

**UTILIZACION DEL RECuento DE CELULAS SOMATICAS PARA
DETERMINAR LA CALIDAD DE LA LECHE EN LAS PLANTAS
PROCESADORAS Y/O ENFRIADORAS
DEL MUNICIPIO DE PASTO, COLOMBIA**

**WILSON HERNANDO BENAVIDES MONTENEGRO
HERNAN ALONSO PITO HURTADO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO - COLOMBIA
2002**

**UTILIZACION DEL RECUESTO DE CELULAS SOMATICAS PARA
DETERMINAR LA CALIDAD DE LA LECHE EN LAS PLANTAS
PROCESADORAS Y/O ENFRIADORAS
DEL MUNICIPIO DE PASTO, COLOMBIA**

**WILSON HERNANDO BENAVIDES MONTENEGRO
HERNAN ALONSO PITO HURTADO**

**Tesis de Grado presentada como requisito parcial para
optar al título de ZOOTECNISTAS**

**Presidente
ROCIO ESPERANZA PATIÑO BURBANO
Bacterióloga**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO - COLOMBIA
2002**

NOTA DE ACEPTACION

JULIO CESAR RIVERA B.
Jurado Delegado.

JAIRO ESPAÑA CASTILLO
Jurado

ROCIO ESPERANZA PATIÑO B.
Presidente

San Juan de Pasto, Febrero del 2.002

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo 1ro. del acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEDICO A:

Mi Madre: Luz Piedad Hurtado

Mis Hermanos: Claudia, Silvio y Víctor

Mi Hija: Paola Mercedes Pito Vivas

A las personas que de una u otra manera me
colaboraron.

HERNAN ALONSO PITO HURTADO

*Aquel que piensa que la meta
lograda es la más grande, está muerto,
aquel que piensa que es un simple
escalón en la escalera,
es el dueño del FUTURO.*

DEDICO A:

La memoria de mi Abuela Beatriz Paladines,

Mis Padres: Esperanza Beatriz Montenegro,

Jesús Hernando Benavides.

Mi Abuelo: Horacio Montenegro.

Mis Hermanos: Nubia, Diana y Renato.

Mi Hija: Maria Paula.

Mi Novia: Neida Rosas.

WILSON HERNANDO BENAVIDES MONTENEGRO.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

ROCIO ESPERANZA PATIÑO. Bacterióloga.

JULIO CESAR RIVERA. Zootecnista M. Sc.

JAIRO EDUARDO ESPAÑA. Zootecnista.

LUIS EDUARDO VICUÑA. Ingeniero Agrónomo.

ALBA CRISTINA MOSQUERA. Economista.

MARCO ANTONIO IMUES Zootecnista

GERMAN RODRIGUEZ M. MVZ. M. Sc.

LUIS ALFONSO SOLARTE Zootecnista

La Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.

Corpoica C.I. Obonuco.

Todas aquellas personas e instituciones que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	3
2. FORMULACION DEL PROBLEMA	6
3. OBJETIVOS	7
3.1 OBJETIVO GENERAL	7
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
4. MARCO TEORICO	8
4.1 DEFINICION DE MASTITIS	8
4.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA MASTITIS	9
4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE MASTITICA	12
4.4 ETIOLOGIA	12
4.5 FACTORES QUE AFECTAN LA SUSCEPTIBILIDAD A LA MASTITIS	16
4.5.1 Factores Inherentes al animal	16
4.5.2 Factores del agente causal	16
4.5.3 Factores Medioambientales	17
4.6 PRUEBAS DE DETECCION DE MASTITIS	17
4.6.1 Prueba de California (C.M.T.)	18

	Pág.
4.6.2 Prueba de Wisconsin (W.M.T.)	19
4.6.3 Prueba de Whiteside	20
4.6.4 Prueba de Catalasa	20
4.6.5 Prueba de Brabant (B.M.R.)	21
4.6.6 Prueba de Hotis	21
4.7 RECUENTO DE CELULAS SOMATICAS	22
4.8 RELACION DEL RECUENTO DE CELULAS SOMATICAS CON LA PRODUCCION Y PRESENCIA DE INFECCION	25
5. DISEÑO METODOLOGICO	27
5.1 LOCALIZACION	27
5.2 INSTALACIONES, EQUIPOS Y UTENSILIOS	29
5.3 POBLACION OBJETO Y MUESTRA	30
5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y PRUEBAS ESTADISTICAS	32
5.5 TECNICAS DE CAMPO	32
5.6 VARIABLES EVALUADAS	35
6. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	36
6.1 NUMERO DE CELULAS SOMATICAS/ML DE LA LECHE	38
6.2 CALIDAD DE LECHE	47
6.3 ANALISIS ECONOMICO	50
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
7.1 CONCLUSIONES	55
7.2 RECOMENDACIONES	56

	Pág.
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	59
ANEXOS	66

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación de las siete plantas procesadoras y/o enfriadoras de leche del municipio de Pasto, Colombia, analizadas en el estudio.	28
Tabla 2. Tabla de muestreo a siete plantas procesadoras y/o enfriadoras del municipio de Pasto, de acuerdo al volumen de leche recolectada.	31
Tabla 3. Número de células somáticas/ml en leche fresca del Municipio de Pasto, con relación a las zonas de estudio y el tiempo de muestreo.	37
Tabla 4. Relación de las pérdidas de leche en porcentaje de acuerdo al incremento de células somáticas.	52
Tabla 5. Relación entre el RCS y la pérdida de producción de leche en litros con base en los muestreos.	53

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Número de células somáticas por mililitro en leche de los diferentes tratamientos.	38
Figura 2. Observación al microscopio de células somáticas y bacterias en una muestra de leche fresca obtenida en el municipio de Pasto.	40
Figura 3. Número de células somáticas por mililitro con relación al tiempo de muestreo.	46

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Tablas de composición de la leche	67
Anexo B. Tablas de conteo de células somáticas	70
Anexo C. Tablas sobre análisis de varianza	75
Anexo D. Tablas de análisis climatológico en relación con el conteo de células somáticas.	77

GLOSARIO

ASA CALIBRADA: Instrumento de laboratorio utilizado para medir una cantidad muy pequeña de un líquido.

ASEPSIA: Ausencia completa de microorganismos vivos en un medio.

AUTOCLAVE: Aparato que mediante una elevada temperatura destruye los gérmenes patógenos.

BACTERIAS: Microorganismos microscópicos de organización procariota, puede presentar forma de bastones (bacilos), redondeada (cocos) helicoidales (espirilos), alargadas y deformables (espiroquetas).

CELULAS SOMATICAS: Son células que normalmente se encuentran en la leche y son provenientes de una ubre sana, entre ellas se encuentran neutrofilos, linfocitos, macrófagos, células epiteliales; los macrófagos y neutrofilos se conocen como leucocitos los cuales migran a la leche a través de las paredes de los vasos sanguíneos y células alveolares, los

linfocitos provienen también de la sangre y se sabe que son un sistema defensivo del animal el cual se denomina inmunidad celular.

EPITELIO: Tejido tenue que cubre exteriormente las mucosas y glándulas del cuerpo.

ESTABULAR: Criar y mantener el ganado en confinamiento (establo).

ESTRÉS: Situación de agotamiento físico general de un animal, producido por enfermedades, medio ambiente, nutrición, entre otras.

ETIOLOGIA: Parte de la medicina que estudia las causas de las enfermedades.

FIBRINA: Proteína plasmática y soluble formada en la sangre por polimerización del fibrinógeno que constituyen la red filamentosa de la coagulación.

FUNGICAS: aquello relacionado a hongos.

GLANDULAS: Organos para la elaboración, secreción, o excreción de sustancias del organismo animal.

HATO: Cierta numero de ganado mayor o menor.

INFECCION: Penetración y desarrollo de agentes patógenos en los tejidos de un huésped ocasionando efectos nocivos.

INMUNOGLOBULINAS: Proteínas que se encuentran en la fracción gammaglobulina de la sangre; son anticuerpos que defienden al organismo frente al ataque de sustancias proteicas o polisacaridas extrañas, que actúan de antígenos.

LACTOSA: Azúcar compuesta por glucosa y galactosa, que se encuentra en la leche de los mamíferos.

LEUCOCITOS: Son Glóbulos blancos de la sangre, los cuales pueden desplazarse hacia focos de infección donde fagocitan a las bacterias, existen tres tipos, linfocitos, granulocitos y monocitos.

LISIS: destrucción de células bacterianas debido a la acción de anticuerpos o de agentes físicos o químicos.

PATOLOGIA: Parte de la medicina que estudia la naturaleza de las enfermedades, especialmente los cambios estructurales y funcionales que determinan en el organismo.

RCS: Recuento de células somáticas.

SAPROFITAS: Microbios que viven normalmente en el organismo y pueden dar lugar a enfermedades.

SUBCLINICA: Aquella enfermedad que no presenta signos clínicos característicos de ella.

TISULAR: Relativo a los tejidos.

VISCOSIDAD: Rozamiento que existe entre capas contiguas de un fluido.
Las unidades de medida son: el poise y el stoke.

RESUMEN

Para evaluar la calidad de la leche con base en conteo de células somáticas (SCC), las muestras fueron recogidas en tanques o cantinas provenientes de las cuatro zonas evaluadas. El municipio de Pasto posee una gran extensión geográfica y las propiedades productoras de leche se distancian de las unidades procesadoras. Estas transportan la producción de leche de las propiedades a la industria por medio de rutas que nada más son carreteras rurales que convergen a una carretera principal con destino a las plantas procesadoras. Fueron recogidas muestras de leche (aproximadamente 50ml), de cada 200 litros que llegó a la planta, teniendo en cuenta la zona de abastecimiento.

El equipo utilizado fue un microscopio, colorante de Newman, portaobjetos, etc., realizando el conteo de células por mililitro de leche que se calcula en función de la superficie de los campos y el número de estos contados. Los resultados fueron evaluados. La media de los conteos somáticos obtenida en la zona sur fue de 1'926.861 células/ml, considerada como zona más problemática, seguida de la zona oriente con

1'689.267 células/ml, zona occidente con 1'195.394 células/ml y por último la zona norte con 1'134.023 células/ml. Estos resultados demuestran que la leche que llega de todas las zonas presenta deficiente calidad, por ser elevado el recuento de células somáticas de todas las zonas.

Esta metodología permite encontrar problemas en rebaños lecheros en áreas geográficas muy amplias, siendo que existe una correlación directa entre conteo celular somático y un porcentaje de ubres que portan reacciones inflamatorias. Además de esto, éste modelo puede ayudar a controlar la calidad recibida por un gran número de plantas llevándose en consideración que leches con 500.000 células/ml, presentan problemas de calidad y son inapropiadas para consumo humano. El parámetro de conteo de células somáticas en muestras tomadas en rutas de leche (zonas), puede demostrar un nivel higiénico sin considerar las peculiaridades de cada sistema productivo.

ABSTRACT

In order to evaluate milk quality based on the somatic cell counts (SCC) samples were collected in bull tank or canteen from of the four evaluated zones. The Pasto municipality has a vast geographical extension and dairy farms are distant from the dairy plants. These transported from the farms mainly by trucks, from local country roads which converge to state roads towards the reception units. In this study samples of milk (approximately 50ml), each 200lts that arrived to the plant depending on the supplying zone.

The equipment used was a microscope, the Newman coloring, carners, etc., to count the cell in each milit of milk this was calculated on the field surface and number counted. The results were analyzed the somatic counts revealed that the south zone with 1'926.861 cell/ml, was considered the most problem, continuation the zone was the orient with 1'689.267 cell/ml, the west zone occident with 1'195.394 cell/ml and for last the north zone with 1'134.023 cell/ml. This results show that the milk

that arrive of all zones has a deficient quality because of it has an elevated recount of somatic cell of all zones.

Than the model allows the screening and detection of problem farms in wide geographical areas, due to the direct relationship between the somatic cell counts and the percentage of teats that presents inflammatory reactions. In addition, this model can help to control a large number of dairy cooperatives, considering that milk with somatic cell counts above 500.000 cell/ml, presents problem of quality and are unacceptable for human consumption. The somatic cell counts based on milk samples from lines (zones), can show hygienic without considering the peculiarity of each system of production.

INTRODUCCION

La industria lechera a nivel mundial exige productos de alta calidad por lo cual se requiere emprender una serie de acciones que conduzcan a prevenir y controlar los factores que alteran la calidad de la leche, empleando diferentes métodos de manejo y control.

El Departamento de Nariño, por ser uno de los mayores productores de leche en el país, requiere de una evaluación exhaustiva de las fuentes que ocasionan pérdida en la producción, disminución en la calidad y la rentabilidad de las explotaciones.

Así, la producción y la calidad de la leche se ven afectados principalmente por mal manejo del producto, presencia de mastitis subclínica, deficiente nutrición y factores genéticos en los animales.

De los métodos para la detección de mastitis subclínica, algunos de ellos son inexactos, otros resultan imprácticos o demasiado costosos, por lo que se puede asegurar que no existe un método ideal. Tal vez el que

más se acerca a nuestras necesidades es el de Recuento de Células Somáticas (RCS).

El Recuento de Células Somáticas (RCS) por el método de Breed es una prueba que comparada con la de California Mastitis Test (CMT) resulta más laboriosa, pero que vale la pena por su objetividad en cuanto a la medición de células somáticas, además es un método confiable, preciso y mundialmente reconocido como medida de la calidad de la leche, la salud de la ubre y la vaca.

El presente estudio pretende difundir el método RCS, como una metodología práctica en el control de la calidad de la leche en la zona de estudio, extrapolable a las demás zonas lecheras de Nariño.

Para lo cual se evaluó la calidad de la leche mediante el recuento de células somáticas, en las plantas: Puracé, Andinos, Bella Suiza, Alival, Industria Alimenticia Chambú, La Victoria y Colácteos, ubicadas en el municipio de San Juan de Pasto.

1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

Durante muchos años se ha hablado en Colombia sobre la mastitis como el principal factor depresor de la calidad y la producción de leche.

Sin embargo, los ganaderos actualmente comienzan a interesarse en el tema de la calidad de leche, utilizando el crecimiento del volumen de información en otros países sobre los diferentes aspectos que se presentan. Los servicios veterinarios de investigación gubernamentales también le han dado a la calidad de la leche una buena prioridad, instalando en concertación con los ganaderos el programa del Acuerdo de competitividad de la cadena Láctea Colombiana con el propósito de definir y poner en práctica acciones tendientes a la modernización y a la competitividad tanto de la producción, como de la industrialización, distribución de la leche y sus derivados.

Según Benavides y Rivera (1994, 197, 204) los principales problemas detectados para la zona sur de Nariño fueron en su orden, fallas administrativas (mal manejo del ordeño), deficiente manejo de la nutrición

– alimentación del ganado y descuido en la sanidad animal.

Así mismo, Benavides y Rivera (1994, 197 – 204) concluyeron que la mastitis es la enfermedad más importante en el ganado de leche, causante de graves pérdidas económicas que van desde una disminución transitoria en la producción, hasta la pérdida permanente de cuartos enteros y el descarte prematuro de animales afectados.

Así el desarrollo de pruebas sencillas para identificar leche anormal en grandes suministros y el darse cuenta de que la mala calidad de la leche en un hato y planta de procesamiento puede reducirse mejorando el manejo, han dado como resultado el desarrollo de programas de control de mastitis con el propósito de mejorar la calidad de la leche. Las pruebas que normalmente se realizan son California Mastitis Test (CMT); y catalasa respectivamente las cuales constituyen un método rápido de diagnóstico.

Pero está ampliamente aceptado que el recuento de células somáticas es un método confiable de cuantificación disponible en la leche, de ahí su introducción generalizada como una de las medidas de calidad en la mayoría de los países industrializados.

Debido a que la mastitis disminuye la producción de leche y reduce la calidad de ésta dramáticamente, ocasionando pérdidas para los

productores y las plantas procesadoras, se hace necesario utilizar un método que permita evaluar la calidad y obtener mejores productos lácteos, beneficiando a productores y consumidores.

En el presente estudio se pretende evaluar la calidad de la leche producida en la zona analizada, mediante la utilización del recuento de células somáticas, empleando el método microscópico directo ó método de Breed, método ampliamente utilizado en los países cuya industria lechera se encuentra desarrollada en donde realizan la prueba de conteo electrónico.

No solo en el recuento de células somáticas, se va a mejorar la calidad de la leche. El recuento de células somáticas es una herramienta que nos va a permitir mejorar el sistema de ordeño donde se contempla: lavado, limpieza, desinfección, secado, aplicación de antibióticos en casos de mastitis clínica, en el periodo seco, descarte de animales con mastitis crónica, educación a los administradores, ordeñadores.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

Las plantas de procesamiento y/o enfriamiento de leche ubicadas en el municipio de Pasto que se encuentran funcionando en la fecha de inicio del estudio (Febrero de 1.999), no disponen de métodos confiables para determinar la calidad de la leche, por este motivo se hace necesario utilizar un método eficaz, rápido, confiable y preciso que permita establecer la calidad de la leche y así obtener información que podrá ser analizada por los interesados quienes tomaran las medidas necesarias para mejorar el producto.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad higiénica de la leche utilizando como indicador la técnica del recuento de células somáticas en plantas del municipio de Pasto: Puracé, Andinos, Bella Suiza, Alival, Industria Alimenticia Chambú, La Victoria, Colácteos.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.2.1 Determinar el rango de conteo de células somáticas por el método de Breed o microscopico directo de la leche fresca que se recepciona en las plantas del Municipio de Pasto.

3.2.2 Evaluar la calidad de la leche mediante el recuento de células somáticas utilizando el método microscópico directo (método de Breed).

3.2.3 Elaborar un estudio económico.

4. MARCO TEORICO

4.1 DEFINICION DE MASTITIS

Blood y Radostits (1992, 539) establecen que el término mastitis se refiere a la inflamación de la glándula mamaria sea cual sea su causa. Se caracteriza por alteraciones físicas, químicas y casi siempre bacteriológicas de la leche y por modificaciones patológicas del tejido glandular. Además, consideran que es práctico definir la mastitis como una enfermedad caracterizada por la presencia de una cantidad significativamente aumentada de leucocitos en la leche procedente de las glándulas enfermas, resaltan también que la enfermedad se define según la cantidad de cloro o sodio en la leche, la conductividad eléctrica y la cantidad de seroalbúmina en ella.

Así mismo, Wattiaux (1996, 5) manifiesta que la mastitis o la inflamación de la glándula mamaria, es la enfermedad más común y costosa del ganado lechero en la mayor parte del mundo. El estrés y las lesiones

físicas pueden causar la inflamación de la glándula y la invasión por bacterias saprofitas y/o patógenas del conducto del pezón y otros microorganismos (hongos y virus), son las principales causas de la mastitis.

Por su parte, Hazard (1986, 15 – 18) afirma que la palabra mastitis etimológicamente deriva del griego “mastos” que significa “pechos”, e “itis”, que significa “inflamación de”, en otras palabras, la mastitis es una inflamación de la ubre.

A su vez, Nickerson (1988, 6 – 14) menciona que la mastitis es una inflamación de la ubre, que tiene lugar cuando las bacterias pasan a través de los conductos de los pezones y lesionan los tejidos productores de leche, dando lugar a la movilización de glóbulos blancos de la sangre a la leche y una disminución de producción láctea.

4.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA MASTITIS

Tizard (1985, 188 – 200) manifiesta que la mastitis es un problema de gran importancia social y económico, los perjuicios que causan se ven claramente en la reducción de la producción de la leche y sus derivados, en gastos de asistencia veterinaria, sustitución de animales, tiempo extra en manejo de vacas con mastitis y eliminación de leche contaminada con

antibióticos, que hacen que la mastitis sea el más tedioso y costoso problema al que se enfrentan actualmente los ganaderos.

Wattiaux (5) afirma que la mastitis subclínica, es sutil y más difícil de corregir, la vaca parece saludable, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal. A pesar de ello, las células blancas de la leche (Células Somáticas), que combaten las infecciones se encuentran elevadas en gran número en la leche.

Por eso las pérdidas económicas debido a las mastitis clínicas son obvias, la producción de leche cae en forma abrupta y la leche de las vacas tratadas con antibióticos debe ser descartada durante tres o cuatro días, además, mucha más leche se pierde por mastitis subclínicas debido a que:

- La gran mayoría de los casos son subclínicos (en promedio por cada caso clínico, existen de veinte a cuarenta subclínicos).
- La reducción en la producción de leche debido a la mastitis subclínica tiende a persistir por largo tiempo y afecta la producción total del hato.

De la misma manera, Wattiaux (5) manifiesta que el control de la mastitis subclínica es más importante que el simple tratamiento de los casos debido a que:

- ◆ Las vacas que presentan casos subclínicos, son reservorios de organismos que conducen a infecciones de otras vacas.
- ◆ La mayor parte de los casos clínicos comienzan como subclínicos; por lo tanto el controlar los casos de mastitis subclínica es la mejor forma de reducir los casos clínicos.

Así mismo, Wattiaux (5) destaca que: El impacto de la mastitis va junto con la leche, más allá de las puertas de la explotación lechera, los cambios en la composición de la leche (reducción de calcio, fósforo, proteína, grasa e incrementos de cloro y sodio), reducen su calidad. Además los antibióticos utilizados en el tratamiento de la mastitis son una preocupación industrial y de salud pública importante. La presencia de residuos de antibióticos en la leche interfiere con los procesos de fabricación de muchos productos lácteos (quesos y otros productos fermentados). Los sabores indeseables reducen el valor de los productos lácteos y la presencia de bajos niveles de antibióticos puede causar problemas de salud a los consumidores.

De los Ríos y Portilla (1980, 83) sostienen que para Colombia, las pérdidas por producción de leche están representadas del 12% al 15% y que son comparativamente mayores o iguales que en Estados Unidos de Norte América.

4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE MASTITICA

Oliver (1993, 63) reporta las siguientes características de la leche mastitica.

- ✓ Aumento en el contenido de Albúmina Sérica.
- ✓ Presencia de plasma sanguíneo.
- ✓ Aparición de fibrina.
- ✓ Incremento en el número de células somáticas, leucocitos, bacterias y desechos.
- ✓ Presencia de inmunoglobulinas, aumento de cloruro de sodio y bicarbonato de sodio.
- ✓ Disminución de sólidos no grasos.
- ✓ Ligera alcalinización de la leche. (aumenta su pH)
- ✓ Incremento en la conductividad eléctrica.

En las tablas 1 y 2 del Anexo A se indica la composición normal media de la leche de vaca en sus principales elementos y propiedades físicas más importantes para realizar comparación con la leche mastitica.

4.4 ETIOLOGIA

Smith y Hogan (1997, 1) así como Blood y Radostits (539 – 540) afirman que los principales agentes patógenos causantes de mastitis en bovinos

son *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, las bacterias Gramnegativas más frecuentemente asociadas con mastitis bovina son las bacterias coliformes: *Escherichia coli*, *Klebsiella spp*, y *Enterobacter spp*.

También los organismos que se mencionan a continuación son agentes que se han identificado, pero son menos frecuentes, según Blood y Radostits (539 –540).

En Bovinos se menciona: *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus zooepidemicus*, *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes*, *Campilobacter jejuni*, *Haemophilus somnus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Actinomyces pyogenes*, *Corynebacterium ulcerans*, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter aerogenes*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium lacticola*, *Mycobacterium fortuitum*, *Bacillus cereus*, *Pasteurella multocida*, *Pasteurella haemolytica*, *Pseudomonas pyocyaneus*, *Bacteroides funduliformis*, *Serratia marcescens*, *Mycoplasma bovis*, *Mycoplasma canadensis*, *Mycoplasma bovigenitalium*, *Mycoplasma alkalescens*, *Acholeplasma laidlawii*, *Nocardia asteroides*, *Nocardia brasiliensis*, *Nocardia farcinica*.

Según Blood y Radostits (539 – 540) no se han identificado muchas bacterias anaerobias. Investigaciones de laboratorio exhaustivas han dado lugar a algunos aislamientos, normalmente asociados con otras

bacterias facultativas. Algunos de los microorganismos más frecuentes son: *Peptococcus indolicus*, *Bacteroides melaniogenicus*, *Eubacterium combessii*, *Clostridium sporogenes* y *Fusobacterium necrophorum*.

De igual manera estos autores establecen que las infecciones fungicas incluyen especies de *Trichosporon*, *Aspergillus fumigatos*, *Aspergillus nidulans* y especies de *Pichia*; las infecciones por levaduras incluyen especies de *Candida*, *Cryptococcus neoformans*, especies de *Saccharomyces* y especies de *Torulopsis*. Las infecciones por algunas algas incluyen *Prototheca trispora* y *Prototheca zopfii*. Las *Leptospiras* incluyen *Leptospira interrogans serovar pomona* y en especial *Leptospira interrogans serovar hardjo* causan lesión de los vasos sanguíneos en la glándula mamaria y anomalías notables en la leche. Es más correcto clasificarlos como enfermedades sistémicas con manifestaciones en la glándula mamaria.

Los mismos autores Blood y Radostits mencionan también que dos bacterias *Corynebacterium bovis* y *Staphylococcus epidermidis* se descubren con frecuencia como gérmenes habituales de las glándulas mamarias, pero no se consideran significativamente peligrosas debido a su baja patogenicidad. La infección de los cuartos inducida experimentalmente con *Corynebacterium bovis* provoca una elevación ligera, pero no significativa, del recuento de células en leche y una

infección persistente del epitelio del conducto del pezón, aunque no hay anomalías clínicas ni cambios en la composición de la leche.

Así mismo Blood y Radostits (539 – 540) afirman que la enfermedad en los búfalos de la India y en Irak es causada por las mismas bacterias que los bóvidos. Algunos virus pueden causar mastitis en bóvidos y búfalos, pero los conocimientos actuales sugieren que este hecho tiene escasa significación.

Según Rodríguez (1987, 65 – 66) se han relacionado muchos agentes infecciosos como causa de la mastitis, siendo los más comunes: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Escherichia coli*; llegando a ser una causa significativa en el ganado estabulado, principalmente en los países con variaciones climáticas pronunciadas.

De la misma manera De los Ríos y Portilla (84) encontraron que los agentes causales de la mastitis en la Sabana de Túquerres, Guachucal y Cumbal fueron *Streptococcus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Escherichia coli*, *Corynebacterium sp.*, en una proporción de 52,23%; 38,05%; 5,97% y 3,73% respectivamente.

Igualmente Valencia, Moran y Jurado (1997, 84) encontraron que los agentes causales de mastitis en hatos lecheros del sur occidente de Pasto fueron *Staphylococcus aureus* con el 44,44%, seguido por *Staphylococcus*

epidermidis con el 39,68% y en menor grado *Enterococcus* con el 9,52%, *Escherichia coli* con el 4,76% y *Streptococcus grupo viridans* con el 1,59% en 63 casos positivos analizados, indicando que existen deficientes condiciones en cuanto al manejo de los pezones de la vaca, manos y utensilios utilizados por los ordeñadores.

4.5 FACTORES QUE AFECTAN LA SUSCEPTIBILIDAD A LA MASTITIS

De acuerdo con Hurley y Morin (1997, 2 – 3) los factores de mayor importancia son:

4.5.1 Factores inherentes al animal:

- a. Presencia o ausencia de resistencia natural a la mastitis.
- b. Estado de los mecanismos de defensa.
- c. Estado de lactancia.
- d. Estrés.
- e. Enfermedades.
- f. Cambios bruscos en la dieta.
- g. Raza.

4.5.2 Factores del agente causal:

- a. Número de microorganismos.
- b. Patogenicidad, penetración, tolerancia tisular, reproducción.
- c. Otros factores virulentos.
- d. Defensa del microorganismo.

4.5.3 Factores medioambientales:

- a. Prácticas de higiene en el ordeño.
- b. Medio ambiente en el ordeño.
- c. Tipo de establo.
- d. Clima.
- e. Tipo de ordeño manual o mecánico.
- f. Tiempo de ordeño.
- g. Sistema de ordeño, con ternero o sin ternero.

4.6 PRUEBAS DE DETECCION DE MASTITIS

Según Mendieta (1989, 20 – 22) las pruebas indirectas de detección de mastitis son las siguientes:

4.6.1 Prueba de California (C.M.T.).

4.6.2 Prueba de Wisconsin (W.M.T.).

4.6.3 Prueba de Whiteside.

4.6.4 Prueba de Catalasa.

4.6.5 Prueba de Brabant (B.M.R.).

4.6.6 Prueba de Hotis.

4.6.1 Prueba de California (C.M.T.) Pérez (1984, 711 – 720) afirma que ésta prueba fue desarrollada por Schalm y Noorlander y reportada por primera vez en 1957, se diseñó para realizarse junto a la vaca con leche inicial o con leche de ordeño exhaustiva. También se utiliza bastante con leche de toda la ubre (muestra de la cubeta), o con leche total representativa de producto general de una granja, es la prueba más difundida en nuestro medio, por su sencillez y relativo bajo costo, el inconveniente es que no es una prueba objetiva y siempre estará a juicio del observador.

Según Poutrel y Rainard (1981, 241 – 248) está basada en la utilización de un detergente no iónico (Alkil Sulfonato de Sodio o Alkil Aril Sulfonato) que desintegra las células presentes en la leche y hace que se forme un conglomerado de apariencia gelatinosa al reaccionar con el ADN de las células somáticas, este conglomerado será mayor o menor dependiendo del número de células presentes en la muestra, y con un indicador de pH (púrpura de bromocresol) que cambiara de color dependiendo del grado de acidez o alcalinidad de la muestra de leche. La observación de un color amarillo se debe a un pH ácido resultado de la fermentación bacteriana de la lactosa y el color púrpura es debido al pH alcalino dado

por los cloruros del suero. En el caso de una leche normal la consistencia es líquida, homogénea y de un ligero color morado.

Pérez (711 – 720) menciona que si las muestras de leche fueron colectadas en frascos deberán mantenerse frías sin permitir que transcurran más de 36 horas. Las muestras de leche en grupo son estudiadas mejor el día de su recolección. Tanto la acción bacteriana como el transcurso de las horas tienden a destruir las células somáticas que son las responsables de indicar reacciones positivas. Si es necesario agregar un preservativo, resulta adecuado el ácido bórico seco en concentración final de 0.5% en leche. No deben usarse preservativos que desnaturalicen la proteína como la formalina y el cloruro de mercurio porque inhiben las reacciones positivas.

4.6.2 Prueba de Wisconsin (W.M.T) Pérez y Payan (1987, 7 – 10) manifiestan que de los métodos para la detección de la mastitis subclínica, pocos de ellos son exactos, otros resultan impracticos o demasiado costosos, por lo que se puede asegurar que no existe el método ideal. Tal vez el que más se acerca a nuestras necesidades es el de Wisconsin.

Esta es una prueba que comparada con la de California resulta un poco más laboriosa, pero que vale la pena por su objetividad en cuanto a la correlación con las células somáticas.

Campos, et al (1981) compararon las pruebas más utilizadas en el diagnóstico de las mastitis subclínica: California, Wisconsin y Albúmina Sérica bovina, concluyendo que la prueba de Wisconsin mostró mayor sensibilidad y por lo tanto una correlación aceptable al compararla con el número de células somáticas obtenido por la técnica estándar de conteo directo.

La prueba se basa en la viscosidad que se forma al mezclar un detergente no iónico (Alquil Sulfato de Sodio), con una muestra de leche, desintegrando las células presentes en esta y reaccionando con el ADN para formar un conglomerado de apariencia gelatinosa que le da a la mezcla una viscosidad que será mayor dependiendo del número de células somáticas presentes en la leche.

4.6.3 Prueba de Whiteside. Según Schalm y Jasper (1984, 735 – 765) al mezclar la leche con una solución de NaOH al 4%, hay una formación de grumos que son visibles, esta es una reacción de dos fases que involucra células somáticas y grasa; para hacer más visible la reacción es conveniente utilizar una placa acrílica negra, que puede tener dibujados cuatro cuadros de 3,0 x 3,0 cm.

4.6.4 Prueba de Catalasa. Alais (1984, 234 – 316) afirma que la prueba se basa en la liberación de O₂ a partir de H₂ O₂ por la enzima Catalasa, el oxígeno liberado desplaza un volumen igual de leche, por lo que a mayor

número de células somáticas, habrá mayor volumen de O₂ liberado y consiste en medir el desprendimiento de O₂, tras la adición de H₂ O₂ a la leche. La enzima Catalasa se encuentra en células epiteliales, seroproteínas, leucocitos y *Staphylococcus*. Cierta cantidad de Catalasa puede estar libre en la leche, como resultado de la desintegración de células epiteliales y leucocitos, por lo que la leche que proviene de animales con mastitis, al contener gran número de bacterias y células somáticas tienen un alto nivel de Catalasa.

4.6.5 Prueba de Brabant (B.M.R.) Pérez (1984, 16 – 17) establece que mediante esta prueba se puede hacer un diagnóstico sistemático de un gran número de muestras. El reactivo es el Taurisulfato sódico al 2%, ajustado a un pH de 12 por adición de hidrato Sódico al 10%.

El grado de viscosidad se deduce por el tiempo necesario para que un miligramo de mezcla leche – reactivo, pase por un tubo capilar de 2,0 mm de longitud y 1,3 mm de diámetro. Se considera la prueba como negativa si el paso tiene lugar en cinco segundos o menos, y positiva de este tiempo en adelante.

4.6.6 Prueba de Hotis. Coffin (1981, 254 – 258) afirma que este método se clasifica como una prueba limitada de cultivo, es de carácter presuntivo y los hallazgos no siempre coinciden exactamente con los resultados obtenidos por estudios bioquímicos y de cultivo.

La prueba esta destinada a revelar la presencia de *Streptococcus agalactiae*, germen que fermenta la lactosa con la baja consecuencia de pH de la solución, lo cual da por resultado que del color púrpura del bromocresol vire a amarillo al ser incubado durante 24 horas a una temperatura de 37°C. Se recomienda una segunda lectura a las 48 horas.

4.7 RECUENTO DE CELULAS SOMATICAS

Mendieta (1989, 17 – 19) establece que para determinación del conteo celular de la leche se utilizan métodos de investigación directos e indirectos. La determinación directa de las células se realiza por medio del examen microscópico, para lo que se centrifuga la leche y se estudia el sedimento, o bien si se trata de determinar la cantidad de células, la leche se puede examinar sin preparación previa sobre el portaobjetos.

Está ampliamente aceptado que el recuento de células somáticas directo es el método más exacto de cuantificación celular en la leche. El mismo autor afirma que la primera leche que se extrae de la mama es siempre la más infectada. El número de gérmenes decrece a lo largo del ordeño (aunque en casos de mastitis crónica, los recuentos más altos corresponden al final del ordeño) por lo que se aconseja eliminar las primeras eyecciones pues no son representativas del contenido microbiano del cuarto a analizar. En la Tabla 1 del anexo B se aprecia la

cantidad de gérmenes contados en diferentes momentos del ordeño. Bath, et al (1982, 357 – 392) mencionan que las células somáticas mayores de 500.000 por ml pueden indicar mastitis subclínica.

Por otra parte Mendieta (17 – 19) menciona que existe también variación en los recuentos celulares según la hora del ordeño, siendo las muestras más útiles las obtenidas inmediatamente antes del ordeño al atardecer.

Así mismo, Pérez (711 – 720) menciona que los leucocitos se desintegran fácilmente en la leche almacenada, y por lo tanto, las muestras para conteo celular directo deben extenderse, fijarse y teñirse durante la primera hora que sigue a su extracción. La formalina añadida a la leche (0,1 x 0,5 ml de solución de formaldehído al 40%) dentro de las primeras 24 horas de la toma de muestra impiden la lisis de las células, igualmente el dicromato de potasio en una proporción final de 1:1000, sirve como preservativo sin que las muestras se alteren en dos o tres semanas.

Mendieta (17 – 19) afirma que la disminución de la producción de leche está influenciada por el número de células somáticas presentes en ésta, pero dicha disminución no tiene una correlación directa con el aumento de células. Es decir, a niveles celulares bajos se pierde proporcionalmente más cantidad de leche y con el mismo nivel celular se ven más afectadas en la producción láctea las vacas adultas que las vacas de primer parto.

En la Tabla 2 del Anexo B se muestra la relación que hay entre el nivel celular, la edad de la vaca y la producción de leche.

En cuanto a la mastitis, el conteo de células somáticas y pérdidas en la producción de leche, Wattiaux (1996, 2 – 3) menciona que más del 98% de las células somáticas que se encuentran en la leche provienen de las células blancas que ingresan a la misma en respuesta a la acción bacteriana de la ubre. Un alto contenido de células somáticas se asocia con la pérdida de la producción de leche. Cuando la leche de todas las vacas en el hato se mezcla en el tanque a granel, el conteo de células somáticas en una muestra compuesta es un buen indicador de la prevalencia de la mastitis en el hato (Tabla 3 del anexo B).

Los Hatos que manejan un programa de control efectivo de la mastitis poseen en forma consistente conteos por debajo de las 100.000 células/ml. Un conteo de células somáticas mayor de 200.000 células/ml indica la presencia leve de mastitis subclínica. Los conteos de las células somáticas por debajo de 400.000 células/ml son típicas de los hatos que realizan buenas prácticas de manejo, pero que no hacen un particular énfasis en el control de la mastitis. Conteos de células somáticas mayores de 500.000 células/ml indican que un tercio de las glándulas se encuentran infectadas y que la pérdida de la leche debido a mastitis subclínica es mayor de 10%.

4.8 RELACION DEL RECUESTO DE CELULAS SOMATICAS CON LA PRODUCCION Y PRESENCIA DE INFECCION

Rodríguez (1989, 89) cita a Philpot (1984) quién anotó, un comentario posterior, “hasta hace poco se creía que las perdidas más grandes en producción de leche en vacas individuales, estaban asociadas con los recuentos de células somáticas, superiores a 400.000, pero que investigaciones recientes realizadas en varios estados, habían confirmado que estaban asociadas con recuentos inferiores a 400.000. Las cifras en producción en vacas, registradas en la Dairy Herd Improvement Association (DHIA) en Wisconsin, mostraron una pérdida de 400 libras de leche cada vez que se duplicaba el recuento celular entre 50.000 y 400.000”.

Este mismo autor menciona que investigaciones en Virginia realizaron un estudio similar, comparando la producción diaria de vacas con recuentos bajos, con la de aquellos que presentaban recuentos de 400.000 y más. Las pérdidas más altas ocurrieron al aumentar los recuentos desde 50.000 hasta 200.000.

Así mismo, estudios llevados a cabo en la Universidad de Guelph, Canadá, también citados por Philpot (1984) demostraron que la producción de leche por hato disminuyó en la medida en que aumentó el recuento celular. Se encontró que en un “Somatic Cell Count” (SCC), inferior a 300.000, era equivalente a una pérdida en la producción de 0 a

2,5%; un SCC de 300.000 a 500.000 equivale a una pérdida de 2,5 a 7,5%; un SCC de 500.000 a 800.000 indicaba pérdidas de 7,5 a 15% y un SCC superior a 800.000 implicaba una pérdida del 15 al 25%.

Así el estado de infección tiene un efecto más marcado en el recuento celular. A medida que este último aumenta, se incrementa la probabilidad de estar presente la infección. Según Philpot (1984) este criterio ha sido confirmado por numerosos investigadores.

En Pennsylvania State University y en Cornell University, se comparó el recuento de células somáticas en muestras compuestas de leche con el porcentaje de vacas infectadas ambas se encontraron similares. (Tabla 4 del anexo B).

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 LOCALIZACION

Este trabajo de investigación se realizó en siete plantas procesadoras y/o enfriadoras de leche ubicadas en Pasto (ver tabla 1), municipio del departamento de Nariño, cabecera municipal y capital departamental, está situada al sur del País, sobre el Valle de Atríz, localizada a los 01°12'49" de latitud norte y 77°16'52" de longitud oeste. Tiene una altitud de 2.559msnm, con valores promedios anuales de 700mm de precipitación y temperatura promedio de 14 grados centígrados. Dista de la capital de la República 795Km. El área municipal es de 1181Km² y limita por el Norte con La Florida, Chachagüi y Buesaco, por el Este con Buesaco y el departamento del Putumayo, por el Sur con el departamento de Putumayo y Funes, por el Oeste con Tangua, Consacá, Nariño y La Florida. Hacen parte del municipio varios corregimientos. (*)

(*) Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Pasto, Colombia, 1.999 (Material Litografiado)

Tabla 1. Ubicación de las siete plantas procesadoras y/o enfriadoras de leche del municipio de Pasto, Colombia, analizadas en el estudio.

Planta No.	Nombre	Ubicación
1	Puracé	Ubicada en el Barrio Torobajo.
2	Andinos	Km 7 vía Catambuco
3	Bella Suiza	Barrio las Cuadras
4	Alival	Vereda Catambuco
5	Industria Alimenticia Chambú	Barrio las Violetas
6	La Victoria	Barrio las Américas
7	Colácteos	Barrio Aranda

5.2 INSTALACIONES, EQUIPOS Y UTENSILIOS

El trabajo de laboratorio se llevo a cabo en las instalaciones de CORPOICA Pasto, el cual cuenta con microscopios, autoclave, diferentes utensilios como pipetas, buretas entre otros, además de los equipos de conservación y refrigeración adecuados. En el proceso se utilizó los siguientes equipos y utensilios:

- a.** Colorante de Newman (según Tarasona (1969, 262) la formula es azul de metileno (2g), alcohol etílico al 95% (60ml), xileno (40ml), ácido acético glacial(6ml)).
- b.** Leche.
- c.** Microscopio.
- d.** Portaobjetos.
- e.** Neveras de icopor refrigerantes.
- f.** Hielo (refrigerantes).
- g.** Tubos estériles.
- h.** Cubreobjetos
- i.** Desinfectantes.
- j.** Asa calibrada.
- k.** Lapiceros.
- l.** Papelería.

5.3 POBLACION OBJETO Y MUESTRA

La población objeto que inicialmente se propuso constaba de diez plantas procesadoras y/o enfriadoras ubicadas en el municipio de Pasto que se encontraban funcionando en el mes de abril de 1.999. Accedieron a participar en el estudio siete de ellas, representando el 77% del total de las plantas procesadoras y/o enfriadoras del municipio de Pasto, puesto que una de ellas es solamente punto de venta.

Por estas razones se trabajo con siete plantas y la leche que se recepciona por ellas a diario. (Ver Tabla 1).

Las muestras en planta se realizaron de acuerdo al volumen de leche que se recibe por día, por cada 200 litros de leche que llegó a la planta se recolectaron 50 mililitros de leche en tubos estériles, los cuales se transportaron al laboratorio en una nevera de icopor para su posterior análisis.

Estas muestras que se recolectaron por cada visita a la planta se organizaron según su procedencia así: Norte, sur, oriente y occidente, los resultados se promediaron a cada una de ellas para obtener cuatro datos por replica(visita); el muestreo se repitió tres veces (a intervalos de siete días). En la Tabla 2 se relaciona el total de litros de leche que se recepciona en cada planta y el número de muestras tomadas en cada muestreo.

Tabla 2. Tabla de muestreo a siete plantas enfriadoras y/o procesadoras del municipio de Pasto de acuerdo al volumen de leche recolectada.

Replica 1			
Planta	Identificación	No. de litros repcionados por día	No. De muestras tomadas por día
1	Puracé	9200	46
2	Andinos	7000	35
3	Bella Suiza	400	2
4	Alival	16200	81
5	Industria Alimenticia Chambú	1500	8
6	La Victoria	1950	10
7	Colácteos	8600	43
Replica 2			
1	Puracé	9400	47
2	Andinos	7400	37
3	Bella Suiza	400	2
4	Alival	16200	81
5	Industria Alimenticia Chambú	1400	7
6	La Victoria	1950	10
7	Colácteos	8200	41
Replica 3			
1	Puracé	9200	46
2	Andinos	7000	35
3	Bella Suiza	400	2
4	Alival	16200	81
5	Industria Alimenticia Chambú	1400	7
6	La Victoria	1800	9
7	Colácteos	8600	43
Total de muestras analizadas			673

5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y PRUEBAS ESTADISTICAS

El diseño experimental que se utilizó es el de bloques completos al azar en el cual los tratamientos están representados por las zonas a saber:

T1: Zona norte.

T2: Zona sur

T3: Zona oriente

T4: Zona occidente

En donde los bloques fueron determinados por el tiempo de muestreo ya que cada replicación se tomó cada siete días en cada planta hasta completar tres análisis, para un total de 673 muestras.

El estudio estadístico se realizó por medio del análisis de varianza respectivo y cálculo de coeficiente de variación con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos evaluados: además establecer la confiabilidad de los resultados obtenidos.

5.5 TECNICAS DE CAMPO

1. La leche recolectada en frascos estériles de 50 mililitros, se almacenaron en neveras de icopor refrigerantes y se llevaron al

laboratorio de C.I. Obonuco Corpoica dentro de las 6 horas siguientes a su recolección para procesarla.

2. Se mezcló completamente la leche (50 mililitros)
3. Se usó un asa calibrada con la cual se dispensó 0,01 mililitro de leche sobre una lámina seca previamente desengrasada. Debajo de la lámina se colocó una tarjeta con áreas de 1cm² marcadas y sobre esta guía se extendió la gota de leche.
4. Se dejaron secar las láminas a temperatura ambiente en posición horizontal.
5. Las placas se tiñeron con el colorante de Newman. Este colorante tiene la ventaja de fijar la película de leche a la lámina y remover la grasa; además, sirve para leucocitos y bacterias. Se sumergió la lámina con el colorante aproximadamente un minuto.

La cantidad de células por mililitro de leche se calcula en función de la superficie total y el número de campos contados, los cuales se multiplican por el factor microscópico para determinar el número de leucocitos por mililitro de leche.

El factor microscópico se obtiene de la siguiente forma:

- Se usa un micrómetro graduado de 0.1 a 0.01 mm para medir el radio del campo.
- Se determina el área del campo usando la fórmula:
 $(\pi \times r^2) \times 3.1416 \times r^2$.

- Se divide el área encontrada por 100, para convertir a cm².
- Se determina el número de campos en 1cm², se multiplica el número de campos por cien para determinar el número de campos microscópicos por mililitro de leche.
- La formula condensada abajo obvia la necesidad de convertir el área a cm²:

$$MF = \frac{10.000}{3.1416 \times r^2}$$

El diámetro del microscopio es de 0,185mm. por lo tanto el radio es 0,0925mm. a partir del cual se obtuvo el factor microscópico de 372020,3199.

Se analizaron 673 placas o muestras distribuidos en las cuatro zonas y de cada una de las placas se contaron 50 campos para obtener un total de 33650 campos contados.

Los promedios que se obtuvieron como resultado de los conteos fueron:

El promedio de todos los campos fue de:	3,995444336
El promedio de todos los campos en la zona sur fue de:	5,179450952
El promedio de todos los campos en la zona norte fue de:	3,048282417
El promedio de todos los campos en la zona oriente fue de:	4,540792289
El promedio de todos los campos en la zona occidente fue:	3,213249213

5.6 VARIABLES EVALUADAS

Las variables que se evaluaron fueron:

- ◆ El número de células por mililitro de la leche fresca por cada zona.
- ◆ La calidad de la leche que se recolecta en las plantas procesadoras y/o enfriadoras del municipio de Pasto para cada zona de estudio. Esta variable se evaluó desde el punto de vista de conteo de células somáticas, para poder analizar la calidad de acuerdo al número de células somáticas y su relación con el parámetro.
- ◆ Análisis económico.

6. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Los datos se tomaron del 6 al 26 de abril de 1.999, y se registran en la Tabla 3, Figura 1.

6.1 NUMERO DE CELULAS SOMATICAS/ ML DE LECHE

En la Tabla 3 se muestra el comportamiento de las diferentes zonas en relación al número de leucocitos por mililitro, durante la realización del estudio.

Al realizar el análisis de varianza, se observó que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (zonas) evaluados, esto indica que el número de células somáticas por mililitro se comporta estadísticamente similar para todos los tratamientos (zonas). (Ver Tabla 1 del Anexo C)

Al analizar los resultados obtenidos en el estudio se puede observar que todos los datos promedios presentan un recuento celular alto en comparación con el nivel normal de leucocitos en la leche, para descartar problemas infecciosos, que según Bath, et al (357 – 392) los conteos de

Tabla 3. Número de células somáticas por mililitro en leche fresca en el municipio de Pasto, con relación a las zonas de estudio y al tiempo de muestreo.

BLOQUES	1er muestreo de células somáticas/ml	2do muestreo de células somáticas/ml	3er muestreo de células somáticas/ml	PROMEDIO tres muestreos
SUR	1'987.421	1'176.490	2'616.672	1'926.861
NORTE	2'026.627	522.770	852.671	1.134.023
ORIENTE	2'190.916	938.319	1'938.566	1'689.267
OCCIDENTE	1'183.023	737.664	1.665.492	1'195.394
Promedio Total	1'846.998	843.811	1.768.351	1'486.386.48

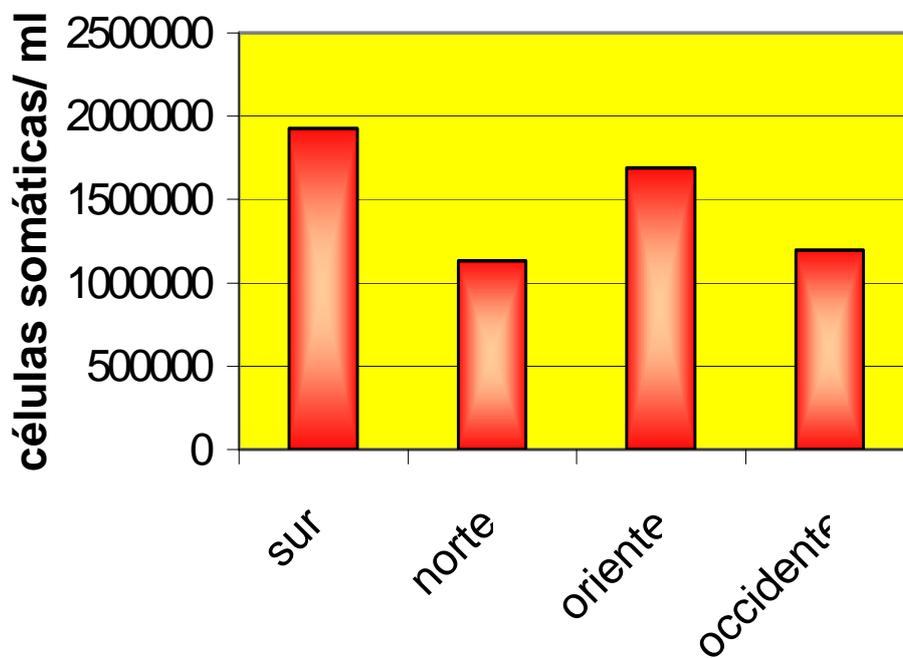


Figura 1. Número de células somáticas por mililitro en leche de los diferentes tratamientos

células somáticas mayores de 500.000 por ml pueden indicar mastitis subclínica, lo mismo que Wattiaux (2 – 3) menciona que los conteos de células somáticas por debajo de 400.000 células/ml, son típicas de los hatos que poseen buenas prácticas de manejo, pero que no hacen un particular énfasis en el control de la mastitis. El mismo autor manifiesta que los hatos que poseen un programa de control efectivo de la mastitis, poseen en forma consistente conteos por debajo de 100.000 células/ml. Así mismo Wattiaux manifiesta que conteos de células somáticas mayores de 500.000 células/ml, indican que un tercio de las glándulas se encuentran infectadas.

En la figura 2 la leche es el producto de la mezcla de varias leches de diferentes vacas, se observa que además del gran número de Leucocitos en el campo hay demasiada cantidad de bacterias lo que demuestra que el manejo de la leche incluyendo el ordeño es deficiente, puesto que las bacterias ingresan al tanque de acopio por leches contaminadas, por manos sucias, ordeño sin asepsia, no lavado de pezones, ubres de animales infectados, produciendo una alta contaminación o incrementando el nivel de leucocitos en la leche a partir de animales infectados. Debe tenerse en cuenta que la leche es un medio propicio para el desarrollo y reproducción de éstas por lo tanto la contaminación no solamente es interna (en el animal), sino que también puede haber contaminación de la leche externamente y originar así aumento bacterial.

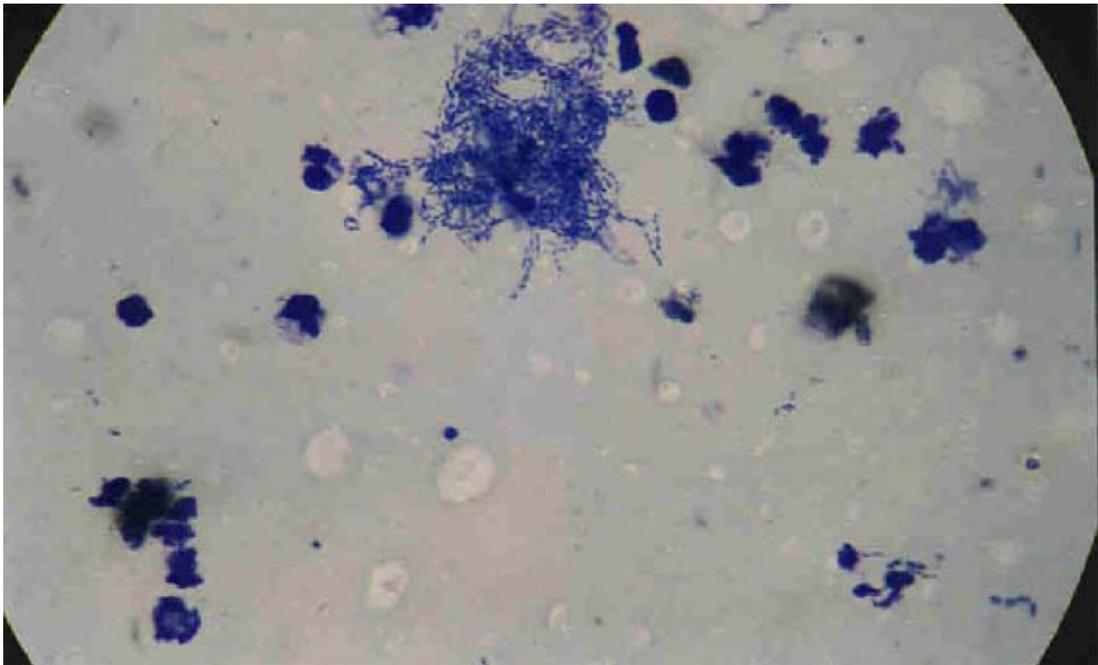


Figura 2. Observación al microscopio de células somáticas y bacterias en una muestra de leche fresca obtenida en el municipio de Pasto.

Esto es corroborado por Timms (1 – 3) que menciona que las células somáticas y la respuesta inmune son muy específicas. Las células somáticas se envían en altos números solamente cuando y donde ellas son necesarias (infecciones o sitios dañados, heridas). Por eso, un alto CCS indica infecciones mamarias. El mismo autor manifiesta que no hay duda que un número exacto de células es necesario una vez que la ubre es invadida por una infección. Sin embargo la competencia celular y la velocidad de reclutamiento celular en la glándula mamaria es el mayor factor en la prevención de la infección.

Esta teoría la afirman Valencia, Moran y Jurado (84) quienes mencionan que la mastitis subclínica en los hatos lecheros del suroccidente del municipio de Pasto se deben a la falta de higiene, desinfección de los pezones de la vaca, manos y utensilios utilizados por los ordeñadores.

A pesar de no existir diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, se observa que los recuentos de células somáticas más altos lo presenta la zona sur (1'926.861 células somáticas /ml), seguido de la zona oriente (1'689.267 células somáticas/ml), zona occidente (1'195.394 células somáticas /ml) y por último la zona norte (1'134.023 células somáticas /ml).

También debe tenerse en cuenta que la mayoría de los predios ubicados en la zona Sur y Oriente tienen un mejor manejo en cuanto al enfriamiento

de la leche después del ordeño en los tanques de agua (frío) que no se presenta en las otras zonas, por ésta razón puede ser que en la zona que maneja frío se conservan mejor los leucocitos o células somáticas evitando desintegración de ellas.^(*)

También es apoyado por el acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana (39) que menciona que la calidad de la leche, se ve afectada por la falta de una infraestructura de frío, tanto en la finca, como en el transporte hasta la planta.

Según el mismo acuerdo (45) la utilización de carrotanques, acondicionados para la recolección y conservación de la leche a través de sistemas térmicos y la presencia de personal capacitado para el manejo de éste producto, hasta su llegada a la planta, es el esquema ideal para el transporte de la leche. La realidad, en la mayoría de las regiones del país, es muy diferente al no hacer uso de vehículos adecuados, sino de camiones de estaca que transportan la leche en cantinas, sin algún tipo de refrigeración. Este problema se agrava en regiones donde predominan altas temperaturas y distancias entre las fincas y las plantas de acopio o procesamiento.

^(*) Sociedad de Agricultores y Ganaderos de Nariño(SAGAN), Pasto, Colombia, 2000 (Encuestas)

Por lo tanto se puede decir que el clima sirve como mecanismo de conservación de células somáticas (En donde el clima es frío como es el caso de la zona sur y oriente) o de destrucción (En donde el clima es caliente como es el caso de la zona norte y occidente), esto hace que los conteos sean menores para clima cálido que para frío.

Esto es comprobado por Pérez (711 – 720) quién menciona que si las muestras de leche son colectadas en frascos deberán mantenerse frías sin permitir que trascurren más de 36 horas. Las muestras de leche en grupo son estudiadas mejor el día de su recolección. Tanto la acción bacteriana como el transcurso de las horas tienden a destruir las células somáticas que son las responsables de indicar reacciones positivas.

Lo anterior debido a que los sistemas de ordeño y manejo de los hatos que proveen de leche a las diferentes plantas del municipio de Pasto es deficiente ya que un conteo de células somáticas alto (mayor de 500.000) se puede presentar por diferentes factores como son: factores higiénicos, sanitarios, medio ambientales, nutricionales y genéticos esto es corroborado por Benavides y Rivera (197 – 204) quienes anotaron que los principales problemas encontrados para la zona del sur de Nariño fueron en su orden, fallas administrativas en donde se incluyen la limpieza, la desinfección y rutina de ordeño, deficiente manejo de nutrición, alimentación del ganado y descuido en la sanidad del animal.

Jacome (1984, 237) también apoya la teoría y menciona otros factores que son:

- Manejo: Ordeño incompleto o excesivo, traumatismos y alteraciones de rutina.
- Sanitarias: Medio ambiente contaminado, falta de limpieza en las instalaciones y de higiene en el ordeñador durante el ordeño.
- Estado reproductivo del animal: Las vacas se infectan con más frecuencia al comienzo de la lactación, o al inicio del periodo seco.
- Alimenticios: Raciones mal balanceadas y dietas inadecuadas que pueden comprometer la integridad del animal. (Estrés)

Además Mendieta (10) cita a Kolb (1979, 810) quién manifiesta que además de estos factores hay otros los cuales favorecen la aparición de la mastitis (alto conteo celular), que son genéticos: conformación de la ubre y de los pezones, tipo o característica del esfínter y la situación de éste.

Esta teoría también es apoyada por Valencia, Moran y Jurado (84) quienes concluyeron que los microorganismos de mayor prevalencia causantes de mastitis subclínica en los hatos lecheros del suroccidente del municipio de Pasto fueron *Staphylococcus aureus*, seguido por *Staphylococcus epidermidis*, debido a la falta de higiene y desinfección de los pezones de la vaca, manos y utensilios utilizados por los ordeñadores que facilita la entrada de gérmenes a través del conducto del pezón.

Al comparar los datos desde el punto de vista de tiempo de muestreo (Tabla 3 y figura 3) se puede observar que los conteos de células somáticas presentan una disminución para el segundo muestreo, lo que indica que de un muestreo a otro hay diferencias, teniendo la siguiente relación para el primer muestreo (1'846.998 células somáticas/ml), para el segundo muestreo (843.811 células somáticas/ml) y para el tercer muestreo (1'768.351 células somáticas /ml), esto debido a que el estado climático en el primer y ultimo muestreo fue más seco que el segundo, que presento más precipitación (lluvia), (Ver Tabla 1 del Anexo D).

La disminución en el RCS del segundo muestreo se puede explicar: fue una época lluviosa que hace que el tiempo de los recorridos sea mayor, según el acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana (1999, 39) los productores almacenan la leche, en cantinas, las cuales son recogidas en camiones de estaca, no muy apropiados y acondicionados para ésta labor, factores éstos que afectan la eficiencia de la recolección.

Si a esto, se suma el deficiente estado de las vías de acceso a las fincas, la obsolescencia de los camiones transportadores y la falta de capacitación del personal encargado de la recolección y el transporte, se tiene que la lluvia deteriora aún más las vías y tomando en cuenta las características anteriores se provoca aumento en el periodo de transporte de la leche de la explotación a la planta enfriadora, por lo tanto hay mayor destrucción de células en la leche almacenada, según lo reportado por

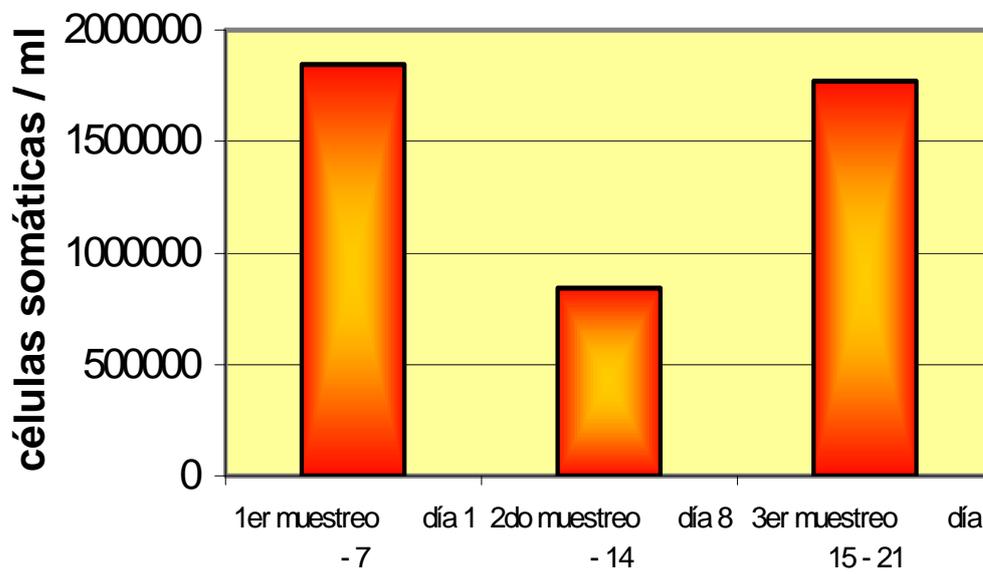


Figura 3. Número de células somáticas por mililitro con relación al tiempo de muestreo.

Pérez (711 – 720).

En esta época aumento la producción, lo que hace que el número de células se diluyó al haber mayor líquido de dilución, ésta puede ser también otra causa para el bajo conteo de células somáticas en el segundo muestreo.

Se debe mencionar que todos éstos factores se pueden corregir realizando un mejor manejo en el hato, tanto en la asepsia de las instalaciones y equipos, como en la adecuada utilización del agua, de los potreros (evitando pantanos) y del ordeño.

Esta teoría es corroborada por Bath, et al (357 – 392) quienes afirman que la incidencia de mastitis en un rebaño puede reducirse mediante mejor manejo.

6.2 CALIDAD DE LA LECHE

Este parámetro también permite su evaluación mediante el recuento de células somáticas, teniendo en cuenta que a mayor número de células somáticas por mililitro de leche, baja la calidad de ésta por mayor presencia de bacterias patógenas lo que hace que el organismo reaccione

incrementando el recuento celular y por lo tanto es mayor la contaminación de la leche. (Ver Tabla 3 y Figura 1).

Esto es sustentado por Schalm y Jasper (735 – 765) quienes manifiestan las características más importantes de la leche normal, por lo que respecta a las pruebas para mastitis, las cuales son:

- Estar desprovista de partículas observables a simple vista.
- El pH varía entre 6.4 y 6.8.
- El contenido de cloruros varía de 0.08 a 0.15 gramos por ciento.
- El conteo total de células somáticas rara vez excede 300.000 células por mililitro.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en la investigación, todas las leches exceden el número de células somáticas mínimo, por lo tanto la leche que proviene de las diferentes zonas presenta una deficiente calidad con relación a este rango. Según Timms (1996, 1) las investigaciones y los experimentos de campo durante la última década, han probado que los altos recuentos de células somáticas (RCS) tienen un efecto negativo en la producción láctea/vaca, características del procesamiento de la leche, calidad total y aprovechamiento de la industria láctea. Por eso, muchos productores en Estados Unidos han batallado en forma exitosa para bajar el RCS del hato, estimulados por los premios de calidad de los procesadores.

Esta teoría también la corrobora Wattiaux (1) quien afirma que las células somáticas en la leche no afectan la calidad nutricional en sí. Ellas son solamente importantes como indicadores de otros procesos que pueden estar sucediendo en el tejido mamario, incluyendo mastitis. Cuando las células se encuentran en cantidades mayores de medio millón, existe una razón para sospechar de mastitis, o baja calidad de leche.

Ribeiro, et al (1.998, 63) afirman que en Brasil, una leche normal no debe pasar de 500.000 células/ml. Este autor cita a Hill (1992) quién a su vez cito a Mitchel et al, que afirmó que un conteo de células somáticas superior a 500.000 células provocan muchos daños a la producción de yoghurt y de quesos, cuando se comparan con valores de leches con niveles abajo de 250.000 células/ml.

Ribeiro, et al (63) citaron un Boletín de la Federación Internacional de Lácteos (IDF, 1.995) que afirma que en Australia y Francia el conteo o recuento de células somáticas de leche de alta calidad es de 200.000 células/ml, en cuanto en Dinamarca, Japón e Israel es de 300.000 células/ml, en Alemania, Nueva Zelanda y Bélgica es de 400.000 células/ml, y en Estados Unidos y Canadá es de 500.000 células/ml de leche.

Quiñones y Sabini (1.995, 704) manifiesta que en Argentina la elección de umbrales de referencia relativos refleja mejor el estado de salud de la

glándula mamaria que cuando se usan umbrales de referencia fijos (300.000 células/ml; 500.000 células/ml). Estos autores encontraron que el mayor coeficiente pronóstico positivo se encuentra en el rango de 400.000 células/ml (0,59).

Esto corrobora la teoría de que la leche que se recepciona en las plantas procesadoras y/o enfriadoras del municipio de Pasto es de deficiente calidad, al tener en cuenta los rangos en los diferentes países anunciados en el Boletín.

6.3 ANALISIS ECONOMICO

Este análisis está enfocado a la pérdida de leche en litros y en efectivo que dejan de recibir las plantas y por lo tanto pierden los productores, cuando se presentó un determinado recuento de células somáticas al realizarlo para el total de litros recibidos en un día.

Philpot (1984) encontró que en un “Recuento de Células Somáticas (RCS)” inferior a 300.000, era equivalente a una pérdida en la producción de 0 a 2,5%; un RCS de 300.000 a 500.000 equivale a una pérdida de 2,5 a 7,5%; un RCS de 500.000 a 800.000 indicaba una pérdida de 7,5% a 15% y un RCS superior a 800.000 implicaba una pérdida del 15% al 25%, lo que demuestra que por cada 100.000 células que se incrementa el

recuento a partir de 200.000 células las pérdidas aumentan en 2,5%. También es corroborado por Cotrino (2000, 3 conferencia) quién manifiesta que a partir de 200.000 células/ml por cada incremento de 100.000 célula/ml disminuye 2,5% en producción de leche^(*)

En el primer muestreo se recibieron en las plantas 44850 litros, por lo tanto ya que en la investigación el recuento de células somáticas en promedio para todas las zonas en estudio fue de 1'846.998 células somáticas por mililitro, entonces según la teoría anterior las perdidas de leche son del 43,67% y de acuerdo al volumen de leche producido las perdidas son de 34.770 litros, estos son los litros de leche que se dejan de producir en el municipio de Pasto por el elevado RCS. Si tenemos en cuenta que el precio base de mercado para la cantidad cuota de leche, en planta según acuerdo de competitividad de la cadena láctea Colombiana es de \$400/litro sin tener en cuenta las bonificaciones y descuentos que son específicos para cada productor y así obtener que los productores del municipio de Pasto dejaron de recibir \$13'908.000 por día, \$417'240.000 por mes y \$5006'880.000 por año.

Para el segundo muestreo se encontró que los productores perdieron

Promedio de RCS:	843811 células somáticas/ml
% de disminución de leche	18,59%

(*) COTRINO, Victor. Cómo obtener leche de óptima calidad higiénica, sanitaria y composicional. Mastitis y calidad de leche. Conferencia realizada en el auditorio del SENA, Pasto, 7 y 8 de septiembre de 2000.

Tabla 4. Relación de las pérdidas de leche en porcentaje de acuerdo al incremento de células somáticas.

Recuento de Células Somáticas RCS (x 1.000)	% PERDIDO
200	2,5
300	5.0
400	7.5
500	10.0
600	12.5
700	15.0
800	17.5
900	20.0
1000	22.5
1100	25,0
1200	27,5
1300	30,0
1400	32,5
1500	35,0
1600	37,5
1700	40,0
1800	42,5
1900	45,0
2000	47,5

Philpot (1984) y Cotrino (2000)

Tabla 5. Relación entre el recuento de células somáticas y la pérdida de producción de leche en litros con base en los muestreos.

Muestreo	Volumen en recolecta (litros)	RCS Promedio	Pérdida de producción de acuerdo al recuento en %	Volumen de leche Pérdida (litros)
1ra Muestra	44850	1846998	43,67%	34770,09
2da Muestra	44950	843811	18,59%	10264,35
3ra Muestra	44600	1768351	41,7%	31906,33
Total				76940,77

Volumen de leche producido	44950 litros
Pérdida de leche en litros	10264,35 litros
Pérdida de dinero por día	\$4'105.740
Pérdida de dinero por mes	\$123'172.200
Pérdida de dinero por año	\$1478'066.400

Para el tercer muestreo se encontró que los productores perdieron

Promedio de RCS:	1'768.351 células somáticas/ml
% de disminución de leche	41,7%
Volumen de leche producido	44.600 litros
Pérdida de leche en litros	31.906,33 litros
Pérdida de dinero por día	\$12'762.532
Pérdida de dinero por mes	\$255'250.640
Pérdida de dinero por año	\$3063'007.680

Esto es comparable con lo reportado por Rodríguez (1996, 16) quién mencionó que se estima que una cifra cercana de 50% de las vacas de los Estados Unidos están afectadas de alguna forma por mastitis, lo que ocasiona pérdidas calculadas en no menos de 2.000 millones de dólares, de los cuales 1.400 millones de dólares de éstas pérdidas son atribuidos a la disminución en la producción de leche provocada por mastitis subclínica.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1 En la presente investigación se encontró que no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, esto indica, que el número de células por mililitro se comporta estadísticamente, similar para todas las zonas, norte, sur, oriente y occidente, teniendo en cuenta que la zona más problemática es la zona sur, puesto que el conteo de células somáticas es el más alto.

7.1.2 En cuanto a los valores resultantes se puede concluir que todos son extremadamente elevados al compararlos con los reportados por el Boletín de la Federación Internacional de Lácteos, lo que permite concluir que la leche de todas las zonas que llega a las plantas enfriadoras del municipio de Pasto es de deficiente calidad.

7.1.3 Con base en esta investigación se observó que el RCS es una metodología que permite encontrar problemas en rebaños lecheros en áreas geográficas muy amplias, siendo que existe una correlación directa entre conteo celular somático y un porcentaje de animales con reacciones inflamatorias mamarias, o deficiente calidad de la leche.

7.1.4 Además de todo esto, este modelo puede ayudar a controlar la calidad recibida por un gran número de plantas, llevándose en consideración que leches con 500.000 células/ml, presentan problemas de calidad y son inapropiadas para consumo humano. El parámetro de conteo de células somáticas en muestras tomadas en rutas de leche (zonas), puede demostrar un nivel higiénico sin considerar las peculiaridades de cada sistema productivo.

7.2 RECOMENDACIONES

7.2.1 Realizar investigaciones que permitan detectar problemas específicos y encontrar predios y animales problema, para plantear soluciones adecuadas y precisas.

7.2.2 Con el objeto de detectar tempranamente la mastitis subclínica y así evitar pérdidas en la producción y deficiente calidad de leche, se recomienda instalar programas en las plantas para realizar la prueba del recuento de células somáticas y asegurar la calidad de los productos. El recuento de células

somáticas debe monitoriarse con el objeto de garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad de la leche.

7.2.3 Con el propósito de mejorar la calidad de la leche en todas las zonas se recomienda a las plantas, pagar bonos por leche de buena calidad, como se plantea en el acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana, incluyendo un porcentaje por bajo recuento de células somáticas. La razón que justifica el pago de un bono por calidad de leche se debe a la relación que existe entre mastitis (alto recuento de células somáticas) y la composición de la leche, incrementando rendimiento en quesos, durabilidad de la vida de vitrina refrigerada y mejorando sabores.

7.2.4 Instaurar programas de transferencia de tecnología a los propietarios de hatos lecheros como son: Mantenimiento en el equipo de ordeño en condiciones de operación adecuados y actualización del equipo cuando sea necesario, con prácticas higiénicas adecuadas; uso correcto de los procedimientos de ordeño con lavado y desinfección de pezones al ordeño, lo mismo que asepsia de equipos y utensilios; sellado de todos los pezones inmediatamente después de cada ordeño con un producto efectivo.

Revisión del manejo de vacas recién paridas; ordeño de las vacas infectadas al final; proveer pesebres adecuados limpios y con suficiente cama; evaluar clínicamente las lactaciones y tratamientos adecuados; evaluar el tratamiento de las vacas secas y el manejo en el período seco;

comparar el conteo de células somáticas individual por vaca antes del secado y un mes después del parto para determinar la efectividad del manejo de las vacas secas. Educar al personal y operarios para que realicen todas las prácticas de la mejor manera y sobre todo prácticas higiénicas de su indumentaria y las manos, antes de iniciar el ordeño.

7.2.5 Realizar un estudio actualizado ya que en el momento de tomar las muestras (1.999), a la fecha puede haber variación en cuanto a los resultados obtenidos.

7.2.6 Mejorar el sistema de transporte con sistemas térmicos o sistemas refrigerantes por que además de inhibir la destrucción celular, también se evita la reproducción bacteriana en la leche

7.2.7 Se recomienda a los productores (ganaderos), solicitar que se incluya en el acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana un pago de bonificación por un bajo recuento de células somáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALAIS, Charles. Ciencia de la leche: Principios de la técnica lechera. Trad. por A. Lacasa. México: Continental, 1980. 594 p.

----- . Ciencia de la leche: Secreción de la leche. México: Continental, 1984. 316 p.

BATH, Laurent; DICKINSON, Fauler; TUCKER, Hall; y APPLEMAN, Roberth. Ganado lechero: principios, prácticas, problemas y beneficios. 2a ed. México: Interamericana, 1982. 392 p.

BENAVIDES, Oscar y RIVERA, Julio. Determinación del nivel tecnológico de la ganadería Holstein en la zona sur de Nariño. En: Revista Zootecnia. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencia Pecuarias Vol. 2, No. 4 y 5, (1994): pp. 197- 204

BLOOD, Carl y RADOSTITS, Obe. Medicina Veterinaria: Volumen 1. 7a ed. México: Mac Graw Hill, 1992. 1569 p.

CAMPOS, Raul; MURILLO, Sandro; PEREZ, Mauricio. y CASTILLO, Roberto. Comparación entre diferentes métodos de diagnóstico para mastitis subclínica. En: Memorias de la XV Reunión anual I.N.I.P. México: Continental, 1981. pp. 549 - 560

COFFIN, Louis. Laboratorio clínico en medicina veterinaria. México: La Prensa Médica Mexicana, 1981. 258 p.

CONSEJO NACIONAL LACTEO. Acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana. Bogotá: Le'print Club express Ltda, 1999. 98 p.

COTRINO, Victor. Como obtener leche de óptima calidad, higiénica, sanitaria y composicional. Mastitis y calidad de leche. Conferencia realizada en el auditorio del SENA, Pasto, 7 y 8 de septiembre de 2.000

DAVE, Linn. Calidad de la leche: Cómo mantener las células somáticas bajas y las producciones de leche altas. Estados Unidos: Hoards Dairyman, 1998. 485 p.

DE LOS RIOS, José y PORTILLA, Hernán. Incidencia de mastitis en la sábana de Túquerres, Guachucal y Cumbal. Tesis Zootecnia, Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia, 1980: 60 p.

HAZARD, Stand. Qué es la mastitis y como prevenirla. En: Revista

investigación y progreso agropecuario. Carillanca, Chile: Vol. 5, No. 1, (Enero – Marzo, 1986); pp. 15 – 18

HURLEY, Wilson. y MORIN, Darl. Factors affecting susceptibility to mastitis. Chicago: University of illinois Urbana – Champaing, 1996. 1 p. (Consulta vía Internet, URL: <http://www.Inform.umd.edu/Ed-Res/Topic/AgEmu/mdd/milking>).

ICONTEC. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Norma 666. leche y productos lácteos. Toma de muestras, Bogotá.

IDEAM. INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Precipitación en el mes de abril de 1999 en el municipio de Pasto, Pasto, Colombia.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI, Pasto, Colombia, 1999 (Material litografiado).

JACOME, Luis. Identificación de *Staphylococcus spp* en leches de vacas positivas a la prueba de California en el municipio de Jamapa. Veracruz. Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, México: Universidad Veracruzana, 1984. 237 p.

JIMENEZ, Alberto. El conteo de células somáticas en el diagnostico de la

mastitis bovina. En: Revista Veterinaria y Zootecnia de Caldas, Manizales, Colombia. Vol. 8, No. 1, (Enero – Junio, 1995); pp. 7 – 11

KOLB, Eduard. Fisiología veterinaria. Zaragoza, España: Acribia. Vol. 2, 1979. 815 p.

MENDIETA, Ricardo. Fisiopatología de la mastitis. Bogotá, Colombia: Chalver farmaceútica, 1989. 25 p.

NICKERSON, Samuel. Control de la mastitis. En: Revista Agricultura de las Américas. Singapur: latinoamericana, Vol. 37, No. 3 (mayo – junio, 1988); pp. 6 – 14

OLIVER, Elrich. Fisiopatología de la mastitis. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Bogotá, Colombia, Vol. 6, No. 1 (1993): 63 – 65 pp.

PEREZ, Manuel. Manual sobre el ganado productor de leche. México: Diana, 1984. 720 p.

PEREZ, Manuel. y PAYAN, Raul. Control básico de la mastitis. En: Revista síntesis lechera. México: Vol. 1, No. 10, (1987): pp. 7 – 10

PEREZ, Oscar. Análisis comparativo de las prevalencias de mastitis subclínica (prueba de California), del municipio de Cuitláhuac, Veracruz y

el de Fortín, Veracruz en dos diferentes sistemas de explotación. Tesis de Licenciatura. Veracruz, México: Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 1984. 117 p.

PHILPOT, William. N. Economics of mastitis control. In: Symposium on bovine mastitis. Wisconsin: Veterinary Clinics of North America: large animal practice, Vol. 6, No. 2, (1984): 233 - 234 pp.

POUTREL, Bayron. y RAINARD, Paul. California Mastitis test: guide of selective dry cow therapy. In: journal dairy science, Texas, EEUU: Vol. 64, No. 2, (1981): 241 – 248 pp.

QUIÑONES, Jaime. Y SABINI, Lucas. Evaluación de la dinámica de las infecciones intramamarias. En: Revista Veterinaria Argentina. Córdoba, Argentina: Vol. 12, (1995): pp. 700 – 706

RIBEIRO, M. T., VEIGA, V. M., VARGAS, O. L. y SOUZA, H. M. Evaluación de la calidad de la leche a través de determinaciones del contenido somático celular en muestras provenientes de diferentes regiones lecheras del estado de Minas Gerais (Brasil). En: memorias del congreso Panamericano de control de mastitis y calidad de la leche. Yucatán, México: (1998): pp. 61 – 70

RODRIGUEZ, Germán. La mastitis bovina y el potencial para su control

en la sábana de Bogotá Colombia. En: Informe Técnico, Bogotá, Colombia: ICA. Ministerio de Agricultura, Vol. 2, No. 1, (1988): 89 p.

SAGAN. SOCIEDAD DE AGRICULTORES Y GANADEROS DE NARIÑO, Pasto, Colombia, 2000 (Encuestas).

SCHALM, Wildford. y JASPER, Dean. Mastitis en medicina y cirugía de los bovinos. México: Prensa Médica Mexicana, 1984. 765 p.

SMITH, Lois. y HOGAN, James. Characterist of environmental mastitis. Wooster: Michigan: Ohio State University, 1997. 5 p. (Consulta vía Internet, URL: [http:// www. Inform,umd.edu/Ed-Res/Topic/AgEmu/mdd/milking](http://www.Inform,umd.edu/Ed-Res/Topic/AgEmu/mdd/milking)).

TARASONA, José. Procedimientos de diagnostico en bacteriología y microbiología veterinaria. Saragoza, España: Acribia, 1969. 330 p.

TIMMS, Leo. Can somatic cell counts get too low?. Iowa: Iowa State University, 1996. 1 p. (Consulta vía Internet, E-mail: [Itimms@ iastate.edu](mailto:Itimms@iastate.edu)).

TIZARD, Ian. Inmunología veterinaria: Inmunidad de la glándula mamaria. 4ª ed. Trad. por Cortes Alfredo. Mexico, Interamericana, 1992. 275 p.

VALENCIA, Hector; MORAN, Carmen y JURADO, Henry. Aislamiento e identificación de microorganismos causantes de mastitis subclínica y su sensibilidad a antibióticos en hatos lecheros del suroccidente de Pasto, durante los meses de abril – mayo de 1997. Tesis de especialización en Microbiología, Pasto, Colombia: Universidad Mariana, 1997. 87 p.

WATTIAUX, Michael. Mastitis: la enfermedad y su transmisión. Wisconsin: Instituto Babcock, 1996. 5 p. (Consulta vía Internet, URL: <http://babcock.cals.wisc.edu>).

----- . Composición de la leche y su valor nutritivo. Wisconsin: Instituto Babcock, 1996. 1 p. (Consulta vía Internet, URL: <http://babcock.cals.wisc.edu>).

----- . Mastitis: Prevención y detección. Wisconsin: Instituto Babcock, 1996. 6 p. (Consulta vía internet, URL: <http://babcock.cals.wisc.edu>).

ANEXOS

Anexo A. Tablas de Composición de la leche

	Pág.
Tabla 1. Composición típica de la leche normal	68
Tabla 2. Composición de la leche de vaca por cada 100g.	69

Tabla 1. Composición típica de la leche normal

Componentes	Composición G/l	Estado físico de los componentes
Agua	905	Agua libre (disolvente) Más agua ligada (3.7%)
Glucidos	49	Solución
Lípidos	35	
● Materia grasa propiamente dicha	34	Emulsión de Glóbulos Grasos
● Lecitinas (fosfolípidos)	0.5	
● Parte Insaponificable (esteroles, carotenos, tocoferoles)	0.5	
Proteínas	34	Suspensión Miscelar de Fosfocaseinato de Calcio
Caseína	27	Solución (coloídal)
● Proteínas solubles (globulinas ó albuminas)	5.5	
● Sustancias Nitrogenadas no Proteicas	1.5	Solución (Verdadera)
Sales	9	Solución o estado coloídal (P y Ca)
● Del ácido Cítrico (en ácido)	2.0	Sales de K, Ca, Na Mg.
● Del ácido fosfórico	2.6	
● Del ácido clorhídrico	1.7	
Componentes Diversos (vitaminas, enzimas, gases disueltos)	Trazas	
Extracto Seco Total	127	
Extracto Seco Desengrasado	92	

Alais (1980,57).

Tabla 2. Composición de la leche de vaca por cada 100g

NUTRIENTE	COMPOSICION
Agua, g	88.0
Energía, Kcal	61.0
Proteína, g	3.2
Grasa, g	3.4
Lactosa, g	4.7
Minerales, g	0.72

Wattiaux (1996, Resumen # 1)

Anexo B. Tablas de Conteo de células somáticas

	Pág.
Tabla 1. Cantidad de gérmenes contados en diferentes momentos de ordeño.	71
Tabla 2. Relación entre calificación celular, lineal, el número de células somáticas y la disminución en la producción de leche.	72
Tabla 3. Conteo de células somáticas	73
Tabla 4. Relación del recuento de células somáticas y el porcentaje de vacas infectadas	74

Tabla 1. Cantidad de gérmenes contados en diferentes momentos del ordeño.

TIPO	CANTIDAD
Leche de los primeros chorros	6.500 Gérmenes por ml
Leche de la mitad del ordeño	1.350 Gérmenes por ml
Leche del final del Ordeño	709 Gérmenes por ml

Alais (1984, 25)

Tabla 2. Relación entre calificación celular lineal, el número de células somáticas y la disminución en producción de leche.

Calificación Celular lineal (C.C.L.)	Número de Células Somáticas (C.S.) (x 1.000 / ml)	Disminución en la Producción de Leche (Litros en 305 días)	
		Primer Parto	Segundo Parto
0 – 2			
3	100	100	200
4	200	200	400
5	400	300	600
6	800	400	800
7	1600	500	1000
8	3200	600	1200

Pérez y Payan (1987, 7-10)

Tabla 3. Conteo de células somáticas

		Cuartos infectados		
		Cerca de cero 200.000 – 500.000	Unos pocos casos 500.000 – 1'000.000	Diseminada >1'000.000
Perdida	de	16%	32%	48%
Producción %				
Mastitis subclínica		6 – 9	10 – 18	19 – 29 Epidémica

Wattiaux (1996 Resumen # 6)

Tabla 4. Relación del recuento de células somáticas y el porcentaje de vacas infectadas.

Relación de células somáticas			Porcentaje de vacas infectadas	
			Pennsylvania Univ	Cornell Univ.
0	a	99.000	6	5
100.000		199.000	17	12
200.000		299.000	34	33
300.000		399.000	45	38
400.000		499.000	51	58
500.000		599.000	67	53
Superior	a	600.000	79	61

Rodríguez (1988, 14)

Anexo C. Tablas sobre análisis de varianza.

	Pág.
Tabla 1. Análisis de varianza para número de Leucositos/ml en leche.	76

Tabla 1. Análisis de varianza para número de leucocitos / ml en leche.

	G. L.	SC.	C. M.	F. C.	F. T.
Bloques	5	3.82184E+12	7.64367E+11	4.13	5.68
Error	6	1.11069E+12	1.85115E+11		
Total	11	4.93253E+12			

NS = No existen diferencias estadísticas significativas.

Coefficiente de Variación = 28.94%.

**Anexo D. Tablas de Análisis climatológico en relación con el
conteo de células somáticas**

	Pág.
Tabla 1. Valores diarios de precipitación en el mes de abril de 1999 en el municipio de Pasto (en mms).	78

Tabla 1. Valores diarios de precipitación en el mes de abril de 1999 en el municipio de Pasto (en mms).

1er muestreo Día	Precipitación	2do Muestreo Día	Precipitación	3er muestreo Día	Precipitación
5	6.0	12	2.0	19	.0
6	3.0	13	.0	20	4.0
7	2.0	14	8.0	21	1.0
8	1.0	15	11.0	22	7.0
9	5.0	16	17.0	23	.0
10	7.0	17	8.0	24	.0
11	3.0	18	6.0	25	.0
TOTAL	27.0		52.0		12.0

FUENTE: IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales