTA | RAZA |
| Guarumo | Cebú (Brahman) y sus cruces con Holstein, Normando, Pardo Suizo, Blanco Orejinegro y Jersey |
| Magara | |
| Musanda | |
| Las lajas | |
| 20 de julio | |
| arguello | |
| Aguas negras | |
| Los tendidos | |
| Caño mono | |
| Los chorros | |
| El tropezón | |
| La carolina | |
| La Ceiba | |
| Caño dorada | |
| Minas | |
| El cruce | |
| Musanda baja | |
| Alina | |
| Arguello 2 | |
| NORTE DE SANTANDER | |
| La fragua | Jersey, Holstein, Ayrshire |
| SUR DEL CESAR | |
| Santa Paula | Cebú, |
| Santa Lucia | |
| Barranca | |
| Lebrija | |
| San José | |
| montañitas | |

En la tabla 1 se evidencia que las razas predominantes son Cebú (Brahman) y sus cruces con Holstein, Normando, Pardo Suizo, Blanco Orejinegro y Jersey. Se obtuvo información respecto a la leche que proviene del centro de acopio de San Alberto. Los resultados de los análisis realizados a la leche se muestran a continuación:

En la tabla 2 se presenta la composición química de diferentes razas lecheras según

| RUTA | TIPO DE ALIMENTACIÓN |
|------------------|--|
| Guarumo | Pastos tipo braquiaria humidícola, suministro de sal mineralizada y blanca |
| Magara | Pasto de tipo humidícola, sal blanca, melaza |
| Musanda | braquiaria humidícola, suministro de sal blanca, suministro de granos |
| Las lajas | Pasto tipo braquiaria humidícola, suministro de sal blanca y mineralizada |
| 20 de julio | Pasto tipo braquiaria humidícola, sal mineral, forraje |
| Arguello | Pasto tipo braquiaria humidícola, pastos naturales, pasto tipo puntero |
| Aguas negras | Pasto tipo angleton, sal mineral y blanca, melaza |
| Los tendidos | Pasto tipo braquiaria humidícola, pasto tipo puntero, pasto tipo angleton, sal blanca |
| Caño mono | |
| Los chorros | |
| El tropezón | Pasto tipo braquiaria humidícola, melaza, sal blanca |
| La carolina | Melaza, pasto tipo braquiaria humidícola, pasto tipo puntero, sal mineral |
| La Ceiba | Pasto tipo braquiaria humidícola, pasto tipo angleton, melaza, sal blanca |
| Caño dorada | pasto tipo puntero, pastos naturales pasto tipo angleton, sal blanca, melaza |
| Minas | pasto tipo puntero, melaza, sal blanca |
| El cruce | Pastos tipo braquiaria humidícola, sal blanca, melaza |
| Musanda baja | Pastos tipo braquiaria humidícola, sal blanca |
| Alina | Pastos tipo braquiaria humidícola, sal blanca, melaza, pasto tipo angleton |
| Arguello 2 | Pastos tipo braquiaria humidícola, sal blanca, melaza |
| La fragua | Pastos tipo braquiaria humidícola, sal blanca, melaza, tipo puntero |
| Santa Paula | Pasto de tipo angleton, climacuna, braquiaria, estrella, sal mineralizada, forraje |
| Santa Lucia | Pasto de tipo angleton, climacuna, braquiaria, estrella, forraje |
| Barranca Lebrija | Pasto de tipo angleton, climacuna, braquiaria, estrella, forraje, sal blanca |
| San José | Pasto de tipo angleton, climacuna, braquiaria, estrella, forraje, sal mineralizada, melaza |
| montañitas | Pasto de tipo angleton, climacuna, braquiaria, estrella |

la literatura, de cada una de las razas lecheras mencionadas:

Tabla 2.2 Composición química de diferentes razas lecheras.

| RAZA | AGUA | GRASA | PROTEÍNA | LACTOSA | CENizas |
|----------|-------|-------|----------|---------|---------|
| Holstein | 88.12 | 3.44 | 3.11 | 4.61 | 0.71 |

| | | | | | |
|-------------|-------|------|------|------|------|
| Ayrshire | 87.39 | 3.93 | 3.57 | 4.48 | 0.73 |
| Pardo suizo | 87.31 | 3.97 | 3.37 | 4.63 | 0.72 |
| Guernsey | 86.36 | 4.50 | 3.60 | 4.79 | 0.75 |
| Jersey | 85.66 | 5.15 | 3.70 | 4.75 | 0.74 |

Fuente: Santini 2005. Cambios fisicoquímicos y bioquímicos de la leche y productos lácteos. Disponible en: www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r7073.DOC

En la tabla 2 se muestra la composición química de las razas encontrándose en un rango de 3.44 a 5.15 % de grasa, 3.11 a 3.7 % de proteína como parámetros principales.

El estudio abarcó los meses de abril, mayo y junio del presente año. Según el IDEAM 2008, Colombia se caracteriza por tener dos temporadas de lluvia (invierno) y dos temporadas secas (verano). Las dos temporadas de lluvias se dan a partir del mes de abril hasta mayo y la otra va desde octubre a noviembre. La temporada seca se da una desde diciembre hasta enero y la otra va desde julio hasta agosto. Por lo que el estudio realizado abarcó una de las temporadas de lluvia en el país.

En la tabla 3 se presenta el tipo de alimentación que se suministra según la ruta evaluada.

Tabla 3. Alimentación suministrada según la ruta distribidora de leche.

Higiene en el ordeño

Para este punto se realizó un seguimiento del crecimiento de aerobios mesófilos desde las fincas, las rutas y finalmente con la llegada a la empresa. Los resultados obtenidos se observan a continuación:

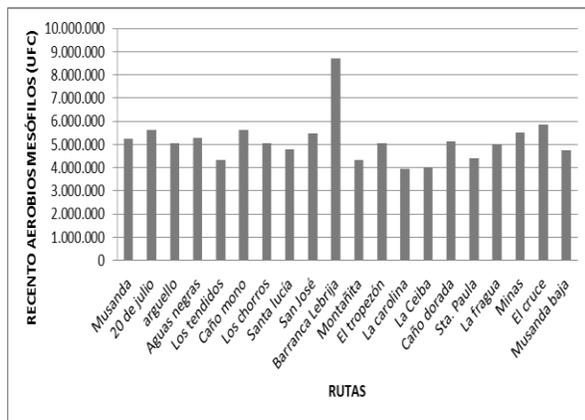


Figura 1. Recuento de aerobios mesófilos para las rutas en el mes de abril

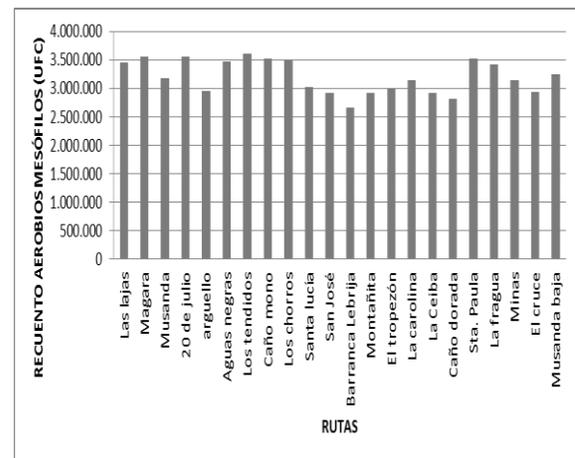


Figura 2. Recuento de aerobios mesófilos para las rutas en el mes de mayo

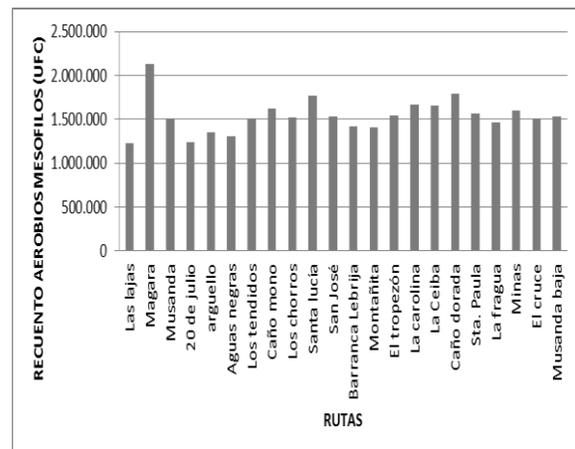


Figura 3. Recuento de aerobios mesófilos para las rutas en el mes de junio

Los resultados de los análisis fisicoquímico y microbiológico realizados en el momento de descargue mostraron que la composición química varió diariamente, al igual que los recuentos de los aerobios mesófilos.

Mientras que la acidez fue el único parámetro que se mantuvo constante.

Relación entre los factores estudiados y la composición química de la leche cruda analizada

Teniendo en cuenta que la importancia de este trabajo radica en determinar la relación de los factores estudiados con la composición de la leche procesada en la pasteurizadora, a continuación se presenta el análisis realizado para cada uno de estos factores:

La raza. A continuación se presenta la composición de las razas existentes en San Alberto Cesar, de forma teórica:

Tabla 4. Composición de las razas lecheras de San Alberto según referente bibliográfico

| Raza | Agua (%) | G. (%) | PP | Lactosa | Ceniza | ST (%) |
|-------------|----------|--------|------|---------|--------|--------|
| Holstein | 88.12 | 3.99 | 3.64 | 4.94 | 0.74 | 13.20 |
| Ayrshire | 87.39 | 3.93 | 3.11 | 4.61 | 0.73 | 11.58 |
| Guernsey | 86.36 | 4.50 | 3.37 | 4.63 | 0.75 | 13.94 |
| Jersey | 85.66 | 3.41 | 3.60 | 4.79 | 0.74 | 14.5 |
| Cebú | 88.36 | 5.15 | 3.70 | 4.75 | 0.8 | 13.82 |
| Normando | 87.37 | 4.9 | 3.9 | 5.1 | 0.75 | 13.98 |
| Pardo Suizo | 86.32 | 3.6 | 3.25 | 4.94 | 0.752 | 13.20 |

Fuente: Hazartd *et al*, 2006. Composición y calidad de la leche. Disponible en: www.ganaderia.com

La anterior tabla describe la composición a nivel teóricos de cada una de las razas que se manejan en San Alberto Cesar; la raza del animal está relacionada con la composición de la leche dentro de los que cabe destacar grasa, sólidos totales y proteína en otros estudios realizados por Trujillo, *et al.*, (2015). Se determinó que la edad y el tiempo de madurez influyen en la capacidad de retención de agua (CRA) en la carne de ovino criollo.

En la figura 4 se muestra el tipo de raza predominante respecto a la grasa, durante el tiempo de este estudio:

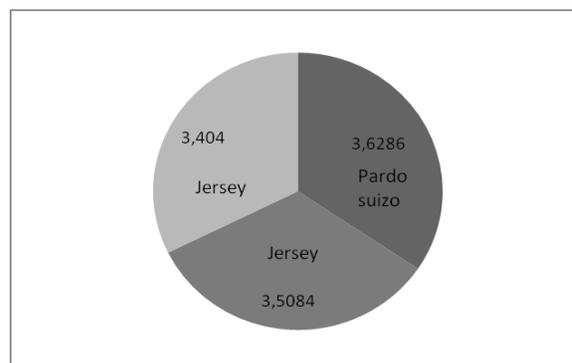


Figura 4. Tipo de raza predominante según el contenido promedio del porcentaje de la leche cruda acopiada.

Según la figura 4, y comparando los datos de la grasa con la de la tabla 4, se observa que las razas predominantes en la región y que se manejan en el centro de acopio son la Jersey (3,4 - 3,5 %) y la pardo suizo (3,6 %).

Respecto a los sólidos totales y a la proteína, no se encontró relación alguna entre estos con la raza Jersey debido a que los datos de proteína y sólidos totales no concuerdan con los obtenidos en el laboratorio.

Período de lactancia. Respecto a la grasa, se observa que esta presenta una relación directa con el periodo de lactancia según lo obtenido en los análisis químicos, resultados que concuerdan con los trabajos realizados por Guerrero y Rodríguez, 2009, el curso de la lactancia, no solo afecta la producción de leche, sino también la composición. Los cambios en los rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia, influyen de manera inversa a la composición. Generalmente, en el primer tercio de la lactación y concomitante con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, situación que se invierte al final de la lactancia, donde esta se incrementa.

Teniendo en cuenta este referente se observa en la tabla 4 que en promedio los períodos de lactancia correspondientes al mes de abril se encuentran entre el primero y en la mitad de la fase de lactación y estas se relacionan con la concentración de grasa, donde los porcentajes de grasa para el mes de abril se mantienen entre 3.3 y 3.4 %; para el mes de mayo la grasa se

mantuvo entre los mismos rangos exceptuando algunos datos donde la grasa se incrementó pero no significativamente, obteniéndose grasa entre 3.45 y 3.55 % pero ya para el mes de junio, se observa que el período de lactancia en cada una de las rutas se encuentra en los últimos períodos de lactancia, lo que afectó el porcentaje de grasa para este mes, con porcentajes que oscilaron entre 3.45, 3.55 y unas entre 3.6 y 3.7 %.

Corroborando lo anterior, los sólidos totales y la proteína también tuvieron un incremento por cada uno de los meses que se estudió observándose así que para abril los sólidos comenzaron entre 11.93 y 11.98 y la proteína comenzó entre 3.0 y 3.01, ya para el mes de mayo hubo algo de incremento tanto de los sólidos totales como de la grasa; es así como para mayo los sólidos suben a 12.02 y 12.12 % y se mantienen así al igual que la grasa se mantiene en 3.1. Pero para el mes de junio se alcanza a notar el cambio aumentando así los sólidos totales a 12.58 y a 12.56% manteniendo esos rangos al igual que la proteína que cambia notoriamente para mantenerse entre 3.11 y 3.13 % .

Por lo que todo lo anteriormente descrito indica que el período de lactancia influye en el contenido proteína de la leche cruda acopiada coincidiendo con los reportes de

(Wheelock, J.,1980; Pinto, M. y Royo, R., 1973)..

CONCLUSIONES

La leche cruda almacenada en el Centro de Acopio ubicado en San Alberto, Cesar proceden de las razas y contenido de grasa Jersey (3,4 - 3,5 %) y la pardo suiza (3,6 %).

Se estableció que existen una estrecha relación entre el período de lactancia de los animales y el contenido de grasa, proteína y los sólidos totales.

Se concluye que el período de lactancia influye en el contenido proteína de la leche cruda acopiada.

Los análisis microbiológicos de la leche cruda en un Centro de Acopio ubicado en San Alberto, Cesar realizados durante la etapa de recibo de la leche, mostraron una estrecha relación con las condiciones higiénicas sanitarias en el manejo que se da durante la etapa de ordeño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akers, R.M. (1990). Lactation physiology: A ruminant animal perspective. *Protoplasma* 159:96-111.

Armenteros, Mabelin (1998). Evaluación de un desinfectante mamario post-ordeño de origen natural. *Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias*. La Habana, Cuba.

Arrieta, S. Alexander y Quijano P. Alfonso. (2016). Identificación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en muestras de ganado bovino de la vereda j 10 del municipio de Tibu. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología*. ISSN 1692-7125. Volumen 14, N° 1, p. 85 -94

Ayala A, Vega A, Gutiérrez R, Pérez N. (2010). Avances en la investigación de las características fisicoquímicas y de composición de la leche cruda. Disponible en:
<http://www.alfaeditores.com/carnilac/Agosto%20Sep%2010/INVESTIGACI%D3N20Avances%20en%20la%20Investigaci%F3n.pdf>.

Beeyer D. E.; Rook A. J.; France J.; Dhanoa M.S. y Gill, M. (1991). A review of empirical and mechanistic models of lactational performance by the dairy cow. *Livest. Prod. Sci.*, 29, 115-130.

Berrío M. Viviana A., Mosquera T., Jemay y Alzate V. Diego F. (2015). Uso de drones

- para el análisis de imágenes multiespectrales en agricultura de precisión. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 13 N° 1. Pp: 41 – 47.
- Blackburn D. G. (1993). Lactation: Historical patterns and potential for manipulation. *J Dairy Sci* 76:3195-3212
- Calvinho, L. (1995). *La mastitis y su impacto en la calidad de la leche*. Informe Técnico INTA. No. 1:1-14.
- Calvo, M. (2003). Bioquímica de los alimentos. Disponible en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/uso.html>
- Casado, P. Y García, J. Composición química de la leche. *Industrias Lácteas Españolas* 40: 56-60 p. 1982.
- Casas, M. (1996.). Variación en el contenido de proteínas y materia grasa de leche, según las diferentes estaciones del año y sistemas de alimentación en predios. Zona sur. Tesis Lic. Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile. Facultad de Medicina Veterinaria. Valdivia. 84 p.
- De lima, Helenice; Fischer, Vivian; Ribeiro, Maria; Medina, C.; Schrram, Renata y Stump, W. (2001). Variacao da composicao do leite nos meses do ano sobre qualidade do leite. *Arch. Latinoam. Prod. Animal*. Vol.9, suplemento 1.
- Decreto 616 del 28 de febrero del 2006. Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país.
- García, M. O. y Gelvez, O. Víctor M. (2015). Efecto de la inclusión de linaza (*Linum Usitatissimum*) en la dieta. 2015. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 13 N° 1. Pp: 48 - 53.
- Guerrero O., Jeanny y Rodríguez C. (2009). Características fisicoquímica de la leche y su variación. Estudio de caso, Empresa de lácteos El colonial, León, Nicaragua. Ingeniería tesis, Universidad Nacional Agraria, UNA.
- Hazard, T.S.R. (2015). Manipulación de la composición de la leche bovina a través de la alimentación. Básicos lecheros. Alta Genética
- Hernández R, Ponce P. (2006). Relación entre los desbalances nutricionales, el metabolismo y la composición de la leche en vacas Holstein-Friesian. *Rev Salud Anim.*; 28:13-21.

- Herrera, Fanny A., y Santos. Jesús B. (2015). Perfiles de pcr-rflp en *staphylococcus aureus* meticilina-resistentes aislados a partir de queso fresco artesanal. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología. ISSN 1692-7125. Volumen 13, N° 2, p.p. 145 -153.
- Imagawa, W.; Yang, J.; Guzman, R. y Nandi, S. (1994) Control of mammary gland development. Ch. 56 in *The Physiology of Lactation*, 2nd edition, Eds. Knobil, K, Neill, J., et al., Raven Press, NY, p. 1033.
- Juárez, F. I.; Fox, D. G.; Blake R. W. y Pell, A. N. (1999). Evaluation of Tropical Grasses for Milk Production by Dual-Purpose Cows in Tropical Mexico. *J. Dairy Sci.* 82:2136-2145.
- Kalscheur, K. F.; Vandersall, J. H.; Erdman, R. A.; Kohn R. A. y Russek-cohen E. (1999). Effects of Dietary Crude Protein Concentration and Degradability on Milk Production Responses of Early, Mid, and Late Lactation Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 82:545-554.
- Latrille, L. (1993). El valor nutritivo de la leche bovina y factores que alteran su composición. En Latrille, L. Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Pp: 27-56.
- Lavin, R. (1996). Variaciones de la composición láctea de vacas con distinto número de lactancia. Tesis Lic. Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile. Facultad de Medicina Veterinaria. Valdivia. 84 p..
- León C., Mariana C.; Jaimes P., Jean. (2017). Efecto de la pasteurización y la temperatura de incubación en la fermentación alcohólica del mosto de mora. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 15 N° (2), p.p. 45 -52.
- Mackle, T. R.; Bryant, A. M., Petch, S. F., Hill, J. P. y Auldist, M. J. (1999). Nutritional Influences on the Composition of Milk from Cows of Different Protein ghenotypes in New Zealand *J. Dairy Sci.*82:172-180.
- Maldonado, N. (2016). Incidencia de posibles bacterias causantes de mastitis en los municipios de Pamplona, Pamplonita y Toledo, Norte de Santander. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN: 1692-7125. Volumen 14 N°1. Pp. 17 - 26.
- Martínez Pajaro Cesar, Verhelst Salazar Adriana Lucia. (2015). Calidad microbiológica de carne bovina en plantas de beneficio. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 13 N° 1. Pp: 72 – 80.

- Mercier, J-C. y Vilotte, J-L. (1993) Structure and function of milk protein genes. *J. Dairy Sci.* 76:3079-3098.
- Motta-Correa, Y., y Mosquera, W. j. (2015). Avances en el aprovechamiento del lacto suero como materia prima en la industria alimentaria. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria.* ISSN 1692-7125. Volumen 12, N° 2, p. 23 – 31.
- Negri L, Chávez M, Taverna M, Cuatrín A, Rubiolo A. Determinación de las variables que afectan la estabilidad térmica de la leche utilizando un método capilar para evaluar el tiempo de coagulación por calor. *Revista Argentina de Lactología* volumen 22. (33, 34, 35, 36, 37). 2003.
- Novoa C. (2008). Consideraciones sobre la calidad de la Leche. Disponible en: <http://www.tecnolacteos.com/tecnolacteos/home/dateien/carlos-novoa.pdf>.
- Oldaham, J. D. (1991). Magnitud and implication of changes in milk composition through manipulation of nutrition, management and physiology. *International Dairy Congress*, pág. 714-721.
- Palmquist, D.L.; Beaulieu, A.D. y Barbano, D.M. (1993). Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76:1753-1771.
- Pérez, E. (2003). Relación entre el polimorfismo de k-CN y b-Lg con el contenido de calcio, fósforo, citrato y termo estabilidad de la leche. Tesis Lic. en Ing. en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. 103 p.
- Pérez, J. R. (2001): O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: Uso do leite para monitorar a nutricao e o metabolismo de vacas leiteiras. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Pinto, M. y Royo, R. (1973). Composición química de la leche y sus variaciones a nivel de recepción de planta. Zona Sur de Chile. Parte I. *Archivos de Medicina Veterinaria.* 5 (1): 5-13.
- Ponce, P. *et al.*, (2000). Diagnóstico y corrección de alteraciones en el contenido de sólidos en la leche asociados a trastornos metabólicos – ruminales de la vaca lechera. *Informe Final de Proyecto.* CENSA.
- Potti D. (2007). Materias Primas: Leche: El sistema proteínico de la leche. Disponible en: <http://www.mundohelado.com/index.html>.

- Rajala-schultz, P. J.y Gröhn, Y. T.; Mcculloch, C. E. y Guard, C. L. (1999). Effects of Clinical Mastitis on Milk Yield in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*82:1213-1220.
- Rearte, D. (1993). *Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. Gráfica Lambertini, Argentina.
- Reneau J. K., Packard V. S. (1991). Monitoring mastitis, milk quality and economic losses in dairy fields. *Dairy, food and environmental sanitation*:4-11.
- Ríos, P. Cindy, Maldonado M. Lida. Y., Caballero P., Luz A., (2016). Bebida fermentada a base de arroz con adición de probióticos. Norte de Santander. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaría. ISSN: 1692-7125. Volumen 14 N°1. Pp.58 -73.
- Rojas C., Fajardo M, Carrascal. (2017). Mapeo microbiológico de salmonella spp. en plantas de desposte y comercialización. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaría. ISSN:1692-7125. Volumen 15 N°2. Pp: 53 -61.
- Santini J. (2005). Cambios fisicoquímicos y bioquímicos de la leche y productos lácteos. Disponible en: www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpd/b/recursos/r7073.DOC.
- Smith, K.L. (1996). El consejo Nacional de Mastitis y el futuro del control de mastitis y la producción de leche de calidad. Memorias del Congreso Regional del Consejo Nacional de Mastitis de Estados Unidos de América. Orlando, Colorado.
- Trujillo, N. Yanine, Ayala M. Magda, Duran O. Daniel S. (2015). Influencia de la edad y el tiempo de madurez en la capacidad de retención de agua (CRA) en la carne de ovino criollo. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 13 N° 1. Pp: 41 – 47.
- Villamizar, R Parra, M. L. M. (2015). Uso de Nanopartículas de plata en el control de microorganismos patógenos presentes en alimentos. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 13 N° 1. Pp: 54 – 59.
- Wheelock, J. (1980). Influencia de los factores fisiológicos en los rendimientos y el contenido de los componentes de la leche. In Federetion Internationale de Laitiere. Bulletin Document. 125. Pp: 83-87.