

**ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD EN LAS PROPIEDADES  
FISICOQUÍMICAS Y VERIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE  
ANÁLISIS CUALITATIVO, REALIZADAS A LA LECHE CRUDA EN LA  
INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS S.A**

**TRABAJO DE GRADO**  
**Requisito parcial para optar por el título de Químico**

**Presentado por:**  
**CAROLINA CAICEDO CANO**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS**  
**PROGRAMA DE QUÍMICA**  
**ARMENIA**  
**2006**

**ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD EN LAS PROPIEDADES  
FISICOQUÍMICAS Y VERIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE  
ANÁLISIS CUALITATIVO, REALIZADAS A LA LECHE CRUDA EN LA  
INDUSTRIA COLOMBIANA DE ALIMENTOS S.A**

**TRABAJO DE GRADO  
Requisito parcial para optar por el título de Químico**

**MODALIDAD PASANTIA**

**Presentado por:  
CAROLINA CAICEDO CANO**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS  
PROGRAMA DE QUÍMICA  
ARMENIA  
2006**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

Este trabajo de pasantía ha sido aprobado como requisito parcial para obtener el título de Químico.

---

Eunice Ríos Vásquez M.Sc

---

Jairo Ariza Hurtado M. Sc

## AGRADECIMIENTOS

Quiero dar gracias a Dios por brindarme la oportunidad de culminar esta meta y continuar en el maravilloso mundo del conocimiento, además de rodearme por grandiosas personas que hacen de cada momento por difícil que este sea el más especial.

Agradezco a mis padres Diego y Nidia por la confianza depositada y el gran esfuerzo realizado con el que ahora disfrutan de haber cumplido como *Verdaderos Padres*; quienes me han nutrido con valores incalculables que solo se aprenden en el dulce hogar como lo es el: Amor, Respeto, Responsabilidad y sobre todo la Humildad. A mis hermanos Diego y Cristian *Los niños lindos*, por ser la mejor

compañía para mi vida. Agradezco a mi familia en general (*Caicedo, Cano, Arana*) por apoyarme.

Agradezco a la Universidad del Quindío (*Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Química, Bienestar Universitario, Selección de Voleibol, etc.*), profesores, administrativos, compañeros por su dedicación y excelente enseñanza.

Agradezco a mis compañeros (John Jairo S, Mariana P, Luisa Q, Jorge I y Beatriz G.) por todos los momentos (durante 5 años) de estudio en los que nos divertimos, soportamos y hasta disgustamos viviendo un día a día diferente lleno de esperanza.

Como dejar a un lado a mis amigas Yenny y Angelita, a quienes agradezco su incondicional amistad y buenos momentos de mi vida en las lindas ciudades de Armenia, Cali y Pereira, donde nos gozamos hasta el último detalle haciendo *deporte, estudiando, trabajando y celebrando*.

Agradezco a el Dr. Gustavo Ordóñez Presidente Nacional del Comité de lácteos y Gerente General de la Industria Colombiana de Alimentos INDUCOLSA S.A y ALIVAL S.A por brindarme su confianza y la oportunidad de ejercer en área de Calidad.

Agradezco a todo el personal de INDUCOLSA S.A (en sus respectivas áreas: Calidad, Producción, Agropecuario, Mantenimiento y administrativos) por permitirme adquirir experiencia laboral como futura profesional.

## CONTENIDO

	<b>PAG.</b>
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
1.1 La Leche.....	1
1.2 Componentes.....	4
1.2.1 Agua.....	4
1.2.2 Carbohidratos.....	7
1.2.3 Proteínas.....	16
1.2.4 Enzimas.....	18
1.2.5 Lípidos.....	20
1.2.6 Vitaminas.....	23
1.2.7 Sales y Nutrimientos (Oligoelementos).....	25
1.3 Componentes que Influencian la Calidad de la Leche.....	26
1.4 Parámetros Fisicoquímicos de Leche Cruda.....	27
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	29
2.1 Objetivo General.....	29
2.2 Objetivos Específicos.....	29
2.3 Objetivos con INDUCOLSA S.A.....	30
<b>3. PARTE EXPERIMENTAL</b> .....	32
3.1 Análisis fisicoquímico general.....	32
3.2 Reactivos.....	36
3.3 Equipos.....	36
3.4 Verificación de las técnicas de análisis cualitativo.....	37
3.5 Variabilidad de propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de INDUCOLSA S.A proveniente de la región.....	48
<b>4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	78
4.1 Verificación de las técnicas de análisis cualitativo.....	78
4.2 Variabilidad de propiedades fisicoquímicas de la leche cruda de INDUCOLSA S.A proveniente de la región.....	89
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	94
<b>6. PROYECCIONES</b> .....	96
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	

## ANEXOS

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfica 1.</b> Degradación de peróxido..... 43	
<b>Gráfica 2.</b> Consolidado comportamiento variable acidez de la ruta Dorado en el primer semestre del 2006.....	49
<b>Gráfica 3.</b> Consolidado comportamiento variable densidad de la ruta Dorado en el primer semestre del 2006.....	50
<b>Gráfica 4.</b> Consolidado comportamiento variable I.C de la ruta Dorado en el primer semestre del 2006.....	51
<b>Gráfica 5.</b> Consolidado comportamiento variable proteína de la ruta Dorado en el primer semestre del 2006.....	52
<b>Gráfica 6.</b> Consolidado comportamiento variable reductasa de la ruta Dorado en el primer semestre del 2006.....	53
<b>Gráfica 7.</b> Consolidado comportamiento variable grasa de la ruta Dorado en el primer semestre del 2006.....	54
<b>Gráfica 8.</b> Consolidado comportamiento variable acidez de la ruta Popayán en el primer semestre del 2006.....	55

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfica 9.</b> Consolidado comportamiento variable densidad de la ruta Popayán en el primer semestre del 2006.....	56
<b>Gráfica 10.</b> Consolidado comportamiento variable grasa de la ruta Popayán en el primer semestre del 2006.....	57
<b>Gráfica 11.</b> Consolidado comportamiento variable I.C de la ruta Popayán en el primer semestre del 2006.....	58
<b>Gráfica 12.</b> Consolidado comportamiento variable proteína de la ruta Popayán en el primer semestre del 2006.....	59
<b>Gráfica 13.</b> Consolidado comportamiento variable reductasa de la ruta Popayán en el primer semestre del 2006.....	60
<b>Gráfica 14.</b> Consolidado comportamiento variable acidez de la ruta Santander en el primer semestre del 2006.....	61
<b>Gráfica 15.</b> Consolidado comportamiento variable densidad de la ruta Santander en el primer semestre del 2006.....	62
<b>Gráfica 16.</b> Consolidado comportamiento variable grasa de la ruta Santander en el primer semestre del 2006.....	63
<b>Gráfica 17.</b> Consolidado comportamiento variable I.C de la ruta Santander en el primer semestre del 2006.....	64
	<b>Pág.</b>
<b>Gráfica 18.</b> Consolidado comportamiento variable proteína de la ruta Santander en el primer semestre del 2006.....	65
<b>Gráfica 19.</b> Consolidado comportamiento variable reductasa de la ruta Santander en el primer semestre del 2006.....	66
<b>Gráfica 20.</b> Consolidado comportamiento variable acidez de la ruta Robles en el primer semestre del 2006.....	66
<b>Gráfica 21.</b> Consolidado comportamiento variable densidad de la ruta Robles en el primer semestre del 2006.....	67

<b>Gráfica 22.</b> Consolidado comportamiento variable grasa de la ruta robles en el primer semestre del 2006.....	68
<b>Gráfica 23.</b> Consolidado comportamiento variable I.C de la ruta Robles en el primer semestre del 2006.....	68
<b>Gráfica 24.</b> Consolidado comportamiento variable proteína de la ruta Robles en el primer semestre del 2006.....	69
<b>Gráfica 25.</b> Consolidado comportamiento variable reductasa de la ruta Robles en el primer semestre del 2006.....	69
<b>Gráfica 26.</b> Consolidado comportamiento variable acidez de la ruta Darien en el primer semestre del 2006.....	70
	<b>Pág.</b>
<b>Gráfica 27.</b> Consolidado comportamiento variable densidad de la ruta Darien en el primer semestre del 2006.....	71
<b>Gráfica 28.</b> Consolidado comportamiento variable grasa de la ruta Darien en el primer semestre del 2006.....	71
<b>Gráfica 29.</b> Consolidado comportamiento variable proteína de la ruta Darien en el primer semestre del 2006.....	72
<b>Gráfica 30.</b> Consolidado comportamiento variable reductasa de la ruta Darien en el primer semestre del 2006.....	73
<b>Gráfica 31.</b> Consolidado comportamiento variable acidez de la ruta Cerrito en el primer semestre del 2006.....	74
<b>Gráfica 32.</b> Consolidado comportamiento variable densidad de la ruta Cerrito en el primer semestre del 2006.....	75
<b>Gráfica 33.</b> Consolidado comportamiento variable grasa de la ruta Cerrito en el primer semestre del 2006.....	76
<b>Gráfica 34.</b> Consolidado comportamiento variable I.C de la ruta Cerrito en el primer semestre del 2006.....	77
<b>Gráfica 35.</b> Consolidado comportamiento variable proteína de la ruta Cerrito en el primer semestre del 2006.....	78
<b>Gráfica 36.</b> Consolidado comportamiento variable reductasa de la ruta Cerrito en	



el primer semestre del 2006..... 78

**Gráfica 37.** Relación grasa-proteína durante el primer semestre 2006.....  
93

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Composición aproximada de la leche (% en peso)..... 4	
<b>Tabla 2.</b> Fracciones de la proteína bruta de la leche según el análisis con el método de kjeldahl.....18	
<b>Tabla 3.</b> Enzimas más importantes de la leche..... 19	
<b>Tabla 4.</b> Ácidos grasos más comunes en la grasa de la leche de vaca..... 21	
<b>Tabla 5.</b> Composición vitamínica de la leche..... 24	
<b>Tabla 6.</b> Concentraciones minerales..... 26	
<b>Tabla 7.</b> Parámetros fisicoquímicos NTC 2483 de 1987..... 27	
<b>Tabla 8.</b> Parámetros fisicoquímicos artículo 16 del decreto 616 del 2006..... 28	
<b>Tabla 9.</b> Sensibilidad experimental de la prueba de almidones..... 37	
<b>Tabla 10.</b> Relación de adulterante (almidón) con parámetros fisicoquímicos en muestra de leche cruda..... 38	
<b>Tabla 11.</b> Sensibilidad experimental de la prueba de azúcar..... 38	

**Pág.**

<b>Tabla 12.</b> Comportamiento de adulterante (azúcar) en muestra de leche cruda a través del tiempo.....	39
<b>Tabla 13.</b> Sensibilidad experimental de la prueba de formol.....	39
<b>Tabla 14.</b> Relación de adulterante (formol) con parámetros fisicoquímicos en muestra de leche cruda.....	40
<b>Tabla 15.</b> Sensibilidad experimental de la prueba de almidones.....	40
<b>Tabla 16.</b> Relación de adulterante (hipoclorito) con parámetros fisicoquímicos en muestra de leche cruda.....	40
<b>Tabla 17.</b> Sensibilidad experimental de la prueba de cloruros.....	41
<b>Tabla 18.</b> Relación de adulterante (cloruros) con parámetros fisicoquímicos en muestra de leche cruda.....	41
<b>Tabla 19.</b> Sensibilidad experimental de la prueba de neutralizantes utilizando bicarbonato de sodio (NaHCO <sub>3</sub> ).....	42
<b>Tabla 20.</b> Relación de adulterante (neutralizante) con parámetros fisicoquímicos en muestra de leche cruda.....	42
<b>Tabla 21.</b> Degradación de peróxido contenido en leche cruda.....	43
	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 22.</b> Comportamiento de peroxidasa y fosfatasa en muestras de leche Cruda adulteradas.....	44
<b>Tabla 23.</b> Comportamiento de calidad higiénica de leche cruda adulterada.....	44
<b>Tabla 24.</b> Durabilidad de leche cruda a temperatura ambiente.....	45
<b>Tabla 25.</b> Durabilidad de leche cruda sometida a refrigeración.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Representación esquemática del equilibrio entre las fases dispersas coloidales y disueltas de leche.....	2
<b>Figura 2.</b> Influencia de la actividad de agua (Y) y el pH (X) en la estabilidad de los alimentos.....	7
<b>Figura 3.</b> La lactosa se sintetiza en la ubre a partir de la glucosa y galactosa.....	8
<b>Figura 4.</b> Leche deslactosada sometida a cambios bruscos de temperatura.....	11
<b>Figura 5.</b> Reacciones de oscurecimiento de Maillard.....	13
<b>Figura 6.</b> Estructura de las proteínas.....	17
<b>Figura 7.</b> Estructura de los triglicéridos.....	20
<b>Figura 8.</b> Reacción de yodo con amilasa (unidad activa del almidón).....	80
<b>Figura 9.</b> Estructura de la unidad elemental de amilosa en almidón.....	80
<b>Figura 10.</b> Reacción de peróxido con guayacol en presencia de peroxidasa.....	86

## RESUMEN

Se realizó la verificación de las técnicas de análisis cualitativo, como control en la calidad de la leche cruda proveniente de la región (Cerrito-Jamundí, Darien, Popayán, Santander, Robles y Dorado), mediante la adición de concentraciones conocidas del respectivo adulterante para cada prueba de análisis, con el fin de determinar el límite de detección (sensibilidad). Por otro lado, se estableció comparación con las variables fisicoquímicas cuantificables en leche pura y adulterada.

Se efectuó un estudio de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda proveniente de la región, para establecer así la variabilidad presentada durante el primer semestre del año actual, programando un muestreo de obligatorio cumplimiento con el cual se obtuvieran datos significativos por fincas de las distintas variables (acidez, proteína, grasa, índice crioscópico, densidad y reductasa) a determinar, para concluir con informes estadísticos consolidados por límites de control (media, desviación estándar, límite inferior y superior) para mayor interpretación.

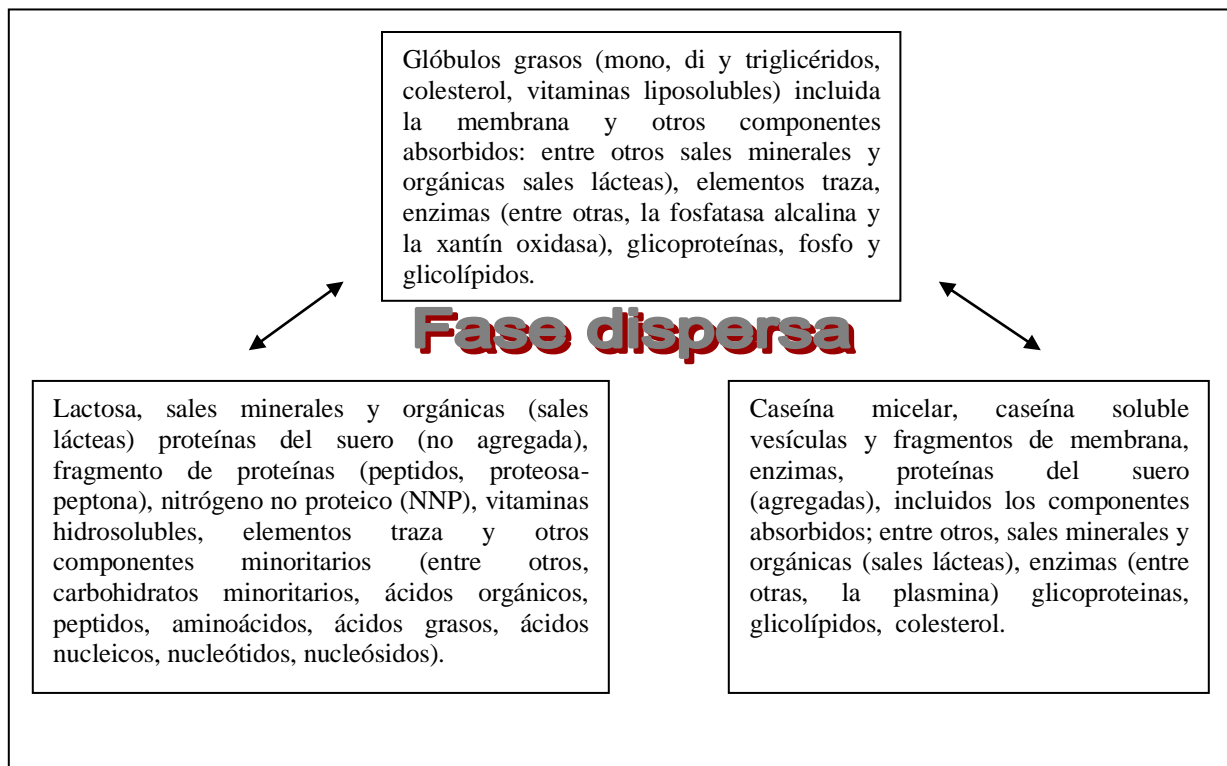
El trabajo de compromiso con INDUCOLSA S.A, se desarrolló en el área de control de calidad, realizando análisis fisicoquímico a la leche cruda, producto intermedio y terminado. Además del trabajo conjunto con el departamento de Buenas Practicas de Manufactura que consistió en mejoras continuas a fin de mantener la certificación de ISO 9001, y obtener certificación por BPM (Buenas Practicas de Manufactura) en lo que se implementaron planes de limpieza y desinfección realizando caracterización de materiales, equipos e instalaciones con valoración microbiológica.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 La leche

La leche es el alimento más completo, equilibrado y complejo por sus componentes esenciales para el desarrollo estructural y funcional apropiado para las crías. La leche de vaca (*Bos taurus*) se define como el producto de ordeño de la secreción normal de las glándulas mamarias de animales bovinos sanos.<sup>1</sup> Este alimento es necesario en el hombre en sus primeros meses de vida y excelente en cualquier edad, debido a su alto valor nutritivo ya que sus componentes se encuentran en la forma y en proporciones adecuadas. Además de suministrar prácticamente todos los nutrimentos necesarios, también contiene diferentes sustancias que actúan como parte fundamental en el sistema inmunológico y de protección.

Desde el *punto de vista fisicoquímico*, la leche es una mezcla homogénea de un gran número de sustancias (lactosa, glicéridos, proteínas, sales, vitaminas, enzimas, etc.) que están unas en emulsión (fase dispersa: la grasa y sustancias asociadas), algunas en suspensión (fase coloidal: las caseínas ligadas a sales minerales) y otras en disolución verdadera (fase disuelta: lactosa, vitaminas hidrosolubles, proteínas del suero, sales, etc.) como se observa en la figura 1.





**Figura1.** Representación esquemática del equilibrio entre las fases dispersas coloidales y disueltas de leche. (Fuentes: Puhan 1984; Schlimme 1990; Walstra, Jenness 1984)

La leche de la mujer contiene el factor *bífidus* (N-acetil-D-glucosamina) que propicia el crecimiento del *lactobacillus bifidus* en el intestino del bebé, donde produce grandes cantidades de ácido láctico a partir de la lactosa, con el consecuente aumento de la acidez en estas condiciones de pH lo que inhibe el desarrollo de microorganismos patógenos que pueden afectar seriamente al infante. Este bacilo desaparece al cabo de algunos meses y es reemplazado por el *L. Acidophilus*. De la misma manera, las leches de otros mamíferos (vaca, búfalo, oveja, camella, cabra, etcétera) contienen compuestos exclusivos para cada especie que son utilizados biológicamente de manera única por sus respectivas crías.

La vaca inmediatamente después del parto, empieza con las secreciones mamarias donde en los primeros tres días produce el calostro, que es un líquido con alto contenido de sólidos, de fuerte olor y sabor amargo, abundante en inmunoglobulinas y con una composición promedia de 79% agua, 10% proteína, 7% grasa, 3% lactosa y 1% cenizas, lo cual está destinado fundamentalmente a fortalecer el sistema del becerro y solo a este le sirve por su gran proporción de inmunoglobulinas, es sumamente sensible a la desnaturalización térmica. Por su parte, la alimentación de las vacas (siendo ruminantes) consta de forrajes a base de celulosa y de otros polisacáridos no metabolizables por los monogástricos (incluyendo el hombre), añadidos de urea y de otros desperdicios del campo. Con esta dieta tan limitada, los animales producen uno de los alimentos más completos que se conoce. En general, la leche está constituida por agua, grasas, proteínas, azúcares, vitaminas y minerales (ver tabla 1), además de otras sustancias que están presentes en menor concentración y que en conjunto forman un sistema fisicoquímico estable de más de 450 compuestos, esto se debe a que todos los ingredientes se encuentran en equilibrio estableciendo diversos estados de dispersión. Los sólidos totales, grasas y sólidos no grasos (SNG) representan del 11-15% de su composición y varían de acuerdo a muchos factores, tales como raza y edad de la vaca, tipo y frecuencia de la alimentación, estado de lactación, temperatura ambiente, enfermedad, época del año, hora del día de la ordeña, etc.<sup>2</sup>

NUTRIENTE	COMPOSICIÓN	NUTRIENTE	COMPOSICIÓN
Agua, g	87	Minerales, g	0,72
Energía, Kcal.	61	Ácidos orgánicos, g	0,18
Grasa, g	3,4	Proteína, g	3,3
Lactosa, g	4,7	Caseína, g	2,7

**Tabla 1.** Composición aproximada de la leche (%en peso) además se usa los siguientes términos: a) suero lácteo= suero desproteinizado= agua + lactosa + sales lácteas; b) plasma lácteos leche desnatada= agua +masa sólida no láctea. Fuente: peters en: schlimme (1990).

## 1.2 Componentes.

### 1.2.1 Agua.

Es importante conocer el comportamiento del agua en los alimentos, en sus diferentes estados físicos, ya que su influencia es decisiva a la hora de dar aceptación. En la leche la medición de la depresión de la temperatura de sustancias de bajo peso molecular como la lactosa y algunas sales en una concentración constante contribuyen de forma proporcional al descenso del Punto de Congelación (P.C) y al aumento de la temperatura de ebullición, estos parámetros son relativamente constantes y se encuentran en fluctuaciones naturales alrededor de  $-0.540^{\circ}\text{C}$  en un rango de  $\pm 0.010$  tolerable, si el P.C es inferior es posible que se haya producido un desequilibrio en el animal por enfermedad por relación Sal-Lactosa o adición de sólidos y si el P.C es superior probablemente se ha producido un fraude (adulteración) por aguado.<sup>3,4</sup>

La determinación se efectúa en el crioscópio y se hace rutinariamente para cuantificar posibles adulteraciones. Al comparar el P.C de referencia con el P.C de la muestra se obtendrá la diferencia que corresponde a la cantidad de agua adicionada, mediante la siguiente formula:

$$\% \text{de agua adicionada} = (1 - t/T) \times 100$$

**t** : descenso crioscópico de la leche en examen.

**T**: descenso crioscópico de la leche normal ( $-0.550^{\circ}\text{C}$ ).

En cuanto al punto de ebullición (P.E), los mismos sólidos disueltos hacen que el valor sea ligeramente superior al valor del agua pura a la misma presión. La leche tiene un P.E 100.17°C aproximadamente a 760mmHg, una sustancia disuelta en un gramo de agua reduce el P.C en 1.86°C y aumenta el P.E en 0.5°C, esto se entiende conociendo el efecto de los solutos en el agua de forma similar actúan en la leche. La presencia de solutos iónicos, no iónicos, polar y apolar causan cambios importantes en la estructura del agua que se reflejan en las propiedades coligativas que incluyen aumento del punto de congelación, presión osmótica, disminución del punto de ebullición y presión de vapor. Estas rompen el arreglo tetraédrico de puentes de hidrogeno en el hielo al reducir la energía libre del sistema, en general los no iónicos tienen menor efecto que los iónicos por otra parte la temperatura de ebullición es proporcional a la concentración de solutos e inversamente proporcional al peso molecular.

La sacarosa (no iónico) presenta un P.C=1.86 y P.E=0.52  
El cloruro de sodio (iónico) presenta un P.C=3.72 y P.E=1.04

Para interpretar esta variable se presenta la siguiente formula:  $t = K n / p$

**t:** depresión de la temperatura de congelamiento del agua.

**K:** constante del disolvente.

**n:** moles del soluto.

**p:** peso del disolvente.

Para los alimentos en general tenemos que conociendo el valor del P.C se deduce el valor de la actividad de agua.

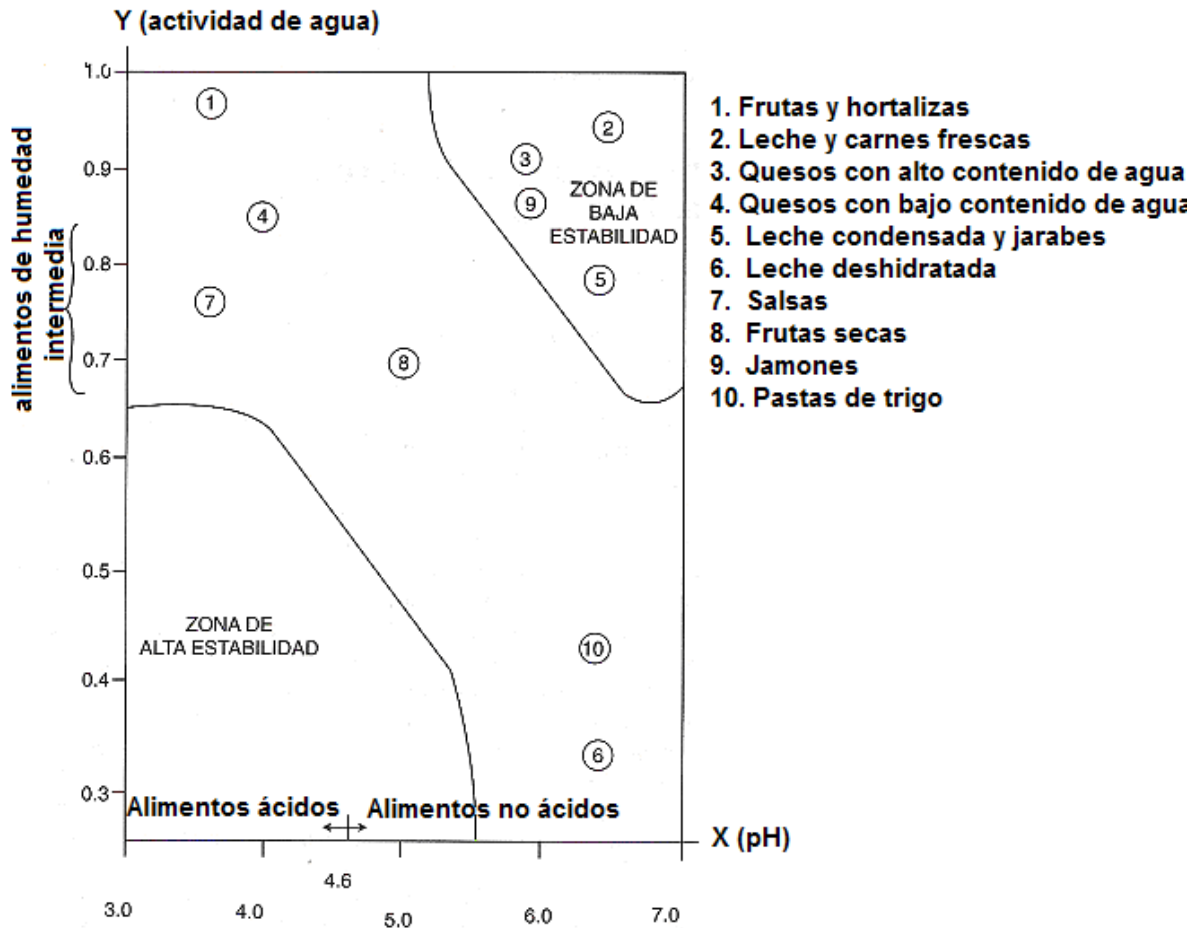
Los grupos no iónicos como hidroxilo, carbonilo y enlaces peptídico tienen participación en la creación de puentes hidrogeno, modificando las interacciones entre las propias moléculas de agua los que tienen un momento dipolar muy grande.

#### **1.2.1.1 Estabilidad de la leche por actividad de agua:**

Los diversos métodos de conservación se basan en el control de variaciones que influyen en la estabilidad (temperatura, pH, disponibilidad de nutrimentos y de reactivos, potencial de oxido-reducción, presión y presencia de conservantes) en este sentido la actividad de agua es de fundamental importancia y con base a ella se puede conocer el comportamiento de un producto.

Mediante un diagrama sencillo podemos dar una indicación clara de estabilidad (ver figura 2) y de igual forma nos contribuye a determinar su tratamiento (térmico y/o adición de conservantes) con el fin de prolongar su vida de anaquel.<sup>2, 9,11.</sup>





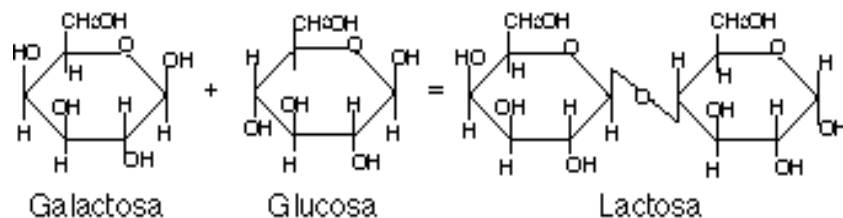
**Figura 2.** Influencia de la actividad de agua (Y) y el pH (X) en la estabilidad de los alimentos.

### 1.2.2 Carbohidratos

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, y también los más consumidos por los seres humanos. Los hidratos de carbono que provienen del reino vegetal son más variados y abundantes que los provenientes del reino animal, en general los azúcares simples no se encuentran en forma libre en la naturaleza, sino en forma de polisacáridos, como reserva energética (almidones) o como parte de la estructura firme del producto (fibra, celulosa, pectina, goma y hemicelulosa) en cuyo caso no se encuentran digeribles, ya que el organismo humano no puede metabolizarlos. Existe gran número de hidratos de carbono siendo los más conocidos la sacarosa, la glucosa, la fructuosa, el almidón y la celulosa, pero también hay otros que aunque se encuentran en menor proporción en productos que son de nuestro diario vivir tienen importancia por sus propiedades físicas, químicas y nutrimentales. La

estructura química de los carbohidratos determina su funcionalidad y características mismas que repercuten de diferentes maneras en los alimentos, principalmente en el sabor, viscosidad, estructura como procesados, depende del tipo de carbohidrato que contienen y las reacciones en las que intervienen.

Los monosacáridos son los monómeros o unidades básicas de hidratos de carbono más complejos, cuya unión química produce oligosacáridos o polisacáridos, los cuales a su vez, pueden estar constituidos por una o varias clases de monómeros; en caso de la leche, el azúcar contenido es la lactosa (4-O-β-D-galactopiranosil-0-glucopiranososa) un disacárido constituido por glucosa (6mg/100mL) y galactosa (2mg/100mL), unidos por un enlace glucosídico β(1-4), debido a que el carbono anómero de la glucosa está libre, este disacárido presenta las características de los azúcares reductores (ver figura 3).



**Figura 3.** La lactosa se sintetiza en la ubre a partir de la glucosa y galactosa.

Existe en los isómeros α y β por lo tanto presenta el efecto de mutrorrotación (respecto a la glucosa y fructuosa). La lactosa tiene un bajo poder edulcorante comparado con la sacarosa solo se presenta en un 15% este compuesto está contenido en un 4.7% en la leche se sintetiza en la glándulas mamarias por un sistema enzimático en el que interviene la α-lacto albúmina para segregarse en la leche.

Algunos grupos étnicos no toleran la lactosa, fundamentalmente por que el jugo intestinal de su sistema digestivo carece de la enzima lactasa (β-D-galactosidasa). Esta condición llamada intolerancia a la lactosa, produce síntomas muy desagradables como: náuseas, cólicos y diarrea que suele presentarse dos horas después de consumir un producto que la contenga.

La producción de lactasa empieza a reducirse a partir de los dos años de edad. La intolerancia a la lactosa afecta entre el 60 a 90% de la población mundial, lo que lleva a una estadística de gran impacto social, logrando así un alto desarrollo e innovación de productos lácteos tratados con esta enzima que funciona dentro del producto desdoblado la lactosa en sus dos monómeros correspondientes para facilitar su digestión.

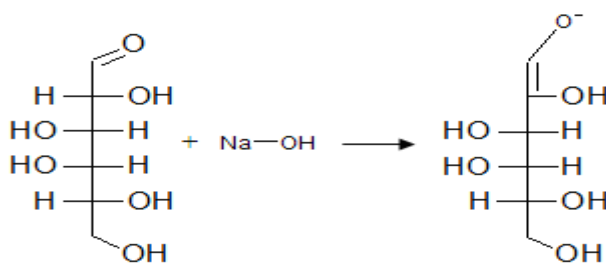
Los cerebrosidos y aminoácidos derivados de la hexosamina presentes en concentraciones bajas ejercen influencia en la estabilidad de la leche, sobre todo en tratamientos térmicos intensos como la ultrapasteurización (UHT).<sup>2, 4, 5.</sup>

### 1.2.2.1 Reacciones

Los monosacáridos tiene un grupo aldehído o una cetona y varios hidroxilos; consecuentemente, los cambios químicos a los que están sujetos se relacionan con transformaciones de estas funciones; se ven afectados por ácidos, álcalis, altas temperaturas, agentes oxidantes y reductores que provocan su isomerización, enolización, deshidratación, ciclación, oxidación, reducción, etc. Entre las reacciones más relevantes en las que participan se encuentran las que provocan oscurecimiento o emparedamiento; las reacciones de los carbohidratos se dan en presencia de álcalis y ácidos normalmente a pHs extremos, debido a que son estables entre 3 y 7.

**Álcalis:** provocan enolización o fragmentación del azúcar cuando se emplean soluciones débiles (0.05N) en caso de la leche pueden producir lactulosa, a concentraciones mas altas se pueden formar enoles en todo los carbonos del azúcar y fragmentos en los átomos produciendo formaldehído y una pentosa correspondiente.

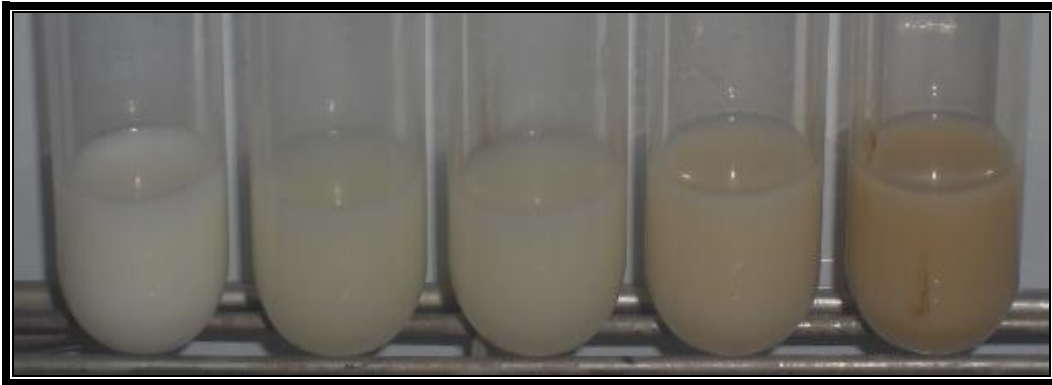
- Reacción de enolización: azúcar (galactosa) + base (hidróxido de sodio)



**Ácidos:** la isomerización de los azúcares en condiciones ácidas es muy lenta en comparación con la que se efectúa con los álcalis. En general, la leche no es tratada con sustancias ácidas por su estabilidad ya que la degrada hidrolizando proteínas y destruyendo la emulsión de la matriz dinámica característica en una separación de tres fases (acuosa o disuelta, dispersa y coloidal).

**Altas temperaturas:** las altas temperaturas aceleran considerablemente todos los cambios que sufren los monosacáridos en condiciones tanto ácidas como alcalinas, pero a pH neutro catalizan las reacciones de caramelización y oscurecimiento no enzimático. En el caso de lactosa, se observa la epimerización

de la glucosa en fructuosa con lo cual el disacárido se convierte en lactulosa, se observa que mediante este factor se sintetizan compuestos de colores que van desde un amarillo ligero hasta un café oscuro.



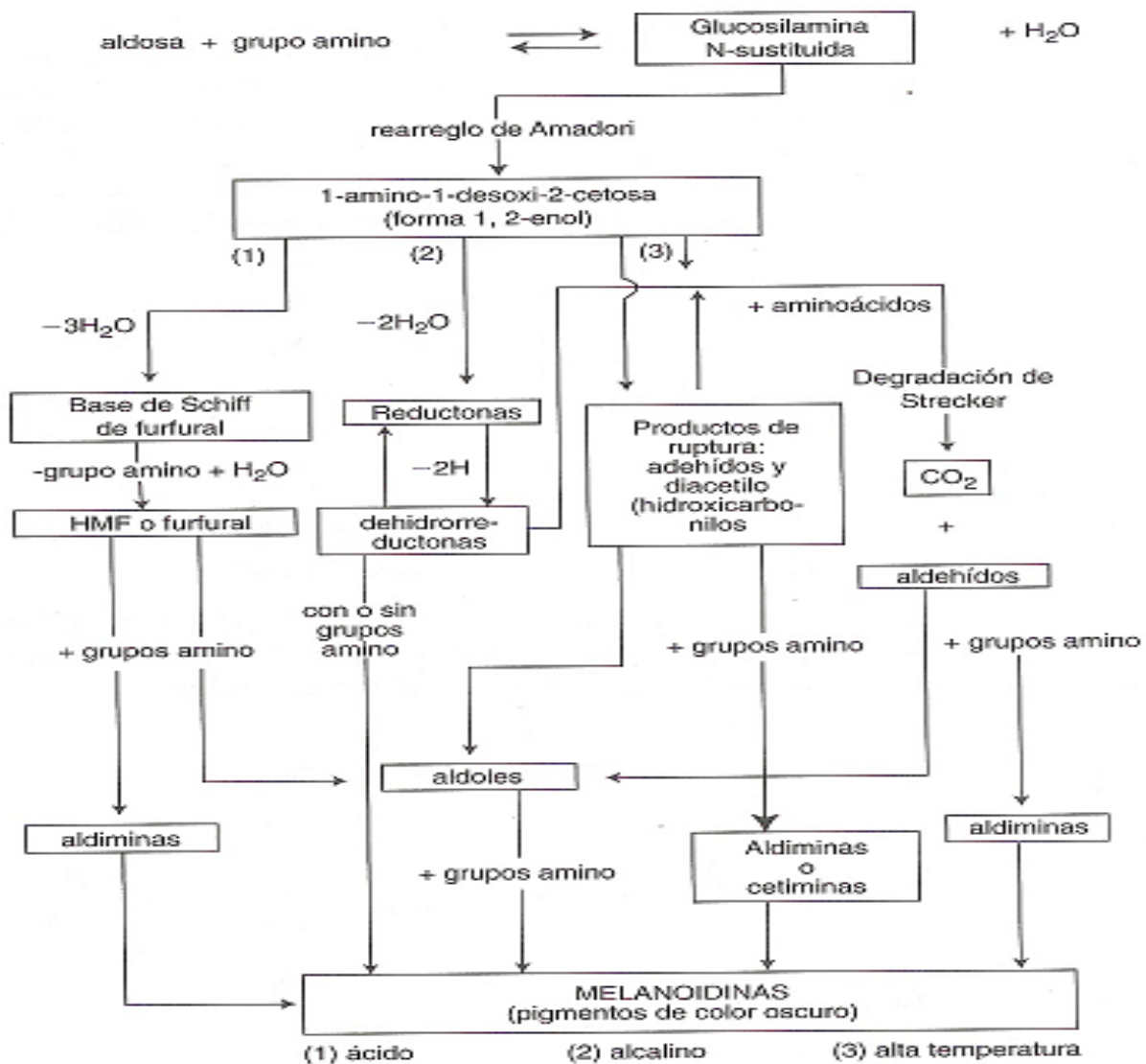
**Figura 4.** Leche deslactosada sometida a cambios bruscos de temperatura.

En términos generales y para agrupar dichos mecanismos, se han clasificado como reacciones enzimáticas y no enzimáticas en la cual solo se incluye la segunda ya que en esta se encuentra la caramelización y reacción de Maillard. Ambas reacciones son de gran complejidad y aun son temas de investigación el comportamiento de los azúcares. Estas reacciones varían considerablemente según su pH, temperatura, presencia de otras sustancias, etc. Por lo que pueden seguir varias rutas químicas, dependiendo de la composición del alimento. Estos cambios son de gran importancia ya que no solo dan lugar a un color ligeramente amarillo, que sintetizan una gama amplia de sustancias que contribuyen al sabor y aroma, además de alterar la apariencia del alimento. Tales transformaciones no son siempre dañinas; en el caso de muchos productos como café, cacao y pan son deseables, debido a que provocan el emparedamiento y aroma requeridos, mientras que en la leche alteran la calidad nutritiva cuando su temperatura es excesiva.

**Caramelización:** cuando se le somete a temperaturas elevadas en un sistema modelo la lactosa empieza a perder agua de hidratación para después entrar en diversas rutas de ciclación, repólimerización, etc. el resultado de una mezcla de azúcares anhidros, oligosacáridos, sustancias coloridas y un gran número de compuestos de bajo peso molecular que imparten olor característico.

**Reacción de Maillard:** conocida como oscurecimiento de Maillard designa un grupo muy complejo de transformaciones que traen consigo la producción de múltiples compuestos, entre ellos pueden citarse las melanoidinas coloreadas, que van desde un amarillo claro hasta un café oscuro incluso el negro y afectan el

sabor, aroma y valor nutritivo. Para que tales reacciones se lleven a cabo se requiere un azúcar reductor (cetosa o aldosa) y un grupo amino libre, proveniente de un aminoácido y una proteína.



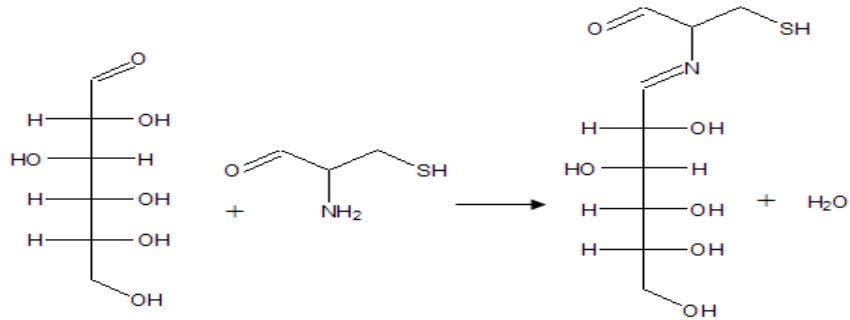
**Figura 5.** Reacciones de oscurecimiento de Maillard.

Una característica de estos compuestos es el poder antioxidante principalmente las melanoidinas, actúan básicamente como quelantes eliminadores de oxígeno, radicales, peróxido e hidroxilos. Esta reacción se ve influenciada por los siguientes parámetros:

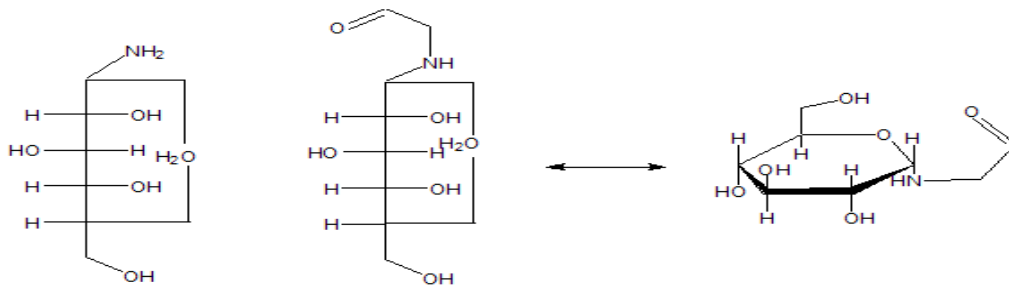
- A pH alcalino se incrementa la velocidad y alcanza su máximo a pH=10; sin embargo, existen muy pocos alimentos con pHs>7 en forma natural (como el huevo). El mecanismo se inhibe en condiciones ácidas que normalmente se encuentran en los alimentos.
- Las temperaturas altas también la aceleran.
- Actividad de agua: a cantidades bajas son más propensos los alimentos, mientras que a cantidades altas diluye los reactantes. (Ver figura influencia de a.a y pH en la estabilidad de los alimentos.)
- El tipo de aminoácido es decisivo, los de cadena larga como el triptofano, lisina, arginina e histidina son más reactivos.
- Azúcares reductores (pentosa > hexosas, aldosas > cetosas, monosacáridos > disacárido).
- Fosfatos, cobre, hierro, oxígeno y radiaciones electromagnéticas tienen alguna influencia para catalizar la reacción formando melanoidinas.
- Entre los diversos factores que influyen en la reacción de Maillard se hallan los metales; metales como el hierro tienen un efecto catalizador, por el contrario, metales como el manganeso inhiben la reacción. Al ser la reacción de Maillard muy compleja, es importante determinar cómo se desarrolla y por qué influyen los diversos factores que permite controlarla mejor.

Reacciones:

1. Condensación del azúcar (glucosa) con el grupo amino libre (cisteína):



2. A su vez la base de Schiff se cicla y genera una glucosamina que puede ser aldósamina si una aldosa, o cetósamina, si lo hace una cetosa:



Los productos lácteos son particularmente susceptibles debido a su alto contenido de lactosa y de lisina, y pueden propiciar la reacción incluso en condiciones de refrigeración. Se ha visto que en el suero de la leche la aparición de compuestos coloreados va acompañada de una reducción de la lisina disponible; el mismo hallazgo ha ocurrido en sistemas modelo de caseína-glucosa-glicerol. No es necesario que se desarrollen compuestos coloreados finales para que se pierdan aminoácidos indispensables. En los últimos años se ha despertado un gran interés por la actividad mutagénica que presentan algunas sustancias generadas por esta reacción y en la pirólisis de hidratos de carbono. Se ha visto que su concentración es paralela a la intensidad y a la producción del color, y que se sintetizan más fácil cuando la lisina esta en proporción equimolecular en presencia de ribosa, que cuando esta en presencia de glucosa en un sistema modelo a 100°C.<sup>2, 6, 7, 11.</sup>

#### **Degradación de la lactosa por el calor:**

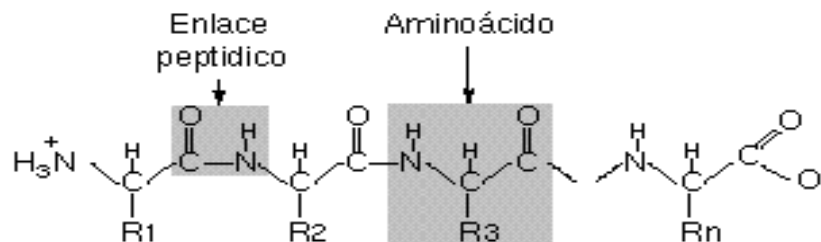
- Durante el tratamiento térmico de la leche se produce la descomposición de la lactosa.
- Un compuesto que aparece en la leche tratada por el calor es la lactulosa, que puede utilizarse como índice de calentamiento de la leche. Así el contenido en lactulosa puede diferenciar entre leches pasteurizada y esterilizada.
- La lactulosa es algo más dulce y más soluble que la lactosa; se considera que estimula el crecimiento de lactobacillus bifidus, y por lo tanto, es beneficiosa para dietas infantiles.

#### **1.2.3 Proteínas**

Las proteínas juegan papel central en los sistemas biológicos. Algunas de sus funciones: transporte, estructura, motilidad, defensa, reconocimiento, almacenamiento y funciones catalíticas (enzimas). Por otra parte, su importancia en los sistemas alimentarios no es menor, poseen propiedades nutricionales, y de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento de quien las consume. Las proteínas son de vital importancia siempre y cuando se consuman en los niveles apropiados y se combinen de manera adecuada con otros elementos de la dieta, actualmente el reto no es la disponibilidad sino la calidad requerida. Para fines prácticos es posible definir a las proteínas alimentarias como las proteínas que son fácilmente digeribles, no tóxicas, nutricionalmente adecuadas, útiles en los alimentos y disponibles en abundancia. Para la nutrición de los niños, se considera que la carne, la leche y el huevo son indispensables en su dieta por su balance de aminoácidos.

La mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en la forma de proteína

(Figura 6). Los bloques que construyen a todas las proteínas son los aminoácidos. Existen 20 aminoácidos que se encuentran comúnmente en las proteínas. El orden de los aminoácidos en una proteína, se determina por el código genético, y le otorga a la proteína una conformación única. Posteriormente, la conformación espacial de la proteína le otorga su función específica.



**Figura 6.** Estructura de las proteínas (R1, R2, etc., son los radicales específicos de cada aminoácido. El número de aminoácidos en la caseína de la leche varía de 199 a 209).

La concentración de proteína en la leche varía de 3.0 a 4.0%. El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche.

Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseína (80%) y proteínas séricas (20%). Históricamente, esta clasificación es debida al proceso de fabricación de queso, que consiste en la separación del cuajo de las proteínas séricas luego de que la leche se ha coagulado bajo la acción de la renina (una enzima digestiva colectada del estómago de los terneros).

En química se considera normalmente como proteína láctea a la suma de todas las moléculas nitrogenadas que se determinan como tales mediante el método de Kjeldahl. Este valor bruto de proteína es debido a la proteína pura total de la leche, es en promedio un 0.17% menor al contenido total de proteína. Si se diferencia la proteína bruta de la leche del contenido en nitrógeno nos encontramos con la distribución que aparece en la tabla 2.<sup>2, 4, 8.</sup>

Fracción Nitrogenada	Valor Medio (Mg N/100ml) (Rango De Variación)	Porción Del Nitrógeno Total Según Kjeldahl En % (Redondeado)
Nitrógeno De caseína	431 (349-602)	76
Nitrógeno De Proteína Del Suero	76 (67-110)	14
Nitrógeno De Proteosa Peptona	28 (17-46)	5



Nitrógeno No Proteico	31 (23-42)	5
Nitrógeno Total	566 (482-770)	100

**Tabla 2.** Fracciones de la proteína bruta de la leche según el análisis con el método de kjeldahl.

Nota: los contenidos de nitrógeno determinados con el método de kjeldahl se transforman, aplicando factores que dependen del contenido correspondiente de la proteína. Para proteína total de la leche el factor es de 6.38; para el contenido de NNP de la leche es 3.60

### 1.2.4 Enzimas

Se encuentran en baja concentración, están distribuidas en la leche tanto unidas a las miscelas de caseína o a la membrana del glóbulo graso, como en forma libre en el suero, y se sintetizan en la glándula mamaria, aunque algunas de ellas provenientes de contaminaciones microbianas. Se han identificado más de 20, entre las cuales destacan las mas indicadas en el (tabla 3), pero existen muchas mas como la aldosa, que rompe la hexosa-1,6-difosfato; las  $\alpha$  y  $\beta$ -amilasas, que hidrolizan el almidón; la sulfhidriloxidasa, que oxida los grupos sulfhidrilo de la cisteína; la colinesterasa, que hidroliza la colina; la nucleotidasa, que actúa sobre los nucleótidos; la ribonucleasa, la fosfodiesterasa, la diaforasa, la lisozima, etc.

ENZIMAS	LOCALIZACION EN LA LECHE	CARACTERISTICAS
Lipasa	90% en las miscelas y 10% en el suero.	Responsable de reacciones de rancidez, sobrevive a la pasteurización y puede reactivarse en productos esterilizados; pH optimo 8.6
Proteasas	Asociadas con las miscelas.	Resistencia al calor, actividad de endopeptidasa; pH optimo 8.8
Fosfatasa Alcalina	80% en la membrana del glóbulo de grasa y el resto en la fase acuosa.	Usada como índice de pasteurización, puede haber reactivación en productos tratados a altas temperaturas.
Catalasa	Asociada con la membrana del glóbulo de grasa, con las miscelas y con el suero.	Aumenta por los leucocitos y se usa como prueba de mastitis; pH optimo 7.0
Lactoperoxidasa	Suero	la mas resistente al calor, usada para detectar tratamientos térmicos muy fuertes; pH optimo 6.8
Xantina Oxidasa	Asociada con la membrana del glóbulo de grasa.	Degrada al flavin-adeni-dinucleotido en flavin-mononucleotido y riboflavina; tal vez esta sea la razón del alto contenido de riboflavina en la leche.

**Tabla 3.** Enzimas más importantes de la leche.

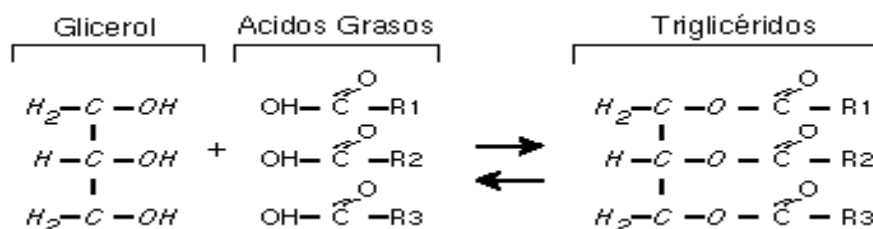
La presencia de algunas de ellas se emplea como índice de la calidad en la industria: la fosfatasa alcalina, con pH óptimo de 8 se usa para determinar la eficiencia de la pasteurización de la leche, mientras que la catalasa se utiliza para medir mastitis en las vacas. Por otra parte las proteasas, con una actividad semejante a la renina, ocasionan que la leche evaporada se coagule, ya que son termoresistentes y soportan el tratamiento de la esterilización, además que se reactivan en el tratamiento, las lipasas tienen implicaciones importantes ya que son responsables de la rancidez hidrolítica al liberar ácidos grasos de cadena corta.<sup>2, 4.</sup>

La importancia del estudio de las enzimas de la leche se debe a varias razones:

- La sensibilidad al calor de algunas de ellas se utiliza para controlar tratamientos térmicos.
- Su origen sirve como índice de contaminación microbiana.
- Su actividad bactericida puede inhibir el crecimiento microbiano.

### 1.2.5 Lípidos

Esta fracción está representada por un gran número de sustancias solubles en disolventes orgánicos, aun cuando el 96 al 98% corresponden al grupo de los triglicéridos (ver figura 7), estos se encuentran como pequeñas partículas llamadas glóbulos que en la leche cruda tienen un tamaño de 2-8  $\mu\text{m}$  con una membrana constituida por diversos lípidos, proteínas y algunas sales.



**Figura 7.** Estructura de los triglicéridos (R1, R2, R3, representan las cadenas de ácidos grasos que le otorgan a los triglicéridos sus características individuales.)

Los triglicéridos presentan un enorme diversidad de ácidos grasos, ya que mientras en la mayoría de aceites usados en los alimentos (soya, cártamo, manteca de cerdo, etc.) solo se encuentran de 8-10 de ellos, en la grasa láctea se han identificado más de 400 lo que hace que la fracción lipídica más compleja conocida hasta ahora. Contiene ácidos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, de cadenas corta, mediana y larga, con un número no de átomos de carbono hidroxilados ramificados, cíclicos, isómeros geométricos *trans* y posicionales *iso*, etc. Sin embargo, cerca al 96% del total lo forman un grupo de 14 ácidos, resaltando el mirístico, palmítico y oleico (ver tabla 4). Esta gama tan

amplia de ácidos se debe a la dieta e intensa actividad de microflora del rumen además de la síntesis celular. Si en la dieta se incluyen productos con alto contenidos de insaturados protegidos por una proteína, la leche también los contendrá, los de menos de 10 átomos de carbono son sintetizados por la microflora del rumen en una fermentación anaeróbica a partir de los polisacáridos como la celulosa.

ACIDOS GRASOS	NUMERO DE CARBONOS	PORCENTAJE EN PESO
<b>Saturados</b>		
Butírico	4	3,6
Caproico	6	2,5
Caprílico	8	1,5
Capricho	10	3,6
Láurico	12	4,8
Mirístico	14	12,4
Pentadecanoico	15	1,4
Pálmítico	16	35,7
Esteárico	18	9,1
<b>Monoinsaturados</b>		
Miristoleico	14	1,3
Palmitoleico	16	2,5
Oleico	18	15,2
<b>Poliinsaturados</b>		
Linoleico	18(2)	2,1
Linolénico	18(3)	0,7
<b>Ramificados, hidroxilados y otros</b>		3,6

**Tabla 4.** Ácidos grasos más comunes en la grasa de la leche de vaca.

Por la gran diversidad de ácidos grasos que contiene se puede deducir que si su distribución fuera al azar, al igual el número de posibles combinaciones en los triacilglicéridos sería de varios millones. En general, lo que sucede es que hay cierto orden en la localización de los ácidos en la molécula de glicerol: el butírico, caproico y caprílico se ubican preferentemente en la posición 3, mientras que el linolénico en la 2 y el esteárico en la 1, conociendo esta distribución se determinan las propiedades físicas de la grasa láctea, como su punto de fusión de 37°C y su patrón de cristalización.

### Fosfolípidos

Representan aproximadamente el 1% del total de los lípidos de la leche, esta constituido principalmente por lecitina (34%), cefalina (28%) y esfingomiolina

(30%), además de fosfatidilinositol y fosfatidilserina. En general, sus ácidos grasos presentan una cadena mayor a 14C y son constantes, ya que no varían tanto como los de los triacilglicéridos. Los saturados mas importantes son el pálmitico y el esteárico, y los insaturados, oleico y el linoleico. A pesar de su baja concentración, los fosfolípidos desempeñan un papel muy relevante pues cumplen varias funciones biológicas y además afectan la estabilidad de la leche; actúan como emulsionantes naturales de los glóbulos de grasa y los estabilizan, y por ser ricos en ácidos insaturados se oxidan fácilmente. Cuando la leche no se homogeniza, la oxidación se inicia precisamente en los fosfolípidos de la membrana del glóbulo.<sup>4, 12, 13.</sup>

La grasa láctea contiene pequeñas cantidades de otros lípidos como el colesterol (150mg/L) y en menor grado lanosterol, también se ha encontrado el dihidrolanosterol y el B-sitosterol.<sup>2.</sup>

### **1.2.6 Vitaminas**

La leche fresca recién ordeñada contiene la mayoría de las vitaminas, aun cuando algunas de ellas están en concentraciones muy bajas insuficientes para satisfacer las necesidades diarias del hombre. Los diversos tratamientos a los que se somete inducen fuertes pérdidas de las vitaminas más termosensibles, principalmente las hidrosolubles (tabla 5). Las vitaminas liposolubles A, D, E Y K se encuentran interaccionando con los glóbulos de grasa, principalmente en la membrana; la primera se presenta en mucho mayor proporción que las otras tres.

El contenido vitamínico en la leche depende de la dieta de la vaca. Por su parte, en el suero se localizan las hidrosolubles tales como riboflavina, B6, B12, C, biotina, niacina, tiamina, folatos y ácido pantoténico; sus concentraciones no son dependientes en este caso de la dieta de la vaca permaneciendo más o menos constantes. A pesar de que la niacina se encuentra en baja concentración, la leche es una buena fuente de esta vitamina por su alto contenido de triptofano, precursor de esta en el cuerpo humano.

La microflora intestinal de la vaca sintetiza varias vitaminas del grupo B y la K, y una alta proporción se absorbe a través de la pared intestinal y luego se incorpora a la leche. Cabe indicar que la leche es un buen alimento que se presta para ser enriquecido con vitamina D, practica que es común en muchos países nórdicos que cuentan con pocos días soleados al año.

VITAMINAS	L. CRUDA	L. PASTEURIZADA	L. UHT
A, d	35	35	35
D, UI	3	3	3
E, µg	80	80	80
Tiamina, µg	45	40	40
riboflavina, µg	150	150	150
Acido pantotenico, µg	350	350	350
Niacina, µg	85	85	85
Biotina, µg	1.5	1.5	1.5
B6, µg	40	<b>36</b>	<b>36</b>
B12, µg	0.30	<b>0.25</b>	<b>0.24</b>
C, µg	2,000	<b>1,700</b>	<b>1,700</b>

**Tabla 5.** Composición vitamínica de la leche por 100g. **d:** equivalente de retinol: 1 microgramo retinol o 6 microgramo de B-caroteno.

La vitamina C y la riboflavina son termosensibles, y las altas temperaturas las dañan tanto a ellas como a la tiamina, mientras que el oxígeno afecta al ácido fólico, la vitamina A y en menor grado la B6, son sensibles a la luz fluorescente, los daños ocasionados por los efectos de la luz se han minimizado al reemplazar al vidrio por empaques de cartón. En la leche descremada se añaden vitaminas A, D y E ya que se pierden al quitar la grasa. Las hidrosolubles se van con el suero en la fabricación de quesos.<sup>4</sup>

### **Los mecanismos por los cuales se destruyen las vitaminas son los siguientes:**

Contaminaciones microbianas, actividades enzimáticas, reacciones químicas; para evitar estos cambios y conservarlos por largo tiempo, se someten a unos de los procesos, o a una combinación de ellos basados en altas temperaturas (pasteurización-esterilización), en bajas temperaturas (refrigeración-congelación).<sup>2</sup>

#### **1.2.7 Sales y Nutrientos (Oligoelementos)**

La leche contiene varias sales, de las que se destacan los citratos, cloruros, bicarbonatos y fosfatos de calcio, magnesio, sodio, potasio, los cuales se encuentran en solución o formando parte del sistema coloidal de las caseínas (Tabla 6). Las sales desempeñan un papel muy importante en la estabilidad térmica de todos los productos lácteos, de tal manera que si se añade calcio y/o magnesio el sistema proteínico se desestabiliza; el efecto contrario lo producen los citratos y los fosfatos principio que se usa para ajustar el balance de sales en la leche evaporada. Además de los componentes estudiados hasta ahora, la leche puede contener gran cantidad de elementos minerales en concentraciones traza como: aluminio, boro, bromo, cobre, yodo, magnesio, manganeso, cromo, níquel, zinc, arsénico, cobalto y plomo. Otro mineral de interés en la leche es el hierro se

encuentra a bajas concentraciones en la leche por lo que no satisface las necesidades del lactante, siendo por tanto esencial para crecimiento de muchas bacterias.

MINERALES	mg/100 mL	MINERALES	mg/100 mL
Potasio	138	Sodio	58
Calcio	125	Azufre	30
Cloruro	103	Magnesio	12
Fósforo	96	Minerales trazas (2)	<0,1

**Tabla 6.** Concentraciones minerales (mg/mL).

Dado que las vacas que padecen mastitis segregan leches con un alto contenido de cloruros su concentración se ha utilizado como un índice para medir la sanidad de los animales.

Nota: algunos pueden considerarse como inherentes a la leche y otros procedentes de contaminación (plomo, cadmio, mercurio).<sup>14</sup>

### 1.3 Componentes que Influencian la Calidad de Leche

#### Células en la leche

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 inflamación. Cuando las células se encuentran presentes en cantidades mayores de medio millón por mililitro, existe una razón para sospechar de mastitis.

#### Componentes indeseables en la leche

La leche y sus subproductos son alimentos perecederos. Altos estándares de calidad a lo largo de todo el procesado de la leche son necesarios para alcanzar o mantener la confianza del consumidor, y para hacer que ellos decidan comprar productos lácteos. La leche que deja la finca debe de ser de la más alta calidad nutricional-inalterada y sin contaminar. Se Presenta aquí una lista parcial de las sustancias indeseables más comunes que se encuentran en la leche:

- Agua adicional
- Detergentes y desinfectantes
- Antibióticos
- Pesticidas o insecticidas

- Bacterias
- Metales

La vigilancia de los productores es fundamental para hacer cumplir las instrucciones de forma que se evite el uso de productos químicos, que exista un buen ordeño regido por planes de limpieza y adecuado almacenamiento de herramientas y demás implementos.<sup>5</sup>

#### 1.4 Parámetros Fisicoquímicos

La leche, al igual que todos sus derivados presenta propiedades particulares que son reflejo de su composición y de las interacciones entre sus constituyentes. Para esto se han determinado parámetros nacionales e internacionales que rigen a la agroindustria; para control y verificación de la calidad de la leche, regidos bajo la norma NTC 2473 de 1987 (Tabla 7) y en la actualidad tenemos el decreto 616 del 2006 estudiado por el ministerio de protección social (Tabla 8), en el que involucran muestreo de cada región del país; información brindada por las diferentes industrias lecheras como INDUCOLSA. S.A.<sup>1, 15.</sup>

Parámetros/ Unidad	Leche Cruda	
	Mínimo	Máximo
Grasa % m/v mínimo	3.00	
Extracto seco total % m/m mínimo	11.30	
Extracto seco desengrasado % m/m mínimo	8.30	
Índice lactométrico	8.40	
Índice de refracción	N 1.3420	
	Mínimo	Máximo
Densidad	1.0300	1.0330
Acidez expresado como: (ácido láctico % m/v y/o °SH)	0.14 - 5.6	0.19 - 7.6
Índice °C crioscópico	550 (-0.550)	530 (-0.530)

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos NTC 2483 de 1987.

Parámetros/ Unidad	Leche Cruda	
	Mínimo	Máximo
Grasa % m/v mínimo	3.00	
Extracto seco total % m/m mínimo	11.30	
Extracto seco desengrasado % m/m mínimo	8.30	
Índice lactométrico	8.40	
	Mínimo	Máximo
Densidad g/ml	1.0300	1.0330
* Acidez expresado como: (ácido láctico % m/v y/o °SH)	0.13 - 5.2	0.17 - 6.8
Índice crioscópico	550 (-0.550 °C)	510 (-0.510°C)

**Tabla 8.** Parámetros fisicoquímicos artículo 16 del decreto 616 del 2006 (Ministerio de protección social).

\* ver anexo 10. “Tabla para realizar la conversión de porcentaje de ácido láctico a grados Soxhlet Henkel (°SH).”

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Generar apoyo en el laboratorio de análisis fisicoquímico mediante estudio de la variabilidad en las propiedades fisicoquímicas y verificación de las técnicas de análisis cualitativo, realizadas a la leche cruda en la Industria Colombiana de Alimentos S.A.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Establecer los parámetros de análisis fisicoquímico como: acidez, grasa, proteína, densidad, crioscopia, sólidos totales, pH, presencia de adulterantes, presencia de enzimas, calidad higiénica y organoléptico de la materia prima de los productos lácteos que deben presentar según decreto, norma y resolución nacional.
- Determinar la sensibilidad de las pruebas de análisis cualitativo, por medio de adición de los respectivos adulterantes en concentraciones conocidas, según respuestas de reacción (coloración o precipitado), utilizadas como control de calidad de leche cruda, realizadas actualmente en el laboratorio fisicoquímico de la empresa.



- Generar el requisito documental (informes mensuales) de los resultados obtenidos en los ensayos y ajustar las condiciones de las mismas en los protocolos, si es conveniente según costos/efectividad.
- Estudiar la variabilidad presentada en las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda como materia prima principal de los productos lácteos, involucrando en el muestreo los proveedores de la región (Cerrito-Jamundí, Darién, Popayán, Santander, Robles y Dorado).
- Aportar parámetros estadísticos (promedio, desviación estándar, mínimos y máximos) que permitan clasificar adecuadamente los distintos tipos de leche cruda, según muestreo anterior y consolidarlo en un informe semestral.

### **2.2.1 Objetivos con INDUCOLSA S.A**

- Realizar análisis fisicoquímicos según NTC 2437/83 como: % de grasa, % de proteína, % de acidez, índice de crioscopia, densidad, sólidos no grasos y totales, medición de la calidad higiénica de la leche (reductasa), estabilidad de proteínas, adulterantes (antibióticos, almidones, sacarosa, neutralizantes, cloruros, hipocloritos y cloraminas, formaldehído, peróxido, fosfatasa y peroxidasa) finalmente análisis organoléptico (olor, color textura y sabor), volumen real y temperatura a muestras de leches frescas, pasteurizadas y ultrapasteurizadas (UHT) para Entera, Light y Deslactosada.
- Realizar análisis fisicoquímicos a derivados lácteos (Avena y Leches Saborizadas de vainilla, chocolate y fresa) como: viscosidad, % de grasa, °brix, densidad, sólidos no grasos y totales, pH y organoléptico.
- Realizar análisis fisicoquímicos de bebidas refrescantes TAMPICO (Mora, Citrus Punch, Island y Tropical) como: acidez, % de ácido cítrico, °Brix, volumen real, concentración de ácido ascórbico y análisis organoléptico.
- Realizar control de sellado al material de empaque (cartón laminado) Tetra-Pak como adherencia de cinta, conductividad, formación, posición de tira, zona de calor para sellado longitudinal y transversal, solapa, Pull Tab y tinta.
- Determinar concentración a las soluciones ácidas y básicas de lavado en los tanques.

- Implementación del plan de limpieza y desinfección para laboratorio mediante la aplicación de la norma NTC-ISO/IEC 17025 como apoyo al departamento de buenas practicas de manufactura (BPM).

### 3. PARTE EXPERIMENTAL

#### 3.1 Análisis fisicoquímico general

Una vez en el laboratorio se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos y se determinaron los siguientes parámetros basados en la resolución numero 01804 de 1989 del Ministerio de Salud y decreto 2437/83; NTC para análisis fisicoquímico de leches y productos lácteos. Cada ensayo se realizó por triplicado, todas las muestras a determinar se acondicionaron (agitación y leve calentamiento en baño María a 30°C) hasta obtener una suspensión homogénea, luego la suspensión se enfría a 20°C y se analiza determinando las siguientes variables:

- **pH**

Se mide el pH con pH-metro Mettler Toledo 340.

- **Acidez**

Se determina mediante titulación potenciométrica con una solución de hidróxido de sodio hasta obtener un pH estable de 8.3 y se realiza comparación con titulación utilizando indicador se indica como grados Soxlet Henkel.

- **Proteína**

Se determina mediante el equipo Milkoscan Foss Electric S50.

- **Grasa**

Se determina a través del método Gerber Van-Gulk, que consiste en disolver la muestra en ácido sulfúrico y separar la grasa por centrifugación en butirómetros graduados de 7 a 0 % y comparación mediante el equipo Milkoscan Foss Electric.

- **Índice crioscópico**

Se determina punto de congelación mediante equipo Crioscópio F. A. con volúmenes exactos de la muestra.

Nota: los valores aportados por el crioscópio se deben multiplicar por  $-1 \times 10^{-3}$  y reportar en unidades de temperatura (grados Celsius.)

- **Densidad**

Se determina mediante uso de lactodensímetro 15/15°C.

- **Sólidos No Grasos (S.N.G)**

Aplicación de la formula de Richmond.

$$\text{S.N.G} = (D-1) \times 250 + (\% \text{ de grasa} \times 0.2) + 0.14$$

D: densidad

- **Sólidos Totales (S.T)**

Aplicación de la formula de Richmond.

$$\text{S.T} = \text{S.N.G} + \% \text{ de grasa}$$

- **Estabilidad de proteínas**

Se determina mediante reacción con alcohol y otro método reacción con fosfato monopotásico utilizando el reactivo de Ramsdell en diferentes proporciones.

- **Presencia de Fosfatasa**

Se mezcla la muestra con una solución tampón de carbonato/bicarbonato de sodio hasta obtener una papilla, se centrifuga y el sobrenadante es adicionado a tubos que contienen P-nitrofenil-ortifosfato disódico y se incuba por 2 horas. La presencia de coloración amarilla indica existencia de la enzima, la intensidad del color varía de acuerdo a la cantidad de fosfatasa en la muestra.

- **Presencia de Peroxidasa**

Se determina la presencia de un anillo coloreado mediante reacción de guayacol y peróxido con la muestra.

- **Reductasa**

Se determina mediante el uso del azul de metileno reactivo que presenta cambio de coloración de la forma oxidada a la reducida.

- **Adulterantes**

1. **Almidón:** mediante la reacción de yodo-yoduro de potasio, se evidencia coloración azul.
2. **Neutralizantes:**
  - Reacción de rojo de fenol, se evidencia coloración fucsia.
  - Reacción con solución de oxalato de potasio, se evidencia anillo rosa.
3. **Cloruros:** mediante reacción con nitrato de plata y cromato de potasio, se evidencia coloración amarilla.
4. **Sacarosa:** mediante reacción con bilis de buey y ácido clorhídrico, se evidencia coloración fucsia.
5. **Hipoclorito y cloraminas:** mediante reacción con yoduro de potasio, ácido clorhídrico y almidón, se evidencia cambio de coloración violeta.
6. **Formaldehído:** mediante reacción con cloruro férrico y ácido sulfúrico, se evidencia cambio de coloración violeta.
7. **Peróxido:** identificación con tiras analíticas MERCK L.D=0.5 a 25ppm.
8. **Antibióticos:** Se determina mediante el uso de kit (SNAP L.D=.0.5ppb, AT-K HANSEN, BETA-STAR y CHARM L.D=10ppb).

Nota: Ver anexos 1 al 10. Fotos de resultados de análisis cualitativo.

- **Prueba del lactofermentador**

Indica las propiedades fermentativas de la leche de fabricación. Estas comprende todos los factores que afectan el desarrollo bacteriano, tales como se presentan en la leche antes de su transformación. Para proporcionar los resultados se debe observar que modificaciones ha sufrido la muestra después de las 12 horas. Las muestras no deben ser agitadas, después del segundo control a las 24 horas, se pueden encontrar los siguientes tipos de fermentación<sup>26</sup>:

- Tipo líquido: (diferencias casi imperceptible)
  - 1<sup>er</sup> grado: leche totalmente líquida.
  - 2<sup>do</sup> grado: ligera coagulación.
  - 3<sup>er</sup> grado: el inicio de la coagulación es netamente perceptible.
- Tipo gelatinoso:
  - 1<sup>er</sup> grado: coagulación de la leche homogénea.
  - 2<sup>do</sup> grado: coagulación completa con algunas bolas de gas.
  - 3<sup>er</sup> grado: coagulación completa con mayores bolas de gas, ranuras en la cuajada y grietas.
- Tipo caseoso:
  - 1<sup>er</sup> grado: retracción pareja de cuajada con exudación de suero.

- Tipo hinchazón:
  - 1<sup>er</sup> grado: burbujas en la capa de gas.
  - 2<sup>do</sup> grado: la cuajada es empujada hacia arriba.
  - 3<sup>er</sup> grado: toda la cuajada esta hinchada.

### 3.2 Reactivos

Los reactivos se obtuvieron comercialmente de las firmas MERCK, CHARM y MOL LABS grado analítico, usados directamente y algunos en dilución ( mediante intervención del área de metrología de la empresa) estos son: Hidróxido de sodio, Acido sulfúrico concentrado, Fenolftaleina, Nitrato de plata, Cromato de potasio, Cloruro férrico, Yoduro de potasio, Bilis de buey, Yodo-yoduro de potasio, Oxalato de potasio, Acido clorhídrico, Carbonato de potasio, Peróxido de hidrogeno, Fosfato monopotásico, Alcohol etílico, Rojo de fenol, Alcohol amílico, P-nitrofenil-ortifosfato disódico, Azul de metileno, Guayacol

### 3.3 Equipos

Para la realización de los análisis fisicoquímicos fueron utilizados los siguientes equipos:

- MILKOSCAN 550 ELECTRIC
- CRIOSCOPIO FISKE ASOCIATED
- INCUBADORA MEMMERT 50°C
- INCUBADORA IMPERIAL 37°C
- BALANZA METTLER TOLEDO
- CENTRIFUGA GERBER
- pH-METER 340 METTLER TOLEDO
- REFRACTOMETRO
- ESTUFA HACEB
- VISCOSIMETRO BROOKFIELD DV-E
- CAMPANA DE EXTRACCION
- INCUBADORA ATK 64.5
- INCUBADORA SNAP
- INCUBADORA CHARM

### 3.4 Verificación de las Técnicas de Análisis Cualitativo.

Se realizaron pruebas de análisis cualitativo en muestras de leche fresca de la región (Cerrito-Jamundí, Darién, Popayán, Santander, Robles y Dorado) y la planta (Pupiales, Cumbal, Pasto, Puerto Boyacá, Pereira y Corozal). Para esto se procedió a revisión bibliográfica de fichas técnicas donde se encontraron algunos valores de sensibilidad de las pruebas de adulterantes, luego se comprobaron

estos datos de sensibilidad reportados en la norma realizando las reacciones pertinentes, mediante adición de concentraciones conocidas del agente a reaccionar; enseguida se relaciona la influencia que presentaba dicha alteración con los demás parámetros fisicoquímicos. Para los datos de sensibilidad desconocidos se realiza el mismo procedimiento (adición de concentraciones conocidas) por tanteo y error.

**Primera fase: prueba de almidones.**

Sensibilidad teórica: 0.01% (g/100mL de leche)

Muestra de leche: Popayán, Pupiales y Pasto.

Cantidad de almidón (g/100mL de leche)	resultado de reacción
0	Negt
0,005	post/negt
0,009	Post
0,01	Post
0,02	Post

**Tabla 9.** Sensibilidad experimental de la prueba de almidones.

Cantidad de almidón (g/100mL de leche)	Ph	Acidez °SH	Grasa %	Proteína %	Índice de Crioscopia °C	Densidad g/mL
0.004	6.78	6.2	3.45	3.26	-0.535	1.0308
0.01	6.78	6.2	3.45	3.26	-0.536	1.0308
0.02	6.78	6.2	3.45	3.26	-0.536	1.0308
0.03	6.78	6.2	3.45	3.26	-0.537	1.0308
0.04	6.78	6.2	3.45	3.26	-0.539	1.0308

**Tabla 10.** Relación de adulterante (almidón) con parámetros fisicoquímicos en muestra de Leche Cruda.

**Segunda fase: prueba de azúcares.**

Sensibilidad teórica: 0.2% (g/100mL de leche)

Muestra de leche: Dorado, Cumbal, Santander.

Cantidad de azúcar (g/100mL de leche)	resultado de reacción
0	Negt
0,01	Negt
0,015	post/negt
0,017	Post

0,02	Post
------	------

**Tabla 11.** Sensibilidad experimental de la prueba de azúcar.

Cantidad de azúcar (g/100mL de leche)	Índice de crioscopia	RESULTADO DE LA PRUEBA						
		Tiempo (1min)	Tiempo (2min)	Tiempo (3min)	Tiempo (4min)	Tiempo (5min)	Tiempo (6min)	Tiempo (7min)
0	-0.538	Negt	negt	negt	negt	negt	negt	negt/post
0.01	-0.538	Negt	negt	negt	negt	negt	negt/post	Post
0.015	-0.540	Negt	negt	negt	negt	negt/post	post	Post
0.02	-0.541	Negt	negt	negt	negt/post	Post	post	Post
0.05	-0.544	negt/post	post	post	Post	Post	post	Post

**Tabla 12.** Comportamiento de adulterante (azúcar) en muestra de Leche Cruda a través del tiempo. Nota: en el minuto 6 y 7 después de calentamiento se observa comportamiento de reacción.

**Tercera fase: prueba de formol.**

Sensibilidad teórica: 10ppm

Muestra de leche: Dorado, Cumbal, Santander.

Cantidad de formol (mL/L de leche)	Resultado de reacción
0	Negt
0.05	negt/post
0.085	Post
0.1	Post

**Tabla 13.** Sensibilidad experimental de la prueba de formol.

Cantidad de formol (mL/L de leche)	pH	Acidez °SH	Grasa %	Proteína %	Índice de Crioscopia °C	Densidad g/mL
------------------------------------	----	------------	---------	------------	-------------------------	---------------

0	6.72	6.1	3.39	3.30	-0.534	1.0312
0.05	6.72	6.1	3.39	3.30	-0.534	1.0312
0.1	6.72	6.1	3.39	3.30	-0.534	1.0312
0.15	6.72	6.1	3.39	3.32	-0.534	1.0312
0.2	6.72	6.1	3.40	3.32	-0.534	1.0312

**Tabla 14.** Relación de adulterante (formol) con parámetros fisicoquímicos en muestra de Leche Cruda.

**Cuarta fase: prueba de hipoclorito.**

Sensibilidad teórica: 1ppm

Muestra de leche: Cerrito, Pasto y Darien.

Cantidad de hipoclorito (mg/L de leche)	Resultado de reacción
0	negt
0.3	negt
0.5	negt
1	negt/post
1.5	post

**Tabla 15** Sensibilidad experimental de la prueba de hipoclorito.

Cantidad de hipoclorito (mg/L de leche)	pH	Acidez °SH	Grasa %	Proteína %	Índice de Crioscopia °C	Prueba de alcohol
0	6.79	5.8	3.42	3.31	-0.539	78% negt
0.3	6.77	6.0	3.42	3.31	-0.539	75% negt
0.5	6.74	6.1	3.42	3.31	-0.540	75% post
1	6.71	6.3	3.42	3.31	-0.541	75% post
1.5	6.66	6.4	3.42	3.31	-0.543	75% post

**Tabla 16.** Relación de adulterante (hipoclorito) con parámetros fisicoquímicos en muestra de Leche Cruda.

**Quinta fase: prueba de cloruros.**

Valor permitido: 2g/L

Muestra de leche: Dorado, Pupiales y Robles.

Cantidad de cloruros (g/L de leche)	Resultado de reacción
0	Negt
0.03	Negt/post
0.5	Post
1	Post

**Tabla 17.** Sensibilidad experimental de la prueba de cloruros.



Cantidad de cloruros (g/L de leche)	pH	Acidez °SH	Grasa %	Proteína %	Índice de Crioscopia °C	Densidad g/mL
0	6.75	6.3	3.40	3.32	-0.534	1.0306
0.5	6.74	6.4	3.40	3.32	-0.540	1.0306
1	6.71	6.4	3.40	3.32	-0.552	1.0306
2	6.70	6.6	3.40	3.32	-0.558	1.0306
4	6.68	6.7	3.40	3.32	-0.564	1.0308

**Tabla 18.** Relación de adulterante (cloruros) con parámetros fisicoquímicos en muestra de Leche Cruda.

**Sexta fase: prueba de neutralizantes.**

Sensibilidad: No reportada.

Muestra de leche: Darien, Pasto y Santander.

PRUEBA NaHCO <sub>3</sub> (g/100 mL de leche)	ROJO DE FENOL	OXALATO DE POTASIO. T=20° C	OXALATO DE POTASIO T= 80° C
0.0	negt	negt	negt
0.05	negt	negt	Negt/post
0.06	negt/post	negt	post
0.07	Post	negt	post
0.9	Post	negt/post	post
0.120	Post	Post	post

**Tabla 19.** Sensibilidad experimental de la prueba de neutralizantes utilizando bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>).

Cantidad de NaHCO <sub>3</sub> (g/100mL de leche)	pH	Acidez °SH	Grasa %	Proteína %	Índice de Crioscopia °C	Densidad g/mL
0.0	6.70	6.6	3.45	3.38	-0.534	1.0310
0.025	6.81	6.3	3.45	3.38	-0.545	1.0310
0.05	6.89	6.1	3.45	3.38	-0.564	1.0312
0.1	7.02	5.6	3.45	3.38	-0.575	1.0314

0.2	7.11	5.3	3.45	3.38	-0.590	1.0314
-----	------	-----	------	------	--------	--------

**Tabla 20.** Relación de adulterante (neutralizante) con parámetros fisicoquímicos en muestra de Leche Cruda.

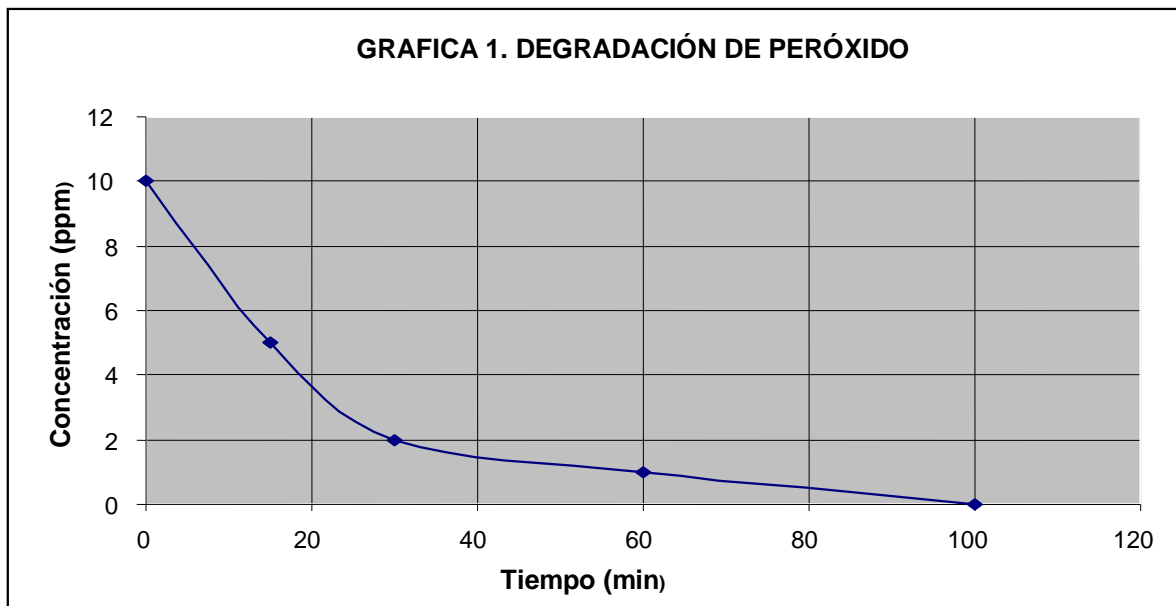
**Séptimo fase: prueba de peróxido.**

Sensibilidad: 0.5 a 25ppm se reporta en escala colorimétrica de tiras analíticas.

Se realizaron pruebas de degradación en muestras de leche donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tiempo (min)	Concentración (ppm) de peróxido en muestra de leche
0	10
15	5
30	2
60	0.5
100	0

**Tabla 21** Degradación de peróxido contenido en leche cruda



**Octava fase: prueba de fosfatasa y peroxidasa.**

Comportamiento de pruebas: Peroxidasa y Fosfatasa en muestras de leche cruda cuando hay presencia de adulterantes en todos los casos la reacción se observa en el primer minuto efectuada la prueba.

ADULTERANTES	PEROXIDASA	FOSFATASA
<b>Almidones</b>	No presenta cambios significativos	Opacamiento en la coloración
<b>Azúcares</b>	No presenta cambios significativos	Opacamiento en la coloración
<b>Formol</b>	Pierde intensidad en la coloración	Opacamiento en la coloración
<b>Hipoclorito</b>	Pierde intensidad en la coloración	Pierde intensidad en la coloración
<b>Cloruros</b>	No presenta cambios significativos	Opacamiento en la coloración
<b>Neutralizantes</b>	Pierde intensidad en la coloración	Pierde intensidad en la coloración
<b>Peróxido</b>	Reacciona en el 1 <sup>er</sup> paso de la prueba	Pierde intensidad en la coloración

Tabla 22. Comportamiento de peroxidasa y fosfatasa en muestras de leche cruda adulteradas.

### **Novena fase: prueba de Reductasa**

Se tomaron los valores promedio de muestras de la región con pruebas acondicionadas mediante los distintos adulterantes en concentraciones equivalentes a su límite de detección (ver tabla 22).

ADULTERANTES	DURACION (Horas)	TEXTURA
Sin Adulterantes	5	Normal
Almidones, azúcares y cloruros	5	Normal
Antibiótico	9	Normal
Formol	7	Normal
Hipoclorito	10	presencia de anillo rosa parte superior
Neutralizantes	6	Normal
Peróxido	11	presencia de anillo rosa parte superior

Tabla 23. Comportamiento de calidad higiénica de leche cruda adulterada.

### **Décima fase: Prueba de Durabilidad**

Se realizó seguimiento de las diferentes variables fisicoquímicas en muestra de leche provenientes de cumbal en condiciones de temperatura y tiempo específicas.

VARIABLE	tiempo (horas), T: 22.8°C				
	1h	2h	3h	4h	5h
<b>Grasa %</b>	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62
<b>Proteína %</b>	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
<b>Acidez °SH</b>	6.3	6.5	6.9	7.4	8.4
<b>pH</b>	6.77	6.72	6.64	6.61	6.56
<b>Alcohol</b>	78% negt	75% negt	75% post	75% post	75% post

<b>Densidad (g/mL)</b>	1.0314	1.0314	1.0314	1.0314	1.0314
<b>S.N.G</b>	7.80	7.84	7.87	7.88	7.96
<b>I.C</b>	538	539	542	545	547

**Tabla 24.** Durabilidad de leche cruda a temperatura ambiente.

<b>VARIABLE</b>	<b>tiempo (horas), T: 8.0°C</b>				
	<b>1h</b>	<b>2h</b>	<b>3h</b>	<b>4h</b>	<b>5h</b>
<b>Grasa %</b>	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62
<b>Proteína %</b>	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
<b>Acidez °SH</b>	5.8	5.8	5.9	6.1	6.3
<b>Ph</b>	6.79	6.77	6.74	6.73	6.71
<b>Alcohol</b>	78% negt	78% negt	78% negt	75% negt	75% negt
<b>Densidad (g/MI)</b>	1.0314	1.0314	1.0314	1.0314	1.0314
<b>S.N.G</b>	7.83	7.84	7.86	7.88	7.89
<b>I.C</b>	541	541	542	544	545

**Tabla 25.** Durabilidad de leche cruda sometida a refrigeración.

**Décima primera fase: Prueba del Lactofermentador**

Se tomaron muestras de leche cruda (40 mL) en tubos de ensayo estériles, se incubaron a 38°C durante 2 días, esto se realizó a todos los proveedores de la planta procesadora. Se efectuó controles cada 12 horas y se tomó nota de los cambios presentados descritos a continuación:

<b>PROVEEDOR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
	<b>12 horas</b>	<b>24 horas</b>	<b>48 horas</b>
<b>Dorado</b>	No presenta cambios significativos.	No presenta cambios significativos.	Se observa separación de la crema y cuerpo líquido Presenta aspecto <i>gelatinoso</i> <b>1<sup>er</sup> grado. R: 8 horas.</b>
<b>Robles</b>	Cambios significativos, completa coagulación con mayores bolas de gas y ranuras en cuajada.	Se intensifican las características antes mencionadas.	Presenta aspecto caseoso <b>1<sup>er</sup> grado. R: 2 horas</b>
<b>Corcovao</b>	Pequeñas bolas de gas en la crema superior.	Cambios apreciables, presenta suero en la interfase de cuajada y crema, cuajada con ranuras.	Presenta aspecto <i>gelatinoso</i> <b>3<sup>er</sup> grado. R: 4 horas.</b>
<b>Santander</b>	Cambios significativos, con mayores bolas de	Separación de la cuajada; suero en la	Presenta aspecto <i>gelatinoso</i> <b>3<sup>er</sup> grado. R: 1 hora.</b>

	gas y sin ranuras en cuajada.	interfase, ranuras y huecos en la cuajada.	
<b>Pupiales</b>	Presenta ranuras características en la parte inferior con presencia de burbujas.	Conserva características anteriores.	Características anteriores se intensifican, Presenta aspecto <i>gelatinoso 2<sup>do</sup> grado. R: 3 horas.</i>

Nota: ver anexo 1. Fotos de pruebas de lactofermentador con muestras tipo líquido, gelatinoso, caseoso e hinchazón.

PROVEEDOR	OBSERVACIONES		
	12 horas	24 horas	48 horas
<b>Robles</b>	Presenta ranuras características en la parte inferior con presencia de burbujas.	Conserva características anteriores de forma intensa.	Presenta aspecto <i>gelatinoso 2<sup>do</sup> grado. R: 3 horas.</i>
<b>Jamundí</b>	No presenta cambios apreciables.	Ligera coagulación.	Presenta aspecto <i>líquido 1<sup>er</sup> grado. R: 5 horas.</i>
<b>Cumbal</b>	No presenta cambios apreciables.	No presenta cambios apreciables.	Presenta aspecto <i>líquido 1<sup>er</sup> grado. R: 6 horas.</i>
<b>Darien</b>	Presenta burbujas en la parte superior, ligera coagulación.	Separación clara de la cuajada hacia la parte superior y suero en la parte inferior del tubo	Presenta aspecto <i>hinchazón 2<sup>do</sup> grado. R: 1 hora.</i>
<b>Corozal</b>	Presenta burbujas distribuidas por todo el tubo, en el centro se aprecian ranuras en la interfase del líquido y la crema	Conserva características anteriores de forma intensa.	Presenta aspecto <i>gelatinoso 2<sup>do</sup> grado. R: 2 horas.</i>
<b>Pereira</b>	Pequeñas bolas de gas en la crema superior.	Cambios apreciables, presenta suero en la interfase de cuajada y crema, cuajada con ranuras. Ligeras.	Presenta aspecto <i>hinchazón 1<sup>er</sup> grado. R: 4 horas.</i>
<b>Popayán</b>	No presenta cambios significativos.	No presenta cambios significativos.	Se observa separación de la crema y cuerpo líquido Presenta aspecto <i>gelatinoso 1<sup>er</sup> grado. R: 9 horas.</i>

En la prueba de lactofermentador cuando la leche tiene antibióticos se presenta aspecto *líquido 1<sup>er</sup> grado* después de las 24 horas de incubación con una alta duración en su reductasa (R: 11 horas).

### 3.5 Variabilidad de las Propiedades Físicoquímicas en la Leche Cruda.

Se determina el comportamiento de las variables físicoquímicas (acidez, proteína, grasa, índice crioscópico, densidad y tiempo de reductasa) de los proveedores de

materia prima de la región por fincas, mediante un muestreo realizado semanalmente consolidado en informes mensuales y finalmente en uno semestral que se presentará a continuación de forma esquemática (tablas y gráficos).

Los resultados fueron controlados estadísticamente como variables continuas y no continuas exhibiendo valores de: media, desviación estándar, límite de control inferior (LCI) y límite de control superior (LSC).

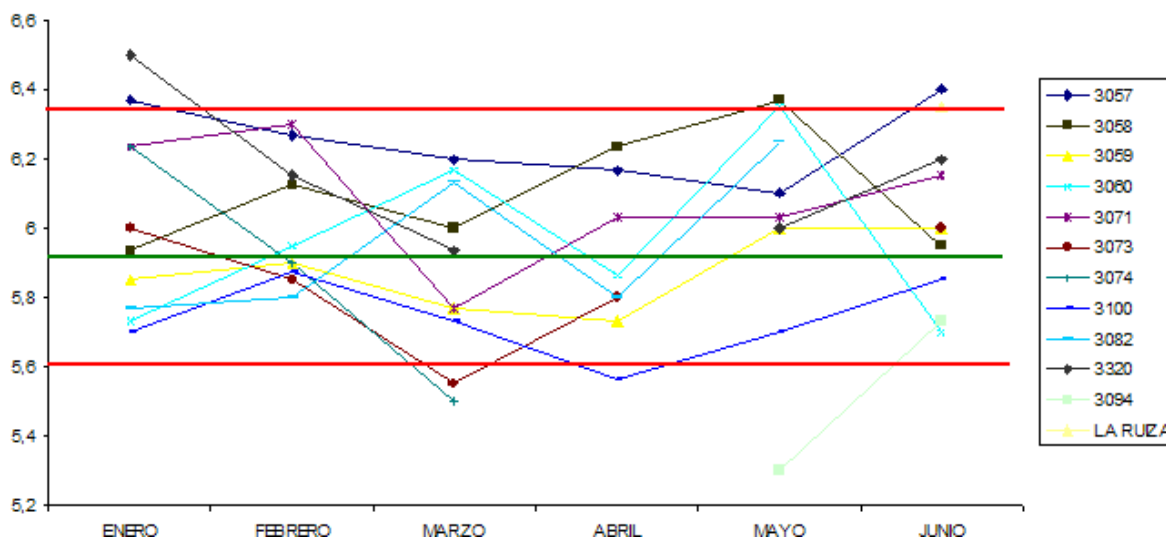
Nota: La media fue marcada en los gráficos con líneas continuas de color verde, el LSC y LCI: marcados en los gráficos con líneas continuas de color rojo.

✓ **DORADO:**

VARIABLE ACIDEZ: LSC: 6.34, LCI: 5.61 Y PROMEDIO TOTAL: 5.98

FINCA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
3057	6,36	6,26	6,2	6,16	6,1	6,4
3058	5,93	6,125	6	6,23	6,36	5,95
3059	5,85	5,9	5,76	5,73	6	6
3060	5,73	5,95	6,16	5,86	6,35	5,7
3071	6,23	6,3	5,76	6,03	6,03	6,15
3073	6	5,85	5,55	5,8	-	6
3074	6,23	5,9	5,5	-	-	-
3100	5,7	5,875	5,73	5,56	5,7	5,85
3082	5,76	5,8	6,13	5,8	6,25	-
3320	6,5	6,15	5,93	-	6	6,2
3094	-	-	-	-	5,3	5,73
LA RUIZA	-	-	-	-	-	6,35

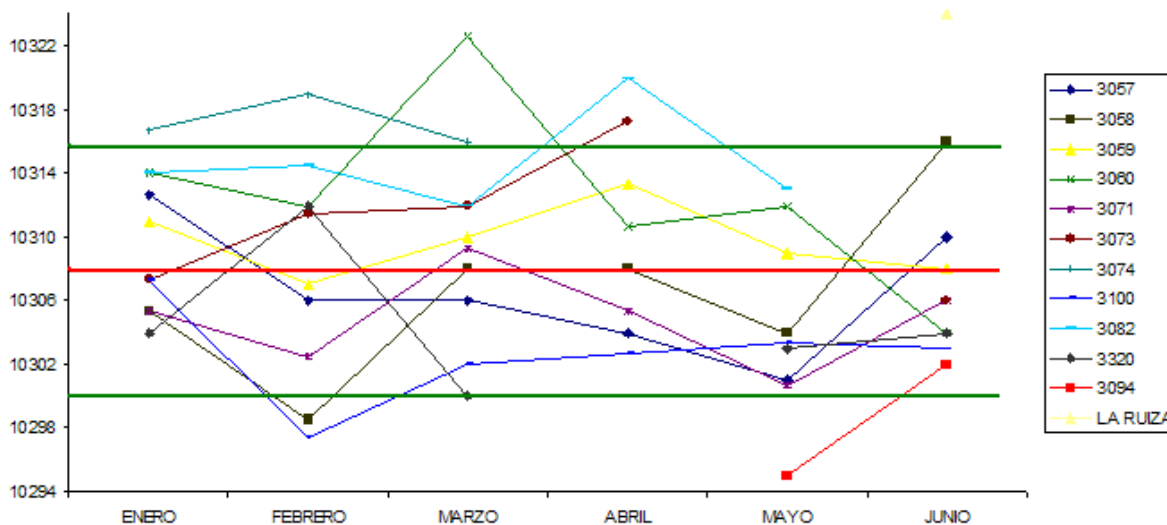
GRAFICA 2. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE ACIDEZ DE LA RUTA DORADO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE DENSIDAD: LSC: 1.0316,5, LCI: 1.0300,5 Y PROMEDIO TOTAL: 1.0308,5

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
3057	1.0312,67	1.0306	1.0306	1.0304	1.0301	1.0310
3058	1.0305,33	1.0298,5	1.0308	1.0308	1.0304	1.0316
3059	1.0311	1.0307	1.0310	1.0313,33	1.0309	1.0308
3060	1.0314	1.0312	1.0322,67	1.0310,67	1.0312	1.0304
3071	1.0305,33	1.0302,5	1.0309,33	1.0305,33	1.0300,67	1.0306
3073	1.0307,33	1.0311,5	1.0312	1.0317,33	-	1.0306
3074	1.0316,67	1.0319	1.0316	-	-	-
3100	1.0307,33	1.0297,5	1.0302	1.0302,67	1.0303,33	1.0303
3082	1.0314	1.0314,5	1.0312	1.0320	1.0313	-
3320	1.0304	1.0312	1.0300	-	1.0303	1.0304
3094	-	-	-	-	1.0295	1.0302
LA RUIZA	-	-	-	-	-	1.0324

GRAFICA 3. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE DENSIDAD DE LA RUTA DORADO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

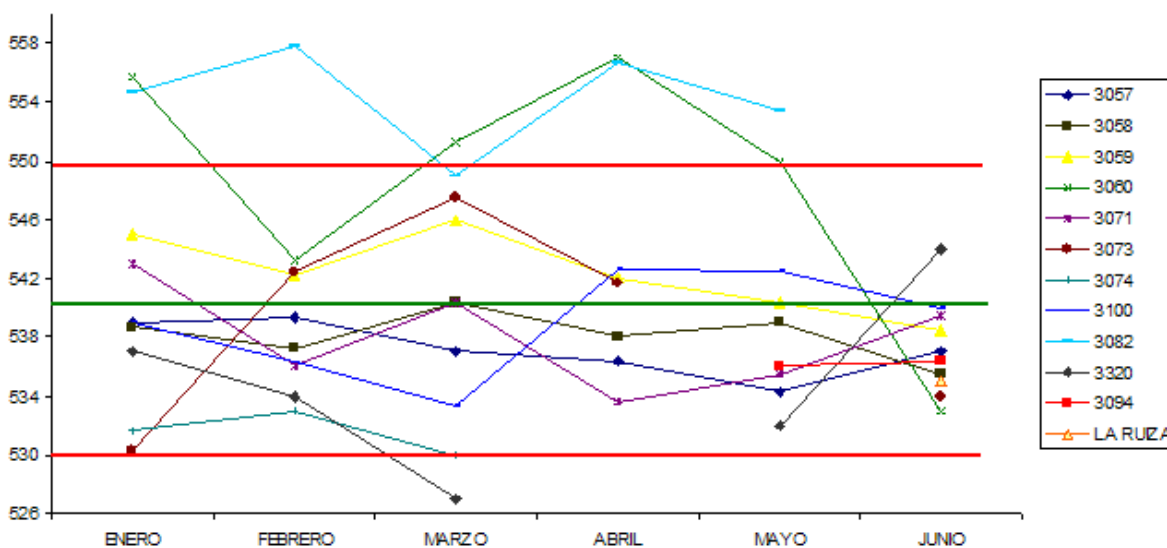


- VARIABLE INDICE CRIOSCOPICO: LSC: 549.8, LCI: 530.9 Y PROMEDIO TOTAL: 540.4

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
3057	539	539,33	537	536,33	534,33	537
3058	538,66	537,25	540,33	538	539	535,5

3059	545	542,25	546	542	540,33	538,5
3060	555,66	543,25	551,33	557	550	533
3071	543	536	540,33	533,66	535,5	539,5
3073	530,33	542,5	547,5	541,66	-	534
3074	531,66	533	530	-	-	-
3100	539	536,25	533,33	542,66	542,5	540
3082	554,66	557,75	549	556,66	553,33	-
3320	537	534	527	-	532	544
3094	-	-	-	-	536	536,33
LA RUIZA	-	-	-	-	-	535

GRAFICA 4. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE I.C DE LA RUTA DORADO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



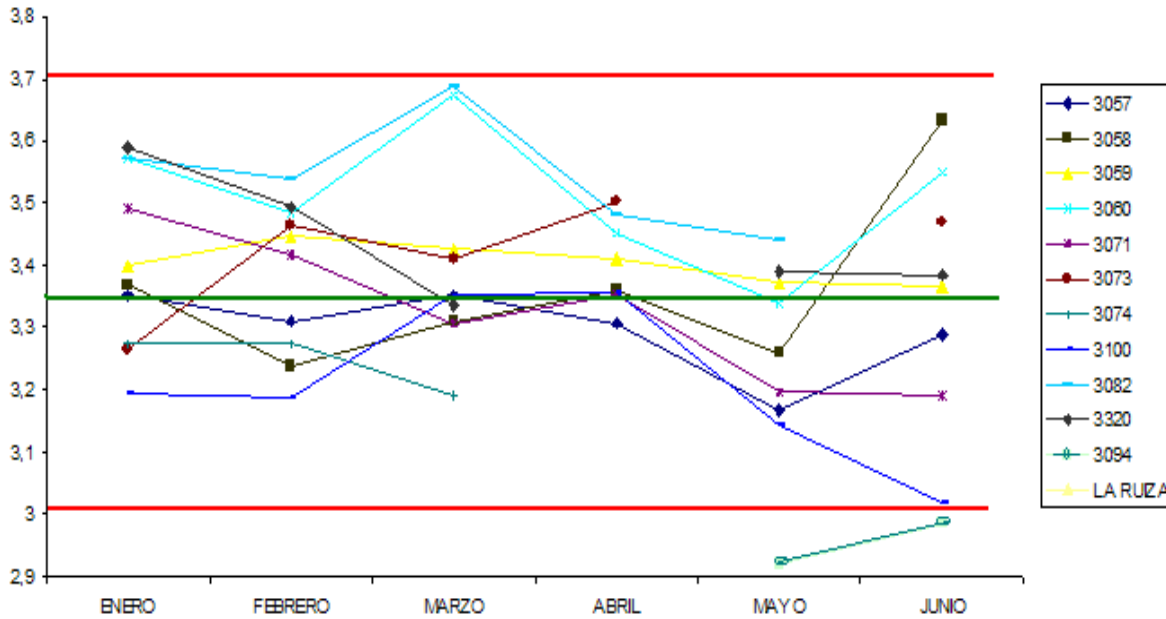
- VARIABLE PROTEINA: LSC: 3.74, LCI: 3.00 Y PROMEDIO TOTAL: 3.37

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
3057	3,35	3,31	3,35	3,30	3,16	3,29
3058	3,37	3,24	3,31	3,36	3,26	3,63
3059	3,4	3,44	3,42	3,41	3,37	3,36
3060	3,57	3,48	3,67	3,45	3,34	3,55
3071	3,49	3,41	3,30	3,35	3,19	3,19
3073	3,26	3,46	3,41	3,50	-	3,47
3074	3,27	3,27	3,19	-	-	-
3100	3,19	3,18	3,35	3,35	3,14	3,02
3082	3,57	3,54	3,68	3,48	3,44	-
3094	-	-	-	-	2,92	2,98



LA RUIZA	-	-	-	-	-	3,82
----------	---	---	---	---	---	------

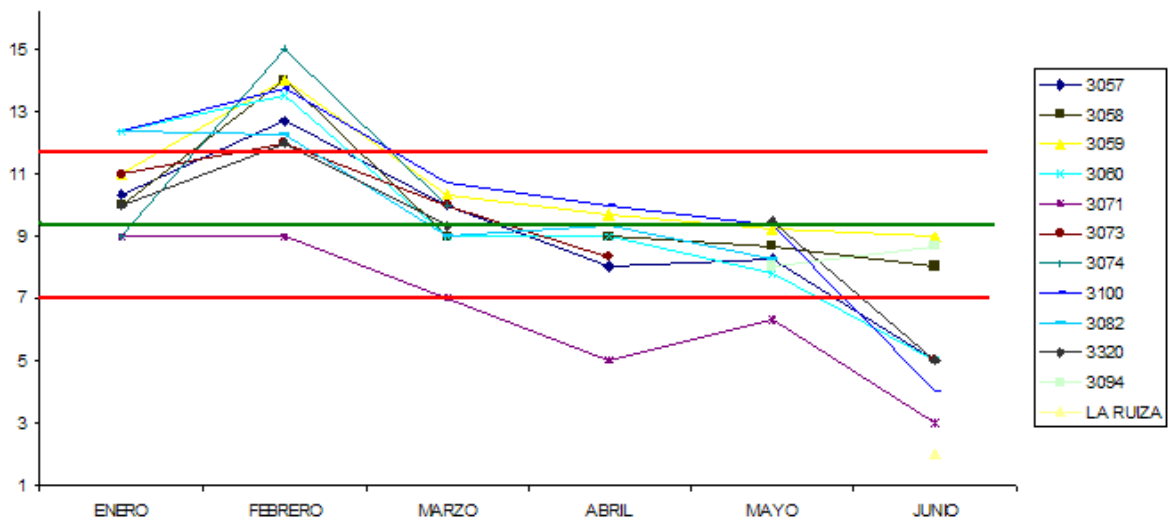
GRAFICA 5. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE PROTEINA DE LA RUTA DORADO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE REDUCTASA: LSC: 12, LCI: 7 Y PROMEDIO TOTAL: 9

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
3057	10,33	12,66	10	8	8,25	5
3058	10	14	9	9	8,66	8
3059	11	14	10,33	9,66	9,25	9
3060	12,33	13,5	9	9	7,75	5
3071	9	9	7	5	6,33	3
3073	11	12	10	8,33	-	5
3074	9	15	10	-	-	-
3100	12,33	13,75	10,66	10	9,33	4
3082	12,33	12,25	9	9,33	8,25	-
3320	10	12	9,33	-	9,5	5
3094	-	-	-	-	8	8,66
LA RUIZA	-	-	-	-	-	2

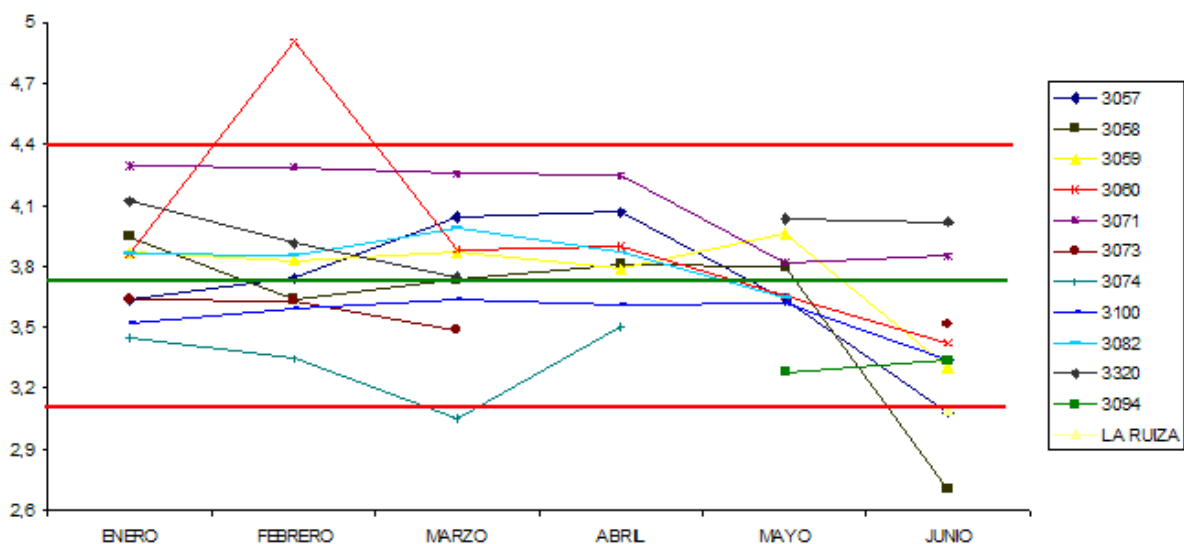
GRAFICA 6. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE REDUCTASA DE LA RUTA DORADO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE GRASA: LSC: 4.31, LCI: 3.07 Y PROMEDIO TOTAL 3.73

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
3057	3,64	3,74	4,04	4,06	3,64	3,08
3058	3,94	3,64	3,73	3,81	3,8	2,7
3059	3,87	3,825	3,86	3,78	3,96	3,30
3060	3,85	4,91	3,88	3,9	3,65	3,42
3071	4,29	4,29	4,25	4,24	3,82	3,85
3073	3,64	3,63	3,485	-	-	3,52
3074	3,45	3,34	3,05	3,50	-	-
3100	3,52	3,59	3,64	3,61	3,62	3,34
3082	3,85	3,85	3,98	3,86	3,64	-
3320	4,12	3,91	3,74	-	4,03	4,01
3094	-	-	-	-	3,28	3,34
LA RUIZA	-	-	-	-	-	3,09

GRAFICA 7. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE GRASA DE LA RUTA DORADO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

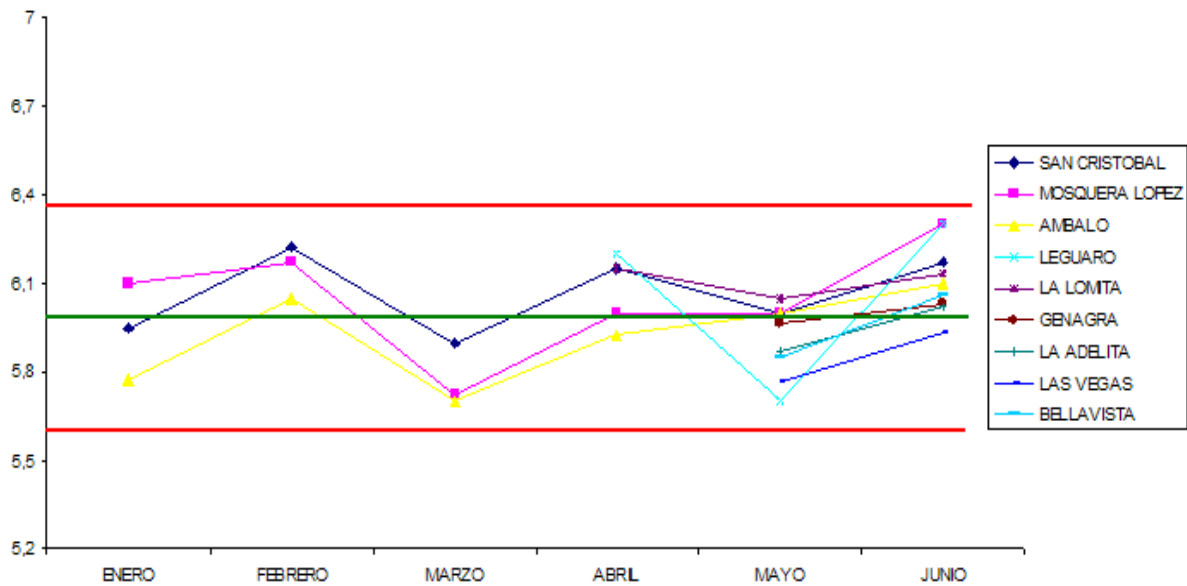


✓ **POPAYAN:**

- VARIABLE ACIDEZ: LSC: 6.37, LCI: 5.65 Y PROMEDIO TOTAL: 6.01

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
SAN CRISTOBAL	5,95	6,22	5,95	6,15	6	6,17
MOSQUERA LOPEZ	6,1	6,17	5,72	6	6	6,3
AMBALO	5,77	6,05	5,7	5,92	6	6,1
LEGUARO	-	-	-	6,2	5,7	6,3
LA LOMITA	-	-	-	6,15	6,05	6,13
GENAGRA	-	-	-	-	5,96	6,03
LA ADELITA	-	-	-	-	5,86	6,02
LAS VEGAS	-	-	-	-	5,76	5,93
BELLAVISTA	-	-	-	-	5,85	6,06

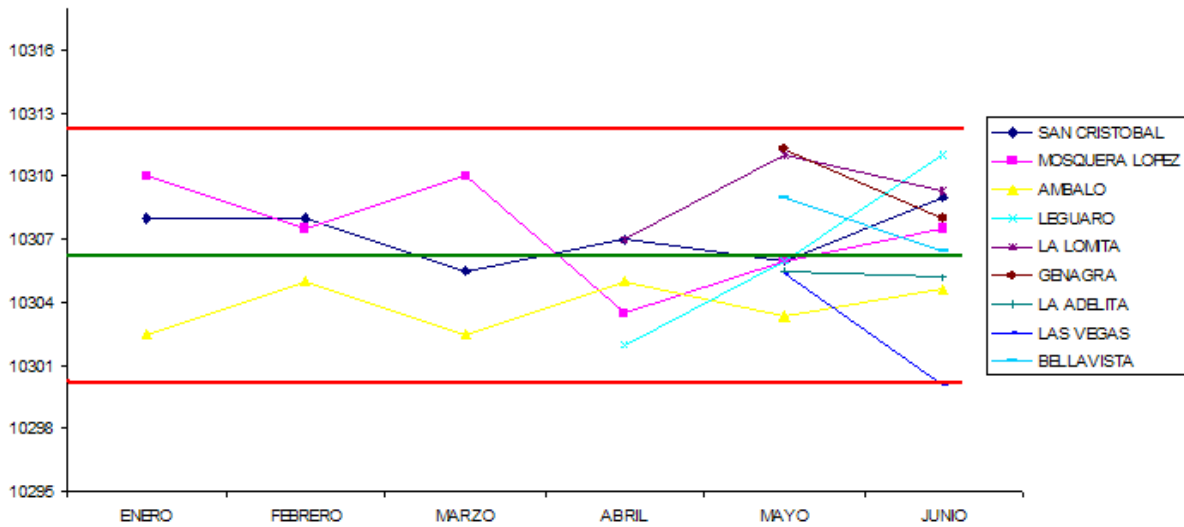
GRAFICA 8. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE ACIDEZ DE LA RUTA POPAYAN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE DENSIDAD: LSC: 1.0312,4, LCI 1.0300,5 Y PROMEDIO TOTAL: 1.0306,5

<b>FINCAS</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>
SAN CRISTOBAL	1.0308	1.0308	1.0305,5	1.0307	1.0306	1.0309
MOSQUERA LOPEZ	1.0310	1.0307,5	1.0310	1.0303,5	1.0306	1.0307,5
AMBALO	1.0302,5	1.0305	1.0302,5	1.0305	1.0303,33	1.0304,67
LEGUARO	-	-	-	1.0302	1.0306	1.0311
LA LOMITA	-	-	-	1.0307	1.0311	1.0309,33
GENAGRA	-	-	-	-	1.0311,33	1.0308
LA ADELITA	-	-	-	-	1.0305,5	1.0305,2
LAS VEGAS	-	-	-	-	1.0305,33	1.0300
BELLAVISTA	-	-	-	-	1.0309	1.0306,4

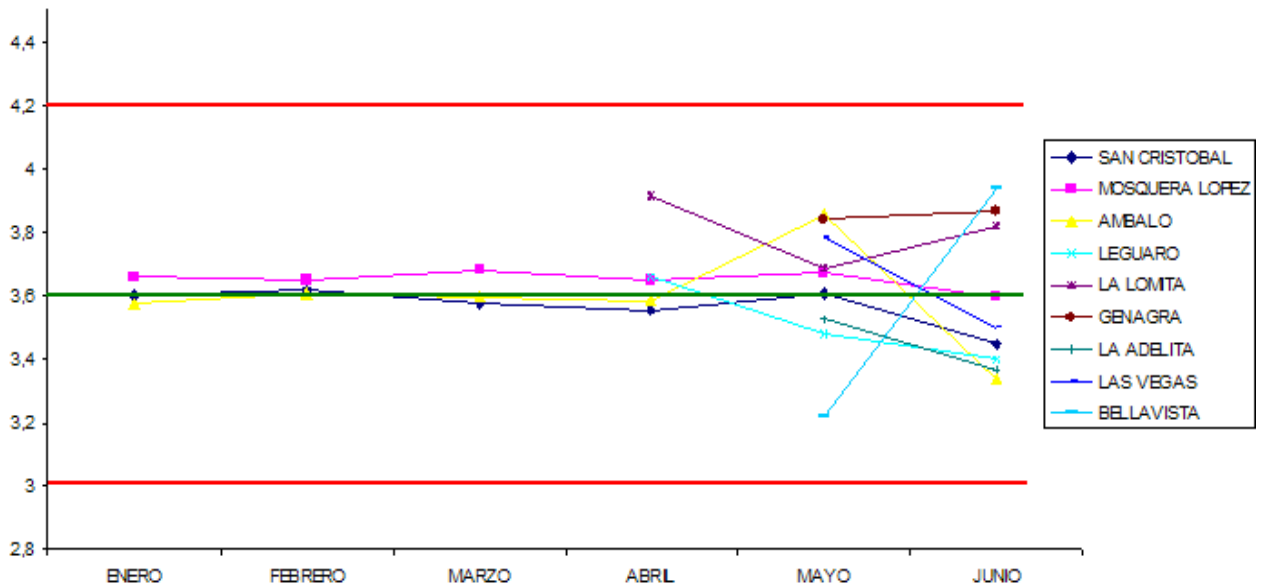
GRAFICA 9. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE DENSIDAD DE LA RUTA POPAYAN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE GRASA: LSC: 4.2, LCI: 3.04 Y PROMEDIO TOTAL 3.62

<b>FINCAS</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>
SAN CRISTOBAL	3,6	3,62	3,575	3,55	3,61	3,45
MOSQUERA LOPEZ	3,66	3,65	3,68	3,65	3,67	3,59
AMBALO	3,57	3,60	3,59	3,58	3,85	3,33
LEGUARO	-	-	-	3,66	3,48	3,4
LA LOMITA	-	-	-	3,91	3,68	3,82
GENAGRA	-	-	-	-	3,84	3,86
LA ADELITA	-	-	-	-	3,53	3,37
LAS VEGAS	-	-	-	-	3,78	3,5
BELLAVISTA	-	-	-	-	3,22	3,94

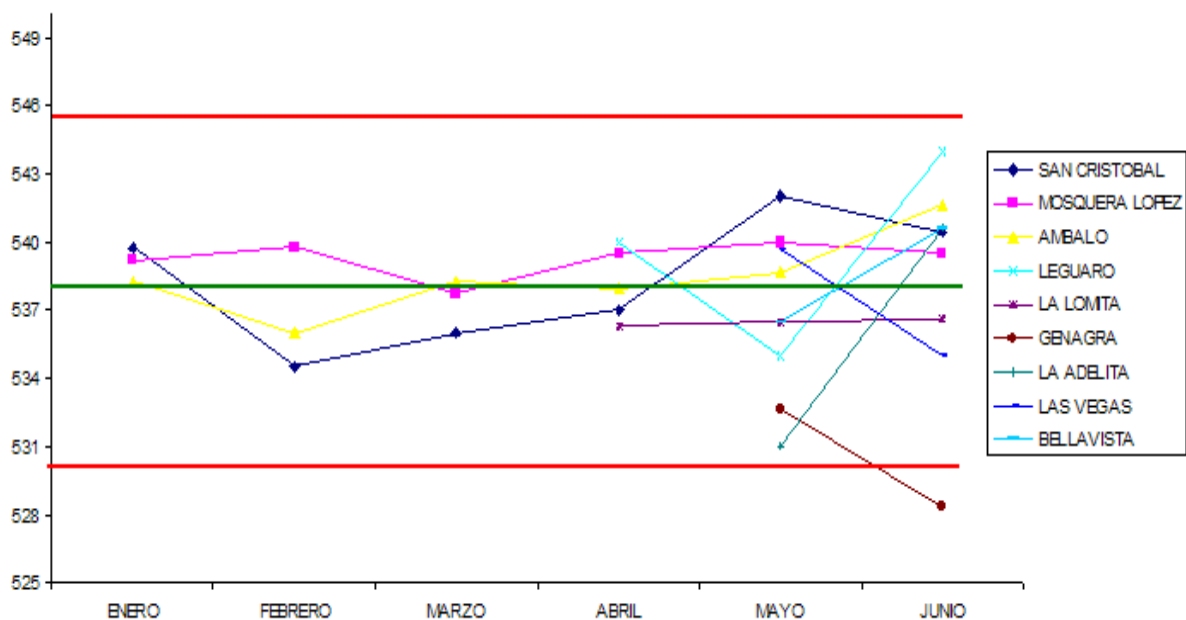
GRAFICA 10. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE GRASA DE LA RUTA POPAYAN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE INDICE CRIOSCOPICO: LSC: 545.1, LCI 530.5 Y PROMEDIO TOTAL 537.8

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
SAN CRISTOBAL	539,75	534,5	536	537	542	540,5
MOSQUERA LOPEZ	539,25	539,75	537,75	539,5	540	539,5
AMBALO	538,25	536	538,25	538	538,6667	541,66
LEGUARO	-	-	-	540	535	544
LA LOMITA	-	-	-	536,33	536,5	536,66
GENAGRA	-	-	-	-	532,66	528,33
LA ADELITA	-	-	-	-	531	540,6
LAS VEGAS	-	-	-	-	539,6667	535
BELLAVISTA	-	-	-	-	536,5	540,6

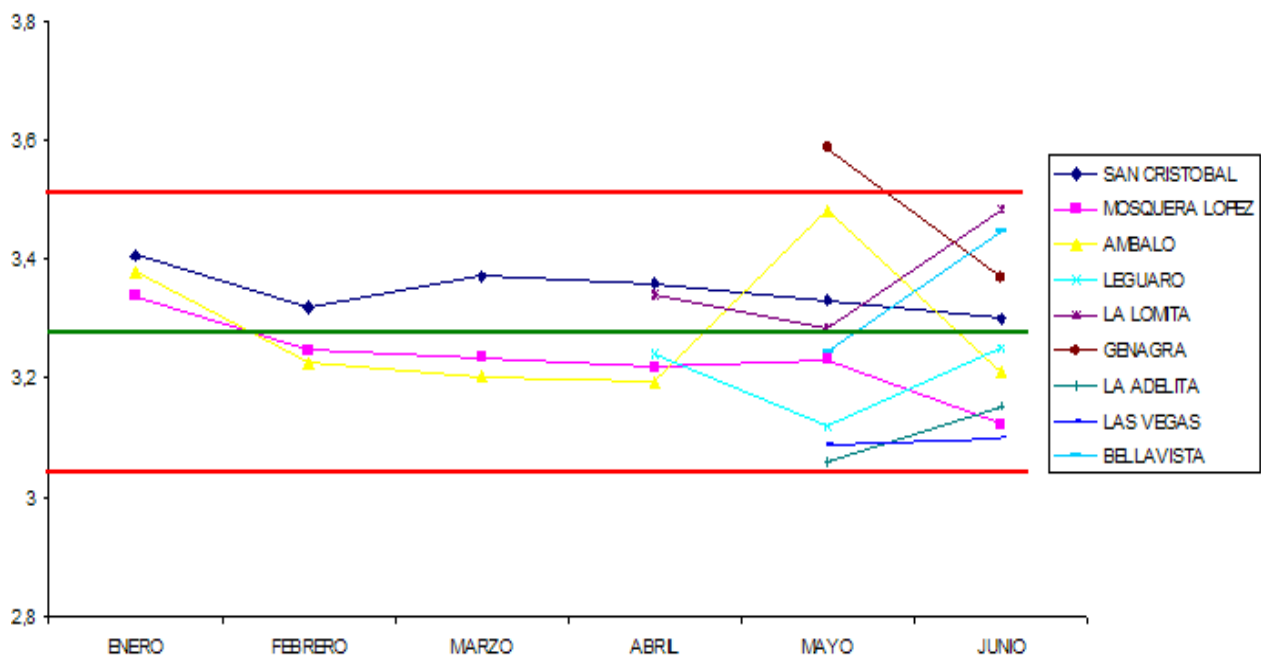
GRAFICA 11. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE I.C DE LA RUTA POPAYAN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE PROTEINA: LSC 3.50, LCI 3.01 Y PROMEDIO TOTAL 3.28

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
SAN CRISTOBAL	3,40	3,32	3,37	3,36	3,33	3,3
MOSQUERA LOPEZ	3,34	3,25	3,23	3,22	3,23	3,12
AMBALO	3,38	3,225	3,20	3,19	3,48	3,21
LEGUARO	-	-	-	3,24	3,12	3,25
LA LOMITA	-	-	-	3,34	3,28	3,48
GENAGRA	-	-	-	-	3,58	3,37
LA ADELITA	-	-	-	-	3,06	3,154
LAS VEGAS	-	-	-	-	3,08	3,1
BELLAVISTA	-	-	-	-	3,24	3,45

GRAFICA 12. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE PROTEINA DE LA RUTA POPAYAN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

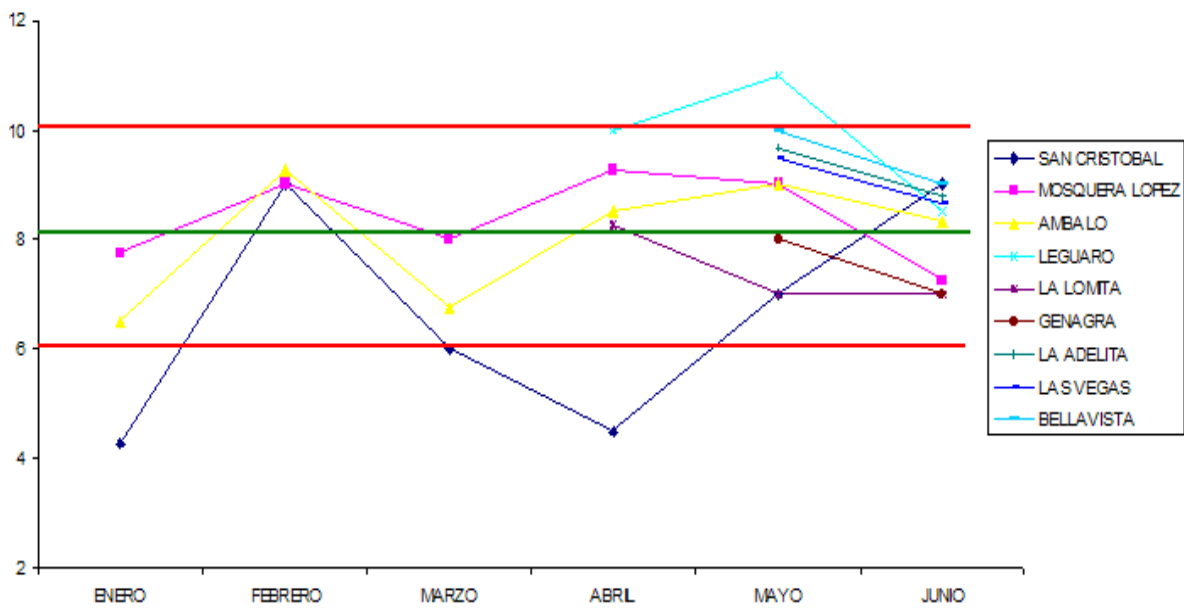


- VARIABLE REDUCTASA: LSC: 10, LCI 6 Y PROMEDIO TOTAL 8

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
SAN CRISTOBAL	4,25	9	6	4,5	7	9
MOSQUERA LOPEZ	7,75	9	8	9,25	9	7,25
AMBALO	6,5	9,25	6,75	8,5	9	8,33
LEGUARO	-	-	-	10	11	8,5
LA LOMITA	-	-	-	8,25	7	7
GENAGRA	-	-	-	-	8	7
LA ADELITA	-	-	-	-	9,66	8,8
LAS VEGAS	-	-	-	-	9,5	8,66
BELLAVISTA	-	-	-	-	10	9

GRAFICA 13. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE REDUCTASA DE LA RUTA POPAYAN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



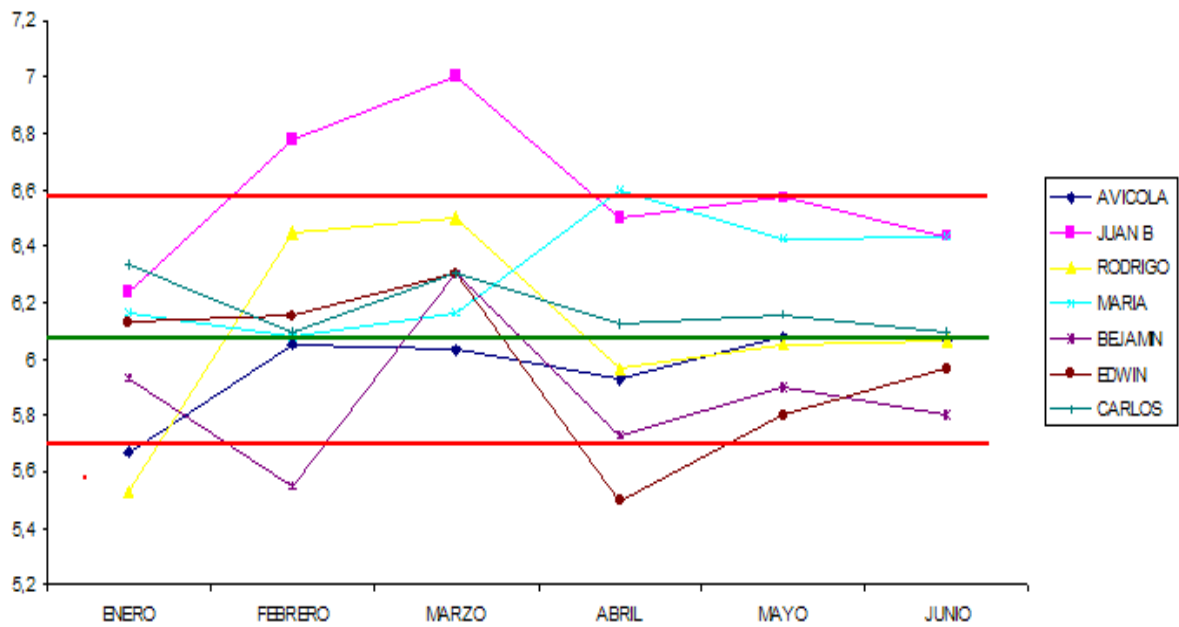


✓ **SANTANDER:**

- VARIABLE ACIDEZ: LSC: 6.58, LCI 5.70 Y PROMEDIO TOTAL 6.15

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
AVICOLA	5,66	6,05	6,03	5,925	6,075	6,06
JUAN B	6,23	6,775	7	6,5	6,575	6,43
RODRIGO	5,53	6,45	6,5	5,96	6,05	6,06
MARIA	6,16	6,075	6,16	6,6	6,425	6,43
BEJAMIN	5,93	5,55	6,3	5,725	5,9	5,8
EDWIN	6,13	6,15	6,3	5,5	5,8	5,96
CARLOS	6,33	6,1	6,3	6,125	6,16	6,1

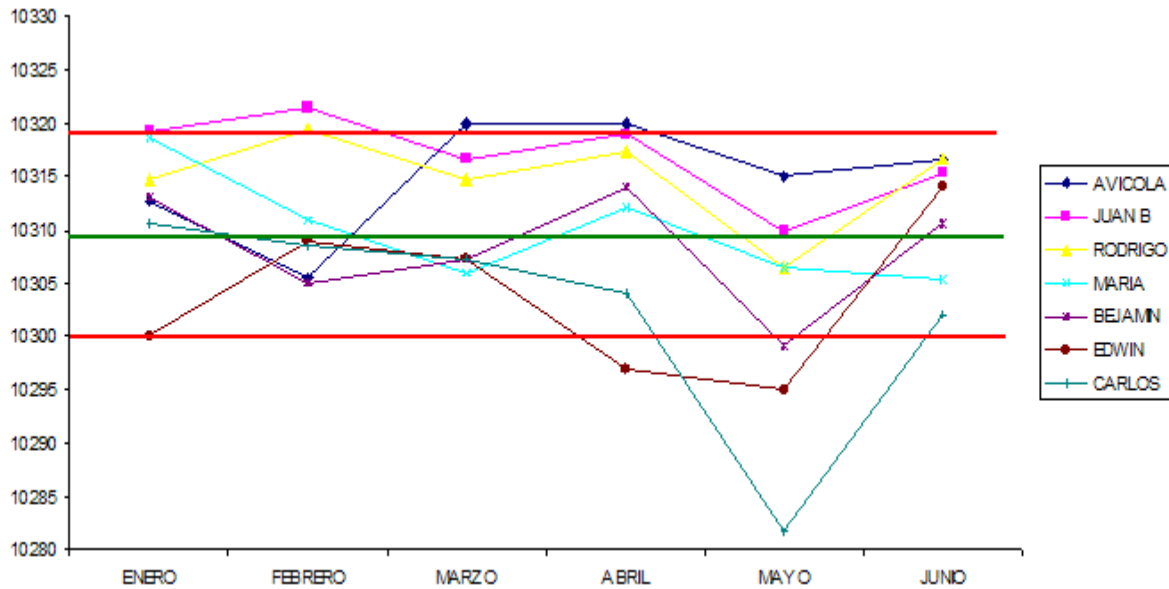
GRAFICA 14. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE ACIDEZ DE LA RUTA SANTANDER EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE DENSIDAD: LSC: 1.0319, LCI: 1.0301 Y PROMEDIO TOTAL: 1.0310

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
AVICOLA	1.0312,67	1.0305,5	1.0320	1.0320	1.0315	1.0316,67
JUAN B	1.0319,33	1.0321,5	1.0316,67	1.0319	1.0310	1.0315,33
RODRIGO	1.0314,67	1.0319,5	1.0314,67	1.0317,33	1.0306,5	1.0316,67
MARIA	1.0318,67	1.0311	1.0306	1.0312	1.0306,5	1.0305,33
BEJAMIN	1.0313	1.0305	1.0307,33	1.0314	1.0299	1.0310,67
EDWIN	1.0300	1.0309	1.0307,33	1.0297	1.0295	1.0314
CARLOS	1.0310,67	1.0308,5	1.0307,33	1.0304	1.0281,6	1.0302

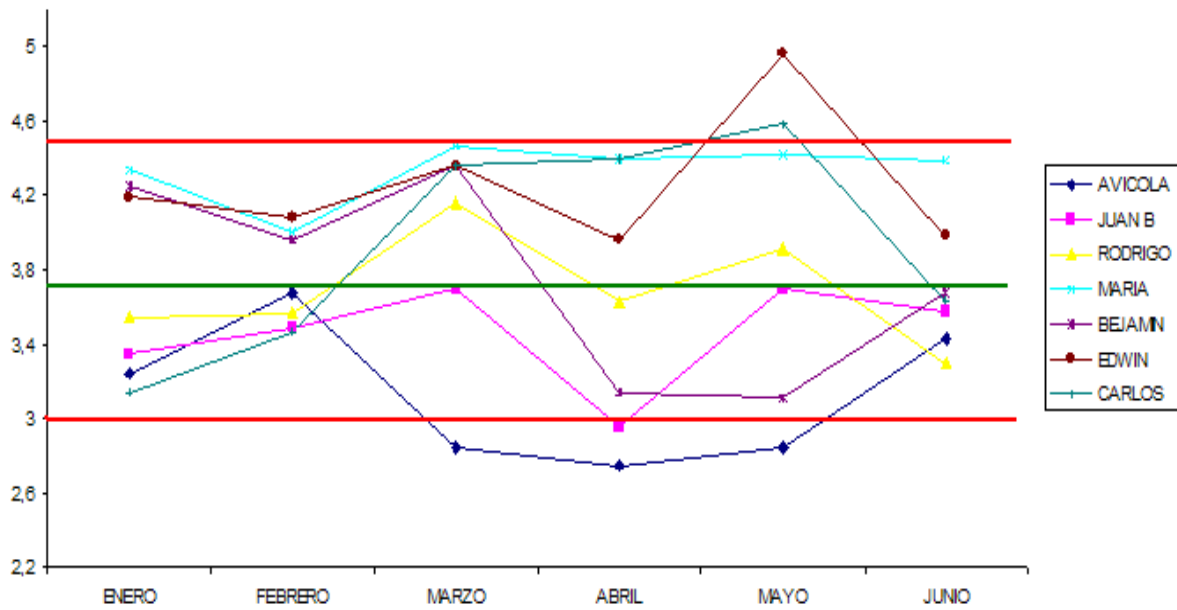
GRAFICA 15. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE DENSIDAD DE LA RUTA SANTANDER EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE GRASA: LSC: 4.52, LCI: 3.06 Y PROMEDIO TOTAL: 3.79

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
AVICOLA	3,24	3,67	2,84	2,7425	2,84	3,43
JUAN B	3,35	3,48	3,69	2,95	3,69	3,57
RODRIGO	3,54	3,57	4,16	3,62	3,915	3,30
MARIA	4,34	4	4,47	4,39	4,42	4,38
BEJAMIN	4,25	3,96	4,35	3,14	3,115	3,68
EDWIN	4,19	4,08	4,35	3,96	4,96	3,98
CARLOS	3,14	3,465	4,35	4,4	4,59	3,63

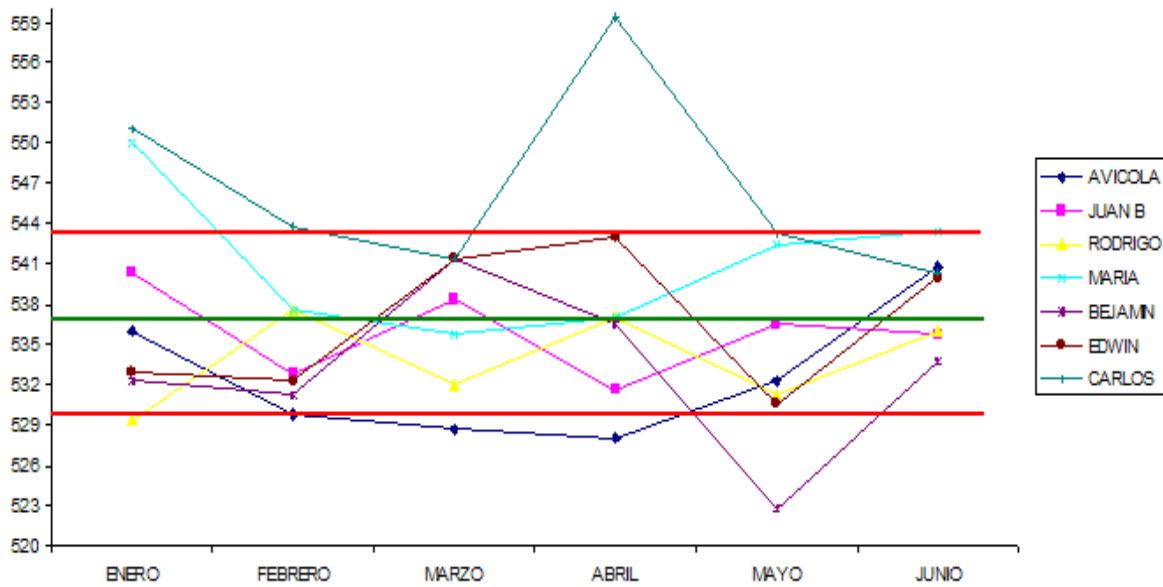
GRAFICA 16. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE GRASA DE LA RUTA SANTANDER EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE INDICE CRIOSCOPICO: LSC: 543.6, LCI: 530.5 Y PROMEDIO TOTAL 537.1

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
AVICOLA	536	529,75	528,66	528	532,25	540,66
JUAN B	540,33	532,75	538,33	531,66	536,5	535,66
RODRIGO	529,33	537,5	532	537	531,25	536
MARIA	550	537,5	535,66	537	542,5	543,33
BEJAMIN	532,33	531,25	541,33	536,5	522,75	533,66
EDWIN	533	532,25	541,33	543	530,5	540
CARLOS	551	543,75	541,33	559,33	543,2	540,33

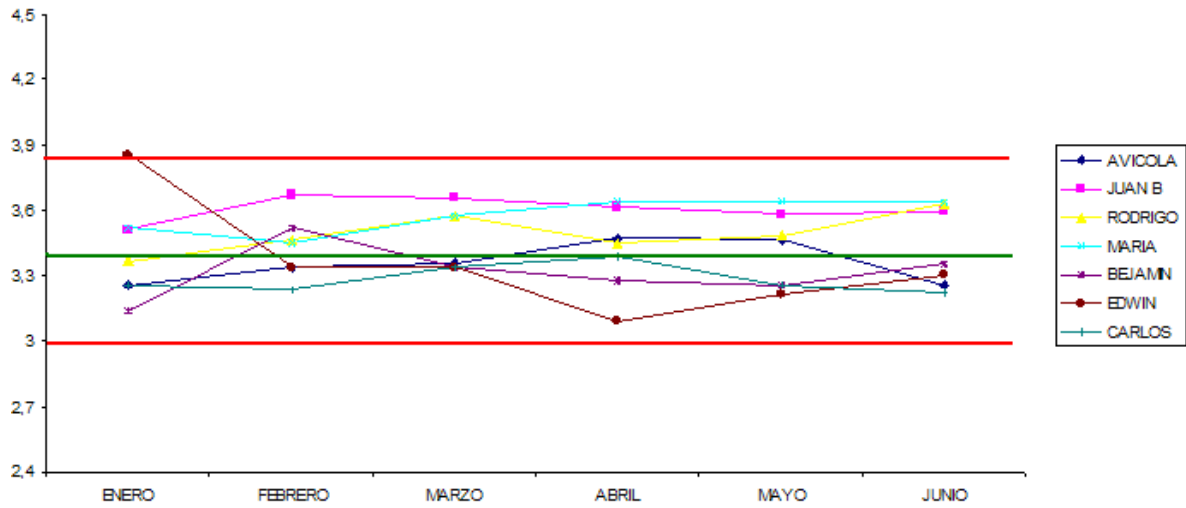
GRAFICA 17. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE I.C DE LA RUTA SANTANDER EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE PROTEINA: LSC: 3.79, LCI 3.06 Y PROMEDIO TOTAL 3.43

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
AVICOLA	3,26	3,33	3,36	3,47	3,46	3,26
JUAN B	3,51	3,67	3,66	3,61	3,58	3,59
RODRIGO	3,37	3,46	3,57	3,44	3,485	3,63
MARIA	3,52	3,452	3,57	3,64	3,642	3,63
BEJAMIN	3,14	3,52	3,34	3,27	3,26	3,35
EDWIN	3,86	3,3425	3,34	3,09	3,217	3,30
CARLOS	3,26	3,235	3,34	3,385	3,258	3,22

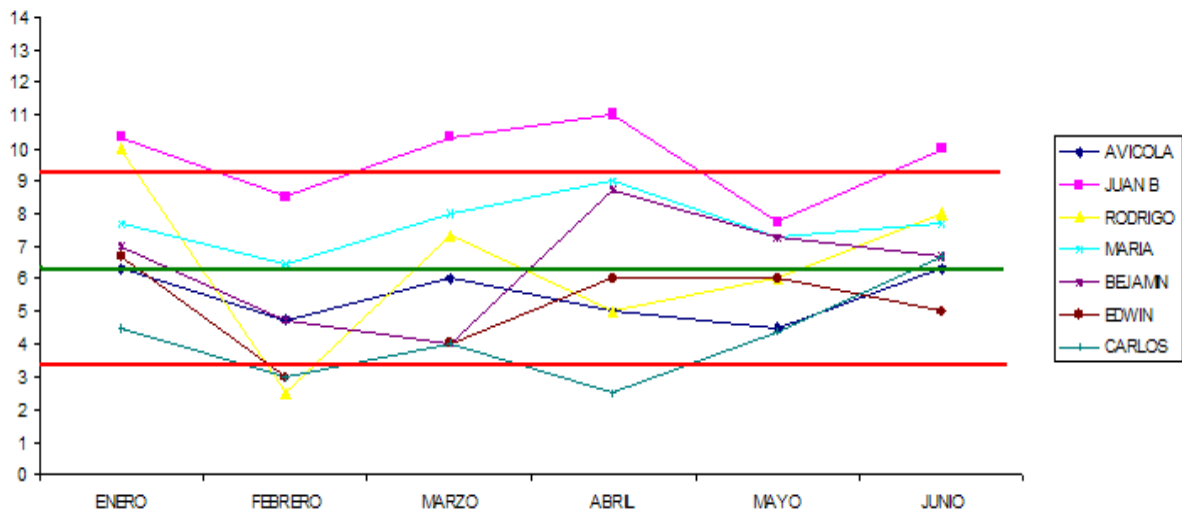
GRAFICA 18. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE PROTEINA DE LA RUTA SANTANDER EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE REDUCTASA: LSC: 9, LCI: 3 Y PROMEDIO TOTAL 6

FINCA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
AVICOLA	6,33	4,75	6	5	4,5	6,33
JUAN B	10,33	8,5	10,33	11	7,75	10
RODRIGO	10	2,5	7,33	5	6	8
MARIA	7,66	6,5	8	9	7,25	7,66
BEJAMIN	7	4,75	4	8,75	7,25	6,66
EDWIN	6,66	3	4	6	6	5
CARLOS	4,5	3	4	2,5	4,4	6,66

GRAFICA 19. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE REDUCTASA DE LA RUTA SANTANDER EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

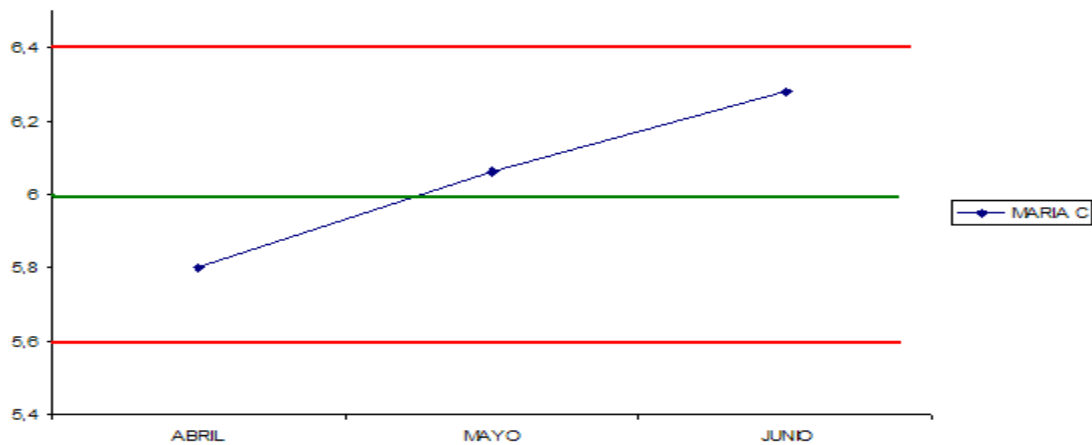


✓ **ROBLES**

- VARIABLE ACIDEZ: LSC: 6.41, LCI: 5.68 Y PROMEDIO TOTAL 6.05

FINCA	ABRIL	MAYO	JUNIO
MARIA C	5,8	6,06	6,28

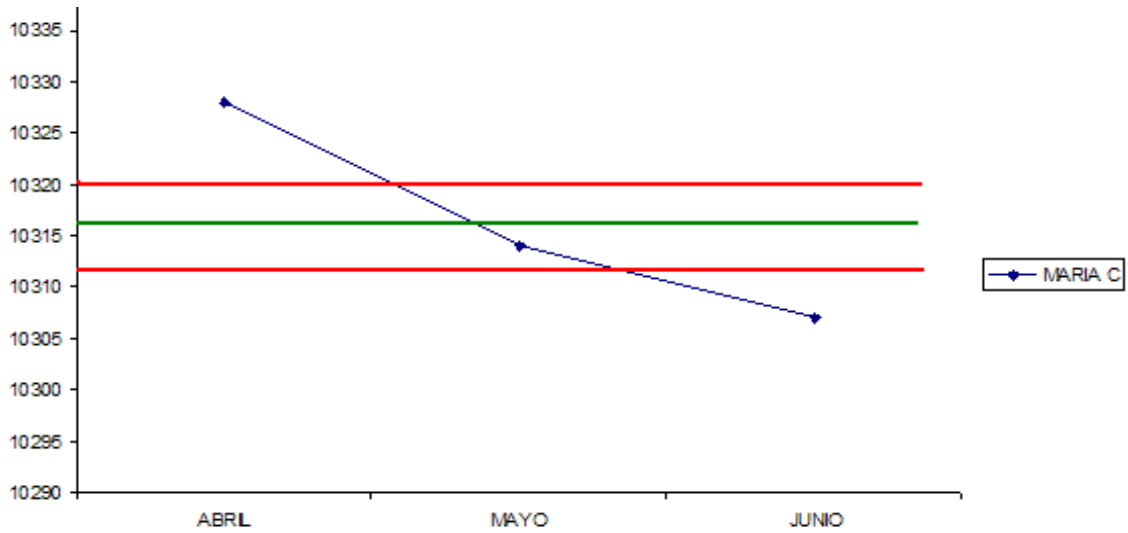
GRAFICA 20. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE ACIDEZ DE LA RUTA ROBLES EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE DENSIDAD: LSC: 1.0321, LCI: 1.0312 Y PROMEDIO TOTAL 1.0316,3

FINCA	ABRIL	MAYO	JUNIO
MARIA C	1.0328	1.0314	1.0307

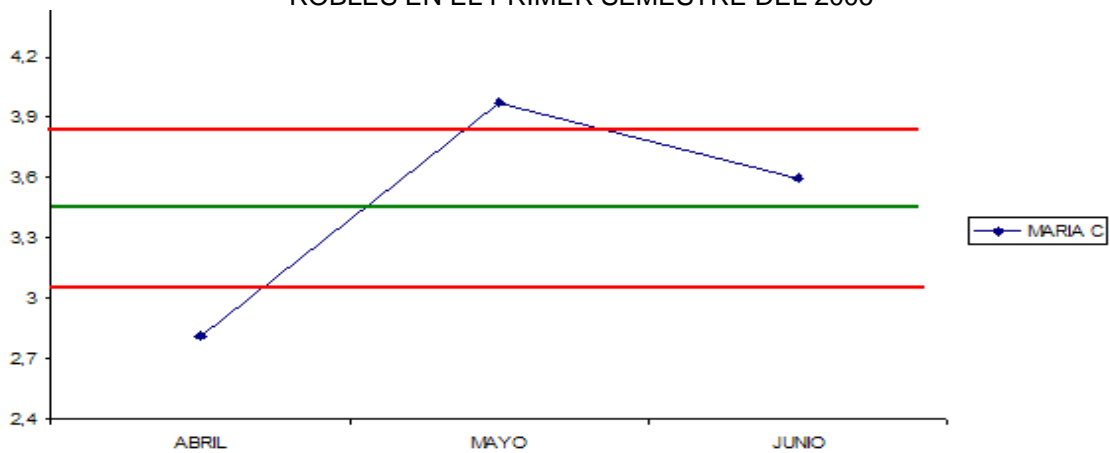
GRAFICA 21. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE DENSIDAD DE LA RUTA ROBLES EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE GRASA: LSC: 3.82, LCI 3.1 Y PROMEDIO TOTAL 3.46

FINCA	ABRIL	MAYO	JUNIO
MARIA C	2,81	3,97	3,595

GRAFICA 22. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE GRASA DE LA RUTA ROBLES EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

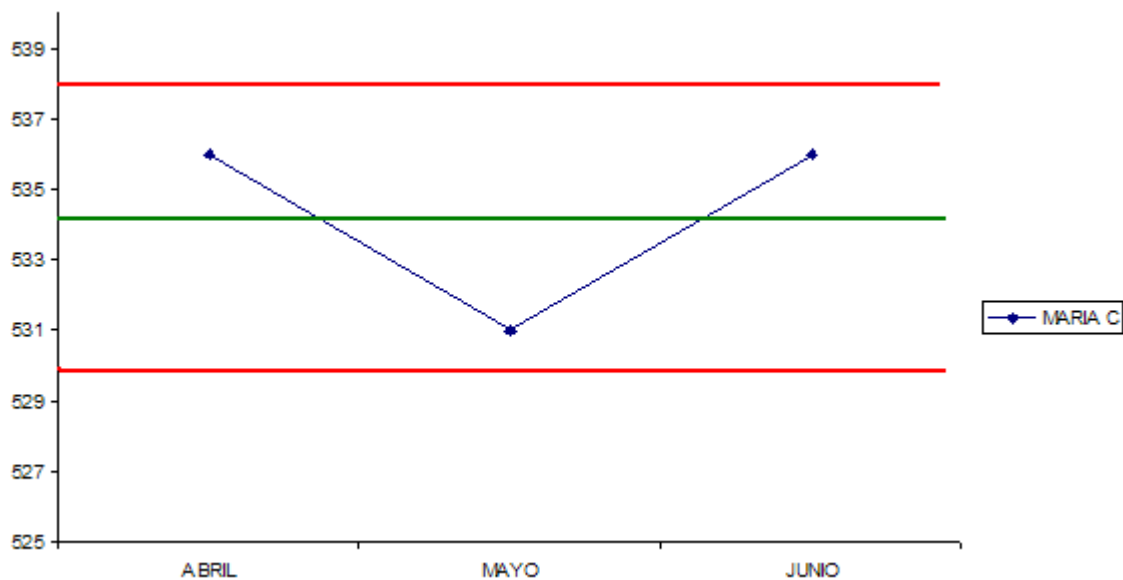


- VARIABLE INDICE CRIOSCOPICO: LSC: 538, LCI 530.7 Y PROMEDIO TOTAL 543.3



FINCA	ABRIL	MAYO	JUNIO
MARIA C	536	531	536

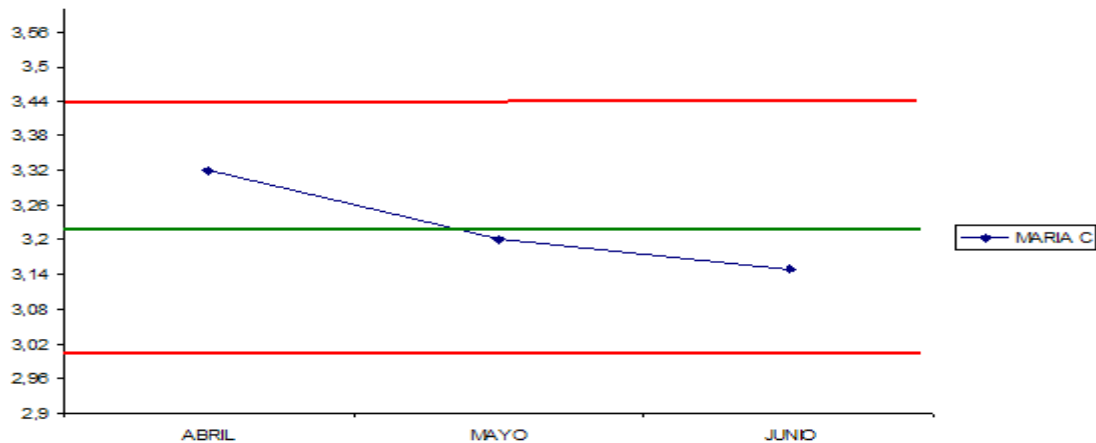
GRAFICA 23. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE I.C DE LA RUTA ROBLES EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE PROTEINA: LSC: 3.44, LCI 3.01 Y PROMEDIO TOTAL 3.22

FINCA	ABRIL	MAYO	JUNIO
MARIA C	3,32	3,2	3,15

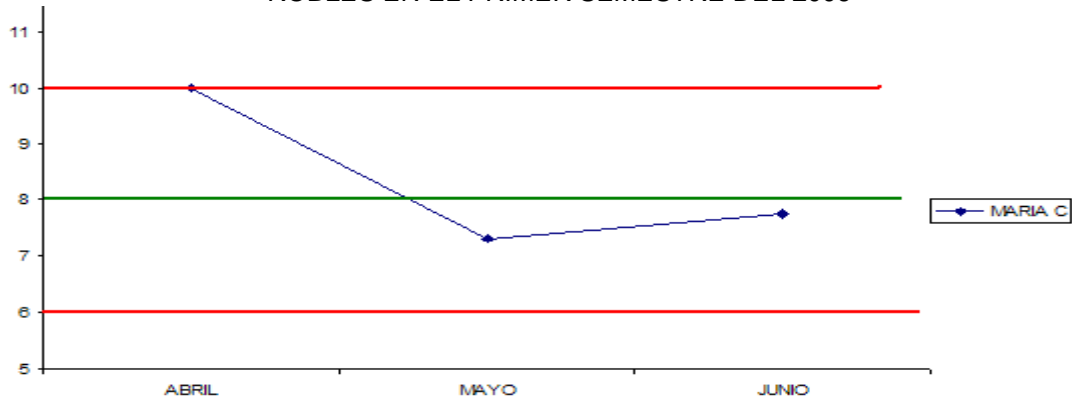
GRAFICA 24. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE PROTEINA DE LA RUTA ROBLES EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE REDUCTASA: LSC: 10, LCI: 6 Y PROMEDIO TOTAL 8

FINCA	ABRIL	MAYO	JUNIO
MARIA C	10	7,3	7,75

GRAFICA 25. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE REDUCTASA DE LA RUTA ROBLES EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

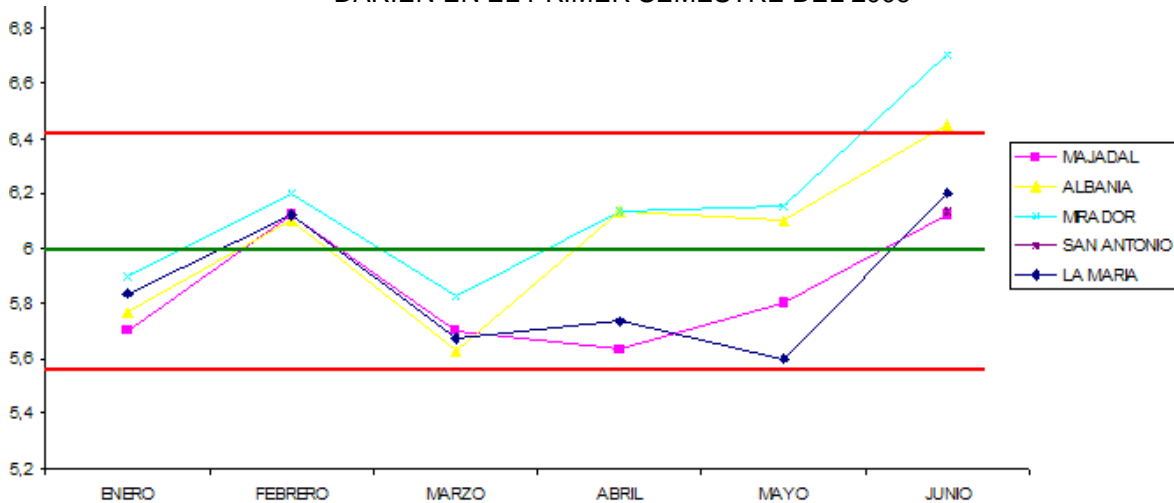


✓ **DARIEN**

- VARIABLE ACIDEZ: LSC: 6.42, LCI: 5.54 Y PROMEDIO TOTAL 5.98

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
LA MARIA	5,83	6,125	5,675	5,73	5,6	6,2
MAJADAL	5,7	6,125	5,7	5,63	5,8	6,125
ALBANIA	5,76	6,1	5,625	6,13	6,1	6,45
MIRADOR	5,9	6,2	5,825	6,13	6,15	6,7
SAN ANTONIO	-	-	-	-	-	6,13

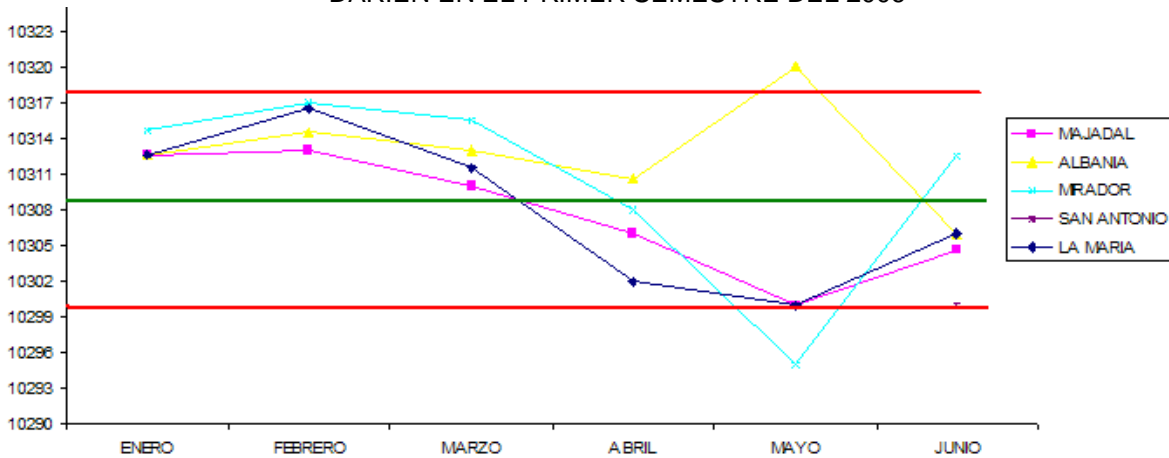
GRAFICA 26. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE ACIDEZ DE LA RUTA DARIEN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE DENSIDAD: LSC: 1.0318, LCI: 1.0300,5 Y PROMEDIO TOTAL 1.0309

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
LA MARIA	1.0312,67	1.0316,5	1.0311,5	1.0302	1.0300	1.0306
MAJADAL	1.0312,67	1.0313	1.0310	1.0306	1.0300	1.0304,67
ALBANIA	1.0312,67	1.0314,5	1.0313	1.0310,67	1.0320	1.0306
MIRADOR	1.0314,67	1.0317	1.0315,5	1.0308	1.0295	1.0312,5
SAN ANTONIO	-	-	-	-	-	1.0300

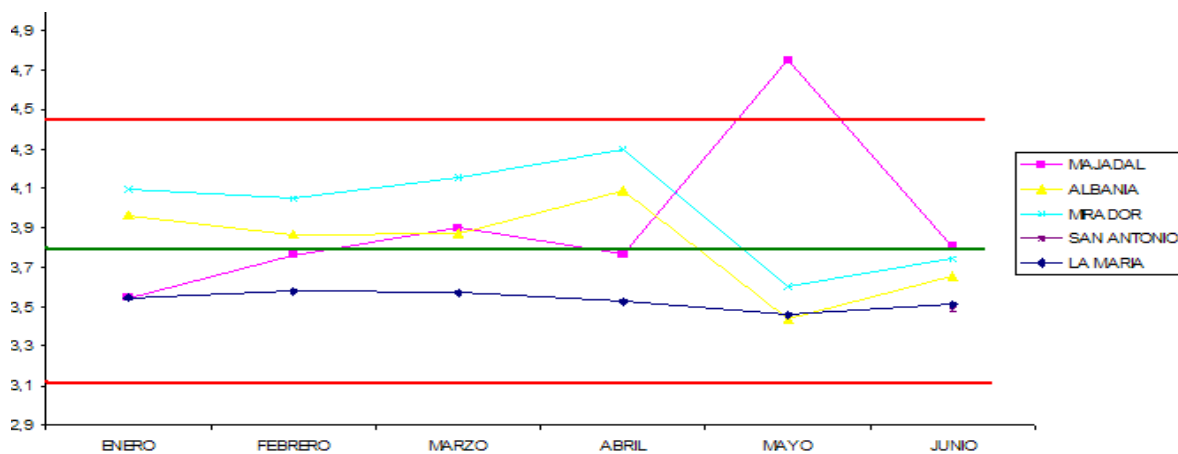
GRAFICA 27. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE DENSIDAD DE LA RUTA DARIEN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE GRASA: LSC: 4.46, LCI 3.14 Y PROMEDIO TOTAL 3.80

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
LA MARIA	3,54	3,57	3,56	3,52	3,46	3,51
MAJADAL	3,54	3,75	3,89	3,76	4,75	3,805
ALBANIA	3,96	3,86	3,87	4,08	3,44	3,65
MIRADOR	4,09	4,04	4,15	4,29	3,605	3,73
SAN ANTONIO	-	-	-	-	-	3,48

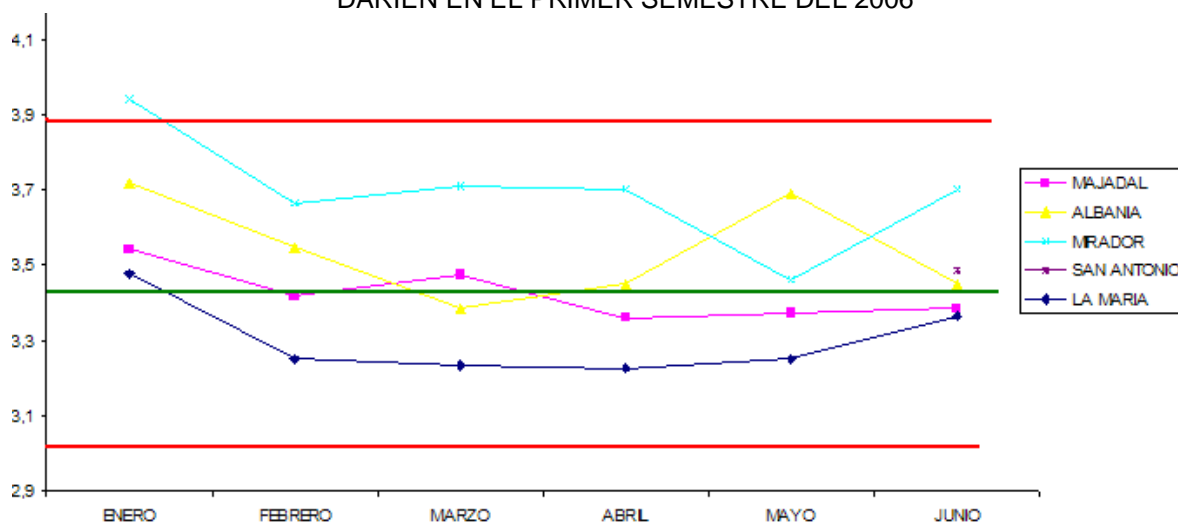
GRAFICA 28. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE GRASA DE LA RUTA DARIEN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE PROTEINA: LSC: 3.93, LCI: 3.05 Y PROMEDIO TOTAL 3.49

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
LA MARIA	3,475	3,24	3,235	3,226	3,25	3,36
MAJADAL	3,54	3,415	3,472	3,36	3,37	3,38
ALBANIA	3,715	3,545	3,385	3,45	3,69	3,44
MIRADOR	3,94	3,66	3,71	3,7	3,46	3,7
SAN ANTONIO	-	-	-	-	-	3,48

GRAFICA 29. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE PROTEINA DE LA RUTA DARIEN EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

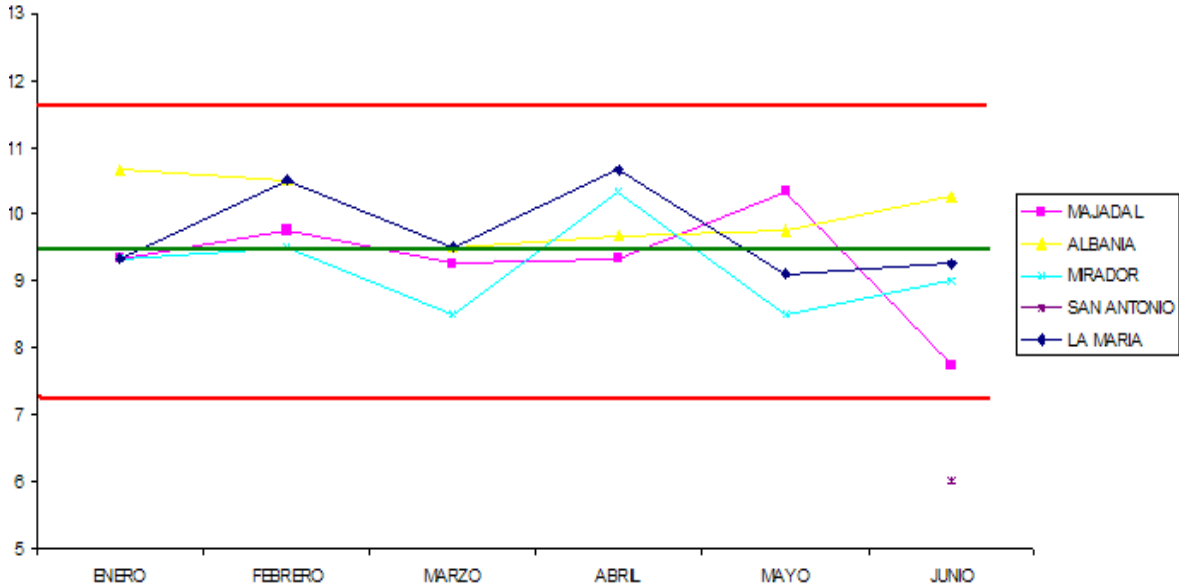


- VARIABLE REDUCTASA: LSC: 12, LCI: 7 Y PROMEDIO TOTAL: 9.5

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
LA MARIA	9,33	10,5	9,5	10,66	9,1	9,25
MAJADAL	9,33	9,75	9,25	9,33	10,33	7,75

ALBANIA	10,66	10,5	9,5	9,66	9,75	10,25
MIRADOR	9,33	9,5	8,5	10,33	8,5	9
SAN ANTONIO	-	-	-	-	-	6

GRAFICA 30. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE REDUCTASA DE LA RUTA DARIEN EN ELPRIMER SEMESTRE DEL 2006

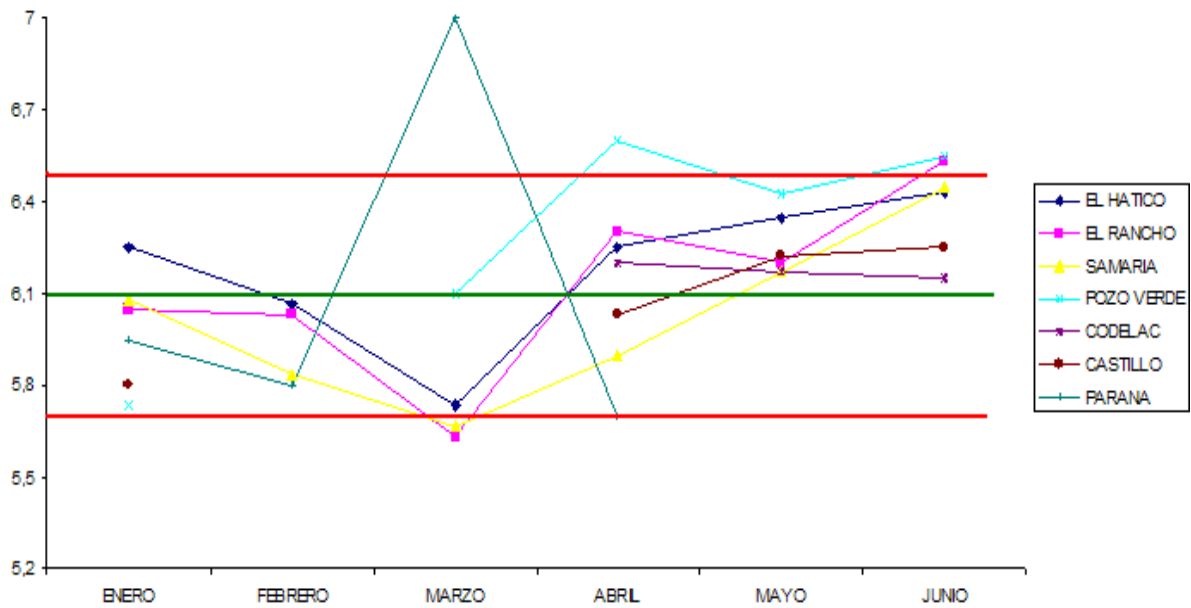


✓ **CERRITO-JAMUNDI**

- VARIABLE ACIDEZ: LSC: 6.5, LCI: 5.8 Y PROMEDIO TOTAL: 6.14

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
EL HATICO	6,25	6,06	5,73	6,25	6,35	6,43
EL RANCHO	6,05	6,03	5,63	6,3	6,2	6,53
SAMARIA	6,075	5,83	5,66	5,9	6,175	6,45
POZO VERDE	5,73	-	6,1	6,6	6,425	6,55
CODELAC	-	-	-	6,2	6,175	6,15
CASTILLO	5,8	-	-	6,03	6,225	6,25
PARANA	5,95	5,8	7	5,7	-	-

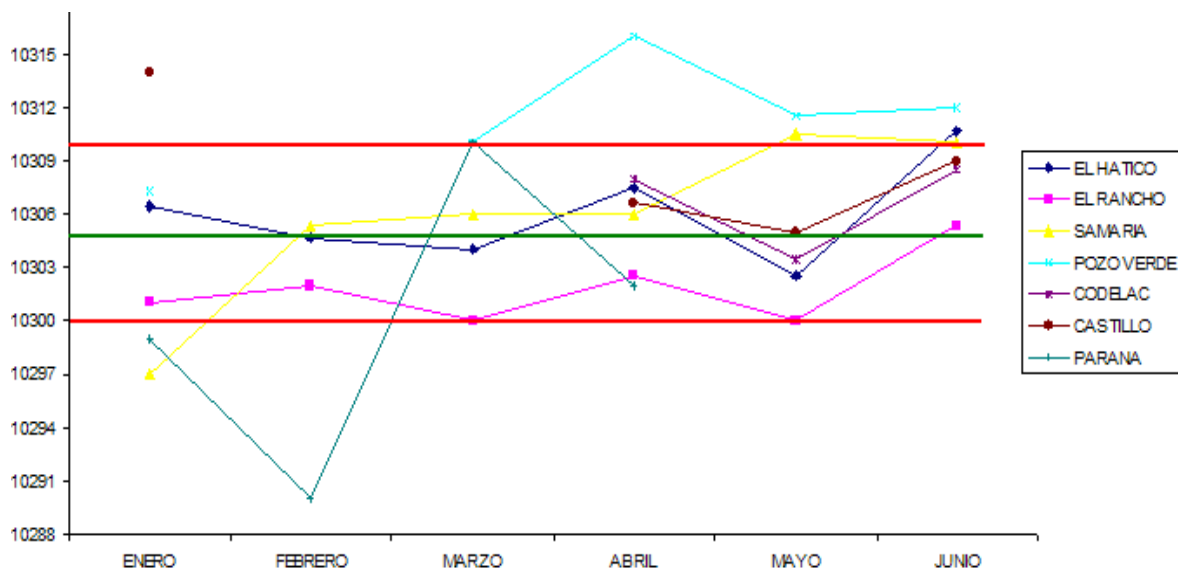
GRAFICA 31. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE ACIDEZ DE LA RUTA CERRITO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE DENSIDAD: LSC: 1.0311, LCI: 1.0300 Y PROMEDIO TOTAL: 1.0306

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
EL HATICO	1.0306,5	1.0304,67	1.0304	1.0307,5	1.0302,5	1.0310,67
EL RANCHO	1.0301	1.0302	1.0300	1.0302,5	1.0300	1.0305,33
SAMARIA	1.0297	1.0305,33	1.0306	1.0306	1.0310,5	1.0310
POZO VERDE	1.0307,33	-	1.0310	1.0316	1.0311,5	1.0312
CODELAC	-	-	-	1.0308	1.0303,5	1.0308,5
CASTILLO	1.0314	-	-	1.0306,67	1.0305	1.0309
PARANA	1.0299	1.0290	1.0310	1.0302	-	-

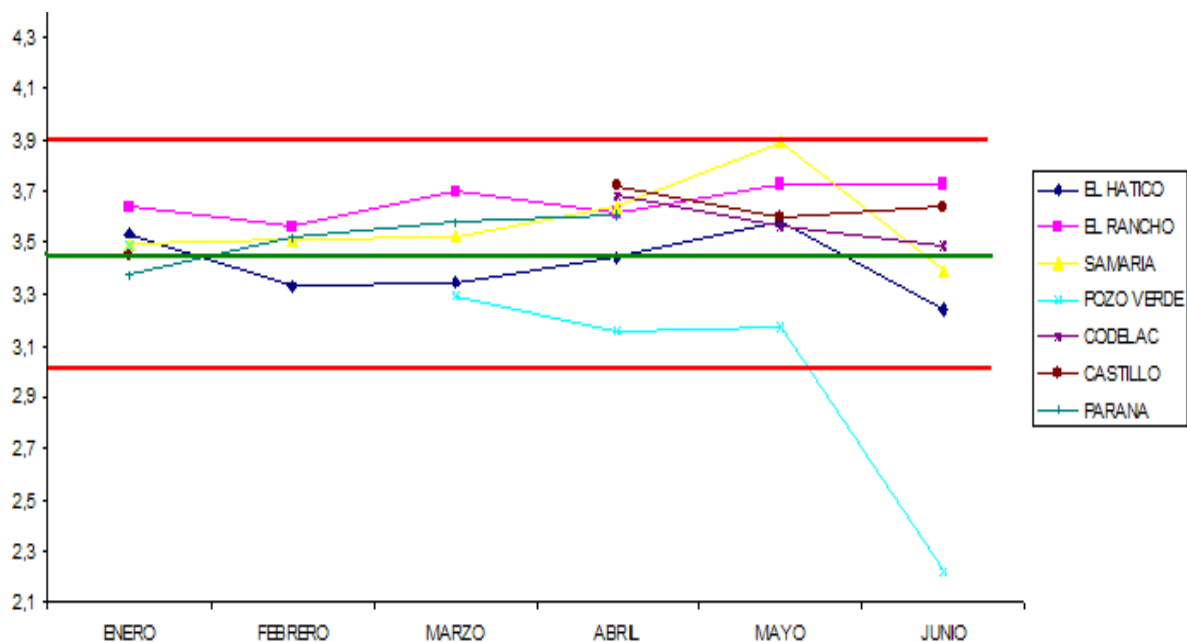
GRAFICA 32. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE DENSIDAD DE LA RUTA CERRITO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE GRASA: LSC: 3.92, LCI: 3.05 Y PROMEDIO TOTAL 3.48

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
EL HATICO	3,5325	3,33	3,34	3,445	3,575	3,24
EL RANCHO	3,64	3,56	3,69	3,615	3,73	3,725
SAMARIA	3,495	3,50	3,52	3,63	3,89	3,39
POZO VERDE	3,49	-	3,295	3,16	3,172	2,22
CODELAC	-	-	-	3,68	3,565	3,485
CASTILLO	3,45	-	-	3,71	3,6	3,63
PARANA	3,375	3,52	3,58	3,60	-	-

GRAFICA 33. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE GRASA DE LA RUTA CERRITO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

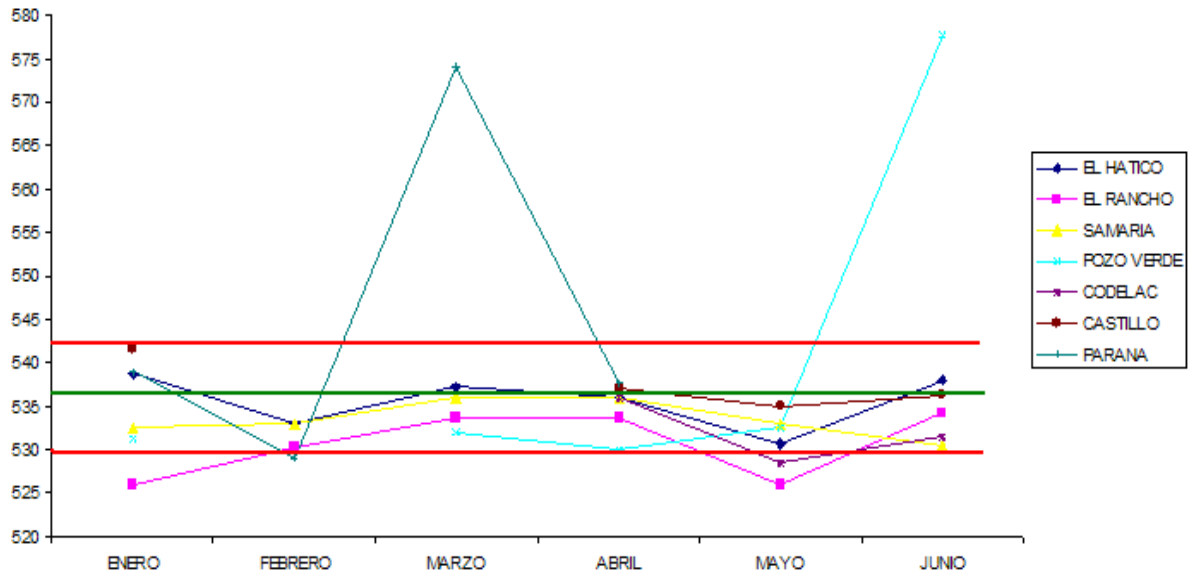


- VARIABLE INDICE CRIOSCOPICO: LSC: 542, LCI: 530 Y PROMEDIO TOTAL 536

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
EL HATICO	538,75	533	537,33	536	530,75	538
EL RANCHO	526	530,33	533,66	533,66	526	534,33
SAMARIA	532,5	533	536	536	533	530,5
POZO VERDE	531,33	-	532	530	532,5	577,75
CODELAC	-	-	-	536	528,5	531,5
CASTILLO	541,5	-	-	537	535	536,25
PARANA	539	529	574	537,66	-	-

GRAFICA 34. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE I.C DE LA RUTA CERRITO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

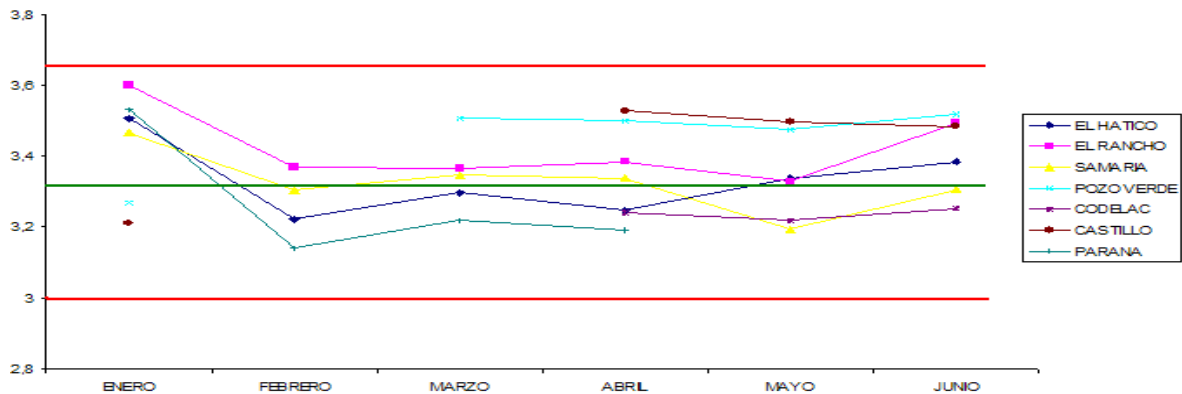




- VARIABLE PROTEINA: LSC: 3.65, LCI: 3.07 Y PROMEDIO TOTAL: 3.31

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
EL HATICO	3,51	3,22	3,29	3,2475	3,337	3,38
EL RANCHO	3,6	3,37	3,36	3,385	3,327	3,49
SAMARIA	3,465	3,30	3,34	3,33	3,192	3,305
POZO VERDE	3,27	-	3,505	3,5	3,475	3,517
CODELAC	-	-	-	3,24	3,217	3,25
CASTILLO	3,21	-	-	3,52	3,497	3,485
PARANA	3,53	3,14	3,22	3,19	-	-

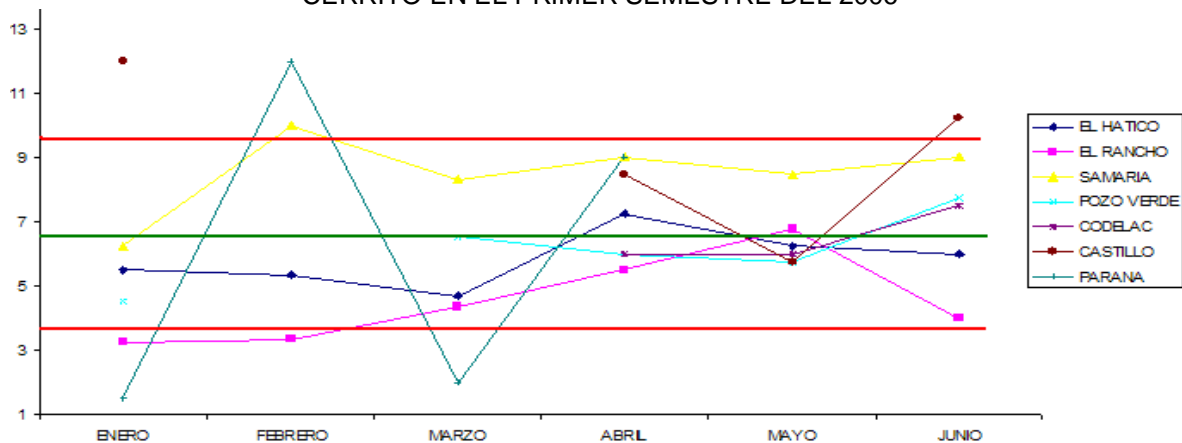
GRAFICA 35. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE PROTEINA DE LA RUTA CERRITO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006



- VARIABLE REDUCTASA: LSC: 10, LCI: 4 Y PROMEDIO TOTAL 6.5

FINCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
EL HATICO	5,5	5,33	4,66	7,25	6,25	6
EL RANCHO	3,25	3,33	4,33	5,5	6,75	4
SAMARIA	6,25	10	8,33	9	8,5	9
POZO VERDE	4,5	-	6,5	6	5,75	7,75
CODELAC	-	-	-	6	6	7,5
CASTILLO	12	-	-	8,5	5,75	10,25
PARANA	1,5	12	2	9	-	-

GRAFICA 36. CONSOLIDADO COMPORTAMIENTO VARIABLE REDUCTASA DE LA RUTA CERRITO EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2006

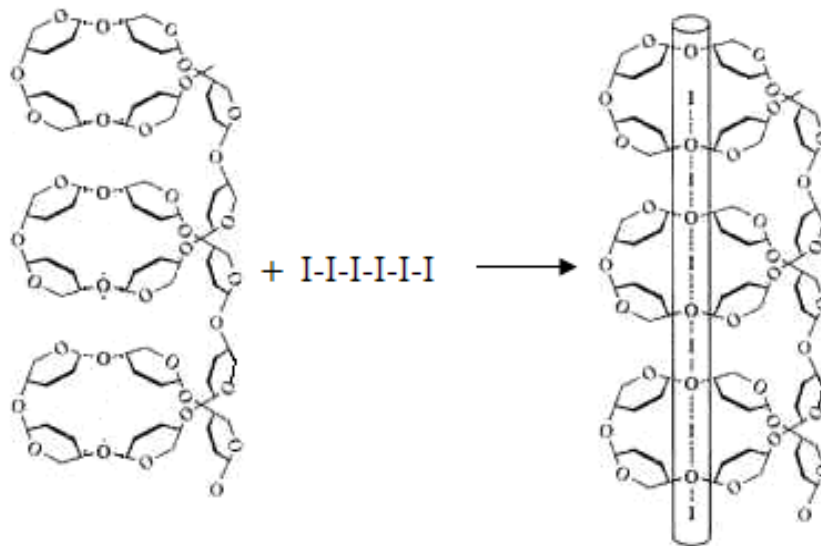


#### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

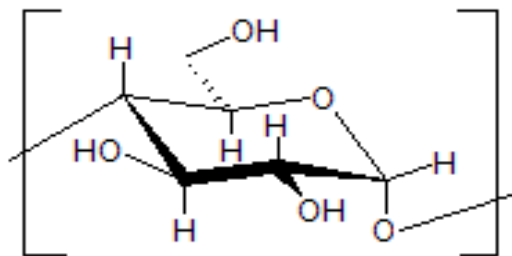
##### 4.1 Verificación de técnicas de análisis cualitativo.

**Primera fase: Almidón**

- La reacción es inmediata (se debe realizar observación antes de que transcurran 30 segundos por que se disuelve el reactivo y pierde coloración).
- Al aplicar temperatura a la muestra antes de efectuar el análisis el resultado es mucho mas sensible (no se enmascara el adulterante), sensibilidad experimental sin previo calentamiento=0.025% mientras que calentando=0.01%. Cuando la muestra contiene 400ppm se presenta opaca generando dificultad en el resultado.
- En las variaciones a la técnica se puede disminuir la cantidad de reactivo a utilizar, según la técnica se deben adicionar 5 gotas a 5mL de la muestra aunque es posible obtener el mismo resultado adicionando 3 gotas.
- La adición gradual de almidón, provoca cambios significativos en el índice crioscópico por su relación sales (sólidos) – lactosa, ya para cambios en variables como sólidos totales y densidad se requieren cantidades mas elevadas; el almidón disimula adición de agua en la leche y descreme ya que actúa como espesante incrementando también sólidos.
- La presencia de almidón se evidencia mediante la aparición de una coloración azul-negro que provoca el complejo formado con yodo como se muestra en el producto de reacción de la figura 8, La fracción activa del almidón es la amilosa, un polímero del  $\alpha$ -D-glucosa, cuya unidad repetitiva se muestra en la figura 9. El polímero se presenta en forma de una espiral, el cual forma cadenas con moléculas de  $I_6$ , que se alojan a lo largo del interior de la espiral de amilosa. El color azul oscuro del complejo yodo-almidón se debe a la absorción de luz visible por las cadenas de  $I_6$  alojadas en el interior de la espiral.



**Figura 8.** Reacción de yodo con amilosa (unidad activa del almidón).



**Figura 9.** Estructura de la unidad elemental de amilosa en almidón.

- Dentro de una hélice de amilosa se introducen iones polinucleares  $I_3^-$  (se obtiene al disolver yodo en disolución de yoduro alcalino). Para que la reacción tenga lugar se necesita la presencia de yoduro. El color azul-negro desaparece en caliente y reaparece al enfriar; el complejo yodo-amilosa es inestable por encima de  $50^\circ\text{C}$ . Los mejores resultados se obtienen cuando las disoluciones se encuentran a temperatura ambiente ( $20^\circ\text{C}$  a  $35^\circ\text{C}$ ).<sup>18, 19, 20.</sup>

### **Segunda fase: Azúcares**

- El color de la muestra se intensifica al transcurrir el tiempo, por lo que se recomienda leer el resultado a los 5 minutos exactamente, ya que el azúcar contenido en la leche (lactosa) se desdobra con el calentamiento y provoca resultados *falsos-positivos*. La prueba presenta una sensibilidad=0.2%

- La adición gradual de azúcar provoca cambios significativos en el índice crioscópico y densidad por su relación sales–lactosa, los °Brix se pueden proponer como parámetro para identificar presencia de azúcares en la leche. Los azúcares aumentan sólidos y disimulan adición de agua en la leche por su gran influencia en el índice crioscópico.

### **Tercera fase: Formol**

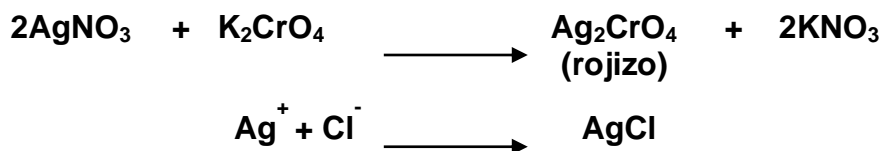
- La prueba es bastante sensible, se reconoce mediante la aparición de un anillo violeta en la interfase de los dos líquidos, se debe esperar 15 segundos esto en el límite de detección (sensibilidad= 10ppm), finalmente se puede agitar para verificar una coloración lila.
- La adición gradual de formol no provoca cambios significativos en los demás parámetros fisicoquímicos cuantitativos para su reconocimiento.
- El formol aumenta la calidad higiénica de la leche; incrementando su periodo de vida (preservándola por más tiempo disminuyendo su carga microbiana) esto se evidenciará con la prueba de reductasa.

### **Cuarta fase: hipoclorito**

- Cuando se tiene la muestra de leche y se adiciona yoduro de potasio se debe observar la coloración que toma (la aparición de color amarillo indica presencia de hipoclorito) en caso de no cambiar se continúa con la reacción (sensibilidad=1ppm).
- La adición gradual de hipoclorito provoca cambios significativos en variables como acidez, densidad, pH, índice crioscópico y prueba de alcohol (estabilidad de proteínas).
- El hipoclorito y cloraminas aumenta la calidad higiénica de la leche (preservándola por más tiempo disminuyendo su carga microbiana) esto se evidenciará con la prueba de reductasa, a diferencia del formol su contaminación puede ser involuntaria debido a factores de limpieza y desinfección (mal enjuague de tinas, tanques, carro-tanques, etc.) en el caso que la leche entre en contacto con hipoclorito se podrá evidenciar en el análisis organoléptico mediante el sabor y olor.

### **Quinta fase: Cloruros**

- La adición gradual de cloruros provoca cambios significativos en variables como acidez, densidad, pH, índice crioscópico.
- El valor máximo permitido es de 2g de NaCl, para una leche normal, cualquier otro resultado superior esa indicando adulteración o leche procedente de vacas con mastitis. Para lo que se recomienda realizar un estudio detallado en el contenido de sales de la tierra y agua (alimentación) y clima (región).<sup>25</sup>
- La adición de agua disminuye el contenido normal de cloruros en la leche lo que se puede utilizar para disimular esta adulteración por doble partida (aguado y presencia de cloruros).
- Para proporcionar un resultado confiable, se debe espera un tiempo prudente de 15 segundos efectuado la siguiente reacción:



La plata tiene una gran afinidad por los cloruros, a los que se une formando cloruro de plata. Cuando todo el cloro está en forma de cloruro de plata, la plata reacciona con el cromato potásico formando cromato de plata que es de color ladrillo - rojizo, esto aplica para la cuantificación por medio de titulación. En caso de realizar el análisis cualitativo donde el analito presenta pH ligeramente ácido, el cloruro de plata se evidencia con una coloración amarilla, para una adecuada interpretación se debe conocer algunas condiciones de reacción, ya que el pH óptimo para llevar a cabo el análisis de cloruros es de 7.0 a 8.3, ya que cuando tenemos valores de pH mayores a 8.3, el ión  $\text{Ag}^+$  precipita en forma de  $\text{Ag}(\text{OH})$ ; cuando la muestra tiene un pH menor que 7.0, el cromato de potasio se oxida a dicromato, afectando el viraje del indicador es decir que ya no se evidenciara su coloración rojiza sino amarilla (ver anexo 5). Cuando se trabaja con muestra de leche con acidez alta, es recomendable neutralizar con bicarbonato ya que en estos casos el viraje del indicador proporciona resultados falso-positivos.<sup>23, 24.</sup>

### **Sexta fase: Neutralizantes**

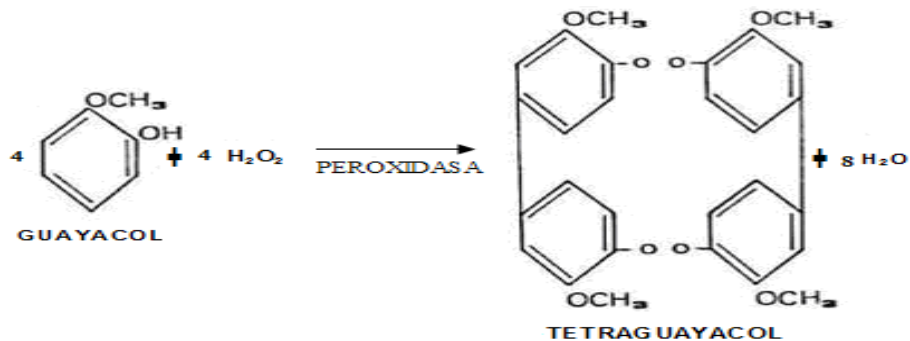
- La adición gradual de neutralizantes (bicarbonato de sodio) provoca cambios relevantes en la acidez y pH en las demás variables fisicoquímicas se

experimentan algunos cambios en la densidad, índice crioscópico, debido a adición de sólidos.

- Esta prueba genera dificultad en la interpretación por lo que se debe efectuar acompañada de un patrón positivo *sin excepción*.
- La prueba # 1 con rojo de fenol, tiene un límite de detección (sensibilidad=0.09%) superior a la prueba # 2 efectuada con oxalato (sensibilidad=0.12%) por lo que se recomienda trabajar preferiblemente con prueba # 1.
- La prueba # 2 no mide adulteración con álcalis, solo es un indicador de acidez (mediante pH) que contrarresta la acidez promedio de la leche con la utilización del oxalato de potasio, no se recomienda para identificación de neutralizantes solo para corroborar resultados positivos obtenidos de la prueba # 1.
- La prueba # 2 se hace mas sensible al realizar en caliente (T= 80°C), provocando también resultados falso-positivos, ya que finalmente lo que detecta es baja acidez, problema que se presenta en la actualidad ya que con las variaciones climáticas y nuevos productos (sales básicas) para la alimentación han desatado cambios apreciables en la medida de acidez.

### **Séptima fase: Peróxido**

- Al realizar pruebas de peróxido ( $H_2O_2$ ) en muestras de leche, notamos que su concentración va disminuyendo de forma acelerada con el tiempo (el peróxido es inestable cuando se encuentra en medio acuoso) en lo que se puede llegar a tener inconvenientes en la prueba de reconocimiento esto aplica a leches que transportan por largos periodo de tiempo.
- Las tiras analíticas tienen un límite de detección bastante bueno (sensibilidad=0.5ppm).
- Para esta prueba se debe tener presente que al realizar determinación de peroxidasa se debe tener detalle al adicionar guayacol en muestras de leche cruda (no tratadas térmicamente que contengan la ferro-enzima (peroxidasa) capaz de catalizar la oxidación de sustancias aromáticas (fenoles, aminas aromáticas, ácidos aromáticos) y sus compuestos (nitritos) por que se puede proporcionar una coloración ladrillo instantánea provocada por la siguiente reacción de Storch.<sup>21, 22.</sup>



**Figura 10.** Reacción de peróxido con guayacol en presencia de peroxidasa.

### **Octava fase: Fosfatasa y Peroxidasa**

- En los dos casos la prueba marco positiva debido a que se trabajo con muestras leche cruda la cual contiene estas enzimas, ya que no han sido sometidas a ningún tipo de tratamiento térmico.
- Las pruebas de fosfatas y peroxidasa trabajadas con muestras de leche cruda en presencia de diferentes sustancias exhiben comportamientos en su apariencia permitiendo correlacionar su resultado; para lo que es coherente que la muestra pierda brillo e intensidad en su coloración debido a su aumento en sólidos.
- Para peroxidasa aplica la reacción de Storch mencionada en el tercer punto de la séptima fase (peróxido).

### **Novena fase: Reductasa**

- La presencia de sustancias ajenas (adulterantes) en muestras de leche, producen grandes cambios en la prueba de reductasa (determina la calidad higiénica) en leche cruda.
- Sustancias como peróxido, formol, antibióticos, hipoclorito y hasta los neutralizantes actúan como preservativos (incrementando el periodo de vida útil) en la leche contrarrestando su carga microbiana.



- Esta prueba sirve como factor de relación para detectar tratamientos químicos (adulteración) en materia prima de productos lácteos.

En general, puede decirse que los riesgos a que está sometida la leche entre su síntesis en la glándula mamaria y su llegada al consumidor incluyen:

- Contaminación y multiplicación de microorganismos.
- Contaminación específica por gérmenes patógenos.
- Alteración fisicoquímica de sus componentes.
- Absorción de olores extraños.
- Generación de malos sabores.
- Contaminación con sustancias químicas (pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes) y partículas de suciedad.

Las principales fuentes de contaminación de leche y productos lácteos se dan en el predio:

- Animal (glándula mamaria, piel, heces).
- Establo (moscas, aire, agua, forraje, paja, suelo, etc.).
- Utensilios (equipo de ordeño, baldes, tarros, filtros, enfriadora, etc.).

Así como durante la recolección y el transporte, y durante la recepción y el procesamiento industrial.

### ***Décima fase: Durabilidad***

- Conocer el comportamiento fisicoquímico que tiene la leche cruda en condiciones específicas de temperatura a través del tiempo, proporciona grandes indicios en los procesos que se deben aplicar para contrarrestar su deterioro producido principalmente por microorganismos y enzimas que son inhibidas con aplicación de bajas temperaturas así como se demuestra en la prueba de durabilidad realizada.
- En la prueba de durabilidad se debe relacionar con la reducida cantidad de ácidos grasos libres que contenidos en la leche, ya que su concentración puede incrementar en el caso que se presenta actividad lipolítica causada por las propias lipasas o por las provenientes de microorganismos contaminantes. Se debe recordar que la liberación de los ácidos grasos de cadena corta (butírico, capriico, caproico y caprico) es la responsable de la rancidez hidrolítica, reflejado propiamente en el incremento de la acidez láctica como parámetro fisicoquímico de la leche; esto es de mayor comprensión dentro de los procesos fermentativos. Otras pruebas que nos proporción criterio para predecir la condición ácida y estabilidad de proteínas,

se realiza mediante la adición de volúmenes iguales de alcohol (etanol 75-80%) y leche.

### ***Décima primera fase: Lactofermentador***

- Utilizada básicamente como acompañante en la interpretación de la reductasa, la cual aporta datos cualitativos claros y certeros respecto a la calidad higiénica de la leche, el término contaminación debe ir seguido de un estudio que aclare que tipo de microorganismo está afectando en la muestra analizada y cuáles son los productos de su metabolismo, empleo de sustancias inhibitorias y/o adulterantes y medida de acidez dentro de parámetros.
- Análisis de pruebas de lactofermentador aspecto *Tipo Líquido*:  
1<sup>er</sup> grado: Contenido bacteriano bajo, eventualmente, residuos de desinfectantes o antibióticos.  
2<sup>do</sup> grado: Indica cantidad restringidas de bacterias lácticas.  
3<sup>er</sup> grado: La causa es la presencia de bacterias lácticas en pequeña cantidad, o de bacterias debilitadas.
- Análisis de pruebas de lactofermentador aspecto *Tipo Gelatinoso*:  
1<sup>er</sup> grado: Fermentación láctica.  
2<sup>do</sup> grado: Fermentación láctica predominante.  
3<sup>er</sup> grado: Además de fermentación láctica pura existe una ligera infección de bacterias de *hinchazón*.
- Análisis de pruebas de lactofermentador aspecto *Tipo Caseoso*:  
1<sup>er</sup> grado: Bacterias lácticas y proteolíticas.
- Análisis de pruebas de lactofermentador aspecto *Tipo Hinchazón*:  
1<sup>er</sup> grado: Algunos Coliformes.  
2<sup>do</sup> grado: Coliformes en cantidades significativas.  
3<sup>er</sup> grado: Antibióticos o elevada contaminación de coliformes.
- Para la materia prima proveniente de región y planta es evidente que la contaminación microbiológica que se presenta es dada por bacterias que provocan fermentación láctica y muy pocas bacterias proteolíticas y en algunos casos eventuales coliformes, estas bacterias nefastas son las responsables generalmente de las fermentaciones indeseadas: producción de hidrógeno (coliformes) o de ácido butírico e hidrógeno (bacterias

butíricas), fermentación del ácido láctico a propionato y CO<sub>2</sub> (bacterias propionicas); esto producido por la falta de implementación de BPM en algunos centros de ordeño y recibo.

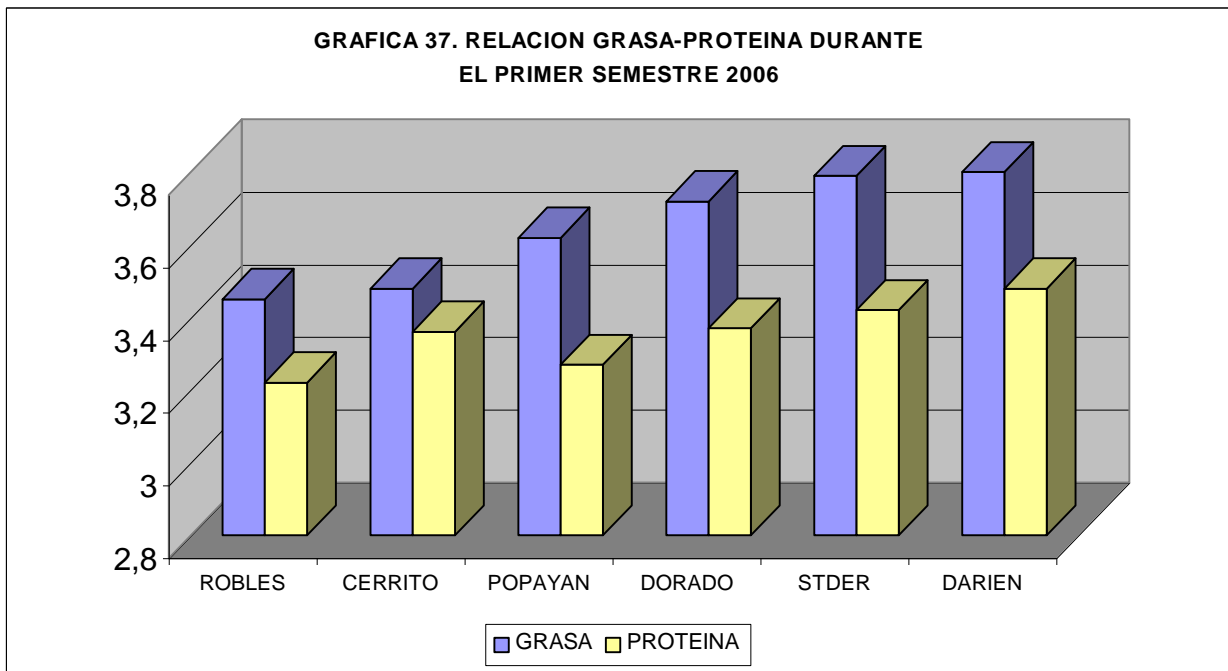
- La prueba del lactofermentador es un dato muy útil para clasificar la textura de los quesos en su elaboración (estudio preponderante en su futura fabricación de derivados lácteos).<sup>26</sup>

#### **4.2 Variabilidad de propiedades fisicoquímicas de la materia prima de los productos lácteos de INDUCOLSA S.A proveniente de la región.**

- La composición de la leche varía dentro de una misma especie. Estas variaciones están determinadas por la especie animal, la raza, edad, estadio y número de la lactación, la nutrición (alimentación), el manejo así como por el estado sanitario.<sup>4</sup> Por lo tanto vemos que el comportamiento o tendencia media de los resultados fisicoquímicos del muestreo difieren unos de otros siendo difícil dar una composición normal de la leche, por lo que se establecen intervalos (mínimos [LCI] y máximos [LSC]) donde se tolera por normativa y por parámetros internos.
- El estudio de variabilidad de leche cruda, fue analizado por medio de gráficos tipo X-R (control estadístico para variables continuas y no continuas controlables) debido a que las características de calidad manejadas, se rigen por parámetros internos de gran exigencia por INDUCOLSA en comparación a los establecidos por la norma técnica colombiana, esto se realizó para todos los proveedores de materia prima de la planta procesadora de leche.
- Con los gráficos X-R, fue necesario conocer el criterio de subgrupos (grupo de mediciones que se obtienen de una técnica de análisis) para lo que se calculó el promedio, desviación estándar, rango máximo y mínimo).
  - ✓ Las desviaciones obtenidas son causadas principalmente por los siguientes factores:
  - ✓ Falta de agitación de la muestra al momento de la toma en el centro de ordeño, provocando resultados de grasa fuera de parámetros (la grasa tiende a separarse en reposo de la fase acuosa).
  - ✓ Leche en condiciones de temperatura no apta (no refrigerada), sufre acidificación.
  - ✓ La leche sometida al control crioscópico no debe presentar un acidez elevada ni contener productos de neutralización o de conservación.
  - ✓ Muestra no significativa con bajo volumen (no es suficiente para todos los análisis).
  - ✓ Problemas de transporte (muestras deterioradas no aptas para análisis).

- ✓ Recipientes no estériles (en lo que la prueba de reductasa no es significativa).
  - ✓ Factor climático (pasto seco) produce desequilibrio metabólico por ausencia de minerales y oligoelementos, finalmente son los encargados de nivelar el grado de alcalinidad o acidez en la leche, signo clínico conocido como acidosis o alcalinosis ruminal presentado en el hato con síntomas de diarrea intermitente, apetito disminuido o ingestión cíclica de alimento, alta tasa de eliminación de vacas por una pobre definición de las causas de salud en el hato, pobre condición corporal pese a estar con buen nivel de consumo de energía en la dieta, abscesos sin causa aparente determinada, y hemoptisis o epistaxis (como casos raros).
  - ✓ Las sintomatologías en el hato se ven reflejados en los resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, lo que es prudente para nosotros conocer el comportamiento regular.
- Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche; cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína.<sup>2</sup> Lo que pudimos comprobar mediante la toma de datos durante el primer semestre según el muestreo de las diferentes rutas de la región; que abastecen la planta procesadora. La siguiente figura representa los datos promedio.

<b>RUTAS DE REGION</b>	<b>GRASA</b>	<b>PROTEINA</b>
ROBLES	3,45	3,22
CERRITO	3,48	3,36
POPAYAN	3,62	3,27
DORADO	3,72	3,37
SANTANDER	3,79	3,42
DARIEN	3,8	3,48



- Según los datos obtenidos en la prueba de reductasa, las leches pueden ser clasificadas en 5 grupos de calidad:
  1. Excelente: mantiene coloreada en mas de 8 horas y posee poco menos 100.000 bacterias / mL.
  2. Buena: mantiene coloreada durante 5 a 8 horas y posee 100.000-500.000 bacterias / mL.
  3. Regular: mantiene coloreada de 2 a 5 horas y posee 500.000-4.000.000 bacterias / mL.
  4. Mala: mantiene coloreada de 30 minutos a 2 horas y posee 4.000.000-2.000.000 bacterias / mL.
  5. pésima: se decolora en menos de 30 minutos y posee mas de 2.000.000 bacterias / mL.

## CONCLUSIONES

- Con la verificación de las técnicas de análisis cualitativo se logró determinar la sensibilidad y comportamiento que presentan las variables fisicoquímicas de muestras de leche cruda: pura y adulteradas, se observa que la complejidad de la matriz tiende a enmascarar cierta cantidad del adulterante adicionado en el productos de reacción de cada prueba. Por

otra parte se creo la necesidad de modificar algunas condiciones de la técnica con el fin de aumentar su efectividad.

- Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos según el muestreo de variabilidad, permitió conocer las propiedades de las distintas clases de leche cruda de la región (Santander, Darien, Popayán, Robles, Dorado, Corcovao y Jamundí-Cerrito) de tal forma que el departamento de producción, agropecuario y calidad optimicen su trazabilidad. Por otra parte, se estableció en los informes los resultados estadísticos de cada uno de los proveedores que presentaron la mínima y máxima variación.
- Los parámetros (promedio, desviación estándar, mínimos y máximos) que obtenidos del estudio de variabilidad permitió clasificar adecuadamente los distintos tipos de leche cruda, para consolidarlos en informes mensuales y un informe semestral de cada variable analizada.
- Conociendo la variabilidad en las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda, la empresa tiene mayor fundamento para exigir calidad a sus proveedores con el fin de mejorar los productos a los consumidores.
- Se logró optimizar los procesos productivos, reduciendo tiempos y tratamientos con los que se acondiciona la materia prima (leche cruda).
- La Industria Colombiana de Alimentos, INDUCOLSA S.A, logró participar con los resultados de los análisis fisicoquímicos del muestreo realizado a los proveedores de la región occidental de Colombia en la asamblea efectuada por el ministerio de protección social, con el fin de modificar algunos parámetros establecidos por la NTC 2437/83, estipulados en el decreto 616/2006.

## **PROYECCIONES**

- Este proyecto brinda una base sólida en los resultados para el inicio en la validación de algunas técnicas de análisis, visionando la acreditación del laboratorio fisicoquímico, lo que se traduce en prestación de servicios, realización de programas inter-laboratorios reglamentadas en la norma NTC-ISO-IEC 17025, lo que finalmente demuestra competencia técnica en el laboratorio de ensayo y calibración, eliminando la necesidad de frecuentes inspecciones y evaluaciones por autoridades competentes.
- Se debe dar continuidad a los muestreos de variabilidad, aplicando este método a nuevas rutas de transporte de leche cruda, solo así se puede mejorar la trazabilidad y asegurar los procesos que lleva a cabo la empresa.
- Para trabajos posteriores se pueden hacer diversos estudios de variabilidad de forma que el muestreo sea tomado directamente en el campo y centros de acopio para eliminar la incertidumbre asociada.
- Se recomienda a los investigadores en el área de alimentos trabajar en las reacciones de Maillard que se presentan especialmente en la leche deslactosada UHT, de tal forma que se proponga inhibidores en la reacción o controladores de proceso.
- Se recomienda validar el contenido de lactulosa producido en la leche tratada térmicamente, para establecer de forma cuantitativa índices de calentamiento.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Decreto 2437 de 1983 Ministerio de Salud.
2. Baudi Dergal, Salvador. Química de los Alimentos. 4ta Edición Person Educación, México 2006.

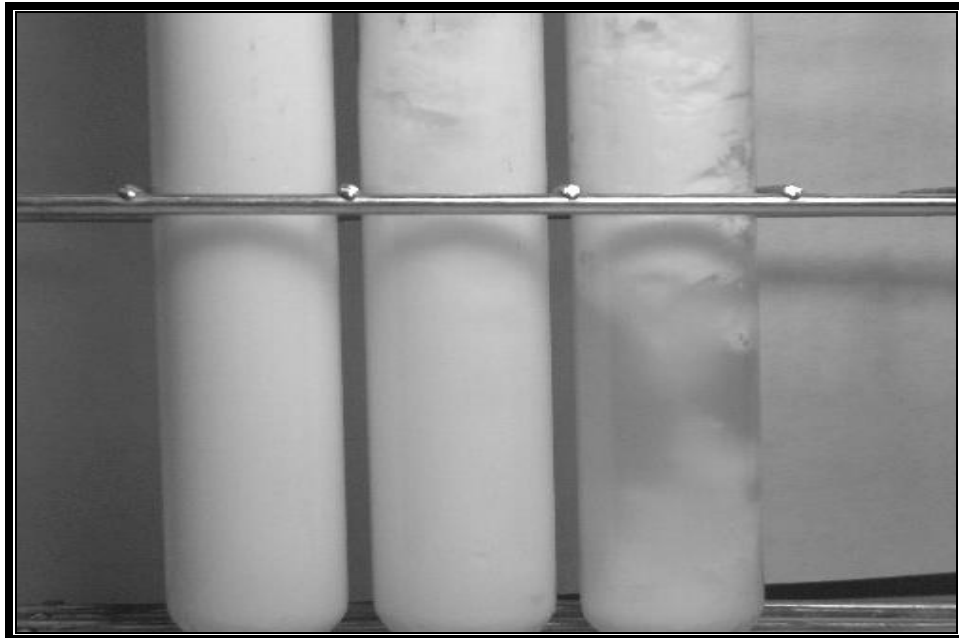
3. Manual de calidad del Laboratorio de Análisis Físicoquímico de la industria colombiana de alimentos INDUCOLSA S.A
4. Eckhard Schlimme y Wolfgang Buchheim. Leche y sus componentes. Acribia S.A, Zaragoza (España) 2002.
5. [http://www.science.oas.org/OEA\\_GTZ/LIBROS/LA\\_LECHE/leche.htm](http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/LA_LECHE/leche.htm).
6. [http://es.Wikipedia.org/wiki/#alimentos\\_con\\_la\\_reacci.C3.B3n\\_de\\_maillard](http://es.Wikipedia.org/wiki/#alimentos_con_la_reacci.C3.B3n_de_maillard).
7. Estudio de la Influencia de Iones Metálicos en los Productos de la Reacción de Maillard Abirached, C\*; Medrano, A; Panizzolo, L. Cátedra de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República. Av. Gral. Flores 2124. Montevideo. Uruguay.
8. [http://www.scielo.br/scielo.php/ing\\_en](http://www.scielo.br/scielo.php/ing_en).
9. Eichner K., Karel M. 1972. The influence of water content and water activity on the sugaramino browning reaction in model systems under various conditions. journal Agriculture and Food Chemistry.
10. Underwood J.C., Lento H.G. Jr., Willits W.C.O. 1959. Browning of sugar solutions. 3. Effect of pH on the color produced in dilute glucose solutions containing amino acids with the amino group in different positions in the molecule. Food Research.
11. Song P.-S., Chichester C.O. 1967. Kinetic behavior and mechanism of inhibitor in the Maillard reaction. iii. Kinetic behavior of the inhibition in the reaction between D-glucose and glycine. Journal Food Science.
12. <http://www.infocarne.com/bovino/lipidos.asp>
13. [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/mrgarcia/Lacteos-2005/Tema%202-2.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/mrgarcia/Lacteos-2005/Tema%202-2.pdf)
14. <http://www.geocities/tenisoat/calcio.htm>
15. Decreto 616 del 2006 ministerio de protección social.
16. [http://www.saber.ula.ve/cgiin/be\\_alex.exe?Documento=T016300001711/9&term\\_termino\\_2=e:/alexandr/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/revistafarmacia/vol45\\_2/lorena\\_rondon.pdf](http://www.saber.ula.ve/cgiin/be_alex.exe?Documento=T016300001711/9&term_termino_2=e:/alexandr/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/revistafarmacia/vol45_2/lorena_rondon.pdf)

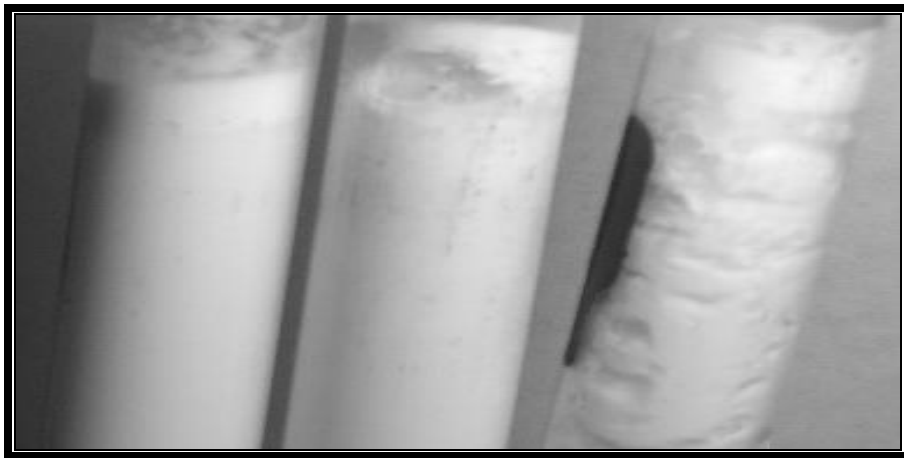


17. Pires S M, Alessi A y Gatti A C. "Estudio de laboratorio del efecto de las concentraciones de calcio y caseína, el pH y la temperatura sobre la incorporación de proteínas lácteas al coágulo obtenido por acción enzimática." Quím. Nova vol.22 n.4 São Paulo July/Aug 1999.
18. McMurry, J. Química Orgánica. Quinta edición, Thomson editores. México 2001.
19. Burriel Martí F., Lucena Conde F., Arribas Jimeno S. Y Hernández Méndez J., Química Analítica Cualitativa, Undécima edición, Editorial Paraninfo, Madrid (1983).
20. Pine S. H., Henrickson J. B., Cram D. J. y Hammond G.S., Química Orgánica, 2ª Edición en Español, Editorial Mc Graw Hill, México (1984).
21. [http://www.mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/schmidth02/parte08/02.html](http://www.mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth02/parte08/02.html)
22. <http://www.um.es/bbmbi/AyudasDocentes/Practicas/Medicina/PracticasLaboratorio/Practica08.htm>
23. <http://www.ofite.com/instructions/Spanish/144-50sp.pdf>
24. [http://www.sagan-gea.org/hojared\\_AGUA/paginas/19agua.html](http://www.sagan-gea.org/hojared_AGUA/paginas/19agua.html)
25. Nestle de Colombia S.A, CICOLAC. "Manual para control de calidad a la leche fresca recibida en fábrica, planta y estaciones."
26. Diaz Z. E., Tecnología de Leches II, 1ª Edición, Universidad de la Salle, Colombia (1998).

## ANEXOS

**ANEXO 1.** Fotos de pruebas de lactofermentador con muestras tipo líquido, gelatinoso, caseoso e hinchazón.





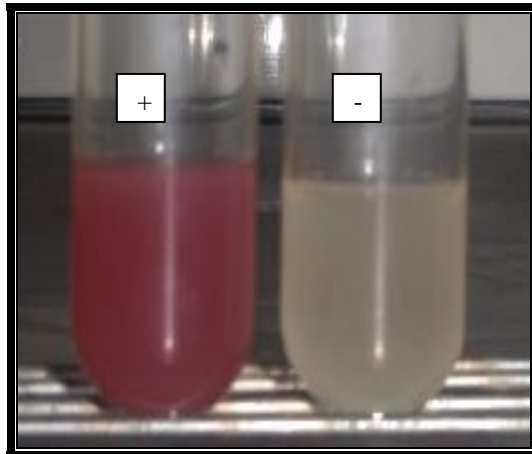
**ANEXO 2.** Foto prueba positiva de neutralizantes (coloración rojizo) con rojo de fenol (adulteración gradual en imagen de derecha a izquierda).



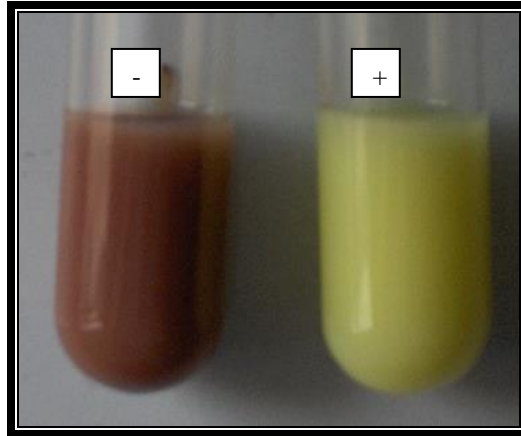
**ANEXO 3.** Foto prueba positiva de neutralizantes (aparición de anillo rosa) con oxalato de potasio.



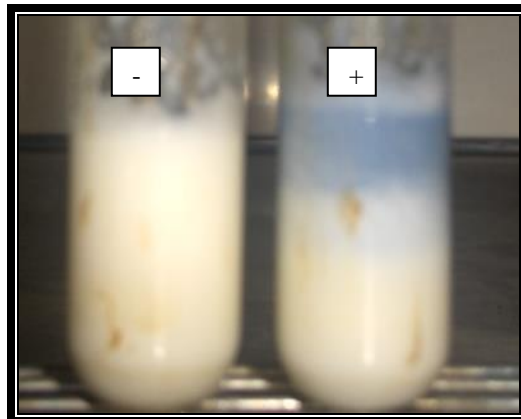
**ANEXO 4.** Foto prueba positiva de azucares (coloración fucsia).



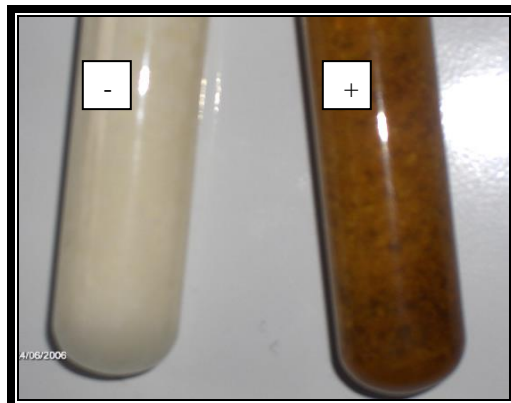
**ANEXO 5.** Foto prueba positiva de cloruros (coloración amarilla).



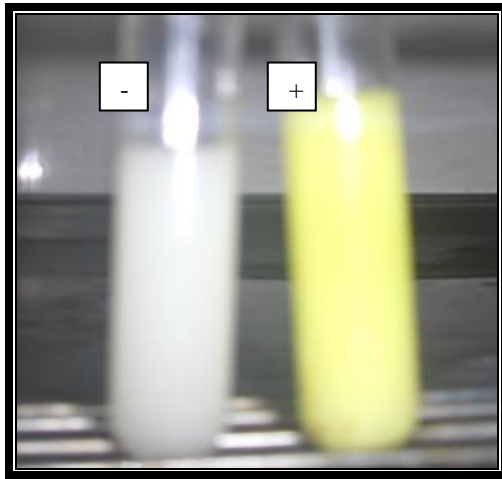
**ANEXO 6.** Foto prueba positiva de almidones (coloración azul).



**ANEXO 7.** Foto prueba positiva de hipoclorito (coloración café-violeta).



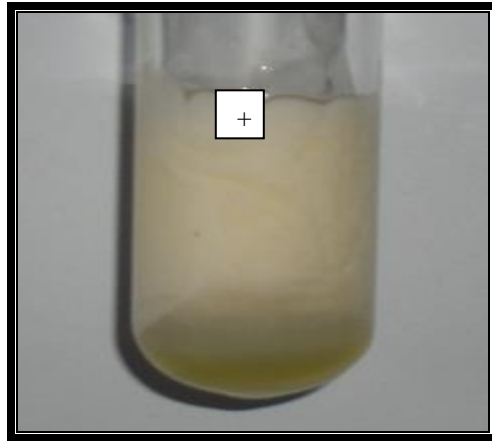
**ANEXO 8.** Foto prueba positiva de fosfatasa (coloración amarilla).



**ANEXO 9.** Foto prueba positiva de peroxidasa (anillo mandarina), la foto muestra coloración después de agitación.



**ANEXO 10.** Foto prueba positiva de formol (anillo violeta).



**ANEXO 11.** Tabla de conversión para acidez: grados Soxlet Henkel (°SH) a porcentaje de ácido láctico).

°SH	% acido láctico	°SH	% acido láctico	°SH	% acido láctico
5.2	0.130	6.1	0.1525	6.9	0.1725
5.3	0.1325	6.2	0.155	7.0	0.175
5.4	0.135	6.3	0.1575	7.1	0.1775
5.5	0.1375	6.4	0.160	7.2	0.180
5.6	0.140	6.5	0.1625	7.3	0.1825
5.7	0.1425	6.6	0.165	7.4	0.185
5.8	0.145	6.7	0.1675	7.5	0.1875
5.9	0.1475	6.8	0.170	7.6	0.190
6.0	0.150	6.8	0.170	7.7	0.1925