

**“COMPONENTES EPIDEMIOLOGICOS Y ECONOMICOS COMO BASE PARA
LA TOMA DE DECISIONES EN EL CONTROL DE MASTITIS BOVINA EN
GANADERIAS DE ZIPAQUIRA (CUNDINAMARCA)” OBJETIVO 2. REALIZAR
UN ESTUDIO EPIDEMIOLOGICO QUE PERMITA ESTIMAR LOS EFECTOS DE
LA MASTITIS EN CALIDAD Y SALUD PUBLICA.**

CRISTIAN ALFONSO LEAL HERNÁNDEZ

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTA D.C.
2015**

**“COMPONENTES EPIDEMIOLOGICOS Y ECONOMICOS COMO BASE PARA
LA TOMA DE DECISIONES EN EL CONTROL DE MASTITIS BOVINA EN
GANADERIAS DE ZIPAQUIRA (CUNDINAMARCA)” OBJETIVO 2. REALIZAR
UN ESTUDIO EPIDEMIOLOGICO QUE PERMITA ESTIMAR LOS EFECTOS DE
LA MASTITIS EN CALIDAD Y SALUD PUBLICA.**

CRISTIAN ALFONSO LEAL HERNANDEZ

Código 13091028

Trabajo de grado para optar al título de Zootecnista

DIRECTOR

RUTH RODRÍGUEZ ANDRADE

ZOOTECNISTA, MSc.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

BOGOTA D.C.

2015

DIRECTIVAS

**HERMANO CARLOS GABRIEL GÓMEZ RESTREPO F.S.C
RECTOR**

**HERMANO CARLOS ENRIQUE CARVAJAL COSTA F.S.C.
VICERRECTOR ACADEMICO**

**HERMANO FRANK LEONARDO RAMOS BAQUERO F.S.C.
VICERRECTOR DE PROMOCION Y DESARROLLO HUMANO**

**DOCTOR LUIS FERNANDO RAMIREZ HERNANDEZ
VICERRECTOR DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA**

**DOCTOR EDUARDO ANGEL REYES
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

**DOCTORA PATRICIA INES ORTIZ VALENCIA
SECRETARIA GENERAL**

**DOCTORA CLAUDIA AIXA MUTIS BARRETO
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**DOCTOR ALEJANDRO TOBON
SECRETARIO ACADEMICO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARÍN
DIRECTOR PROGRAMA DE ZOOTECNIA**

**DOCTOR CÉSAR AUGUSTO VÁSQUEZ SIERRA
ASISTENTE ACADEMICO PROGRAMA DE ZOOTECNIA**

APROBACIÓN

DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARÍN
DIRECTOR DE PROGRAMA

DOCTOR CÉSAR AUGUSTO VÁSQUEZ SIERRA
ASISTENTE ACADEMICO DE PROGRAMA

DOCTORA RUTH RODRIGUEZ ANDRADE
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

DOCTOR LUIS CARLOS VILLAMIL JIMENEZ
JURADO

DOCTOR EFRAÍN BENAVIDES
JURADO

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.1. Objetivos Específicos.....	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Mastitis bovina y recuento de células somáticas.....	10
2.2 Calidad de la leche.....	14
L.....	16
2.2.1 Características organolépticas de la leche.	19
2.3. Efectos sobre parámetros fisicoquímicos y composicionales	20
3. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Protocolo de toma de muestras en campo y recepción en el laboratorio.....	21
3.1.1 Protocolo y Procedimiento para el análisis de la calidad de la leche con el equipo Ekomilk.....	22
3.1.2 Procedimiento.....	22
3.3 Método estadístico usado para el análisis de datos.....	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1 Análisis de datos de la calidad composicional de la leche en cada estrato.	24
Tabla 1. Estadística descriptiva del total de predios analizados	24
Tabla 2. Estadística descriptiva predios pequeños.	25
Tabla 4. Estadística descriptiva predios grandes.....	28
4.2 Estrato y calidad composicional de la leche	28
Tabla 5. Clasificación de las leches de acuerdo a composición	30
4.2 Encontrar la correlación entre RCS (recuento de células somáticas) y calidad composicional.....	31
Tabla 6. Recuento de células somáticas en el total de los cuartos.....	31
Tabla 7. Correlación Calidad composicional (CC) – Recuento Células Somáticas (RCS).....	32
5. CONCLUSIONES	33

6. Bibliografía..... 34

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló dentro del trabajo de investigación disciplinar, aprobado por la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia (VRIT), titulado: "Componentes epidemiológicos y económicos como base para la toma de decisiones en el control de mastitis bovina en ganaderías de Zipaquirá (Cundinamarca)".

El estudio se realiza en una zona de Cundinamarca donde el análisis de calidad composicional de la leche no tiene muchos estudios y donde los productores de leche tienen la necesidad de conocer si su producto cumple con los niveles mínimos en cuanto a la calidad composicional según lo establecido en la legislación colombiana que rige en todo el país, por eso para la productores tendrá de gran importancia este estudio, de tal forma que les ayude a tomar decisiones para mejorar o seguir haciendo sus prácticas las cuales le ayudan a tener buenos resultados.

ABSTRACT

This work is developed within the research discipline, approved by the Vice-Rector of Research and Transfer (VRIT), entitled "Epidemiological and economic components as a basis for decision making in the control of bovine mastitis in herds in Zipaquirá (Cundinamarca)".

The study was conducted in an area of Cundinamarca where the compositional analysis of milk quality has not many studies and where dairy farmers have a need to know if your product meets minimum standards in terms of quality as established compositional Colombian law governing across the country, so for the producers will have great importance to this study, so that helps them make decisions to improve or continue your practice which help you to have good results.

INTRODUCCIÓN

La mastitis es una enfermedad de la producción del ganado lechero de alta prevalencia en todo el mundo y considerada de mayor importancia económica, pues causa pérdidas a la industria por disminución en la eficiencia de la producción de leche y en su calidad, pero también por el incremento de los costos de producción (Mcnab & Meek, 1991; Petrovski et al., 2006).

La mastitis tiene efectos negativos en la producción de leche y la composición, donde se puede ver que a corto plazo se encuentra una dispersión negativa en la lactancia, en casos no tratados, por un efecto de acción prolongada que puede alcanzar la siguiente lactancia (Seegers et al., 2003). Los valores de pérdidas indicados en la literatura difieren ampliamente según región y sistema de producción; y tipo de mastitis (subclínica o clínica), pero pueden alcanzar un 10% de reducción en casos subclínicos y hasta el 20% o más en casos clínicos (Lightner et al., 1988; Schepers & Dijkhuizen, 1991; De Graaf & Dwinger, 1996; Martínez et al., 2007). A esto se deben sumar los efectos sobre la reproducción y el incremento de los costos de reemplazo de animales (Schrick et al., 2001; Malinowski & Gajewski, 2009).

En Colombia, a pesar de que en la última década se han incorporado sistemas de detección de mastitis subclínica y pago por calidad, hoy en día la mastitis continúa siendo un problema para el productor de leche con una alta incidencia en las fincas que indudablemente puede afectar la producción y calidad de la leche cruda (Cotrino, 2009).

Existen varios aspectos que la industria láctea tiene como referentes para comprar la leche cruda, como es la calidad sanitaria, composicional e higiénica, en base a estos factores la industria toma la decisión de la compra de la leche al productor.

La calidad composicional es un factor que influye altamente, ya que valores como grasa, proteína y Sólidos No Grasos (SNG) son los componentes más importantes

y los que más se estudian para que la industria láctea pueda direccionar la leche, para su transformación y comercio.

La mastitis puede modificar la composición normal de la leche, al reducir las concentraciones de calcio, fósforo, proteína, caseína y grasa, e incrementar la concentración de cloro y sodio, afectando o interferir el proceso de fabricación de muchos productos lácteos, además de constituirse en un riesgo potencial para la salud pública por la transmisión de agentes infecciosos (Parra, 1998; Scaramelli, 1999; Wolter, 2004). La mastitis bovina es considerada una de las enfermedades más frecuentes y costosas (Philpot et al ,1993). Los cambios en el mejoramiento genético, la nutrición, las diferencias tecnológicas en los equipos de ordeño, el personal, las condiciones ambientales afectan el modelo epidemiológico de las infecciones intramamarias. (Alfonso, 2015)

1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la calidad composicional de la leche de 55 ganaderías pertenecientes al área 5 de Zipaquirá, Cundinamarca

1.1. Objetivos Específicos

- Determinar la calidad composicional de la leche de las fincas pequeñas, medianas y grandes de Zipaquirá
- Evaluar en qué estrato se presenta la mejor calidad composicional
- Establecer la relación entre la calidad composicional y el recuento de células somáticas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Mastitis bovina y recuento de células somáticas.

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria, de acuerdo con la severidad de los síntomas puede ser clasificada en subclínica o clínica. El grado de inflamación depende de la naturaleza del agente patógeno causante, además de la edad, raza, estado inmunológico y etapa de lactancia de la vaca (Ogola et al., 2007). Casallas (2014) cita a Barkema et al. (2009) La mastitis es causada principalmente por un amplio grupo de bacterias, sin embargo se han reportado casos de mastitis donde se han aislado virus y hongos lo cual sugeriría que estos pueden ser origen de la inflamación en algunos casos. (Casallas, 2014)

La mastitis de tipo subclínico, es una de las patologías más persistentes y ampliamente extendidas de importancia para la higiene de la leche y la calidad entre el ganado lechero en todo el mundo; la mastitis influye en la producción de leche total, la composición de la leche modificada y la usabilidad tecnológica. En las vacas, el recuento de células somáticas (SCC) es un predictor útil de mastitis subclínica, y por lo tanto, es una variable importante en términos de calidad, higiene y control de la mastitis. Un elevado SCC en leche se asocia con la calidad de la proteína modificada, cambio en la composición de ácidos grasos, lactosa, y la concentración de iones mineral, aumento de la actividad enzimática, y un mayor pH de la leche cruda. (Ogola, Shitandi, & Nanua, 2007)

Los llamados “patógenos ambientales” (en especial coliformes, *Streptococcus uberis* y *Pseudomonas aeruginosa*), están ampliamente diseminados en los lugares donde viven los animales, en especial si están húmedos (barro) y/o con un alto contenido de materia orgánica (materia fecal, restos de alimentos como silos o granos húmedos, etc.). Este tipo de infecciones ocurren por lo general entre los ordeños y especialmente en el período de vaca en transición (tres semanas pre-parto a 4 semanas post-parto), siendo más difíciles de controlar por el plan de los 5 puntos; ya que son menos eficientes la antibioterapia de los casos clínicos, la antibioterapia al secado y la desinfección de pezones post-ordeño, siendo más

importantes las medidas higiénicas pre, durante y post ordeño, así como la desinfección de pezones pre-ordeño. (Corbellini, 2010)

De esta manera es necesario considerar que la mastitis, es una enfermedad infecciosa compleja y altamente costosa del ganado de leche, es la principal causa de las pérdidas económicas dentro de un hato donde la infección afecta el buen funcionamiento de la ubre debido al estado patológico en el animal, genera trastornos en el desempeño de la explotación que se traducen de forma negativa a nivel económico debido a la disminución en la producción de leche, la reducción en la calidad del producto y los costos generados por servicios veterinarios y medicamentos empleados en su tratamiento; por otra parte cabe precisar que la forma subclínica de la mastitis es el tipo más frecuente e importante debido a su presentación casi imperceptible y de fácil diseminación donde la rutina de ordeño juega un papel de vital importancia para su control (Calderon, Rodriguez, & Velez, 2007).

Por esto el incremento en la prevalencia de la mastitis subclínica debido a inapropiadas prácticas en la rutina de ordeño conducen a un incremento en la diseminación de la enfermedad dentro del hato que repercute en altos costos para el productor que complica el control de la enfermedad y también dificulta lograr un producto de calidad competitiva.

Se entiende por leche, a la proveniente del ordeño de vacas sanas, bien alimentadas, libre de partículas extrañas y con características apropiadas en cuanto a composición (grasa, proteína, lactosa y minerales); un mínimo de carga microbiana; libre de bacterias causantes de enfermedad (brucelosis, tuberculosis, patógenos de mastitis y toxinas); y con niveles mínimos de células somáticas (Ferraro 2006).

La calidad de los derivados elaborados en la industria láctea, depende directamente de la calidad de la materia prima, proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación en general hasta la planta. Por lo tanto, el éxito y buen nombre de la industria y en última instancia la calidad

del producto final, dependen del control que se lleve sobre la leche cruda (Taverna, Calvinho, Paez , Chavez, Charlòn, & Vanzini, 2002)

Méndez y Osuna (2007) citan a Street (2003), se puede lograr una buena calidad de la leche por medio de un análisis agrupado en dos factores: primero por la calidad composicional que hace referencia a la materia grasa y sólidos no grasos; y el segundo, por la calidad higiénica que contempla los microorganismos patógenos, toxinas, residuos químicos, microorganismos saprófitos, células somáticas, materias extrañas y condiciones organolépticas (Osuna & Mendéz, 2007) Alcanzar estos niveles óptimos en el análisis de la calidad de la leche, depende directamente de las zonas de producción, del operador de la máquina de ordeño, del ordeñador, de las condiciones de transporte y de la manipulación en la finca (Bennett, 2000)

Para Taverna, *et al.*, (2002), los riesgos de modificación de las características de la leche se ubican en dos niveles así:

Los anteriores al ordeño, que condicionan la calidad original o natural de la leche y están relacionados con las enfermedades de los animales que afectan el hato lechero y que de una manera directa o indirecta alteran la calidad de la leche, el estado fisiológico del animal (calostro y leche producida por vacas de lactancias muy avanzadas) y el uso de sustancias químicas (medicamentos, hormonas, etc.) que se pueden transferir a la leche. (Taverna, Calvinho, Paez , Chavez, Charlòn, & Vanzini, 2002)

Los posteriores al ordeño, que hacen referencia a la manipulación de la leche durante el ordeño, el ambiente, la conservación de la leche y el transporte hacia la planta de procesamiento, lo que ocasiona degradación o alteración de la calidad original (Street, 2003)

La necesidad de una mayor eficiencia en el proceso industrial de la leche y la creciente demanda del mercado por productos de mayor calidad, traen como consecuencia un incremento en las exigencias de los estándares de la materia prima, lo que afecta económicamente al productor (Comerón, Orosco, & Lauzman, 2001); Según Méndez y Osuna (2007) cita a FAO (2006) el principal problema de

los pequeños productores, es la acidificación de la leche durante el ordeño y el transporte por las deficientes condiciones higiénicas y sanitarias, que genera problemas de zoonosis e incrementa el desafío logístico en el control de la calidad de la leche dentro de los mercados (Osuna & Méndez, 2007)

La calidad higiénica hace referencia a todas aquellas prácticas de manejo en finca que lleva consigo el control de mastitis, la enfermedad más costosa del hato lechero por el impacto que tiene en la disminución de la producción. (Cotrino & Gaviria, 2003) Producir leche con buena calidad higiénica resulta sumamente complejo ya que el producto a manejar es extremadamente delicado a la manipulación durante su recolección (Urdeneta, 2005)

A nivel del sistema de producción primario existe un número importante de restricciones biológicas para modificar la composición química de la leche. Como ya ha sido suficientemente demostrado, la composición varía bajo el efecto conjunto de factores ligados al ambiente o el manejo (alimentación, estación del año, fotoperiodo, ordeño) y al animal (factores genéticos y raciales, momento y número de lactancia, sanidad). En la práctica, ciertos factores resultan poco o nada modificables por el productor (momento de la lactancia o estado fisiológico, fotoperiodo), mientras que otros, como la genética, la alimentación y la sanidad, pueden ser manipulados.

La calidad composicional de la leche está constituida por el contenido de grasa, Sólidos totales y proteína, estos determinan su valor nutricional. Estos parámetros pueden variar por otros factores; como la raza del animal, por otra parte componentes fisiológicos de la vaca como su edad, tercio de lactancia y su estado sanitario, la parte ambiental también aporta a estas variaciones como lo son la alimentación, clima y manejo, teniendo en cuenta estos puntos es importante saber que cada componente que se va analizar tiene un significado importante para la industria láctea y su procesamiento. (Vera, 2008).

2.2 Calidad de la leche.

Existen diversos tipos de calidad que se consideran en el sector lácteo, una de ellas es la calidad higiénica, esta corresponde al contenido de bacterias y organismos patógenos en la leche y a la presencia de residuos de medicamentos que pueden afectar la salud humana o trastornar la producción de algunos derivados lácteos. (Barreto & Cabrera , 2006)

La calidad y por ende la inocuidad, provienen de la implementación adecuada y estricta de planes y programas preventivos que garanticen la sanidad de los animales, la higiene de la leche y la salud pública de los consumidores, minimizando el impacto que generan las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETAs) de Origen Lácteo como colibacilosis, salmonelosis, entre otras y la incidencia de Zoonosis como brucelosis, tuberculosis, listeriosis. (Perez & Atehortua, 2011)

De acuerdo con Calderón (2007), el término calidad de la leche, incluye las propiedades composicionales, estas representadas propiedades físicas y químicas. Dentro de las físicas, se encuentra la densidad que se puede definir como el peso de un litro de leche expresado en kilogramos, y se ha establecido que la densidad de la leche cruda a 15°C, oscila entre 1030 y 1033 g/ml, dependiente directamente del componente mayoritario de la leche de vaca que es el agua y el resto comprende principalmente lípidos, proteínas y carbohidratos sintetizados en la glándula mamaria. Contiene también, aunque en pequeñas cantidades, compuestos minerales y otras sustancias hidro y liposolubles transferidas directamente del plasma sanguíneo, proteínas específicas de la sangre e indicios de enzimas e intermediarios de la síntesis que tiene lugar en la glándula.

El número ordinal de lactancia y/o la edad, tiene un efecto significativo sobre el porcentaje y la producción total de grasa, el porcentaje de proteína de la leche y la composición de dicha proteína.

Se informa una disminución en el porcentaje de materia grasa de 0,2% al pasar de la quinta lactancia. Se espera que la producción total de grasa aumente conjuntamente con el aumento de la producción de leche, aunque a menudo se observa una caída en el porcentaje de materia grasa. Para la proteína, se informa

que la producción de proteína ya disminuye en vacas de más de 3 años de edad, observándose un 0,4% menos de producción en vacas de más de cinco lactancias. Esa caída parece ocurrir primeramente en la fracción de la caseína, aunque también se informa de una disminución en la fracción de la proteína del suero. (Morales, 2010)

Las propiedades químicas corresponden a los porcentajes de acidez, proteína, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales. (Calderon, 2007)

La grasa es el segundo constituyente en aporte porcentual a los sólidos totales, el porcentaje de grasa promedio presente en la leche de vacas Holstein y Jersey es de 3,5% y 4,2% respectivamente (NRC, 2001), es el componente lácteo que varía más en función de los factores que provocan cambios en el contenido de sólidos totales. La grasa se forma principalmente a partir de la movilización de tejido adiposo y precursores sanguíneos provenientes del proceso de fermentación, la producción de este componente se ve favorecida al alimentar a las vacas con una fuente de fibra larga como pasto y heno. El tercer componente en orden de aporte porcentual a los sólidos totales de la leche es la proteína. En promedio es del orden de 3,2% y 3,6% para Holstein y Jersey respectivamente (NRC, 2001), es un constituyente que varía poco, la principal fuente para la formación de proteína láctea es la proteína ingerida por el animal, además de todos aquellos factores que favorezcan el flujo de proteína microbiana hacia el intestino delgado. (Montero, 2011)

La composición de la leche es una variable importante para la producción de derivados lácteos, ya que con un mayor contenido de sólidos en la leche se obtiene una mayor eficiencia en su producción. (Barreto & Cabrera , 2006)

La producción de sólidos en la leche, varía entre razas de vacas lecheras, la raza Jersey es reconocida por producir mayor porcentaje de sólidos totales. Se debe evaluar los kg de sólidos totales producidos, puesto que razas como la Holstein producen menos porcentaje de sólidos, pero en promedio mayor cantidad de leche,

por lo tanto una vaca Jersey podría producir menor, mayor, o igual cantidad de kg de sólidos que una vaca Holstein ver ejemplo en cuadro 1. (Montero, 2011)

De acuerdo con Barreto (2006), en lo que se refiere a los sólidos o materia seca la composición porcentual más comúnmente reportada corresponde a:

- Materia grasa (lípidos): 3.5% a 4.0%
- Lactosa: 4.7% (aprox.)
- Sustancias nitrogenadas: 3.5% (proteínas entre ellos)
- Minerales: 0.8%

La grasa fue durante mucho tiempo el componente de mayor valor económico de la leche, sin embargo en la actualidad se aprecia más el contenido de proteína. La grasa es el componente más variable de la leche, su valor se ve afectado por la raza, edad de la vaca, estado nutricional, estado de la curva de lactancia y tipo de alimentación; tiene una marcada influencia sobre las características sensoriales del producto y sus derivados, tales como el color, aroma y sabor e influye en el rendimiento quesero. (Casallas, 2014)

La grasa, es otro de los componentes químicos de la leche y es la responsable no sólo del aroma y sabor del queso; sino también de su cuerpo y textura; ya que un queso elaborado sin grasa generalmente tiene una consistencia dura e insípida y no desarrolla el aroma y sabor típicos. También es el componente más variable de la leche y de todos los componentes de la leche, la fracción que más varía es la formada por grasas, estando en una proporción que oscila entre el 3.2 y el 6%; además también se ve afectada por variables como: alimentación, alojamiento, estado sanitario, y a las características individuales de las vacas lecheras (Barreto & Cabrera , 2006)

Otro parámetro para evaluar la calidad composicional de la leche es el contenido de sólidos no grasos (SNG), que se obtiene restando la grasa del contenido de sólidos totales, estos incluyen las proteínas, la lactosa y los minerales. (Casallas, 2014)

El porcentaje de sólidos no grasos (SNG) también puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales; pero el tipo de variación es mucho menor de lo observado en relación al porcentaje de grasa. Esta variación parece estar relacionada con el nivel de energía, una vez que, el aumento de este valor en la dieta de vacas de alta producción puede conducir a un aumento de hasta 0.2% en el porcentaje de SNG. Es importante destacar que la variación de SNG es cíclico, sobre todo, por la variación del nivel de proteína de la leche, lo que evidencia la importancia de este parámetro para la evaluación del rendimiento industrial del producto utilizado como materia prima. (AJ, 1996)

El porcentaje de SNG decrece progresivamente con la edad del animal. Así, dentro de un ciclo de lactación, los SNG, presenta una variación inversa a la curva de producción de leche, o sea, durante el primer mes los SNG es alto, disminuyendo al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche y vuelve a aumentar al final de la lactación, a medida que la producción disminuye(6,7). Las enfermedades que ocurren en las vacas sobre todo la mastitis, puede causar alteración significativa en la composición de la leche. Los animales con mastitis clínica o subclínica, presentan disminución porcentual de grasa y SNG así como, reducción en los niveles de lactosa y en algunos casos de proteína. (JK, 1991)

El contenido de proteínas depende fundamentalmente de la alimentación y oscila entre el 3.0 y el 3.6%. El porcentaje de las distintas proteínas, corresponde en un 80% a caseínas; proteínas solubles (albúminas y globulinas) un 19% y diversas proteínas (enzimas) 1%. (Barreto & Cabrera , 2006)

La proteína es el componente químico más importante de la leche por ser necesaria para los mamíferos que dependen en las primeras etapas de la vida y puede dividirse en dos grupos la caseína y proteínas del suero. Dentro de la caseína, se encuentran la α S1, α S2, β y la kappa y las proteínas del suero incluyen α lactoalbúmina, β lactoglobulina, inmunoglobulinas y seroalbúminas. Actualmente, ha adquirido una mayor importancia la kappa-caseína; debido a que conforma y retiene una mayor cantidad de sólidos, formando una cuajada más firme y densa; lo

que influye sobre el mayor rendimiento de la conversión de leche en cuajada. (Calderon, Rodriguez, & Velez, 2007)

De acuerdo con Santos et al., 2003, debido a la respuesta inflamatoria durante la mastitis, produce dentro del animal una liberación de sustancias sanguíneas hacia la leche, de las cuales algunas son enzimas que causan ruptura de la proteína de la leche y de la grasa láctea, la más importante de estas enzimas es la plasmina, degradadora de caseína. Por lo tanto, existe una relación entre el recuento de células somáticas y el contenido de sólidos totales en la leche, en el que un alto recuento de células somáticas potencia la disminución de los sólidos totales. (Montero, 2011)

Las concentraciones de plasmina en la leche varían considerablemente con la raza, el estado de lactancia, número de partos y la mastitis. (Bastian, Brown, & Ernstrom, 1991); la leche de vacas con mastitis y altos RCS tiene gran actividad proteolítica debido a la mayor concentración de plasmina y se le ha asociado esta actividad proteolítica como la responsable en la pérdida del valor tecnológico de la leche para la fabricación de quesos. (Auldist, 1996)

Según Casallas (2014) cita a Bastian (1991) La plasmina es una enzima proteolítica termolábil, generando problemas para en los procesos de fabricación (Ogola, Shitandi, & Nanua, 2007). Además de la mastitis existen varios factores que determinan la actividad de la plasmina en condiciones naturales, tales como: vacas con baja producción en último tercio de lactancia, vacas con un pobre estatus nutricional, épocas de verano, grado de dilución de la leche en el acopio y razas con altas producciones. (Casallas, 2014)

Los efectos de la mastitis sobre la proteína de la leche son de naturaleza cualitativa una vez que los valores absolutos de proteína bruta no sufren alteraciones significativas, así, la leche proveniente de vacas con mastitis tiene un menor porcentaje de proteína, acompañada del aumento de los niveles de proteínas séricas, como seroalbúminas e inmunoglobulinas. Las consecuencias más

importantes de estas alteraciones se manifiestan sobre el rendimiento industrial y el valor nutritivo de los productos lácteos como quesos y yogurt. (De los Reyes , 2010)

Otro de los aspectos considerados en la calidad de la leche es el recuento bacteriano, un reporte menor a 100.000 unidades formadoras de colonia (UFC)/ml presenta cambios en la composición de la leche. Conforme el recuento de UFC aumenta de 100.000 a 500.000, se produce una reducción en los sólidos no grasos de la leche, especialmente en la lactosa. Recuentos superiores a 1.000.000 de células/ml producen una disminución en el contenido de caseína. (Campabadal, 1999)

2.2.1 Características organolépticas de la leche.

De acuerdo con Barreto (2006), la reflexión de la luz sobre las partículas opacas en suspensión (micelas de caseína, glóbulos grasos, fosfatos y citratos de calcio) da a la leche su color blanco, el grado de blancura varía con el número y tamaño de las partículas en suspensión.

El sabor natural de la leche es difícil de definir, normalmente no es ácido ni amargo, sino más bien ligeramente dulce gracias a su contenido en lactosa. A veces se presenta con cierto sabor salado por la alta concentración de cloruros que tiene la leche de vaca que se encuentra en el periodo de lactancia o que sufre estados infecciosos de la ubre (mastitis); otras veces el sabor se presenta ácido cuando el porcentaje de acidez en el producto es superior a (0.2 – 0.3% de ácido láctico). Pero en general, el sabor de la leche fresca normal es agradable y puede describirse simplemente como característico.

El olor de la leche también es característico y se debe a la presencia de compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular, entre ellos, ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo. La leche puede adquirir con cierta facilidad sabores u olores extraños, derivados de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño, de sustancia de olor penetrante o superficies metálicas con las cuales ha estado en contacto o bien de cambios químicos o microbiológicos que el producto puede experimentar durante la manipulación. (Barreto & Cabrera , 2006)

2.3. Efectos sobre parámetros fisicoquímicos y composicionales

Batavani et al., 2007, reporta que vacas con mastitis subclínica (grado 3), se evidencia una disminución del nivel de calcio y fósforo principalmente el fosfato de calcio coloidal asociado a la caseína en la leche. En contraste, la concentración de sodio y el cloro aumentan significante. Respecto a las proteínas séricas, las inmunoglobulinas y la albúmina se incrementan mientras que otras fracciones que son sintetizadas en el tejido mamario por las células alveolares como α -lactoalbúmina y β -lactoglobulina disminuyen, se sugiere que esto es debido a que la mastitis causa daño y fibrilación del tejido alveolar. (Casallas, 2014)

La actividad proteolítica en leches con RCS inferior a 1.000.000 cel/ml se debe a la plasmina, el daño proteolítico a las fracciones de caseína ocurre principalmente dentro de la glándula mamaria antes del ordeño; un alto RCS en vacas con mastitis subclínica causa bajos rendimientos en la fabricación del queso e incrementa la concentración de componentes en el suero (Barbano et al., 1991). Según Barbano et al., (1991), un RCS superior a 200.000 cel/ml causa pérdidas de proteína y grasa en suero; estos autores dicen además, que en leche con recuentos mayores a 127.000 cel/ml se observa proteólisis de caseína a causa de las enzimas proteolíticas principalmente de las plasminas. La proteína total en queso disminuye paulatinamente con el aumento de RCS, mientras que la humedad aumenta esto debido a la pérdida de la estructura normal de la caseína y acompañada de pérdida de calcio y fósforo coloidal importantes para la gelificación y estructuración de la cuajada. Una mala estructuración o formación de gel trae problemas de sinéresis que afectan notablemente los rendimientos queseros (Marino et al., 2005). (Casallas, 2014)

3. METODOLOGÍA

El estudio epidemiológico transversal: busco determinar la prevalencia de mastitis en fincas y la frecuencia de animales afectados (Thrusfield, 2007) en el núcleo de excelencia sanitaria de Zipaquirá, donde existen 862 predios ganaderos (Fedegan, 2012), se excluyeron los predios con población inferior a 10 animales (497 predios), por considerarse poco representativos para el sistema de producción de leche. El

tamaño de muestra se determinó con la ayuda de WinEpiscope (Ortega et al., 2000), esperando 70% de vacas en producción, una prevalencia esperada de 80% de las fincas (con mastitis subclínica), un error aceptado del 10% y un nivel de confianza 95%. Así la muestra fue de 55 fincas, con una fracción de muestreo de 0,15. Para estimar la muestra para prevalencia de mastitis en fincas de cada estrato, se asumió una prevalencia de 10% de animales afectados de mastitis, con un error aceptado de 10% y un nivel de confianza del 95%, determinando que se requería valorar 9 vacas en fincas pequeñas, 18 vacas en fincas medianas y 28 vacas en fincas grandes.

Con base a esta información, se realizan la toma de muestras en campo de cada uno de los animales seleccionados aleatoriamente por el programa interherd.

3.1 Protocolo de toma de muestras en campo y recepción en el laboratorio.

Para facilitar el proceso de análisis, se codificaron las fincas y los animales, al igual que se acordó la marcación de los tubos, considerando la identificación de los pezones, considerando, pezón anterior derecho (AD), anterior izquierdo (AI), posterior derecho (PD) y posterior izquierdo (PI). De acuerdo a lo anterior, cada tubo Falcón debía presentar el código de la finca, código del animal e iniciales del pezón; ejemplo: 0108AD.

Para la toma de muestra en campo, se realizaron los siguientes pasos:

1. Lavar las manos adecuadamente con jabón y agua
2. Lavar la ubre con agua, y después secar con una toalla de papel cada cuarto de forma independiente.
3. Realizar en cada cuarto el descarte de los dos primeros dos chorros de leche
4. Tomar la muestra (20 ml) de cada cuarto, en tubos Falcón separados.
5. Refrigeración, haciendo uso de las neveras de icopor, para ser transportadas al laboratorio del comité de ganaderos de Zipaquirá, Área 5.

Una vez en el laboratorio, se procedía a realizar el recuento de células somáticas (RCS), aquellas muestras con valores superiores a 250.000 células se les

realizaban microbiológicas y a todos los cuartos se les realizaba calidad composicional.

De igual forma, se verificaba el estado de cada una de las muestras, respecto al código correspondiente y el volumen de leche antes señalado.

3.1.1 Protocolo y Procedimiento para el análisis de la calidad de la leche con el equipo Ekomilk.

El análisis de la calidad de leche se realizó mediante el equipo analizador de leche EkoMilk, teniendo en cuenta, que el volumen mínimo de leche es de 20 ml; la muestra debe tener un rango de temperatura entre 15° y 30°C, aunque la temperatura ideal para el análisis es 20°C; se homogenizó la muestra sin generar espuma; y solo se pasa una vez por el analizador, puesto que, después del análisis la muestra se calienta 5° a 7°.

3.1.2 Procedimiento

1. Al encender el equipo se seleccionó el tipo de leche que se va analizar, en este caso, leche de vaca.
2. Los parámetros a medir fueron: grasa, sólidos no grasos, densidad, agua y proteína.
3. Se colocó el recipiente con la leche sobre el soporte con el tubo succionador dentro de la muestra.
4. Al finalizar el proceso de análisis, se realizó la limpieza al equipo. Cabe aclarar que si el intervalo de cada análisis era mayor a 30 minutos, la limpieza se realizó de acuerdo a lo indicado por el manual, esto es:
 - Seleccionar la opción del equipo en la cual dice LIMPIEZA.
 - Seleccionar los ciclos mínimo un (01) ciclo para efectuar la limpieza y se presiona OK.

En atención a que el EkoMilk, debía recibir mantenimiento preventivo, las muestras restantes por analizar se realizaron en el Lactostar.

Para el uso del LactoStar fue necesario, considerar las condiciones medio ambientales de laboratorio, con temperatura ambiente de 25 a 30°C y una humedad relativa de 30-80%, así como encenderlo 20 a 30 minutos previo al análisis.

En relación a la muestra, fueron necesarios 100 ml, para evitar que el equipo succionara aire, una temperatura entre 15° y 30°C, siendo la ideal para el análisis 20°C; de igual forma se homogeniza sin crear espuma.

Los parámetros medidos fueron grasa, sólidos no grasos y proteína. Una vez colocado el recipiente con la leche sobre el soporte con el tubo succionador, se seleccionó la opción *medida*, que le permitió al equipo succionar el volumen de leche requerido para el análisis, por cada muestra se realizaron tres (3) mediciones, siendo la última la reportada para este estudio.

Entre muestras, fue necesario hacer una limpieza con agua destilada, asegurándose de que en la línea de entrada no debe tener ningún residuo de leche para poder ingresar la muestra siguiente.

Una vez finalizado el análisis de cada lote de muestras se realizó una limpieza, asegurando que la línea de entrada y salida no presentaban ningún residuo de leche.

3.3 Método estadístico usado para el análisis de datos

Las variables fueron analizadas a través de estadística descriptiva, para los parámetros de calidad composicional (Grasa, SNG y Proteína), reportando media, mediana, promedio, desviación estándar, varianza de la muestra, valor mínimo, valor máximo y cuenta.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de datos de la calidad composicional de la leche en cada estrato.

La tabla 1, presenta el porcentaje de grasa, sólidos no grasos (SNG) y proteína de todos los predios analizados en el estudio, se observa que la grasa en promedio de los predios analizados se encuentra 3.61% coincidiendo en lo afirmado por el decreto 616 del 2006; sin embargo se debe tener en cuenta que el valor mínimo es de 0.65%, muy por debajo del promedio y también del porcentaje de grasa mínimo permitido por la legislación colombiana.

De igual forma, el valor máxima encontrado es superior a 5%, probablemente predios que aplican selección genética y tienen sistemas de alimentación mejorados; cabe aclarar que el contenido de grasa en la leche permanece relativamente constante.

Tabla 1. Estadística descriptiva del total de predios analizados

GRASA		SNG		PROTEINA	
Media	3,61	Media	9,41	Media	2,917
Mediana	3,64	Mediana	9,41	Mediana	2,86
Promedio	→ 3,61	Promedio	→ 9,41	Promedio	→ 2,92
Desviación estándar	1,58	Desviación estándar	1,65	Desviación estándar	0,95
Varianza de la muestra	2,49	Varianza de la muestra	2,74	Varianza de la muestra	0,90
Mínimo	0,65	Mínimo	0,62	Mínimo	0,18
Máximo	→ 13,5	Máximo	→ 22,1	Máximo	→ 4,95
Cuenta	1259	Cuenta	1259	Cuenta	1259
Nivel de confianza (95,0%)	0,08720012	Nivel de confianza (95,0%)	0,09147353	Nivel de confianza (95,0%)	0,052478162

En relación con los SNG, el promedio del total predios es de 9.41% lo cual indica que son SNG acordes a lo esperado de acuerdo a la literatura y legislación. En cuanto a la proteína, reporta un valor inferior a 3%, esto es, fuera de rango de los establecido por el decreto 616 del 2006 de legislación en Colombia; de acuerdo con Hernández (2005) los niveles de proteínas pueden verse afectados por factores como la edad, número de lactancia y la presencia de altos RCS.

De acuerdo con Wilde y Hurley (1996), el contenido de la proteína en leche gradualmente disminuye con avance de la edad, como lo evidencia el estudio en

rebaños Holstein Friesian, donde el contenido de la proteína en leche disminuyó típicamente de 0.10 a 0.15 unidades sobre un período de cinco o más lactancias o aproximadamente 0.02 a 0.05 unidades por lactancia. (Hernandez, 2005).

Como se puede observar en la tabla 1, el valor mínimo reportado en proteína es 0.18% y el valor máximo de 4.92%, siendo considerada alta la varianza para los datos generales analizados en este estudio.

Tabla 2. Estadística descriptiva predios pequeños.

GRASA		SNG		PROTEINA	
Media	3,92	Media	9,62	Media	2,59
Mediana	4,06	Mediana	10,19	Mediana	2,77
Promedio	➔ 3,92	Promedio	➔ 9,62	Promedio	➔ 2,59
Desviación estándar	1,41	Desviación estándar	1,80	Desviación estándar	1,03
Varianza de la muestra	1,98	Varianza de la muestra	3,25	Varianza de la muestra	1,06
Mínimo	0,85	Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	➔ 9,82	Máximo	➔ 12	Máximo	➔ 4,9
Cuenta	462	Cuenta	462	Cuenta	462
Nivel de confianza (95,0%)	0,128798326	Nivel de confianza (95,0%)	0,164706504	Nivel de confianza (95,0%)	0,093916869

La tabla 2, presenta los resultados de los predios que presentan menos de 10 animales en producción, esto es, predios pequeños, en donde la estadística descriptiva muestra que el promedio de grasa es de 3.92%, teniendo en cuenta que en la tabla 1 el promedio del porcentaje de grasa observado es de % 3.61, lo cual da a entender que en los predios pequeños reportan una calidad superior en lo que a grasa en la leche se refiere, lo cual puede diferenciar en la alimentación o en el estado de lactancia en la que están las vacas o su manejo en el ordeño.

Por parte de los SNG el promedio de este en los predios pequeños es de % 9.62 también superior al promedio de total de predios. Según Gaunt (1973) las raciones con una elevada proporción de concentrado y poca fibra, disminuyen notablemente el contenido de materia grasa de la leche y aumenta el contenido de sólidos no grasos. En estos se puede encontrar que al momento de suministrar el concentrado el ordeñador no tiene en cuenta la porción indicada que se le debe dar a cada animal por lo que este le da de manera inadecuada el concentrado lo que hace que no genere un buen equilibrio en cuanto a la materia seca y el concentrado.

El análisis descriptivo de la proteína muestra que el promedio de los predios pequeños es de %2.59 en donde esta variable se encuentra por debajo del promedio de proteína del total de predios, lo cual puede significar que se puede presentar mayor casos de mastitis en estos predios y que afecta directamente la proteína de la leche.

La tabla 3, presenta la estadística descriptiva de los predios medianos, esto es, predios que cuentan con más de 10 y hasta 18 animales en producción, lo que mostro que en la variable analizada grasa el promedio fue de 3.48%, comparando con el promedio del total predios esta variable reporta un valor inferior, también se encuentra el valor máxima de todos los datos analizados en el muestro que es 13.5%, este alto valor reportado puede indicar una indebida homogenización previo al análisis ó se podría sugerir, si en estos predios varios de los animales se encontraban iniciando la lactancia, como lo indica Morales (2010), que es común en bovinos encontrar altos porcentajes de grasas en vacas con recientes partos, puesto que, al inicio de la lactancia, se encuentran altas concentraciones de grasa, teniendo en cuenta que es la principal fuente de energía en las primeras etapas de vida del ternero.

Tabla 3. Estadística descriptiva predios medianos.

GRASA		SNG		PROTEINA	
Media	3,48	Media	9,21412616	Media	2,95
Mediana	3,13	Mediana	8,96	Mediana	2,86
Promedio	➡ 3,48	Promedio	➡ 9,21	Promedio	➡ 2,95
Desviación estándar	1,67	Desviación estándar	1,60	Desviación estándar	➡ 0,84
Varianza de la muestra	2,80	Varianza de la muestra	2,54	Varianza de la muestra	0,71
Mínimo	0	Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	➡ 13,5	Máximo	➡ 22,1	Máximo	➡ 4,95
Cuenta	539	Cuenta	539	Cuenta	539
Nivel de confianza		Nivel de confianza		Nivel de confianza	
(95,0%)	0,141506678	(95,0%)	0,134966823	(95,0%)	0,07130798

En la variable de SNG el promedio de los predios medianos se encuentra en 9.21%, de acuerdo algunos estudios, el porcentaje de los sólidos no grasos tiene un descenso gradual, aunque irregular, a medida que el animal aumenta en el número

de lactancias. Lo anterior concuerda con varios estudios citados por Noboa (1998) donde cita a Rogers y Stewart (1982), donde se indica que el contenido de sólidos no grasos decrece en un 0,4% en las primeras cinco lactancias, debido principalmente a la caída de los niveles de lactosa y caseína. La cual también se encuentra por debajo de promedio del total de predios. (Noboa, 1998). Lo que indica que más del 30% de la población analizada en este estudio está por encima de las 5 lactancia, coincidiendo con el valor encontrado en este ítem, pues es el más bajo de los 3 estratos.

Por parte de la proteína el promedio de estos predios se encuentra en 2.95% en donde este valor es superior al promedio del total de predios, cabe aclarar que los predios categorizados como medianos, el 65% evidencia presencia de mastitis subclínica, basado en las encuestas realizadas, un porcentaje superior al 50% no cumplía buenas prácticas de ordeño lo que ocasiona que los animales en ordeño estén más susceptibles a patógenos que le ocasionen mastitis.

En este sentido, al incrementarse el recuento de células somáticas, y con ello el porcentaje de cuartos afectados por mastitis, disminuye la cantidad de proteínas y de grasa de la leche producida. (Cabrera Barreto, 2006).

Otro de los factores que puede afectar la proteína es el factor de raza como lo indica Martínez y Gómez (2013); los porcentajes de proteína en promedio fueron de 2,85% y 3,13% en verano e invierno, respectivamente, los cuales se encuentran alrededor del valor esperado (2,9%). Una vez más, la explicación a estos resultados es la producción de leche en Sucre a partir de razas cebuínas con cruces *Bos taurus* y *Bos Indicus*. Las cebuínas son las que presentan menores volúmenes de producción, pero mejores valores en su composición química debido a la relación inversa que existe entre la producción y el porcentaje de los constituyentes por presentar un menor factor de dilución. Teniendo en cuenta lo que estos autores dicen el 100% de la población analizada en este estudio son raza que hacen parte del grupo de *Bos Tauros* y el 85% de ella son de raza Holstein o cruces con esta raza, lo que lleva a determinar que son razas con las que se obtiene mayor volumen de producción y no buena calidad composicional.

Tabla 4. Estadística descriptiva predios grandes.

GRASA		SNG		PROTEINA	
Media	3,34	Media	9,45	Media	3,43
Mediana	3,2	Mediana	9,28	Mediana	3,12
Promedio	➡ 3,34	Promedio	➡ 9,45	Promedio	➡ 3,43
Desviación estándar	1,57	Desviación estándar	1,44	Desviación estándar	0,75
Varianza de la muestra	2,47	Varianza de la muestra	2,09	Varianza de la muestra	0,57
Mínimo	0	Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	➡ 7,82	Máximo	➡ 12	Máximo	➡ 4,64
Cuenta	258	Cuenta	258	Cuenta	258
Nivel de confianza (95,0%)	0,1927499	Nivel de confianza (95,0%)	0,17715055	Nivel de confianza (95,0%)	0,09231733

La tabla 4, presenta la estadística descriptiva de los predios grandes, estos reportan más de 18 animales en producción, para la variable grasa presentan un promedio de 3.34%, siendo inferior al reportado para todos los predios. El porcentaje de grasa en la leche puede variar debido a factores como la raza, la gestación, lactancia, tipo de alimentación, ordeño, estado sanitario, estación del año, temperatura, edad del animal, tipo de ordeño y mantenimiento entre otros. (Martínez M & Gomez S, 2013). Los SNG el promedio en los predios grandes es de 9.45% siendo superior al promedio reportado para el total de predios.

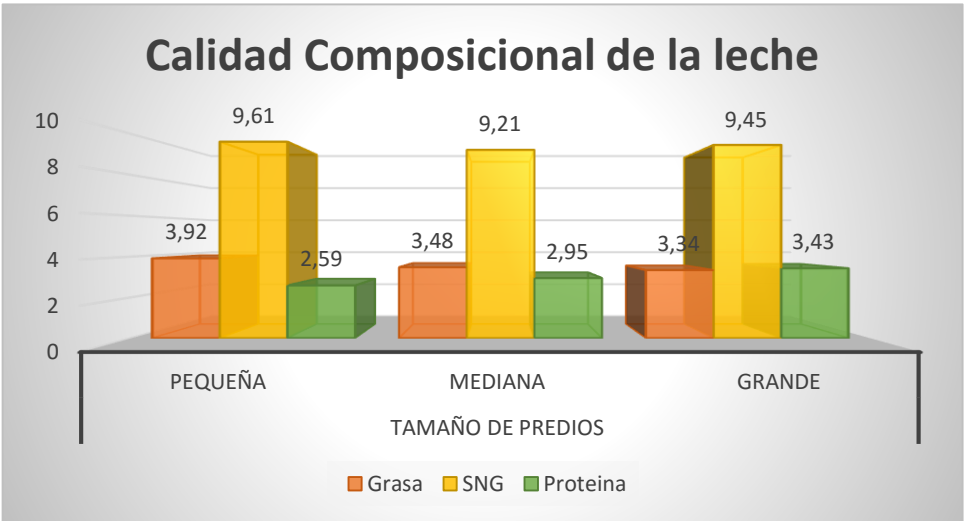
Por parte de la variable analizada proteína el promedio es de 3.43% la cual es la más alta comparada con las demás tablas y se encuentra en una calidad de la proteína excelente.

Según Noboa (1998) cita a Wilcox (1959) La variación en la composición de la leche, ocasionada por el número de lactancias está muy relacionada con la incidencia de enfermedades de la ubre, y principalmente con las mastitis, las cuales aumentan conforme aumenta el número de lactancias. (Noboa, 1998)

4.2 Estrato y calidad composicional de la leche

Al evaluar la calidad composicional de cada uno de los estratos estudiados en el proyecto, cabe aclarar que se consideran pequeños productores, aquellos que

poseen hasta 10 animales en producción; medianos productores más de 10 hasta 18 animales en producción y grandes productores más de 18 animales en producción; en la gráfica 1, se evidencia para la variable grasa y sólidos no grasos para todos los estratos un reporte superior al especificado por el decreto 616, que corresponde a 3% y 8.3% respectivamente.



Gráfica 1. Calidad composicional de cada estrato

No así para la proteína que tiene un reporte inferior a los demandados para los estratos medianos y pequeños.

Los resultados anteriores, coinciden para las variables grasa y sólidos no grasos con lo reportado por Calderón en el 2006, como se observa en la tabla 5; por otro lado para la variable proteína se clasifica para los estratos pequeños y medianos como de regular a mala calidad por el valor reportado, para el caso de los estratos de mayor número de animales la fluctuación significativa puede deberse a que en estos predios se suministra diferentes proteínas dietarías para el aumento de esta variable..

Tabla 5. Clasificación de las leches de acuerdo a composición

Factor	Excelente	Buena	Regular	Mala
Densidad (g/ml)	> 1.029	> 1.029	1.028 – 1.029	< 1028
Crioscopia (°C)	-0.545 ^a -0.531	-0.530 a -0.521	-0.520 a -0.501	< -0.500
Lactosa %	> 5.3	5.3 – 4.9	4.9 – 4.6	< 4.6
Proteína %	> 3.2	3.2 – 2.8	2.8 – 2.6	< 2.6
Grasa %	> 3.5	3.5 – 3.3	3.3 – 3.0	< 3.0
Sólidos no grasos %	> 8.7	8.7 – 8.4	8.4 – 8.0	< 8.0

Fuente: (Calderon, 2006)

Cabe aclarar que la grasa, es una variable que suele verse fácilmente afectada por factores como nutrición, tercio de lactancia, número de partos, entre otros, según Calderón (2007) para mantener un mayor porcentaje de grasa en la leche, se suministra un concentrado proteico, entre más número de veces se ofrezca es mejor, pero que se debe ofrecer heno o pasto verde antes de suministrar este suplemento, para un mejor aprovechamiento por parte de los rumiantes.

Según Manterola B., (2012) el contenido graso de la leche, puede variar hasta en tres unidades según la ración, especialmente en el período post pico de lactancia. Como gran parte de los precursores utilizados por la glándula mamaria para síntesis de los ácidos grasos se originan en el rumen, por fermentación de los alimentos, cualquier modificación a este proceso afecta directamente la concentración de grasa en la leche. (Monterola, 2012), de igual manera según la clasificación de los dos promedios de grasa en la leche están en el rango de excelente.

Para los SNG los factores que influyen son el periodo de lactancia, alimentación donde un alto contenido energía en la dieta puede que el valor aumente. Según Wilfido Briñez, et al., (2003) se observa una tendencia clara al incremento de los SNG con el transcurrir de la lactancia, como lo observado para los demás componentes estudiados en esta investigación y alcanzando el valor más alto en la tercera etapa que es cuando los animales presentan una menor producción con una concentración de la leche. (Briñez, Valbuena, Castro, Tovar, & Ruiz, 2003).

Así, dentro de un ciclo de lactación, los SNG, presenta una variación inversa a la curva de producción de leche, o sea, durante el primer mes los SNG es alto, disminuyendo al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche y vuelve a aumentar al final de la lactación, a medida que la producción disminuye. Las enfermedades que ocurren en las vacas sobre todo la mastitis, puede causar alteración significativa en la composición de la leche. (De los Reyes , 2010).

4.2 Encontrar la correlación entre RCS (recuento de células somáticas) y calidad composicional.

Colombia, por su parte, no ha definido límites oficiales en este aspecto lo cual puede significar una desventaja en los tratados comerciales con otros países (Ministerio de la Protección Social de Colombia, decreto No. 616 de 2006); sin embargo, existen industrias que manejan sus propios límites como parte de su esquema de calidad donde se tienen incentivos para productores con leche de bajos RCS, conocidas como bonificaciones voluntarias dentro el esquema de pago nacional. (Vásquez, Novoa, & Carulla, 2014)

A continuación en la tabla 6, se puede visualizar el recuento de células somáticas (RSC) y la frecuencia establecida en los predios muestreados por cuarto.

Tabla 6. Recuento de células somáticas en el total de los cuartos

RCS	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
<150.000	299	48,15	48,15
150.001 - 500.000	194	31,24	79,39
500.001 - 1'500.000	79	12,72	92,11
1'500.001 -5'000.000	43	6,92	99,03
>5'000.000	6	0,97	100,00

Al observar la tabla 6 se puede analizar que el 48,15% de las muestras analizadas presentan menos de 150.000, considerándose un valor normal para este parámetro.

Teniendo en cuenta esta información de cómo se presenta el RCS por cuartos en el total de muestras obtenidas, se puede establecer una correlación con la calidad composicional de la leche reportada para estos predios. La tabla 7, muestra que la correlación entre la calidad composicional y el RCS en general es negativa, lo cual significa que el RCS no influye en la calidad composicional de los animales muestreados para la gran mayoría de variables, los dos valores que mostraron una influencia significativa fue en los predio pequeños en los componentes de grasa y SNG, en donde por una unidad de RCS que aumenta en los parámetros de calidad composicional (grasa, proteína SNG) disminuye lo cual hace que afecte la calidad en diferentes factores como el pago de la leche por su calidad.

Tabla 7. Correlación Calidad composicional (CC) – Recuento Células Somáticas (RCS).

CORRELACION CC - RCS			
CC.	PEQUEÑOS	MEDIANOS	GRANDES
GRASA	0,05881912	-0,04157016	-0,04810145
SNG	0,03514403	-0,01269823	-0,0482285
PROTINA	-0,02797741	-0,09774862	-0,05665695

Así como lo afirma Pedraza et al.,(2011), existe una relación negativa entre producción absoluta de grasa (kg) y rango o score de mastitis, coincide con los resultados de otros autores, que han encontrado el mismo tipo de asociación entre LnRCS (Logaritmo natural del Recuento de Células Somáticas) y producción de grasa por lactancia (Kennedy *et al.*, 1982; Monardes y Hayes, 1985), así como entre recuento celular de leche de estanques y producción diaria de grasa (Eberhart *et al.*, 1982).

Por otro lado Asby *et al.* (1977), reporta que la relación entre RCS, ST y SNG, es una relación lineal entre concentración de sólidos totales y recuento de células somáticas, equivalente a un descenso de 0,0266 unidades por cada incremento de 100.000 células. Dawson *et al.* (1974), encontraron -0.14% en la concentración de sólidos totales como consecuencia del aumento de una unidad en el LnRCS. Correlaciones negativas y significativas han sido determinadas entre sólidos no

grasos y recuento de células somáticas de -0.382 (Natzke *et al.*, 1965) y de -0.41 (Haenlein *et al.*, 1968).

5. CONCLUSIONES

- La calidad composicional representada por grasa, sólidos no grasos y proteína, se encuentran para los dos primeros dentro de los estándares exigidos por la legislación nacional, no así para el parámetro proteína probablemente por la influencia de variables no consideradas en este estudio tales como edad y el tercio de lactancia en cual se encontraban los animales al momento de la muestra, a su vez algunos animales muestreados mostraron niveles muy por debajo en grasa se encuentra de 0.65%, SNG 0.62% y en proteína de 0.18% donde el productor con estos análisis puede ver cuáles son los animales que bajan el rendimiento del hato y por ende baja sustancialmente la parte económica del hato.
- El estrato obtuvo mejor calidad composicional de leche es el constituido por predios que cuentan con más de 18 animales, por lo que se puede evidenciar que este estrato maneja mejores estándares de calidad al momento de producir, van de la mano con las buenas prácticas ganaderas, entre otros factores que hacen para que su producción sea buena y a la vez su calidad, seguido por los predios medianos y finalmente la menor calidad la presentaron los predios pequeños, siendo lo opuesto y al estrato de predios grandes, en este objetivo se ve como los pequeños productores producen de manera artesanal ya que por falta de recursos económicos y capacitaciones, su volumen de producción muchas veces es para consumo propio o es muy baja su producción para obtener una buena rentabilidad y de alguna manera mejorar sus condiciones para producir.
- La relación de la calidad composicional absoluta con los recuentos de células somáticas en este estudio se mostró que es negativa e indica que el RCS no influye de ninguna manera sobre los resultados de calidad composicional.

6. Bibliografía

- AJ, B. (1996). Current concept on bovine mastitis. 4th ed. Arlington, USA:National mastitis council.
- Alfonso Calderón, F. G. (9 de Febrero de 2006). INDICADORES DE CALIDAD DE LECHES CRUDAS EN DIFERENTES REGIONES DE COLOMBIA. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v11n1/v11n1a06>
- Alfonso, M. C. (24 de SEPTIEMBRE de 2015). INFLUENCIA DE LA MASTITIS BOVINA SOBRE PARAMETROS DE CALIDAD DE LA LECHE EN FINCAS DE CUNDINAMARCA. CONTRIBUCION A LA COMPETITIVIDAD DE LA CADENA. Obtenido de <http://www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/Proyecto.xhtml;jsessionid=877CC1A5E0AC935E2B9E8DF7BE18B725.tomcat8?idProyecto=12783&opcion=1#responsable>
- Auldist, M. (1996). Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and herds. Int Dairy.
- Barreto, & Cabrera , E. N. (2006). EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICA, COMPOSICIONAL Y SANITARIA DE LA LECHE CRUDA EN COLOMBIA CONFORME CON EL ACUERDO DE COMPETITIVIDAD DE LA CADENA LÁCTEA. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301105/Calidad_higienica_de_la_leche.pdf
- Bastian, E., Brown, R., & Ernstrom, C. (1991). Plasmin Activity and Milk Coagulation. J Dairy Sci.
- Bennett, R. H. (2000). Incentivos para mejorar calidad de leche . Recuperado el 11 de Noviembre de 2015, de <http://nature.berkeley.edu/ucce50/agro-laboral/7dairy/7leche05.htm>
- Briñez, W., Valbuena, E., Castro, G., Tovar, A., & Ruiz, J. (2003). EFECTOS DEL MESTIZAJE, ÉPOCA DEL AÑO, ETAPA DE LACTANCIA Y NÚMERO DE PARTOS SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LACTANCIA Y NÚMERO DE PARTOS SOBRE LA COMPOSICIÓN. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28000/2/art11.pdf>

- Cabrera Barreto, E. N. (2006). EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICA, COMPOSICIONAL Y SANITARIA DE LA LECHE CRUDA EN COLOMBIA CONFORME CON EL ACUERDO DE COMPETITIVIDAD DE LA CADENA LÁCTEA . Recuperado el 4 de Noviembre de 2015, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301105/Calidad_higienica_de_la_leche.pdf
- Calderon, A. (10 de JUNIO de 2007). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD COMPOSICIONAL DE LECHE EN CUATRO PROCESADORAS DE QUESOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, COLOMBIA. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/693/69312106.pdf>
- Calderon, A., Rodriguez, V., & Velez, S. (10 de JUNIO de 2007). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD COMPOSICIONAL DE LECHE EN CUATRO PROCESADORAS DE QUESOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA, COLOMBIA. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/693/69312106.pdf>
- Campabadal, C. (1999). FACTORES QUE AFECTAN EL CONTENIDO DE SÓLIDOS EN LA LECHE. En C. Campabadal.
- Casallas, J. A. (2014). Efecto de la mastitis bovina en la calidad composicional y aptitud quesera de la LECHE. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/47116/1/1024468160.2014.pdf>
- Casallas, J. A. (2014). Efecto de la mastitis bovina en la calidad composicional y aptitud quesera de la leche . Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/47116/1/1024468160.2014.pdf>
- Comerón, E., Orosco, D., & Lauzman, A. (2001). ¿La calidad se paga? Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/inf02011.htm>
- Corbellini, C. N. (4 de 10 de 2010). LA MASTITIS BOVINA Y SU IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE. Obtenido de <http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>
- Cotrino, V., & Gaviria. (2003). Mastitis y calidad de la leche. Recuperado el 2015, de <https://lis.udea.edu.co/~amarin/tesis/desarrollo/pddpv2/pddp/wordlist>
- De los Reyes , G. (2010). CALIDAD DE LA LECHE CRUDA. Obtenido de http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf
- Funke Gerber. (2014). Catalogo de Laboratorio. Analisis para Lacteos . Obtenido de http://funke-gerber.de/FG_Kat_SP.pdf

- G, C. P., M, A. M., R, P. F., & E., H. A. (2000). CAMBIOS EN LA PRODUCCION Y COMPOSICION LACTEA POR EFECTO DEL INCREMENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE DE VACAS. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072000000300005&script=sci_arttext
- Hernandez, R. (2005). Lactación. Síntesis y secreción de la leche. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos34/lactacion/lactacion.shtml>
- JK, R. (1991). Packard VS. Monitoring mastitis, milk quality and economic losses in dairy fields. Dairy, food and environmental sanitation. Obtenido de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19920006702>
- Martinez M, M. M., & Gomez S, C. A. (Julio de 2013). CALIDAD COMPOSICIONAL E HIGIÉNICA DE LA LECHE CRUDA RECIBIDA EN INDUSTRIAS LÁCTEAS DE SUCRE, COLOMBIA. Recuperado el 4 de Noviembre de 2015, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a11.pdf>
- Montero, I. A. (2011). Factores que influncian el porcentaje de sólidos totales de la leche. ECAG, 70-73.
- Monterola, H. (2012). MANEJO NUTRICIONAL Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE. EL DESAFIO DE INCREMENTAR LOS SÓLIDOS TOTALES EN LA LECHE. UNA NECESIDAD DE CORTO PLAZO. Obtenido de <file:///C:/Users/Luis/Downloads/nutricion%20del%20rebanos%20lechero%20para%20la%20produccion%20de%20solidos.pdf>
- Morales, M. S. (2010). Factores que afectan la composición de la leche. (<http://www.tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/view/5224/5104>)
- Noboa, J. J. (1998). Calidad sanitaria y composición nutricional de leche de estanque en predios de la provincia de Valdivia, durante el período primavera-verano. Recuperado el 4 de Noviembre de 2015, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/1998/fvn744c/doc/fvn744c.pdf>
- Ogola, H., Shitandi, A., & Nanua, J. (30 de Septiembre de 2007). Journal of Veterinary Science. Obtenido de <http://synapse.koreamed.org/DOIx.php?id=10.4142/jvs.2007.8.3.237>
- Orellana, L. (1 de ENERO de 2001). ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA . Obtenido de http://www.hacienda.go.cr/cifh/sidovih/cursos/material_de_apoyo-f-cifh/1materialdeapoyocursoscifh/4estad%C3%ADsticabasica/estadisticadescriptiva-lillianaorellana.pdf
- Osuna, L. E., & Mendéz, V. (2007). CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD HIGIENICA Y SANITARIA DE LA LECHE CRUDA EN ALGUNOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA REGIÓN DEL ALTO DEL CHICAMOCHA

(DEPARTAMENTO DE BOYACÁ). Recuperado el 11 de Noviembre de 2015, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6083/T14.07%20M523c.pdf?sequence=1>

Perez, M., & Atehortua. (2011). ACOMPAÑAMIENTO EN EL CONTROL DE CALIDAD LECHERA DE DIFERENTES HATOS ADSCRITO AL PROGRAMA CONTROL LECHERO EN LA COOPERATIVA COLANTA. Obtenido de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/406/1/Control_calidad_leche.pdf

Street. (2003). Manejo adecuado de la leche. Recuperado el 11 de Noviembre de 2015, de http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/LA_LECHE/le_html/cap3_leche.htm

Taverna, M., Calvino, L., Paez, R., Chavez, M., Charlòn, V., & Vanzini, V. (2002). Manual de referencia para el logro de leche de calidad. Obtenido de http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/manual_calidad.htm

Urdeneta, J. (2005). ¿ Como obtener leche de calidad: en esos tiempo? Recuperado el 2015, de <http://www.pcca.com.ve/vb/articulos/vb67p78.html>

Vàsquez, J., Novoa, C., & Carulla, J. (5 de JUNIO de 2014). EFECTO DEL RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS SOBRE LA APTITUD QUESERA DE LA LECHE Y LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DEL QUESO CAMPESINO. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v61n2/v61n2a07.pdf>

Vera, M. (2008). CONTENIDOS DE PORCENTAJE DE GRASA Y PROTEINA EN LECHE LOGRADO POR EL CRUZAMIENTO ALTERNO ROTACIONAL DE DOS RAZAS LECHERAS BOVINAS. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_leche/07-holando-jersey.pdf