

**ANALISIS DE UN POSIBLE CASO DE SINDROME DE LECHE ANORMAL  
(SILA) EN LA ZONA DE PUPIALES (NARIÑO)**

**MYRIAM PATRICIA ROMERO MENDOZA**

**0206055**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL**

**2012**

**ANALISIS DE UN POSIBLE CASO DE SINDROME DE LECHE ANORMAL  
(SILA) EN LA ZONA DE PUIALES (NARIÑO)**

**MYRIAM PATRICIA ROMERO MENDOZA**

**0206055**

**Trabajo de grado para optar al título de ZOOTECNISTA**

**Dirigido por:**

**ROMULO CAMPOS GAONA MV., MSc., DSc.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL  
2012**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la vida y las fuerzas para seguir adelante y poder alcanzar mis sueños.

A mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado en esta y en todas las etapas de mi vida.

A mis hermanos por la ayuda que me brindaron tanto económica como moralmente para que pueda terminar con satisfacción mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

De todo corazón expreso mis sinceros agradecimientos a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo, en especial a:

Doctor Rómulo Campos Gaona, quien me orientó en cada aspecto del tema permitiendo un mejor aprendizaje y desarrollo del documento en general.

Doctor Juan Carlos Recalde, Asesor técnico Colácteos, Nariño por la inquietud en el posible síndrome de alteración de la leche, la recolección, el suministro de muestras y la información de las fincas que fue de utilidad para su posterior análisis.

## CONTENIDO

	<b>Págs.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	8
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	9
<b>2. JUSTIFICACION</b>	10
<b>3. HIPOTESIS</b>	11
<b>4. OBJETIVOS</b>	12
4.1 Objetivo General	12
4.2 Objetivos Específicos	12
<b>5. MARCO TEORICO</b>	13
5.1 Definición y composición general de la leche	13
5.2 Composición Química	13
5.3 Componentes Lácteos	14
5.4 Factores que influyen en la composición de la leche	20
5.4.1. Factores no nutricionales	21
5.4.2. Factores nutricionales	25
5.5. Problemas asociados a la estabilidad de la leche	26
5.5.1. Acidez de la leche	26
5.5.2. Inestabilidad de la leche	26
5.5.3. Leche inestable no acida (LINA)	27
5.5.4. Síndrome de Inestabilidad de Leche Anormal (SILA)	27
5.5.5 Síndrome de Utrecht	27
5.5.6 Síndrome de depresión de grasa en la leche (Milk Depresion Fat)	28
<b>6. SINDROME DE INESTABILIDAD DE LECHE ANORMAL</b>	29
6.1 Causas asociadas a trastornos metabólicos y ruminales de la vaca lechera	32
6.2 Expresión del SILA a nivel de glándula mamaria	33
<b>7. ESTUDIO DE CASO</b>	34
7.1 Localización	34
7.2 Desarrollo del estudio de caso	34
<b>8. RESULTADOS</b>	35
<b>9. CONCLUSIONES</b>	40
<b>10. PERSPECTIVAS</b>	41
<b>11. RECOMENDACIONES</b>	42
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	43

## LISTA DE TABLAS

	<b>Págs.</b>
<b>Tabla 1.</b> Promedio de la composición química de la leche según diferentes autores.....	14
<b>Tabla 2.</b> Concentración de nitrógeno de la leche.....	15
<b>Tabla 3.</b> Contenido de ácidos grasos de los triglicéridos (TG)de la grasa de la leche de vaca.....	18
<b>Tabla 4.</b> Contenido de vitaminas en la leche cruda.....	19
<b>Tabla 5.</b> Contenido mineral de la leche.....	20
<b>Tabla 6.</b> Composición media de la leche en las principales razas lecheras.....	21
<b>Tabla 7.</b> Cambios en la composición de la leche asociados a elevados recuentos de células somáticas (CCS).....	23
<b>Tabla 8.</b> Indicadores de alarma del SILA y tipo de alteración asociada.....	30
<b>Tabla 9.</b> Características físico- químicas de la leche cruda y criterios base para considerar un cuadro de síndrome de leche Anormal (SILA).....	31
<b>Tabla 10.</b> Posibles causas de ocurrencia del SILA.....	32
<b>Tabla 11.</b> Análisis de muestras de cada finca.....	36
<b>Tabla 12.</b> Análisis de muestras en suero sanguíneo.....	37
<b>Tabla 13:</b> Valores normales de metabolitos.....	37

## RESUMEN

La aparición de leche que reacciona positivamente a la prueba del alcohol, sin tener una elevada acidez ni provenir de vacas con mastitis o adulterada, es un problema práctico que confrontan con frecuencia algunos rebaños lecheros en las condiciones del trópico, fenómeno observado durante la época seca y en rebaños donde se localizan las razas lecheras especializadas. La identificación del síndrome de Leche Anormal se reporta como un conjunto de alteraciones en las propiedades físico-químicas de la leche, que causan trastornos a los procesos de elaboración de derivados lácteos, en sus rendimientos y en la calidad final de los mismos, los cuales están asociados a trastornos fisiológicos, metabólicos y nutricionales que tienen implicaciones en los mecanismos de síntesis y secreción láctea a nivel de la glándula mamaria, éstas alteraciones son diversas y no solo se expresan como inestabilidad térmica o positividad a la prueba del alcohol sino que también se asocia con fallos en el balance de alimentos de la vaca lechera de forma mantenida, cambios bruscos en la dieta, calidad y tipo de alimentos con énfasis en aquellos que aportan altos niveles de carbohidratos fácilmente fermentables y acidóticos, diferencias entre el potencial genético de un animal en función de cubrir sus necesidades en energía/proteína y también pudiera existir cierta predisposición genética, dada por predominancia de alelos AA y AB de la Kappa-caseína, en los animales del rebaño. El objetivo de este estudio fue reconocer y analizar un posible caso de "SILA" presentado en la planta de leche Colácteos en Pupiales Nariño, se colectaron 25 muestras de leche de animales individuales que presentaron alteraciones en la calidad y trastornos durante el procesamiento industrial de la misma, se analizaron los resultados provenientes de pruebas a las que se sometieron, agrupando a los animales de acuerdo a dos criterios: baja proteína ( $<2,9$ ) y acidez de ácido láctico ( $<0,13$ ), se encontró que 12 muestras de 25 analizadas son positivas para éstos dos parámetros.

**Palabras claves:** Síndrome de Leche Anormal, composición láctea, características físico-químicas, alteraciones, leche inestable.

## INTRODUCCIÓN

Raunhardt y Bowley, 1996 explican que la leche es uno de los alimentos más nutritivos que contiene un alto contenido de proteínas de alta calidad, la cual proporciona los diez aminoácidos esenciales, contribuye a la ingesta calórica diaria total, aporta ácidos grasos esenciales, inmunoglobulinas, y otros micronutrientes, su pH cercano al neutro y de sabor dulce. Según Gonnet et al, 2011 la producción de leche de calidad es una meta de la lechería necesaria para el consumo humano y para lograr una buena rentabilidad para el productor y para la industria, dicha calidad esta determinada por dos aspectos básicos, la composición química y el nivel higiénico, lo cual define su potencial industrial y de seguridad alimentaria; aunque esta constituida por agua, grasa, proteína, sales minerales y otros componentes menores, estos constituyen un sistema heterogéneo. Los controles de la composición láctea y de estabilidad térmica son medidas necesarias para el manejo de las vacas en el sector primario e industrial porque provocan perdidas en rendimiento y en rentabilidad.

La gran mayoría de países de lechería de América Latina (Brasil, Uruguay, Argentina, Chile y Colombia) constituyen un mercado amplio y seguro, debido al rápido crecimiento en el número de animales, la especialización y productividad de los mismos. Sin embargo hay efectos como la aparición de trastornos metabólicos donde está la cetosis, acidosis, el “SILA”, entre otros; este último según Hernández y Ponce, 2003, se caracteriza por depresión en los sólidos de la leche, disminución en su estabilidad térmica, capacidad búfer, y alteraciones en la capacidad para el procesamiento industrial, de manera que surge como una idea más integral sobre las variaciones de la composición y las propiedades físico-químicas de la leche, las cuales pueden ser clasificadas de acuerdo a indicadores de alarma, y a los criterios de normalidad de cada región e incluso rebaño, de tal manera que el efecto de la época, el año y la raza son los factores con mayor influencia sobre la disminución de los componentes lácteos, en los cuales un elevado porcentaje de estos valores son anormalmente bajos.

El objetivo de este estudio fue reconocer y analizar un posible caso de “SILA” presentado en la planta de leche Colácteos ubicada en el municipio de Pupiales, departamento de Nariño.



## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La aparición de leche que reacciona positivamente a la prueba del alcohol, sin tener una elevada acidez ni provenir de vacas con mastitis, o adulterada, es un problema práctico que confrontan con alguna frecuencia ciertos animales y rebaños lecheros en las condiciones del trópico, fenómeno observado a menudo durante la época seca y en rebaños donde se localizan las razas lecheras especializadas. Existe el reporte de la cooperativa Colácteos sobre la presencia de una situación inexplicada que concuerda con el Síndrome de Leche Anormal (SILA) identificado por Hernández y Ponce, 2003 como un conjunto de alteraciones de diferente naturaleza y amplitud en los componentes y las propiedades físico-químicas de la leche, que a su vez causan trastornos en los procesos de elaboración de derivados lácteos, en sus rendimientos y/o en la calidad final de los mismos, por lo que se requiere profundizar en estudios específicos y evidencias prácticas sobre la presencia de alteraciones múltiples en la composición láctea.

## 2. JUSTIFICACION

Viloria, 2007 manifiesta que la agricultura y la ganadería han sido la base económica del departamento de Nariño, en donde predomina la producción minifundista. La ganadería se desarrolla en diferentes zonas del departamento desde los primeros años del período colonial, ésta ganadería criolla adaptada al clima y a la topografía andina ha recibido mejoramiento genético del cruce con otras razas, gracias a ello, se pueden encontrar en la cuenca lechera de Nariño algunas lecherías especializadas con un alto nivel técnico, como razas seleccionadas, manejo de praderas, suplementación alimenticia, asesoría técnica e inseminación artificial, y se destacan cuatro municipios con mayor inventario ganadero en el departamento que son: Pasto (26 mil cabezas), Guachucal, Cumbal (20 mil cabezas cada uno) e Ipiiales (17.000), siendo los de mayor producción lechera los tres primeros, además de Pupiales. De acuerdo con Cuenca y Menza, 2009, la producción total de leche en el departamento es 506 mil litros de leche diarios y un promedio de 7.2 litros/vaca/día, superior al promedio nacional (4.5 l/v/d), pero inferior a departamentos lecheros como Cundinamarca (10.1), Antioquia (7.9) y Risaralda. Teniendo en cuenta esto y lo expresado por González, 2001; Hernández y Ponce, 2003, sobre la alta especialización productiva alcanzada por los rebaños lecheros en los últimos años, que genera una mayor demanda de nutrientes y cambios relativamente pequeños en las condiciones óptimas de manejo, alimentación y producen alteraciones sensibles en la salud; así como también la explotación de vacas lecheras en ambientes que no se ajustan a su potencial genético y son altamente especializadas bajo condiciones tropicales, se asocia en ocasiones con la baja respuesta reproductiva y alteraciones en la producción y composición láctea. Concerniente a dichas alteraciones, se reporta la existencia de Síndromes como el de Malnutrición Energético y/o Proteico (González-Stagnaro et al., 1998 citado por Hernández y Ponce, 2005), síndrome de depresión de la grasa (Milk Depression Fat), leche inestable no acida (LINA), inestabilidad de la leche, acidez y el Síndrome de Leche Anormal (SILA) (Ponce y Hernández, 2003), en los cuales se presentan situaciones productivas negativas, asociadas a diferentes causas, citando la nutrición, la genética, la salud y la productividad de los hatos que están profundamente asociadas; por ello, es necesario advertir sobre la aparición de diversas alteraciones en la composición láctea y en sus características físico-químicas, las cuales causan perturbaciones en los procesos de elaboración de productos lácteos, en sus rendimientos y en la calidad final de aquellos, éstos están asociados a perturbaciones fisiológicas, metabólicas y nutricionales con implicaciones en los mecanismos de síntesis y secreción láctea; de acuerdo a esto, se pretende que el estudio de caso permita esclarecer las causas principales de las manifestaciones a dichas alteraciones de la leche y se logre explicar las implicaciones que tiene ésta situación en la industria láctea, al causar trastornos durante el procesamiento térmico de la leche y posteriormente en los bajos rendimientos en quesos y pérdida en la calidad del producto final.

### **3. HIPOTESIS**

Se ha detectado una modificación en la composición química de la leche en la región de Pupiales, Nariño que puede corresponder a un síndrome de SILA, por lo tanto se hace necesario su posible comprobación mediante un estudio de caso en particular.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL:**

1. Reconocer y analizar un posible caso de “SILA” presentado en la planta de leche Colácteos ubicada en el municipio de Pupiales, departamento de Nariño.

### **4.2 ESPECIFICOS:**

1. Investigar y acopiar información existente sobre SILA.
2. Analizar diferentes muestras de leche provenientes de la planta regional de Colácteos ubicada en el municipio de Pupiales sospechosas de presentar esta alteración, así mismo obtener muestras de sangre para análisis de metabolitos de los animales sospechosos de producir la leche inestable.
3. Interpretar los resultados de las muestras de leche tomadas en la planta Colácteos para dar una solución objetiva a las alteraciones encontradas.
4. Identificar los principales factores que interfieren en la estabilidad de la leche y conocer los diferentes problemas que causan trastornos en la calidad del producto final.

## **5. MARCO TEORICO**

### **5.1. Definición y composición general de la leche.**

De acuerdo al Ministerio de Salud mediante el decreto 2437 del 30 de Agosto de 1983, y según el Artículo 2 del capítulo 1, la leche ha sido definida como “el producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenida por uno o varios ordeños diarios, higiénicos y completos.

Así como también, desde el punto de vista físico Pendini y Carrizo, et al., 2007 definen a la leche como un sistema triple disperso ya que en ella existen diversos estados como: emulsión, suspensión coloidal y solución verdadera, donde los triglicéridos están presentes en el estado de emulsión en forma globular, las sales en solución verdadera y en solución coloidal las proteínas.

Por otro lado, Hoffmeister, 1989 citado por Hernández y Ponce 2003, expresa que la función de la leche es alimentar y suministrar una defensa inmunológica a los animales pequeños, pero además ha sido una fuente de alimentación esencial para las personas desde hace mucho tiempo atrás.

### **5.2. Composición Química**

De acuerdo con el proyecto nacional de lechería INTA, 2002 la leche es un líquido de composición y estructura compleja, blanca, opaca, de sabor suave, olor característico y con un pH cercano a la neutralidad. La materia grasa se encuentra en emulsión, las proteínas constituyen una suspensión, mientras que los restantes componentes (lactosa, otras sustancias nitrogenadas, minerales, etc.) están dispersos.

Tabla 1. Promedio de la composición química de la leche según diferentes autores.

Componentes	Promedios generales (%)			
	Jerrige 1980	Alais 1985	Taverna y Coulon, 2000	Taverna et al., 2001
Agua	87,1	87,2	88,05	88,15
Materia seca	12,9	12,73	11,85	11,95
Lactosa	4,8	4,75	4,57	4,61
Grasa	4	3,81	3,48	3,51
Proteína total	3,35	3,3	3,17	3,17
Cenizas	0,75	0,87	0,63	0,66
Cálcio	0,125	0,087-0,126	0,117	0,124
Fósforo	0,095	0,072-0,165	0,086	0,094
Magnesio	0,12	0,01-0,013	0,012	0,012
Potasio	0,15	0,116-0,145	0,14	0,15
Sodio	0,05	0,034-0,045	0,058	0,06
Cloro	0,11	0,067-0,106	0,137	0,144

Fuente: Proyecto Nacional de Lechería del INTA, 2002

Hurley 2000 citado por Hernández y Ponce, 2003 establece que la estructura física de dichos componentes, hace que la leche sea uno de los líquidos más complejos que se conocen, ya que combina propiedades de emulsión, suspensión y solución acuosa, en primera instancia se debe a la dispersión de los glóbulos de grasa, en segundo lugar a la suspensión coloidal de las micelas de caseína, proteínas globulares, partículas lipoproteicas, y por último, se debe a la disolución de la lactosa en agua, proteínas solubles, minerales, vitaminas y otros componentes de ahí que se origine la importancia de sus interacciones.

### 5.3. Componentes Lácteos

#### ▪ Lactosa

Según Forsyth, 1989 y Jensen, 1995, citados por Hernández y Ponce 2003 manifiestan que la lactosa es el azúcar específico de la leche, donde la síntesis y secreción está profundamente relacionada con el volumen total de leche que producen los mamíferos. De igual forma, la glándula mamaria retiene 900 gramos de agua por cada 50 gramos de lactosa sintetizada, siendo el principal componente osmótico mediante un proceso activo de extracción de agua hacia las vesículas de Golgi donde se produce la síntesis. Hernández y Ponce, 2003 recopilando información de otros autores dicen que la lactosa desde el punto de vista energético, consume hasta un 70% de toda la glucosa circulante en la vaca lechera, lo que representa una considerable carga metabólica para los rumiantes y en esta síntesis participan varios metabolitos como la propia glucosa o derivados de esta, proceso que está regulado por un complejo enzimático conocido como lactosa-

sintetasa, compuesto por dos proteínas: La proteína A, o galactosil transferasa que se encuentra en diversos tejidos y la proteína B o alfa lacto albúmina que es una proteína sintetizada por las propias células epiteliales del tejido mamario.

▪ **Compuestos nitrogenados.**

Clarck 1996, citado por Hernandez y Ponce, 2003 manifiesta que las proteínas de la leche se originan por síntesis a nivel del retículo endoplásmico rugoso de la célula epitelial mamaria y también por el paso de algunas proteínas de la sangre mediante un proceso de difusión, aquellas específicas son sintetizadas a partir de la captación de aminoácidos sanguíneos en un proceso de ensamblaje, similar a otros tejidos, dichos aminoácidos se originan esencialmente de la digestión de la proteína bacteriana y sobrepasante en el intestino, por lo que en última instancia el papel de la síntesis de proteína bacteriana en el rumen es un aspecto importante en los rumiantes; debido a este fenómeno, Hernández y Ponce, 2003 recopilando información de algunos autores plantean que las proteínas de la leche son poco sensibles a las variaciones en la calidad de los alimentos dentro de ciertos rangos. Así mismo, muestran que la síntesis de las proteínas de la leche está regulada sobre todo por mecanismos hormonales y genéticos en especial de las caseínas,  $\alpha$ -lactoalbúmina y  $\beta$  lactoglobulina; en cuanto al contenido de nitrógeno en la leche, establecen que se distribuye entre las caseínas (76 %), las proteínas del suero (18%) y el nitrógeno no proteico NNP (6 %).

Tabla 2. Concentración de nitrógeno de la leche

Gramos/litro	% del nitrógeno total	
<b>Proteína Total</b>	33	100
<b>Caseínas Totales</b>	26	76.0
alpha s1	10	28.4
alpha s2	2.6	8.0
beta	9.3	28.4
kappa	3.3	11.2
<b>Proteínas del suero totales</b>	7.0	18.0
Alphalactoálbumina	1.2	3.7
beta lactoglobulina	3.2	7.8
inmunoglobulinas	0.7	2.5
<b>Nitrógeno no proteico</b>	-	6.0

Fuente: Ikonen et al., 1995 citado por Hernández y Ponce, 2003

Mao et al., 1992 y Mercier et al., 1993 revelan que el grupo mayoritario de las proteínas de la leche son las caseínas, las cuales existen en la leche como partículas coloidales conocidas como micelas de caseína, su función biológica está en portar grandes cantidades de Ca y P insolubles para el animal lactante en forma líquida y así formar después un coágulo estomacal logrando mejorar la eficiencia en la nutrición. Además del calcio y el fósforo de la micela, contiene también citrato y otros iones, interactuando con su forma soluble; la estabilidad de la micela de caseína depende de la presencia de la Kappa-caseína en la superficie de ésta, la cual funciona como una interface entre las caseínas hidrofóbicas del interior de la micela y el medio acuoso.

Por otro lado Hernández y Ponce, 2003 seleccionando información de otros autores expresan que el nitrógeno no proteico presente en la leche es de origen alimentario o metabólico, su componente principal es la urea que representa del 20 al 75 % de esta fracción nitrogenada de la leche, en concentraciones de 50 a 200 mg de nitrógeno por litro de leche, ésta proviene de la sangre y su concentración es la misma en ambos líquidos, además de que constituye un importante indicador del balance energía/proteína en la dieta de la vaca. Por otro lado, Amiot, 1994 plantea que el resto del nitrógeno no proteico incluye aminoácidos libres entre los que se encuentran el ácido glutámico, la glicina, nucleótidos y bases nitrogenadas.

#### ▪ **Grasa**

Walstra y Jenness, 1984 y Place et al., 1988 citados por Hernández y Ponce, 2003 manifiestan que la grasa láctea está compuesta en más del 95 % de su peso en triglicéridos y el resto de ésteres de colesterol, ácidos grasos libres y fosfolípidos. Estos se sintetizan directamente en la glándula mamaria, a partir de los precursores básicos acetato y  $\beta$  – hidroxibutirato. De igual forma Mohar, 1992 indica que los ácidos grasos preexistentes en la sangre son el resultado de la síntesis que tienen lugar en los diversos órganos, como por ejemplo el hígado y el tejido adiposo. El hígado sintetiza sobre todo ácidos grasos saturados y monoinsaturados de 16 y 18 átomos de carbono. Los rumiantes, mediante la fermentación ruminal a través de la biohidrogenación pueden sintetizar los ácidos linoleico, linolenico y para el caso de la síntesis de la grasa, la glándula mamaria utiliza el glicerol y los ácidos grasos activados de aquellos solo puede sintetizar como máximo ácidos grasos de 16 átomos de carbono como por ejemplo el ácido palmítico, por lo tanto, este ácido graso se acumula en la glándula mamaria y según recopilaciones hechas por Hernández y Ponce, 2003, expresan que dicha síntesis se realiza bajo el control de las proteínas.

González et al., 2001 exponen en relación a la síntesis de grasa en la leche que una cantidad de la composición de triglicéridos de leche varían entre especies, por ejemplo, en los rumiantes, una proporción de ácidos grasos de cadena corta e insaturados es mayor que en los monogástricos; expresan además que los precursores de ácidos grasos sintetizados en el tejido mamario incluyen glucosa, acetato y  $\beta$ -hidroxibutirato y algunos ácidos grasos provenientes de la dieta del metabolismo ruminal e intestinal son incorporados a la glándula mamaria a partir



de la sangre, de manera que una gran proporción de triglicéridos transportados por las lipoproteínas de sangre entran en la glándula mamaria.

De igual forma manifiestan que cerca del 25% de los ácidos grasos de la leche son derivados de la dieta del 50% del plasma sanguíneo, el resto es elaborado en la glándula mamaria a partir de precursores principalmente de acetato. La glándula mamaria tiene una enzima glicerol-quinasa, por lo tanto puede producir glicerol-3-fosfato a partir de glicerol libre para una síntesis de triglicéridos. Sin embargo, cerca del 70% de glicerol necesario para una síntesis de triglicéridos en la glándula mamaria provienen de glucosa sanguínea. Los ácidos grasos de cadena media (8-12C), son característicos de leche y no es posible encontrarlos en otros tejidos. Los ácidos grasos de 18 átomos de carbono y algunos de 16 se derivan en gran medida de la sangre, a partir de triglicéridos presentes en quilomicrones y las lipoproteínas de baja densidad. El acetyl-CoA utilizado por la glándula mamaria de rumiantes para la síntesis de grasa de leche se forma fundamentalmente a partir del acetato proveniente de la sangre, que a su vez, deriva en gran parte del acetato absorbido en el rumen. Así por ejemplo, revelan que los rumiantes sintetizan pequeñas cantidades de ácidos grasos a partir de glucosa debido a la falta de actividad de la enzima citrato-liasa; y que los ácidos grasos de cadena corta (menos de 14 carbonos) son sintetizados en la glándula mamaria, con participación de acetato y probablemente de  $\beta$ -hidroxibutirato.

Jensen 1991, indica que la liberación de los ácidos grasos por hidrólisis de los triglicéridos de la sangre tiene lugar por la acción de la lipoproteína lipasa sintetizada por la glándula mamaria, que se localiza en los capilares sanguíneos y que la actividad de esta enzima es imprescindible al comienzo de la lactancia, lo que podría explicar el elevado contenido de grasa de los primeros días postparto y por ende la proporción de ácidos grasos de cadena larga de la leche sea mayor al comienzo de la lactancia.

Tabla 3. Contenido de ácidos grasos de los triglicéridos (TG) de la grasa de la leche de vaca

Ácidos grasos	Contenido (%mol de TG)
<b>Saturados</b>	
Butírico	10
Caprónico	3
Caprílico	1
Cáprico	2
Láurico	3
Mirístico	9
Palmítico	21
Esteárico	11
<b>Insaturados</b>	
Oleico	31
Linoléico	5
Otros	4

Fuente: González et al., 2001

▪ **Vitaminas.**

González et al., 2001 explican que las vitaminas son sustancias orgánicas fundamentales para todos los procesos bioquímicos del organismo animal; la leche contiene las vitaminas liposolubles tales como Vitamina A, D, E y K (Tabla 4), así por ejemplo, Amiot, 1994 expresa que la vitamina A se deriva del retinol y de los  $\beta$  carotenos obtenidos de los pastos y forrajes con la alimentación, además manifiesta que la leche también es una importante fuente de vitaminas hidrosolubles, entre ellas: B1- tiamina, B2- riboflavina, B6- Piridoxina, B12- Cianocobalamina, Niacina, Ácido pantoténico y pequeñas cantidades de Vitamina C (ácido ascórbico)

Tabla 4. Contenido de vitaminas en la leche cruda

<b>Vitamina</b>	<b>Contenido por litro de leche</b>
A(μg)	400
D (IU)	40
E (μg)	1000
K (μg) 50	50
B1 (μg) 450	450
B2 (μg) 1750	1750
Niacina (μg)	900
B6 (μg)	500
A. pantoténico (μg)	3500
Biotina (μg)	35
Acido fólico	55
B12 (μg)	4.5
C (mg)	20

Fuente: Fox, 1992 citado por Hernández y Ponce, 2003

▪ **Contenido de minerales en la leche.**

Kenelly 1999, citado por Hernández y Ponce, 2003 explica que los 22 minerales considerados fundamentales en la dieta se encuentran presentes en la leche, estos se pueden agrupar según su presencia en la leche en tres grupos:

- Sodio (Na), potasio (K) y cloruros (Cl): Están correlacionados con la lactosa y junto a esta mantienen el equilibrio osmótico entre la leche y la sangre.

- Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Fósforo inorgánico (Pi) y citrato: Este grupo consiste en las 2/3 partes del Ca, 1/3 del Mg, 1/2 del Pi y menos de 1/10 del citrato en forma coloidal presentes en la micela de caseína.

- Sales disueltas de Ca, Mg, citrato y fosfatos: Estos elementos son dependientes del pH y contribuyen al equilibrio ácido-básico de la leche.

El contenido mineral de la leche es muy amplio, aunque desde el punto de vista nutricional, el calcio y el fósforo tienen la mayor importancia según lo planteado por Walstra y Jenness, 1984; Place, 1988 y Hurley, 2000; mientras que Armenteros, 1998 y Hurley, 2000 dicen que este contenido es estable y solo se reportan cambios sustanciales en el caso de los electrolitos, afectados por el estado de la lactancia y por enfermedades como la mastitis o cuando ocurren alteraciones en el tejido mamario.

Tabla 5. Contenido mineral de la leche

<b>Mineral</b>	<b>Contenido por litro de leche</b>
Sodio (mg)	350 – 900
Potasio (mg)	1100 – 1700
Cloruro (mg)	900 – 1100
Calcio (mg)	1100 – 1300
Magnesio (mg)	90 – 140
Fósforo (mg)	900 -1000
Hierro (µg)	300 – 600
Zinc (µg)	2000 – 3000
Cobre (µg)	100 – 600
Manganeso (µg)	20 – 50
Yodo (µg)	260
Flúor (µg)	30-220
Selenio (µg)	5-67
Cobalto (µg)	0,5-1,3
Cromo (µg)	8-13
Molibdeno (µg)	18-120
Níquel (µg)	0-50
Arsénico (µg)	20-60

Fuente. Hernández y Ponce, 2003

#### **5.4. Factores que influyen en la composición de la leche.**

Según recopilaciones hechas por Hernández y Ponce, 2003 plantean que sobre la composición de la leche influyen factores nutricionales y factores no nutricionales.

##### **5.4.1 Factores no nutricionales.**

- **Raza.**

Según González et al., 2001 existen considerables diferencias entre razas con relación a los componentes mayores de la leche, donde se distingue la raza Holstein con niveles de sólidos más bajos si se compara con otras razas como la Jersey, que registra la mayor composición.

Tabla 6. Composición media de la leche en las principales razas lecheras.

Razas	% Porcentaje			
	Proteína total (%)	Lactosa	Proteína Verdadera (%)	Sólidos Totales (%)
Ayrshire	3.31	4,67	3.12	12.69
Holstein	3.16	4,78	2.97	12.24
Jersey	3.73	4,93	3.54	14.04
Shorthon Lechero	3.26	-	3.07	12.46
Pardo suizo	3.52	5,04	3.33	12.64

Fuente. Amiot, 1994.

Imagawa et al., 1994 citado por Hernández y Ponce, 2003 exponen que la raza constituye uno de los factores más notables a considerar en la composición de la leche, puesto que la grasa y proteína lácteas son caracteres genéticos con alta heredabilidad, según Mercier et al., 1993, este aspecto para la producción de leche es relativamente baja (0.25), sin embargo, para la composición de la leche es bastante alta (0.50); a lo cual difiere Ng-Kwai-Hang et al., 1984 y Ponce, 1984 sobre los factores ambientales, la nutrición y el manejo alimentario ya que según su conocimiento, pueden tener mayor efecto sobre la producción que sobre la composición de la leche y en cuanto a la selección de sementales sobre el porcentajes de grasa y proteína láctea se verá una reducción en cuanto a la producción de leche pero habrá un pequeño aumento en la proteína y grasa que se manifestará en su descendencia. Por otro lado, Velmala et al., 1993 consideran que debido a que el pago de la leche está fundamentado en el nivel de sólidos, se debe enfocar en la selección de los sementales basado en el rendimiento de grasa más proteína láctea, lo que resultará no solo en un incremento en producción de leche sino también en mayores porcentajes de grasa y proteína y en sus rendimientos individuales.

- **Nivel de producción.**

Beever et al., 1991 expresan que los rendimientos en grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales son altos y están correlacionados con la producción de leche, sin embargo, los valores porcentuales de los mismos en la composición de la leche disminuyen en la misma proporción. Mao et al., 1992 por su parte,

comparan el concepto del rendimiento de los componentes lácteos contra la composición de la leche en la cual pueden ilustrar diferentes producciones de leche con una composición en proteína similar; por ejemplo Hernández y Ponce, 2003 manifiestan que si la producción o rendimiento por vaca se incrementa de 29,5 a 31,8 Kg, la composición de la proteína permanece constante en 3.1%, se alcanzarían incrementos de 0.07 Kg más de proteína por día y si el porcentaje de la proteína aumentara de 3.1 a 3.2 % mientras que la producción por vaca se mantiene a 29, 5 Kg, los aumentos de la producción o rendimiento de la proteína serían 0.03 Kg/ vaca/ día.

- **Estado de lactancia.**

Según Hernández y Ponce, 2003 recopilando información de diferentes autores manifiestan que el curso de la lactancia no solo afecta la producción de leche, sino también a la composición, ya que habitualmente, un aumento en el rendimiento de leche es seguido por una disminución en los porcentajes de grasa y proteína en ésta, mientras los rendimientos de dichos componentes permanecen iguales o en aumento.

Los cambios en los rendimientos productivos durante el ciclo de lactancia, influyen de manera inversa a la composición. Beever et al., 1991, Blackburn 1993 y Hurley, 2000 manifiestan que en el primer tercio de la lactancia y en relación con el pico de lactancia, se registran las menores concentraciones de grasa, proteína y sólidos de la leche, situación que se invierte al final de la lactancia.

- **Salud de la ubre.**

Hernández y Ponce, 2003 se apoyan en información recolectada por otros autores para decir que la mastitis es la enfermedad que más afecta la producción y composición de la leche, por lo que ha sido ampliamente estudiada; así por ejemplo, en la tabla 7 se muestran los cambios que ocurren en la composición de la leche con niveles altos de células somáticas, ocasionando una disminución en el contenido de grasa, caseína y un aumento en el contenido de suero en la leche; dichos cambios en las proteínas de la leche, los minerales y el pH de ésta, tienen como resultado bajos rendimientos en la producción de queso, alteraciones en las propiedades y en la parte industrial según lo planteado por Armenteros, 1998. De acuerdo a estas condiciones, se aprecia un tiempo de coagulación más largo y una cuajada más débil que la leche no afectada.

Tabla 7. Cambios en la composición de la leche asociados a elevados recuentos de células somáticas (CCS).

Componente	Leche normal	Leche con elevado CCS
SNG (%)	8.9	8.8
Grasa (%)	3.5	3.2
Lactosa (%)	4.9	4.4
Proteína (%)	3.61	3.2
Proteínas del suero (%)	0.8	1.3
Sodio (mg)	570	1050
Cloruro (mg)	911	1470
Potasio (mg)	1500	1750
Calcio (mg)	1200	400

Fuente: Philpot, 2001 citado por Hernández y Ponce, 2003

- **Época del año.**

Machado, 2010 expresa que los factores ambientales en la mayoría de los casos afectan directamente el nivel de consumo de los animales dando como resultado variaciones significativas en la producción de leche y en la composición; así por ejemplo, cuando la temperatura está por encima de los 30 °C se reduce la producción de leche, además de los niveles de grasa y proteína, debido a la reducción del ingreso de energía a través de la dieta. De igual forma, dicho autor recopilando información de varios autores señala que otro factor que puede estar relacionado a la época del año es la reducción de oferta de la calidad del forraje, fundamentalmente en regiones donde el invierno es extremadamente riguroso y esto reduce la contribución de ácido cítrico que sirve como fuente de síntesis de citrato y por tanto acaba reduciendo la estabilidad de la leche. Por otro lado, Horne y Muir, 1990 citados por Machado, 2010 manifiestan que uno de los factores que puede interferir en la estabilidad térmica de la leche relacionada a la época del año, es el nivel de urea en esa estacionalidad que se expresa por la variación de oferta de alimentos y por consecuencia en la estabilidad.

- **Número de lactancias y edad del animal.**

Hernández y Ponce, 2003 se apoyan en información reportada por diferentes autores para manifestar que los niveles de producción de leche aumentan hasta la cuarta lactancia, de ahí en adelante se presenta un ligero declino de la

producción. Los mayores volúmenes se obtienen entre la tercera y cuarta lactancia, lo que depende en gran medida de la edad de incorporación del animal a la reproducción y el manejo de la misma durante su vida productiva; mientras, otras recopilaciones expresan que el contenido de grasa en la leche permanece relativamente constante, el contenido de la proteína en leche gradualmente disminuye con el avance de la edad.

- **Medio ambiente.**

Martínez y Sánchez, 2007 muestran que las condiciones ambientales ejercen una influencia estacional en la producción y composición de la leche, por lo que el verano en las regiones cálidas determina una caída marcada en dicha producción y composición. De igual forma, las temperaturas altas ejercen un efecto negativo sobre la ingesta de los animales, reduciéndose el consumo de materia seca total. Así como también, ocurren alteraciones fisiológicas que modifican el funcionamiento del rumen, ocasionando así:

- ✓ Un menor consumo de energía.
- ✓ Reducción en el consumo de fibra.
- ✓ Alteración en las relaciones molares de los productos de fermentación ruminal.
- ✓ Reducción en el aporte de proteína y minerales.
- ✓ Por tal razón, se puede decir que el medio ambiente repercute básicamente en la cantidad de nutrientes aportados al organismo.

- **Número, intervalo y tiempo de ordeño.**

Salvador y Martínez , 2007 expresan que entre el ordeño temprano y al atardecer en el mismo día, la composición de la leche puede cambiar, éste aumento puede ser confundido con el nivel de rendimiento lechero y según recopilaciones hechas por estos autores afirman que en la mayoría de los casos, la supresión de ordeños tiene influencia sobre el rendimiento lácteo y en la composición de la leche. Por su parte Ponce 1984, apoyándose en otras revisiones manifiestan que cuando se tienen vacas con producciones por debajo de los 10 litros de leche, la realización de dos ordeños diarios no se justifica, pues los incrementos productivos no rebasan por regla general el 10-15 %; mientras que en rebaños con producciones altas, excelente manejo y alimentación, es diferente, ya que el doble ordeño se hace necesario cuando la presión interna debido al rápido llenado de la ubre se convierte en un factor limitante para la producción, por tanto el intervalo entre ordeños, es más común de 12 horas o con ajuste de 10/14 horas, tratando de evitar las altas temperaturas durante el verano, potenciando así las horas de máximo pastoreo.



#### **5.4.2. Factores Nutricionales**

- **La calidad de la ración.**

Hernández y Ponce, 2003 de acuerdo con lo manifestado por otros autores y Pérez, 2001, expresan que el uso de pastos de buena calidad en la alimentación de la vaca lechera trae como resultado un incremento en la producción de leche y en los rendimientos en grasa y proteína lácteas. Así como también, recopilando información de otros autores, Ponce y Hernández, 2003 manifiestan que en el caso del trópico los pastos forman la base alimentaria de la vaca lechera, donde se presenta en la mayoría de ellos un bajo nivel de energía y proteína. Esto se constituye como la principal causa que afecta la producción de leche y su composición, donde se hace necesario suplementar con granos o cereales y así balancear adecuadamente la ración. En estos casos, se emplean los concentrados a base de cereales, los cuales resultan en un incremento en la producción de leche y en los rendimientos en grasa y proteína.

- **Relación forraje/concentrado.**

Según González, 2007 este factor influye de manera importante en la concentración de la materia grasa (CMG) de la leche, ya que reside en el hecho de que la inclusión de una adecuada cantidad de forraje en la dieta es el principal medio de asegurar que dicha concentración esté en niveles adecuados. Los porcentajes de inclusión necesarios para mantener una concentración determinada son muy variables, dependiendo de factores como la fuente de carbohidratos presentes en el concentrado, frecuencia de alimentación, nivel de consumo y la etapa misma de lactancia del animal. Así mismo, Martínez y Sánchez, 2007 manifiestan que este factor se traduce directamente en la proporción acético/propiónico a nivel ruminal donde la relación más favorable sería 40% forraje y 60% concentrado para conseguir una relación molar acético/propiónico igual a 2/1 en la mayoría de las situaciones de alimentación. Aunque la relación puede variar de acuerdo con el tipo de forraje y de concentrado utilizado y con el plan de alimentación, deberá ajustarse al nivel de alimentación de los animales, de manera que, al aumentar la ingesta de materia seca se demandará mayor cantidad de forraje para mantener el porcentaje graso de la leche.

- **Manejo nutricional.**

Martínez y Sánchez, 2007 manifiestan que el aporte de una elevada cantidad de concentrado dos veces por día, determina resultados en producción y composición de la leche que pueden mejorarse aumentando el número de veces por día en que se realiza el suministro. El efecto conseguido sobre el porcentaje de grasa es notable. El uso de raciones completas mezcladas elimina el efecto debido a la mayor frecuencia de alimentación. El aporte de agua es el factor nutricional más determinante de la producción láctea, un suministro incorrecto en cantidad o calidad causa una reducción contundente en la producción de leche modificando los porcentajes de grasa y proteína.

## **5.5 PROBLEMAS ASOCIADOS A LA ESTABILIDAD DE LA LECHE**

### **5.5.1. ACIDEZ DE LA LECHE**

Información recopilada por diversos autores aclaran que la acidez de la leche inmediatamente después del ordeño es generada principalmente por los fosfatos, las caseínas y el dióxido de carbono que constituyen parte de sus componentes principales. Este parámetro se modifica a través de un proceso de fermentación atribuible principalmente a los microorganismos del grupo de los estreptococos lácticos, quienes forman ácido láctico a partir de la lactosa, ésta acidez se expresa como el porcentaje de ácido láctico presente en la muestra, y su valor aproximado es de 0,15% a 0,17% en la leche fresca, siendo tolerable para efectos de industrialización un máximo de 0,18 % leches que no presentan una adecuada calidad higiénico-sanitaria pueden presentar valores elevados de acidez debida a un aumento de la concentración de ácido láctico, a causa de la contaminación, fundamentalmente por bacterias mesófilas aerobias fermentadoras de lactosa.

Por otra parte, González et al., 2001 manifiestan que el análisis de acidez la leche, realizado en la plataforma de recepción de los productos lácteos es el método inicial de evaluación de la calidad de la leche y puede tener alguna relación con la nutrición del rebaño en lactancia, valores altos de acidez implican en la leche elevados niveles de ácido láctico, por lo que una acidez crítica implica una alta concentración de ácido láctico, el cual induce mayor número de bacterias acidófilas; sin embargo, la acidez no mide directamente el número de bacterias en la leche. De igual forma, la leche fresca analizada directamente de las vacas individuales contiene poca o nula cantidad de bacterias y poco ácido láctico, sin embargo, tiene valores de acidez que varían desde 0,10 hasta 0,30. Los componentes que contribuyen a la acidez natural de la leche son el dióxido de carbono, proteínas, fosfatos y citratos de manera y cuanto mayor sea la concentración de estos compuestos, mayor es la acidez observada.

### **5.5.2. INESTABILIDAD DE LA LECHE**

De acuerdo con Costabel et al., 2011 la inestabilidad hace referencia a la pérdida de los equilibrios que mantienen las micelas de caseína en suspensión, se manifiesta como la formación de precipitado o coagulo de estas. De igual forma Barchiesi-Ferrari et al., 2007 recopilando información de diferentes autores expresan que la estabilidad térmica es la capacidad de la leche para resistir altas temperaturas de procesamiento, sin presentar coagulación o gelificación visible encontrándose diversos factores que ocasionan inestabilidad de la leche, entre los que están la raza, la composición de la leche, el equilibrio mineral, el tratamiento térmico, el pH de la leche y el polimorfismo genético de la caseína. Sin embargo, la inestabilidad no sólo se debería a la actividad proteolítica, sino también a procesos fisicoquímicos en la micela de caseína, por lo que las muestras de leche resultan positivas a la prueba de alcohol, sin estar ácidas. Según Auld et al., 2007 citado por Barchiesi-Ferrari et al., 2007 manifiesta que hay condiciones

climáticas y ambientales que pueden afectar la estacionalidad de la producción de leche, aunque existe escasa información sobre el impacto de estos factores sobre vacas en pastoreo. La calidad de la ración recibida por el rebaño lechero y específicamente, el tipo de proteína y el balance iónico cumplirían un función importante en la estabilidad de la leche.

### **5.5.3 LECHE INESTABLE NO ACIDA (LINA)**

Según Zanella y Fischer, 2006 este tipo de problema de la leche es un conjunto de alteraciones en la cual la materia prima presenta una acidez dentro de los estándares normales, se caracteriza por cambios en sus características físico-químicas y la pérdida de la estabilidad de la caseína es el principal cambio, lo que resulta en precipitación positiva frente a la prueba de alcohol, sin que exista acidez elevada de leche. De igual forma estos autores se apoyan en diferentes estudios recopilados para hablar del efecto de LINA sobre la composición de la leche, para ello, afirman que se observó leche con inestabilidad al alcohol sin mostrar acidez evidente presentando variaciones en su composición fundamentalmente en las concentraciones de proteína y grasa, sin embargo, ellos manifiestan que estos trabajos demuestran tendencias, mas no son evidencias.

Machado, 2010 recopilando información de otros autores expresa que las alteraciones que ocurren en la leche, en la mayoría de los casos reflejan lo que está sucediendo con la sangre, que a su vez describe la situación fisiológica de los animales; normalmente, en los trabajos realizados con animales que muestren LINA, han demostrado que los cambios en los niveles de urea de suero ha sido la principal diferencia con la leche normal.

### **5.5.4 SÍNDROME DE INESTABILIDAD DE LECHE ANORMAL (SILA)**

Ponce y Armenteros, 2000 manifiestan que el SILA es un conjunto de alteraciones en las propiedades físico-químicas de la leche, que causan trastornos a los procesos de elaboración de derivados lácteos, en sus rendimientos y en la calidad final de los mismos, que están asociados a trastornos fisiológicos, metabólicos y nutricionales que tienen implicaciones en los mecanismos de síntesis y secreción láctea a nivel de la glándula mamaria y según estudios preliminares demuestran que los animales de los rebaños lecheros con este cuadro tienen además, pobre condición corporal, cuadros de acidosis metabólica y bajo pH ruminal, que puede ser corregido con formulaciones de aditivos capaces de estabilizar y activar una función ruminal y el metabolismo en general.

### **5.5.5 SÍNDROME DE UTRECHT**

Según Álvarez, 2001 dentro de la hipomagnesemia crónica se describe esta enfermedad metabólica, en la cual, el primer signo es la reacción positiva de la leche a la prueba del alcohol, la leche es positiva a esta prueba en animales con mastitis, cetosis y acidosis, pero en el caso de las vacas que padecen este síndrome, estos trastornos no están presentes. Esta alteración no se asocia ni con el inicio de la lactancia, ni con el nivel productivo de los animales. Las principales

características anormales de la leche son: relación alta de calcio y baja en magnesio, niveles bajos de magnesio y proteínas en los meses de verano y niveles altos de calcio en invierno. En este trastorno metabólico ocurre un pasaje anormal del calcio a la leche como parte de la homeostasis, así se protege el pasaje del magnesio hacia este fluido y se preserva en la sangre. También se han detectado niveles bajos de magnesio y altos de calcio en el plasma.

#### **5.5.6 SINDROME DE DEPRESION DE GRASA EN LA LECHE (Milk Depression Fat)**

Hernández y Ponce, 2003 se apoyan en información recopilada por otros autores para afirmar que este síndrome se caracteriza por una sensible disminución del contenido porcentual de grasa láctea, que no está asociado con el inicio de la lactación, sino a los regímenes alimentarios propios de la producción intensiva de leche a base de dietas altas en concentrados y bajas en alimentos fibrosos, los pastos, forraje y heno. La inclusión en la dieta de la vaca lechera de un alto contenido de concentrados o cuando el forraje presente en la dieta posee un tamaño de partícula menor a 3 mm, la concentración de acético (AGV) en el rumen disminuye y se incrementa en la misma proporción el contenido de propiónico. La disminución de acético ocasiona una necesidad de precursores para la síntesis de los ácidos grasos en la glándula mamaria; debido a que este trastorno provoca la distorsión de la fermentación ruminal y un grupo de desórdenes bioquímicos, la única solución para su corrección es ajustar la relación concentrado- fibra en la dieta, de tal forma, que se cubran los requerimientos energéticos de la vaca y no se produzcan alteraciones en la fermentación ruminal que sean negativas al metabolismo general, ni alteraciones en la composición de la leche; así como también, dietas altas en proteínas son efectivas para prevenir la severidad de la depresión de la grasa en la leche.

Al parecer los síndromes de alteración de la leche, con excepción del síndrome de depresión de la grasa corresponden a la misma alteración, denominada LINA, en Brasil, SILA en Cuba, síndrome de Utrecht en Europa, pero que concuerdan en la baja proteína, alteración de los niveles de calcio y tendencia a mostrarse como leche positiva a la prueba de alcohol, sin corresponder ésta a procesos de acidez. Constituyendo el mismo síndrome de alteración, nos referiremos a él, por la denominación de SILA, en razón de los primeros autores que informaron de la alteración.

## **6. SINDROME DE INESTABILIDAD DE LECHE ANORMAL**

Hernández y Ponce, 2003 definen el SILA como un conjunto de alteraciones de diferente naturaleza y amplitud en los componentes y las propiedades físico-químicas de la leche, que causan trastornos en los procesos de elaboración de derivados lácteos, en sus rendimientos y en la calidad final de los mismos; sus causas están asociadas esencialmente con alteraciones metabólicas de la vaca lechera con base primaria en el rumen y su expresión en los mecanismos de síntesis/secreción a nivel de la glándula mamaria. Las alteraciones son diversas y no solo se expresan como inestabilidad térmica o positividad a la prueba del alcohol sino que también se asocia con fallos en el balance de alimentos de la vaca lechera de forma mantenida, cambios bruscos en la dieta, calidad y tipo de alimentos con énfasis en aquellos que aportan altos niveles de carbohidratos fácilmente fermentables y acidóticos, diferencias entre el potencial genético de un animal en función de cubrir sus necesidades en energía/proteína y también pudiera existir cierta predisposición genética, dada por predominancia de alelos AA y AB de la K-caseína, en los animales del rebaño.

En términos prácticos, estos autores expresan que el SILA no se refiere a que un indicador dado se encuentre fuera del umbral de normalidad establecido previamente, si no a la presencia de alteraciones generalizadas en las propiedades físico-químicas de la leche cruda, aunque se excluye en todos los casos cuando se sospecha o confirma adulteración por aguado, mastitis subclínica en grado elevado (Prueba CMT claramente positivo) y condiciones fisiológicas extremas de la lactancia (inicio o/final). Para una mejor interpretación de los resultados se clasifican las alteraciones en cuatro grupos y se establecen los indicadores asociados a cada grupo (tabla 8).

Tabla 8. Indicadores de alarma del SILA y tipo de alteración asociada.

<b>Indicador de alarma</b>	<b>Tipo de alteración en la leche</b>
Bajo contenido de proteína bruta (menor de 2,90 g/%) Relación proteína bruta/caseína menor de 75%. Valores de lactosa y Sólidos no grasos deprimidos (4,60 y 8,15 g/% respectivamente)	Depresión en el contenido de sólidos de la leche
Prueba del alcohol positiva pH mayor a 6,75 Acidez titulable menor a 0,13 % Crioscopía menor a 520 m°C Urea baja y NNP alto.	Alteración en la estabilidad térmica Alteración en la capacidad buferante Inestabilidad térmica.
Fósforo menor de 80 mg/% Magnesio por debajo de 9 mg/% Calcio iónico menor a 110 mg/% Potasio alto y sodio bajo.	Desequilibrio mineral
Leche generalmente no apta para el procesamiento industrial: Alargamiento en el tiempo de coagulación, mayor retención de suero. Pérdida de grasa y caseína durante la coagulación. Separación del suero en yogurt.	Aptitud industrial de la leche

Fuente: Ponce, 2000

Tabla 9. Características físico- químicas de la leche cruda y criterios base para considerar un cuadro de síndrome de leche Anormal (SILA).

<b>Indicador</b>	<b>Valor Medio</b>	<b>Rango Variación</b>	<b>Base SILA</b>
Acidez (% ácido láctico)	0,145	0,10 – 0,18	<0,13
pH	6,70	6,63 – 6,85	>6,74
Prueba alcohol (70% v/v)	Negativo	Negativo – Positivo	DP a Pos
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1,0295	1,026 – 1,032	<1,029
Proteína bruta (g%)	3,15	2,52 – 3,90	<2,90
Caseína (g%)	2,44	1,64 – 3,12	<2,20
Grasa (g%)	3,73	2,70 – 5,90	Variable
Lactosa (g%)	4,75	3,8 – 5,20	<4,60
Calcio (mg%)	114	90 – 150	<100
Fósforo (mg%)	90	63 – 105	<81
Magnesio (mg%)	12	8 – 14	<9,01
NNP (%N)	3,5	2 – 12	>5,0
Relación caseína/PB (%)	74,5	70 – 82	<76
Prueba CMT	Dudosa	Negativa-+++	Menor a ++
Urea (mg%)	20	15-35	Menor de 20
Punto crioscópico (m °C)	523	505-540	Menor de 510
Color y olor	Típico	Variado	Tendencia azulado, acuoso,

Fuente: Ponce, 2010

### 6.1 Causas asociadas a trastornos metabólicos y ruminales de la vaca lechera.

Ponce, 2010 plantea una hipótesis viable sobre el Síndrome de Leche Anormal, la cual expresa que los desbalances nutricionales mantenidos o los cambios bruscos de alimentación en la vaca lechera, provocan alteraciones a nivel ruminal, que generan cambios de pH y del propio ecosistema de la flora microbiana, que a su vez se expresan en la glándula mamaria con alteraciones en los procesos de síntesis/secreción de la leche. Así mismo, se apoya en Villoch et al., 1991 para afirmar que los animales de razas especializadas y de alto potencial genético serían los más sensibles a la ocurrencia del síndrome, especialmente durante el primer tercio de la lactación debido a la mayor demanda de nutrientes y al reconocido desbalance energético que impone dicho período; esto es más recurrente durante la época seca cuando pierde la condición corporal por escasez y mala calidad de los alimentos, se inician las lluvias y los animales hambrientos entran en pastoreos recién irrigados y de corto tiempo de reposo, cambian bruscamente de dietas de alta fibra y contenido de materia seca a alta proporción de carbohidratos fácilmente fermentables por ejemplo: melazas, cebada fermentada o cuando consumen alta proporción de ensilajes de mala calidad. Esta situación es más frecuente en animales de tipo Holstein que en vacas rústicas de cruces o autóctonas del trópico y al parecer este comportamiento se debe al tipo de caseínas sintetizadas en la glándula mamaria.

Tabla 10: Posibles causas de ocurrencia del SILA

<b>SITUACION</b>	<b>EXPRESION</b>
<b>Período Seco (Trópico)</b>	Bajo consumo de materia seca, desbalance nutricional mantenido. Dieta básica sobre caña molida sin fuente de nitrógeno.
<b>Cambios bruscos de alimentación</b>	Cambio de dietas de alta fibra a exceso de concentrado. Incremento brusco en el consumo de carbohidratos fácilmente fermentables (Melazas, cebada fermentada).
<b>Acceso al pastoreo en el intervalo seca/lluvia</b>	Alto consumo de pastos jóvenes asociados a las primeras lluvias (alta proteína y baja fibra).
<b>Ensilajes de mala calidad ad libitum</b>	Dietas propensas a acidosis ruminal (exceso en carbohidratos de rápida fermentación).
<b>Vacas alto productoras en el primer tercio de la lactación.</b>	Mayor demanda de nutrientes. Mayores diferencias entre aporte/requerimientos
<b>Genotipos</b>	Vacas portadoras de alelos AA/AB/BB de Kappa caseína

Fuente: Ponce,2010



## **6.2 Expresión del SILA a nivel de glándula mamaria.**

Según Ponce, 2010 las alteraciones en diversos indicadores de la composición láctea, que generalmente son reconocidos como estables (proteína total y relación caseína/proteína total, relación grasa/proteína total, lactosa y minerales), son la primera evidencia del cuadro. Sin embargo, se han observado también otros elementos de interés como es la aparición de correlación positiva entre la concentración de lactosa y el volumen de leche, y la ausencia de relación entre los componentes osmóticos: Lactosa-Sodio-Potasio-Cloro. De igual forma Ponce, 2010 se apoya en otros estudios para decir que la pérdida de la iso-osmolaridad entre la sangre/leche pudiera ser expresión de un fallo energético en el mecanismo enzimático de regulación de dicho fenómeno, ya que la actividad que realiza la bomba de Sodio-Potasio y Cloruro depende primordialmente del consumo de ATP. De igual forma, las bajas concentraciones, los cambios en el pH y las relaciones en los minerales pueden estar asociados a dicho fenómeno.

Ponce, 2010 recopilando información de otros autores, da una explicación a la significativa disminución en la concentración de lactosa y su relación con el volumen de leche, lo cual pudiera estar dado por alteración en la síntesis de alfa-lactoalbúmina a nivel del retículo endoplasmático rugoso y eventualmente en la disminución del flujo de la misma a través del aparato de Golgi, lugar donde se sintetiza la lactosa y/o a la menor disponibilidad de glucosa, por lo que en ambos casos, la posible causa se relaciona con la carencia de sustratos energéticos básicos. Así mismo Cant et al., 2002 se apoyan en otras investigaciones para manifestar que la ocurrencia de fallos a nivel de la síntesis de proteínas puede estar asociada a cambios en la integración de la micela de caseína y la capacidad de fosforilación de la misma, lo que se produce al igual que la síntesis de lactosa, a nivel del aparato o vesículas de Golgi de la célula epitelial mamaria. De igual forma Ponce, 2010 se basa en versiones de otros autores para expresar que los cambios en la relación entre las distintas formas del calcio disuelto y coloidal, asociado directamente con la estabilidad de las proteínas, y los fallos energéticos en el mantenimiento de dicho equilibrio pudieran explicarse por esta vía.

De acuerdo con esto, la posible relación entre los componentes, la pérdida de la capacidad de regulación osmótica a nivel de la glándula mamaria y los fallos en la síntesis de lactosa y alfa-lactoalbúmina ya habían sido planteados por algunos autores citados por Hernández y Ponce, 2003. Según lo anterior, Ponce, 2010 basándose en esta afirmación expone que aunque se carecen de elementos totalmente evidenciables de esta hipótesis, lo cierto es que las alteraciones a nivel del rumen y el metabolismo en general de la vaca lechera bajo el Síndrome de Leche Anormal, tiene su asiento final en las alteraciones en los mecanismos de síntesis y secreción a nivel de la glándula mamaria, ya que es la única explicación posible dentro del estado de la fisiología y bioquímica de la glándula mamaria.

## **7. ESTUDIO DE CASO**

### **7.1 LOCALIZACIÓN:**

El estudio de caso se llevó a cabo en el municipio de Pupiales departamento de Nariño, ubicado al sur del departamento de Nariño en la república de Colombia, entre los 0° 54' de Latitud norte y 77° 39' de longitud al Oeste de Greenwich, en la cordillera de los Andes. Es una de las poblaciones que forman parte de la meseta de Túquerres e Ipiales. El municipio cuenta con una extensión de 142 km<sup>2</sup>. Topográficamente tiene la mayoría de tierras planas y ligeramente onduladas, lo que ayuda a la explotación agropecuaria y en especial de leche, además de la producción de papa que se destaca como la principal actividad agrícola. También hay algunas elevaciones no muy pronunciadas como: los páramos Paraguas, Chiltazón o Paja Blanca; y otras menores: las Huacas, Loma de los Mortiños, cerro Gordo (Artur Coral y Co. Publishing, 2005).

Según Cuenca y Menza, 2009 el sector lácteo es uno de los sectores que tiene mayor importancia en la generación de empleo y que constituye la única fuente de ingresos para un gran número de familias en este sector, entre las principales ventajas comparativas se encuentran, la transformación de quesos maduros: el proceso es natural debido a que las condiciones del medio ambiente lo permiten, destacándose en este punto los municipios de Pupiales, Guachucal y Cumbal; de igual forma, entre los productos competitivos se destacan: el queso molido y la cuajada que se producen en el departamento y gozan de aceptación tanto en la región como en los departamentos de Valle y Cauca. El inventario ganadero se estima en un promedio de 320.955 cabezas de ganado. La producción se encuentra ubicada en el altiplano de la zona andina del departamento de Nariño, con tres tipos de productores minifundistas, medianos y grandes con un volumen estimado en 506 mil litros de leche diarios y un promedio de 7.2 litros/vaca/día. Aportando el 27% del PIB del sector agropecuario, la actividad vincula a 31.474 productores y 115 empresas asociativas e individuales, generando 8.100 empleos directos, más del 50% compuesto por mujeres.

### **7.2. DESARROLLO DEL ESTUDIO DE CASO**

Inicialmente se tuvo un reporte de caso y a partir de éste se realizó un plan de trabajo que incluyó colecta de muestras de leche de animales individuales que presentaron alteraciones en la calidad y trastornos durante el procesamiento industrial de la misma, éstas fueron tomadas por personal de la Cooperativa Colácteos en diferentes fincas del municipio. Se analizaron un total de 25 muestras, de ellas se seleccionaron los resultados provenientes de las diversas pruebas a las que fueron sometidas, tales como prueba de neutralizantes, acidez (% Ac. láctico), grasa, densidad, proteína, Ca, fósforo inorgánico (Pi), y colesterol en suero sanguíneo; de igual forma se tuvieron en cuenta para el análisis factores como el manejo de la alimentación, condición corporal, entre otros.

## 8. RESULTADOS

Teniendo en cuenta los datos obtenidos (Tabla 11) se puede agrupar a los animales de acuerdo a dos criterios: baja proteína ( $<2,9$ ) y acidez de ácido láctico ( $<0.13$ ) según lo planteado por Ponce, 2010. Se encontró que 12 muestras de 25 analizadas son positivas para éstos dos parámetros, 9 de ellas están agrupadas en la finca del señor Luis Noguera, teniendo en cuenta el manejo y la alimentación proporcionada a las vacas, se encontró que les suministraban 1 kg/vaca/día de concentrado Itacol, agua a voluntad, 160 gr de sal mineralizada al 17% muy baja oferta forrajera kikuyo (*Kikuyochloa clandestina*, (Hochst. ex Chiov.)), raygras aubade (*Lolium multiflorum*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*), falsa poa (*Holcus lanatus*) distribuido en rotación de 25 potreros para las vacas de leche, implementando cerca eléctrica y no se encuentran antecedentes de tratamientos previos a la aparición del SILA; de igual manera, otras 2 muestras resultaron positivas y se agrupan de acuerdo a los dos parámetros y se encuentran dentro de la finca del señor Emilio Moran, se ofrece el mismo tipo de dieta, 3 kg/vaca/día de concentrado Itacol, 2 kg/vaca/día de papa fresca picada, 150gr/vaca/día de sal mineralizada al 17%, agua a voluntad, poca oferta forrajera, Kikuyo (*Kikuyochloa clandestina*, (Hochst. ex Chiov.)), Raygras aubade (*Lolium multiflorum*), trébol rojo (*Trifolium pratense*) que es manejado con cerca eléctrica, no hay tratamientos previos a la aparición del SILA; y otras muestras se encontraron agrupadas en la finca del señor Héctor Unguilan, en la cual se suplementa con 800 gr /día de concentrado Finca estándar 40 gr/día/vaca, se ofrece 300gr/vaca de “miel de purga” (melaza) dos veces a la semana, baja oferta forrajera (Kikuyo, Raygras, Aubade, trébol rojo) que es manejada en rotación de 25-30 días, agua a voluntad y tampoco hay tratamientos previos a la aparición del SILA.

De igual forma se encontraron del total de las 25 muestras, que 7 de ellas no se agrupan en ningún grupo ya que los valores de acidez (ácido láctico) y proteína son diferentes, no están dentro del rango que determina el criterio base del SILA en ninguno de los dos parámetros claves, de igual forma, 2 muestras no reportan los valores en ninguno de los resultados encontrados para proteína y acidez, por tanto no se pueden agrupar. Es importante referir además que la condición corporal de las vacas en términos generales era baja. Teniendo en cuenta el promedio de la producción de leche de aquellas vacas, se logra asimilar si se toma la desviación estándar como forma de interpretación que hay una gran dispersión en dicha producción y se puede decir que estos animales que reportan una baja producción también pueden tener un contenido bajo de proteína debido quizá a que se encontraban en proceso de secado.

Tabla 11: Análisis de muestras de cada finca

<b>Nombre vaca N. Muestra</b>	<b>Acidez: ácido Láctico % m/v</b>	<b>Proteína</b>	<b>Densidad</b>	<b>Base SILA Ac Lac &lt;0,13</b>	<b>Base SILA Prot &lt;2,90</b>	<b>Tipo de dieta</b>
1	13	2,78	1,0285	-	+	Suministro de concentrado, Sal mineralizada Baja oferta forrajera, Rotación de potreros, agua a voluntad.
2	11	2,90	1,0298	+	-	
3	14	2,70	1,0286	-	+	
4			1,029			
5						
6	13	2,84	1,0312	-	-	Suplemento concentrado, Sal, miel de purga, poca oferta forrajera Agua a voluntad
7	14	2,86	1,0307	-	-	
8	11	2,75	1,0289	+	+	
9	14	2,96	1,0297	-	-	Consumo concentrado, papa fresca picada , sal mineralizada, poca Oferta forrajera, Agua a voluntad.
10	12	2,70	1,0282	+	+	
11	14	2,70	1,0297	-	+	
12	14	2,62	1,0274	-	+	
13	11	2,69	1,0284	+	+	
14	15	3,10	1,0319	-	-	
15	8	2,66	1,0267	+	+	Suministro concentrado, Sal mineralizada Baja oferta Forrajera, Agua a voluntad
16	11	2,65	1,0273	+	+	
17	10	2,67	1,0265	+	+	
18	12	2,74	1,0284	+	+	
19	11	2,65	1,0276	+	+	
20	10.5	2,56	1,0262	+	+	
21	10	2,64	1,0271	+	+	
22	9.5	2,57	1,0265	+	+	
23	5	2,86	1,0307	+	-	
24	9.5	2,99	1,0295	+	-	
25	10	2,73	1,0282	+	+	

Tabla 12: Análisis de muestras en suero sanguíneo

# muestra	Ca	Pi	Proteína	Colesterol
1	2,25	1,38	4,8	3,35
2	2,13	1,44	6,8	5,75
3	2,03	1,62	5	4,24
4	2,19	1,85	6	3,02
5	1,84	1,68	6,6	2,73
6	2,1	1,77	6	2,4
7	2	2,56	5,2	4,09
8	2,09	1,92	5,8	3,42
9	2,2	3,33	6,6	1,64
10	1,92	2,24	6,6	3,15
11	1,93	2,4	6	2,03
12	2,22	1,57	6	2,16
13	1,95	3,47	6,2	4,14
14	2,17	2,17	6,6	1,81
15	2,01	2,01	5,8	2,11
16	1,93	2,86	5,6	3,4
17	1,99	1,92	5,4	3,02
18	1,96	1,96	6	3,49
19	1,29	2,18	6	2,7
20	1,5	2,84	6	3,42
21	1,53	1,4	6	3,99
22	1,3	2,16	5,6	3,77
23	1,3	2,38	5,8	1,93
24	1,3	1,77	6,2	2,06
25	1,15	2,24	6,8	1,78

Tabla 13. Valores normales de metabolitos

Unidad		Bovinos
Proteína	(g/dL)	6,6 -7,5
Calcio	(mmol/L)	2 – 3,1
Fósforo	( mmol/L)	1,09- 2,29
Colesterol	(mmol/L)	2,06 – 3,09

Fuente: LACVet, 2004

Tomando como referencia los valores normales de los metabolitos (tabla 13), se puede decir que los valores encontrados en el estudio de caso están por debajo de los valores normales tomados como base, según Barros, 2011 el calcio en la leche se encuentra en forma ligada y en forma libre ionizada en una concentración de alrededor del 10% del calcio total, con un valor promedio de 0,12 g/l, equivalente a 2,5 mmol/L. La concentración de calcio total, (alrededor de 30 mmol) aparenta ser demasiado elevada para mantenerse en solución libre sin precipitar como sal con los aniones citrato, fosfato y bicarbonato. El calcio en la fase líquida se encuentra en equilibrio electroquímico, entre los compartimientos estructurales de los componentes mayores de la leche. El calcio lácteo ionizado presenta valores elevados en la leche reaccionante positiva a la prueba del alcohol. Así como también expresa que la leche inestable presenta una composición química diferente a la leche normal, principalmente se refiere a valores menores de lactosa y sólidos no grasos. Con relación a los minerales, la leche inestable presenta valores más elevados de sodio, cloro y potasio.

Por otro lado, este mismo autor habla de la estabilidad de las micelas y el calcio manifestando que dicha estabilidad es dependiente de sus interacciones con el calcio que en la leche de vaca se encuentra en concentraciones como calcio total alrededor de 1gr/L y se encuentra en solución formando sales o ligado a moléculas orgánicas como las proteínas o a otros aniones como el citrato, el bicarbonato o el fosfato que cumplen una función de transportadores del mineral; las reacciones de las micelas de caseína que son estructuras complejas las cuales contienen unos 25000 monómeros, reaccionan con los complejos de fosfato de calcio y ligan alrededor de 20 átomos de calcio por molécula de caseína.

Gonet et al., 2011 por su parte expresan que los controles de la composición láctea y de estabilidad térmica son medidas necesarias para el manejo de las vacas en el sector primario e industrial porque provocan pérdidas económicas y en rendimiento, lo cual afecta la producción de leche de calidad siendo ésta una meta necesaria para el consumo humano y así lograr una buena rentabilidad para el productor y para la industria.

Por otro lado Hernández y Ponce, 2003 manifiestan que un elemento de interés frente a la leche anormal es la alteración en el perfil nitrogenado de la leche: baja proteína bruta, baja concentración de caseína y de la relación caseína/proteína bruta, lo que está relacionado con desbalances entre energía/proteína de la dieta, además existe una depresión marcada en los niveles de fósforo y calcio en leche, limitado por el bajo aporte de la dieta y la demanda que dichos minerales tienen durante el pico de producción, insisten también que esta situación es respaldada científicamente cuando se ve la expresión ya reflejada de la caseína, la cual es altamente dependiente de los niveles de calcio y fósforo a nivel de la célula epitelial mamaria y que en este caso hay un efecto directo en su comportamiento.

Teniendo en cuenta el balance alimentario, es evidente que la dieta suministrada a las vacas tenía un desequilibrio fósforo: calcio y posiblemente en otros minerales que son importantes para el mantenimiento y producción. Según Hernández y Ponce, 2003 apoyándose en información encontrada por otro autor, afirman que fisiológicamente cuando la disponibilidad del fósforo es baja, conduce a que también lo sea a nivel de glándula mamaria, lo que hace que reduzca la concentración de calcio y fósforo solubles en aquella, conllevando a una disminución proporcional de fosfato cálcico micelar, esto se traduce en una baja síntesis de caseína, existiendo evidencias claras con el comportamiento mostrado por la misma, de igual forma se encuentran deprimidos los niveles de calcio y magnesio. Así como también, estos autores se basan en otras recopilaciones para afirmar que la vaca lechera depende de adecuadas concentraciones de fósforo en su organismo y es necesario en el rumen para la actividad normal de la microflora y por tanto lograr con esto una fermentación ruminal adecuada. La deficiencia de fósforo no tiene efecto inmediato como el caso del calcio, pero a largo plazo puede causar una osteoporosis progresiva, infertilidad y disminución de la producción de leche; por lo que las vacas altamente productoras que superen los 30 kg/día pierden por esta vía cerca de 36 gr de calcio, esto es más de 4 veces las cantidades de calcio sanguíneo.

Hernández y Ponce, 2003 refieren que la alimentación de la vaca lechera es el principal factor en Cuba que ha ocasionado las bajas concentraciones de sólidos en la leche y el insuficiente contenido de proteína verdadera que se suministra en la ración; sobre esto se expresan concentraciones bajas para el caso de la proteína láctea, con relación al valor mínimo establecido. Dichos autores plantean además que hay evidencias de porcentajes inferiores de caseína y la relación que debe existir entre esta y la proteína láctea total, lo cual afecta en la fabricación de derivados lácteos como el queso.

De igual forma hay que destacar la relevancia de los sistemas de control en la dieta de los animales, llevando un control integral de la producción y manejo de los animales, así como también un correcto programa de sanidad mamaria, esto contribuiría a evitar pérdidas económicas producto de este síndrome.

## 9. CONCLUSIONES

1. A través de la revisión de literatura y al desarrollo del estudio de caso, se pudieron determinar algunas posibles causas que ocasionan el síndrome multifactorial de leche anormal “SILA” como son la alimentación, el manejo, el desequilibrio mineral, entre otros.
2. Los diferentes autores concluyen que a causa de este síndrome se ve afectada la proteína, el calcio, la caseína, alto nivel de nitrógeno no proteico (NNP), entre otros componentes de la leche, lo cual incide en la calidad del producto final.
3. De igual forma, el impacto económico que produce este síndrome es muy amplio ya que se afectan en gran medida los componentes de la leche ocasionando trastornos durante el procesamiento térmico de la leche y posteriormente en los bajos rendimientos en quesos y en general en los productos lácteos, por ello se debe tener en cuenta una calidad superior de la materia prima en el aspecto higiénico y composicional.
4. El estudio de caso abre la necesidad de desarrollar otros trabajos de campo para determinar la incidencia real del síndrome y sus épocas de presentación en la región de estudio.



## **10. PERSPECTIVAS**

1. Teniendo en cuenta que el “SILA” hasta el momento empieza a ser detectado, se necesita un estudio más amplio que permita conocer las causas principales que originan este cuadro y su impacto sobre el procesamiento industrial y la calidad final de los derivados lácteos.
2. De igual forma, es de gran interés replicar el síndrome en condiciones experimentales como se ha hecho en otros países, con el fin de conocer las causas principales que ocasionan un cuadro de SILA principalmente en nuestro país.
3. Buscar la combinación de pruebas sencillas de campo y laboratorio junto con el manejo de la alimentación y otros factores que permitan caracterizar la calidad de la leche y así considerar los indicadores que están alterados.

## **11. RECOMENDACIONES**

1. Mejorar la detección de este síndrome para buscar soluciones al cuadro presentado, logrando así orientar al productor y a la comunidad en general que hace parte de la cadena láctea y requieren producir y entregar una leche de buena calidad a la industria.
2. Para el presente estudio de caso, manifestar como se determinó el inicio del SILA en leche, cuales son los mecanismos utilizados para ello y como se realizó la detección en planta.
3. Es importante hacer un análisis más detallado del efecto de las células somáticas sobre la alteración de la calidad en el síndrome de SILA.
4. Expresar con más detalle la información de los datos suministrados para que estos permitan un mejor análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

## BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ CALVO Jorge Luis. Bioquímica Nutricional y Metabólica del bovino en el trópico. Editorial Universidad de Antioquia.2001.

AMIOT, J. 1994. Ciencia y Tecnología de la leche. Universite Laval Quebec. Edit Acribia, España.

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

ARTUR CORAL y CO. PUBLISHING. Ipiates Times. 2005  
<<http://www.ipitimes.com/pupiales>>.

BARCHIESI-FERRARI Claudia Gabriella; WILLIAMS-SALINAS Pamela Alejandra; SALVO-GARRIDO Sonia. Inestabilidad de la leche asociada a componentes lácteos y estacionalidad en vacas a pastoreo. Pesq. agropec. bras., Brasilia, v.42, n.12, 2007 p.1785-1791.

BARROS LUIS. Estabilidad de leche, fracciones proteicas y calcio iónico. En memoria II Conferencia de Leche Inestable. Facultad de Veterinaria. Universidad de la Republica. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay. 2011.

BEEVER D.E.; ROOK A. J.; FRANCE J.; DHANOA M.S. AND GILL M. A review of empirical and mechanistic models of lactational performance by the dairy cow. Livest. Prod. Sci., 29. 1991. Págs: 115-130.

BLACKBURN DG. Lactation: Historical patterns and potential for manipulation. J. Dairy Sci76: págs: 3195-3212. 1993.

CANT, J. P.; Trout, D. R.; Qiao, F. and Purdie, N. G. Milk Synthetic Response of the Bovine Mammary Gland to an Increase in the Local Concentration of Arterial Glucose. 2002.J. Dairy Sci. 85: pag.494-503.

COSTABEL L.; CUATRIN A; PAEZ R.; AUDERO G.; CAMPOS S.; TAVERNA M. Avances en el estudio de estabilidad termica y al alcohol de la leche. En memoria segunda Conferencia Internacional de Leche Inestable. Facultad de veterinaria. Universidad de la República. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay. 2011. Págs. 10-16.

CUENCA Gerardo; MENZA Eduardo. Comisión regional de competitividad de Nariño, informe final.2009.

CHACON VILLALOBOS, Alejandro. Comparación de la titulación de la acidez de leche caprina y bovina con hidróxido de sodio y cal común saturada. Universidad de Costa Rica. Agronomía mesoamericana 17(1). 2006. Págs.: 55-61.

Engormix.com. MARTÍNEZ Andrés, SÁNCHEZ Juan. “Factores nutricionales que afectan la composición de la leche”. 2007.

<[http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/nutricion/articulos/factores nutricionales-%20afectan-composicion-t1466/141-p0.htm](http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/nutricion/articulos/factores-nutricionales-%20afectan-composicion-t1466/141-p0.htm)>.

GONZÁLES HUMBERTO. Factores nutricionales que afectan la composición de la leche . 2007.

<[www.agronomia.uchile.cl/extension/circular.../nº28/.../Articulo%202.pdf](http://www.agronomia.uchile.cl/extension/circular.../nº28/.../Articulo%202.pdf)>

GONZALEZ Félix, DÜRR WALTER João, FONTANELI Roberto . Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre, Brasil. 2001.págs. 77.

GONNET V, CARDOZO R, GUTIERREZ J, BARROS L.. Factores que alteran la estabilidad térmica y al alcohol. En memoria II Conferencia Internacional de Leche Inestable. Facultad de veterinaria. Universidad de la República. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay. 2011.Págs. 53.

HERNANDEZ Robier, PONCE Pastor. Caracterización, diagnóstico y correlación de alteraciones en las características fisicoquímicas de la leche”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria. La Habana, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. La Habana. 2003. Págs.130.

HERNANDEZ Robier, PONCE Pastor. Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein Friesian. Centro de Sanidad Agropecuaria. Zootecnia Tropical 23(3). La Habana, Cuba.2005.Págs. 295-310.

JENSEN, R.G.; FERRIS, A.M. AND LAMMI-KEEFE, C.J. The composition of milk fat.J. Dairy Sci. 74:3228-3243. 1991

MAO, I.L.; BUTTAZZONI, L.G. and ALEANDRI, R. Effects of polymorphic milk protein genes on milk yield and composition traits in Holstein cattle. Act Agric. Scand., Sect.A, Animal Sci. 42:1-7.1992.

Laboratorio de Análisis Clínicas Veterinarias ( LACVET). Universidad Federal de Rio grande del sur. Puerto Alegre, Brasil.2004.

MACHADO CHAROPEN Sandro. Factores que Afetam a Estabilidade do Leite Bovino. Brasil, Tese de Doutorado em Zootecnia, Produção Animal, 2010.

MERCIER, J.C. and VILOTTE, J.L. Structure and function of milk protein genes. J. Dairy Sci. 76:3079-3098. 1993.

MINISTERIO DE SALUD. Decreto 2437 por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 9ª de 1979, en cuanto a Producción, Procesamiento, Transporte y Comercialización de la leche, agosto 30 de 1893.

MOHAR, F. Bioquímica Animal. Ediciones ENPES, La Habana. 1992.

NG-KWAI-HANG, K.F.; HAYES, J.F.; MOXLEY, J.E. AND MONARDES, H.G. Association of genetic variants of casein and milk serum proteins in milk fat and protein production by dairy cattle. J. Dairy Sci. 67:835. 1984.

PENDINI Carlos, CARRIZO Martha, AIMAR María, MINA Roberto, POZZO Luis. Caracterización de la leche, sistema de producción: Descripción y diagnóstico.2007.

PONCE Pastor y BELL. Estudio de la lactancia en vacas de los cruces 5/8 H – 3/8 C y H – 1/4C en condiciones de Cuba. I Componentes mayores de la leche. Proteína, grasa, lactosa. 1984.Rev. Salud Anim. 6(1):Pags:85-94.

PONCE Pastor, ARMENTEROS Mabelin. Producción y Calidad de la leche: Temas de actualización para técnicas de la lechería. Edicensa. La Habana, Cuba.2000. págs.100.

PONCE CEBALLO Pastor. “Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico”. Centro de Ensayos para el Control de la Calidad de la Leche y Derivados Lácteos (CENLAC), Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), La Habana, Cuba. Rev. Salud Animal.Vol.31 No.2. 2009.pág. 69-76.

PONCE CEBALLO Pastor. Síndrome de Leche Anormal. Origen, alteraciones en las características fisico-químicas de la leche y efecto sobre los procesos y productos lácteos. Perulactea. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), San José de las Lajas, La Habana, Cuba.2010.  
<<http://www.perulactea.com/2010/03/15/sindrome-de-leche-anormal-sila-primera-parte/>>

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA). Proyecto Nacional de Lechería: Composición química de la leche. Argentina.2002.  
<[http://www.inta.gov.ar/rafaela/actividad/proyectos/nacional\\_lecheria.htm](http://www.inta.gov.ar/rafaela/actividad/proyectos/nacional_lecheria.htm)>

RAUNHARDT, O. Y BOWLEY, A. Mandatory Food Enrichment. Suplemento a la carta informativa Nutriview .1996.

SALVADOR, Alejandro y MARTINEZ, Gonzalo. Factores que Afectan la Producción y Composición de la Leche de Cabra: Revisión Bibliográfica. Venezuela. Rev. Fac. Cienc. Vet., 2007, vol.48, no.2,pags 61-76 .

VELMALA, R., MANTYSAARI, E. and MAKI-TANILA, A. Molecular genetic polymorphism at the kappa-casein and beta-lactoglobulin loci in Finnish dairy bulls. Agric.Sci.Finl. 2:431-435. 1993.

VILORIA DE LA HOZ, Joaquín. Economía del departamento de Nariño: Ruralidad y aislamiento geográfico. Banco de la República.Cartagena.2007.

ZANELLA Maira, FISCHER Vivian. Leite instável não-ácido e composição do leite de vacas Jersey sob restrição alimentar. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.41, n.5. 2006. p.835-840.