

**ANALISIS FISICOQUIMICO DE LECHE EN LA COOPERATIVA
COLANTA LTDA SEDE ARMENIA**

GUILLERMO ADOLFO ZAMORA ANTIA

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS Y TECNOLOGIAS
PROGRAMA QUIMICA
ARMENIA
2006**

**ANALISIS FISICOQUIMICO DE LECHE EN LA COOPERATIVA
COLANTA LTDA SEDE ARMENIA**

Trabajo presentado como requisito parcial para optar por el título de Químico

GUILLERMO ADOLFO ZAMORA ANTIA

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS Y TECNOLOGIAS
PROGRAMA QUIMICA
ARMENIA
2006**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Armenia, Agosto 2006

A Gloria Lucia, mi madre que sin su apoyo incondicional pero sobre todo por su lucha y abnegación por hacerme un hombre de bien no lo hubiera logrado, A Henry Alfonso y Milton Leonardo mis hermanos que me ayudaron a salir adelante en los momentos más difíciles. A Stella, mi abuelita y Guillermo y Francisco, mis tíos porque sin su comprensión y orientación este gran triunfo no hubiese significado lo mismo.

Gracias por hacer que este
Gran sueño sea toda una
“REALIDAD”

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

Guille

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
3. JUSTIFICACION	7
4. OBJETIVOS	8
4.1. OBJETIVO GENERAL	8
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
5. LA LECHE	10
5.1. DEFINICION	10
5.2. LAS VARIEDADES DE LECHE	10
5.2.1. Leche Fluida (Entera)	10
5.2.2. Leches Modificadas (Descremadas – Comerciales)	12
5.2.3. Leche en Polvo	12
5.2.4. Leche Condensada	12
5.3. BENEFICIOS PARTICULARES Y CASOS EN QUE SE LIMITA SU CONSUMO	13
5.4. USOS HABITUALES	13
5.5. ESTRUCTURA	13
5.6. PASTEURIZACION	14
5.6.1. Equipo de Pasteurización	16
5.6.1.1. Condiciones que Debe Cumplir un Pasteurizador	17
6. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS	19
6.1. PROPIEDADES	19

6.1.1.	Color y Turbidez	20
6.1.2.	Olor y Sabor de la Leche	20
6.1.2.1.	Percepción del Aroma	21
6.1.2.1.1.	Aromas Extraños en la Leche	22
6.1.3.	Análisis Sensorial	23
6.1.3.1.	Recomendaciones	23
6.1.3.2.	Pasos	23
6.1.3.3.	Precauciones de la Muestra	24
6.1.3.4.	Especificaciones (Criterios de Aceptación)	24
7.	PROPIEDADES FISICOQUIMICAS	25
7.1.	PROTEINAS	25
7.1.1.	Clasificación de las Proteínas	26
7.1.2.	Niveles de Estructura de las Proteínas	27
7.1.2.1.	Estructura Primaria	27
7.1.2.2.	Estructura Secundaria	27
7.1.2.3.	Estructura Terciaria	28
7.1.2.4.	Estructura Cuaternaria	28
7.1.3.	Desnaturalización de las Proteínas	28
7.1.4.	Caseína	29
7.1.5.	Análisis de Estabilidad de las Proteínas	31
7.1.5.1.	Prueba de Alcohol o Acidez Cualitativa	31
7.1.5.1.1.	Recomendaciones	31
7.1.5.1.2.	Pasos	31
7.1.5.1.3.	Especificaciones (Criterios de Aceptación)	32
7.1.5.2.	Prueba de Ebullición	32
7.1.5.2.1.	Recomendaciones	32
7.1.5.2.2.	Pasos	32
7.1.5.2.3.	Especificaciones (Criterios de Aceptación)	33
7.1.5.2.4.	Interpretación de Resultados	33
7.2.	ACIDEZ	33

7.2.1. Técnica de Titulación o Valoración	34
7.2.1.1. Ácido Láctico	35
7.2.2. Acidez de la Leche	35
7.2.2.1. Análisis de Acidez Cuantitativa	38
7.2.2.1.1. Recomendaciones	38
7.2.2.1.2. Pasos	38
7.2.2.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	39
7.2.2.1.4. Interpretación de Resultados	39
7.3. DENSIDAD	39
7.3.1. Análisis de Densidad por Aerometría	41
7.3.1.1. Recomendaciones	41
7.3.1.2. Pasos	42
7.3.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	42
7.3.1.4. Interpretación de Resultados	43
7.4. COMPORTAMIENTO DE LA LECHE ANTE EL FRIO	43
7.4.1. Refrigeración de la Leche	43
7.4.1.1. Comportamiento de los Componentes de la Leche	44
7.4.1.2. Proceso de Refrigeración	45
7.4.2. Cadena de Frío	45
7.4.3. Análisis de Temperatura	46
7.4.3.1. Recomendaciones	46
7.4.3.2. Pasos	46
7.4.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	46
7.5. PUNTO DE CONGELACION	47
7.5.1. Aguado	48
7.5.2. Análisis del Punto Crioscópico	49
7.5.2.1. Recomendaciones	49
7.5.2.2. Pasos	49
7.5.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	50
7.5.2.4. Interpretación de Resultados	50

7.6. METODOLOGÍA Y REALIZACION DEL ANALISIS FISICO – QUIMICO DE LECHEs FRESCAS Y PASTEURIZADAS	51
7.7. RESULTADOS	53
7.8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
8. DETERMINACION ENZIMATICA	56
8.1. ENZIMAS	56
8.1.1. Fosfatasa Alcalina	57
8.1.1.1. Prueba de Fosfatasa Alcalina en la Leche: Método Fluorimétrico	58
8.1.1.1.1. Recomendaciones	58
8.1.1.1.2. Pasos	59
8.1.1.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	59
8.1.1.1.4. Interpretación de Resultados	60
8.1.1.2. Prueba de Fosfatasa Alcalina: Método Colorimétrico	60
8.1.1.2.1. Recomendaciones	61
8.1.1.2.2. Pasos	61
8.1.1.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	61
8.1.1.2.4. Interpretación de Resultados	62
8.1.2. Otras Enzimas: Oxidasa y Peroxidasa	62
8.1.2.1. Xantino Oxidasa o Xantino Dehidrasa	62
8.1.2.2. Lactoperoxidasa	62
8.1.2.3. Prueba de Peroxidasa	63
8.1.2.3.1. Recomendaciones	63
8.1.2.3.2. Pasos	63
8.1.2.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	64
8.1.2.3.4. Interpretación de Resultados	64
8.2. METODOLOGÍA Y REALIZACION DEL ANALISIS ENZIMATICOS DE LECHEs FRESCAS Y PASTEURIZADAS	64
8.3. RESULTADOS	66
8.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	68
9. PROPIEDADES QUIMICAS	69

9.1. GRASAS	69
9.1.1. Lípidos	70
9.1.1.1. Lípidos Simples	71
9.1.1.2. Lípidos Complejos	72
9.1.2. Fracción Insaponificable	72
9.1.3. Determinación del Contenido Graso por el Método de Gerber	74
9.1.3.1. Recomendaciones	74
9.1.3.2. Pasos	74
9.1.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	75
9.2. EXTRACTO SECO Y SUS COMPONENTES	76
9.2.1. Extracto Seco Total (E.S.)	76
9.2.2. Extractos Secos Reducidos	77
9.2.3. Determinación Simultánea de Grasa, Proteína, Sólidos Totales y Sólidos No Grasos por MILKOSCAN	78
9.2.3.1. Recomendaciones	78
9.2.3.2. Pasos	79
9.2.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	80
9.3. ALTERACIONES, DEFECTOS Y CONTAMINACIONES DE LA LECHE.	80
9.3.1. Adulterantes	81
9.3.1.1. Harinas y Almidones	82
9.3.1.2. Cloruros	84
9.3.1.2.1. Cloruro de Sodio (NaCl)	85
9.3.1.2.1.1. Estructura Cristalina	85
9.3.1.2.1.2. Aplicaciones	86
9.3.1.3. Determinación de Adulterantes	86
9.3.1.3.1. Determinación de Harinas y Almidones	86
9.3.1.3.1.1. Recomendaciones	86
9.3.1.3.1.2. Pasos	87
9.3.1.3.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	87

9.3.1.3.1.4. Interpretación de Resultados	88
9.3.1.3.2. Determinación de Cloruros	88
9.3.1.3.2.1. Recomendaciones	88
9.3.1.3.2.2. Pasos	88
9.3.1.3.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	89
9.3.1.3.2.4. Interpretación de Resultados	89
9.3.2. Conservantes	89
9.3.2.1. Formaldehído	90
9.3.2.1.1. General	91
9.3.2.1.2. Aplicaciones	92
9.3.2.1.3. Toxicología y Bioquímica	92
9.3.2.2. Peroxido de Hidrógeno	93
9.3.2.2.1. Toxicidad	93
9.3.2.2.2. Aplicaciones	94
9.3.2.3. Hipocloritos y Cloraminas	95
9.3.2.3.1. Cloraminas	96
9.3.2.3.2. Algunos Ejemplos de Desinfectantes y Antisépticos y de sus Aplicaciones	96
9.3.2.4. Determinación de Conservantes	97
9.3.2.4.1. Determinación de Formaldehído	97
9.3.2.4.1.1. Recomendaciones	97
9.3.2.4.1.2. Pasos	98
9.3.2.4.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	98
9.3.2.4.1.4. Interpretación de Resultados	98
9.3.2.4.2. Determinación de Peroxido de Hidrógeno	99
9.3.2.4.2.1. Recomendaciones	99
9.3.2.4.2.2. Pasos	99
9.3.2.4.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	99
9.3.2.4.2.4. Interpretación de Resultados	100
9.3.2.4.3. Determinación de Hipocloritos y Cloraminas	100

9.3.2.4.3.1. Recomendaciones	100
9.3.2.4.3.2. Pasos	100
9.3.2.4.3.2.1. Prueba A	100
9.3.2.4.3.2.2. Prueba B	101
9.3.2.4.3.2.3. Prueba C	101
9.3.2.4.3.2.4. Prueba D	101
9.3.2.4.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	103
9.3.2.4.3.4. Interpretación de Resultados	103
9.3.3. Neutralizantes	103
9.3.3.1. Determinación de Neutralizantes	104
9.3.3.1.1. Prueba Presuntiva	104
9.3.3.1.1.1. Recomendaciones	104
9.3.3.1.1.2. Pasos	104
9.3.3.1.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	105
9.3.3.1.1.4. Interpretación de Resultados	105
9.3.3.1.2. Prueba de Confirmación	105
9.3.3.1.2.1. Recomendaciones	105
9.3.3.1.2.2. Pasos	106
9.3.3.1.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	107
9.3.3.1.2.4. Interpretación de Resultados	107
9.4. CONTAMINACION POR RESIDUOS ANTIBIOTICOS	107
9.4.1. Determinación de Antibióticos: Prueba Delvotest (ATK)	108
9.4.1.1. Recomendaciones	108
9.4.1.2. Pasos	108
9.4.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)	109
9.4.1.4. Interpretación de Resultados	110
9.5. METODOLOGÍA Y REALIZACION DEL ANALISIS QUIMICOS DE LECHES FRESCAS Y PASTEURIZADAS	110
9.6. RESULTADOS	111
9.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	116

10. TECNOLOGIA DE LA PRODUCCION DE LA LECHE DE CONSUMO	117
10.1. ALMACENAMIENTO INTERMEDIO DE LA LECHE DE CONSUMO	117
10.2. ENVASADO DE LA LECHE DE CONSUMO	119
10.3. ALMACENAMIENTO DE LA LECHE CRUDA Y PASTEURIZADA	120
10.3.1. Tecnología	120
10.4. SEGUIMIENTO LECHES DE DEVOLUCIONES DE LAS COMERCIALIZADORAS COLANTA LTDA	122
10.4.1. Metodología	122
10.4.1.1. Pasos	122
10.4.2. Resultados	123
10.4.3. Análisis de Resultados	138
11. PREPARACION DE REACTIVOS Y SOLUCIONES DE LAVADO	139
CONCLUSIONES	142
RECOMENDACIONES	143
GLOSARIO	145
BIBLIOGRAFIA	150
ANEXOS	153

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades de la leche.	11
Tabla 2. Desnaturalización de las proteínas globulares.	29
Tabla 3. Rangos de densidad según el tipo de leche.	42
Tabla 4. Análisis físico – químico de la leche según su tratamiento previo.	53
Tabla 5. Principales enzimas de la leche.	57
Tabla 6. Análisis enzimático de la leche según su tratamiento previo (principales enzimas de la leche en el tratamiento de pasteurización).	66
Tabla 7. Componentes mayores de la leche de vaca.	69
Tabla 8. Valores permitidos de sólidos totales y sólidos no grasos según el tipo de leche.	80
Tabla 9. Resultados de los diferentes ensayos de las pruebas de hipocloritos y cloraminas.	103
Tabla 10. Límite de detección de los diferentes antibióticos.	109

Tabla 11.	Análisis químico de la leche según su tratamiento previo (1).	112
Tabla 12.	Análisis químico de la leche según su tratamiento previo (2).	113
Tabla 13.	Seguimiento comercializadora de Cali.	123
Tabla 14.	Seguimiento comercializadora de Manizales.	127
Tabla 15.	Seguimiento comercializadora de Pereira.	131
Tabla 16.	Seguimiento comercializadora de Ibagué.	137

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. La leche observada a diferentes aumentos. Se aprecia el tamaño relativo de los elementos estructurales. (A) líquido uniforme; sin embargo, es turbio y, por lo tanto no puede ser homogéneo. (B) gotas esféricas de grasa. Estos glóbulos flotan en un líquido – plasma – todavía turbio. (C) el plasma contiene partículas proteínicas, micelas de caseína. El suero restante es todavía opalescente (por lo tanto debe contener otras partículas).	15
Figura 2. Pasteurizador de placas abiertas. A la derecha, el mecanismo de cierre.	18
Figura 3. Modelo de una fracción de la micela de caseína, según RIBADEU – DUMAS y GARNIER (1969).	30
Figura 4. Reacción de neutralización de una base con un ácido.	35
Figura 5. Reacción de neutralización del ácido láctico con hidróxido de sodio (NaOH).	35
Figura 6. Los componentes de la acidez.	37
Figura 7. Reacción colorimétrica para determinar fosfatasa alcalina.	60
Figura 8. Estructura de los fosfoaminolípidos.	70

Figura 9. Estructuras. Carotenoides: (A) vitamina A, (B) β – caroteno, (C) α – caroteno; Esteroles: (A) colesterol, (B) ergosterol; Tocoferoles: (A) α – tocoferol, (B) β – tocoferol.	73
Figura 10. Maltosa, unidad que se repite en el almidón.	83
Figura 11. Estructura cristalina NaCl.	85
Figura 12. Estructuras del formaldehído.	91
Figura 13. Escala de colores para el resultado positivo y negativo de los antibióticos.	110
Figura 14. Esquema de la producción de la leche de consumo.	118
Figura 15. Tanque – Silo de almacenamiento.	121

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Rango de acidez permitido.	54
Grafica 2. Rango de densidad permitido según el tipo de leche.	54
Grafica 3. Promedio cumplimiento de concentración de fosfatasa.	67
Grafica 4. Promedio de cumplimiento de la peroxidasa.	67
Grafica 5. Análisis especiales de la leche.	114
Grafica 6. Determinación del porcentaje de grasa y cumplimiento de la ley.	115
Grafica 7. Comercializadora de Cali, leche con dos días de vencimiento.	124
Grafica 8. Comercializadora de Cali, leche con un día de vencimiento.	125
Grafica 9. Comercializadora de Cali, leche con un día de adelanto para el vencimiento.	126
Grafica 10. Comercializadora de Manizales, leche con tres días de vencimiento.	128

Grafica 11.	Comercializadora de Manizales, leche con dos días de vencimiento.	129
Grafica 12.	Comercializadora de Manizales, leche con fecha de adelanto para el vencimiento.	130
Grafica 13.	Comercializadora de Pereira, leche con dos días de vencimiento.	134
Grafica 14.	Comercializadora de Pereira, leche con un día de vencimiento.	135
Grafica 15.	Comercializadora de Pereira, leche con fecha de adelanto para el vencimiento.	136

RESUMEN

La leche se considera como uno de los alimentos necesarios para la alimentación y la nutrición, utilizándose bien sea en su forma natural o en sus diferentes derivados, siempre y cuando se tengan en cuenta los requerimientos necesarios de higienización, no solo al momento de realizarse su ordeño sino también todos los equipos utilizados.

Dentro de los grandes estudios que se le hacen a la leche se encuentra el de los organolépticos para conocer a ciencia cierta su textura, sabor, olor, color entre otras.

El estudio del análisis fisicoquímico del lácteo lleva a conocer su contenido macro como micropartículas para conocer su estructura, viscosidad, resistencia de presión entre otros. Con estos análisis se conoce la estabilidad de proteínas por medio de la prueba de acidez cualitativa y la prueba de ebullición para conocer sus reacciones.

Otra de las pruebas que se realizan a la leche es la de acidez que indica la cantidad de ácido láctico y a su vez para conocer la vida de la leche (fresca o de varios días). Para esto se utiliza la acidez titulable que se realiza con reactivos como el hidróxido de sodio (NaOH) y la fenolftaleína como indicador.

De las propiedades físicas que tienen todos los cuerpos esta la densidad, que en este caso se utiliza para conocer si se han agregado otras sustancias alterándose su contenido. Para esto se utiliza el termolactodensímetro que indica la densidad en g/mL a una determinada temperatura.

El punto crioscópico determina la cantidad de agua agregada a la leche, el globalizado $540 \pm 10 \text{ m}^{\circ}\text{H}$, al estar el estudio por debajo del dato esta dando el

porcentaje de agua, o por el contrario se encuentra por encima indica contener otras sustancias extrañas adicionadas.

La prueba enzimática nos refleja la fosfatasa alcalina que indica una buena pasteurización ya que esta enzima se destruye por encima de la temperatura a la cual se destruye los microorganismos patógenos. La prueba de la peroxidasa nos dice que el proceso de pasteurización no ha tenido un sobrecalentamiento ya que ésta se destruye por encima de la temperatura de pasteurización, además es una referencia para obtener leches de buena calidad (sin calentamientos externos por parte de los productores).

Dentro de las propiedades químicas de la leche tenemos grasa, agua, proteína, lactosa y cenizas que se determinan por medio del método de Gerber y el Milkoscan que da como resultado el porcentaje total de la grasa (3% para leche entera). Las cenizas o sólidos es factor de referencia para sacar los productos al mercado y que indican sales, sólidos grasos, no grasos, etc.

Los adulterantes como harinas, almidones y cloruros agregados a la leche cambian las cualidades del líquido. Conservantes y neutralizantes se utilizan para evitar la proliferación de bacterias descomponedoras de la leche y para mantener un pH estable del líquido y su acidez.

Los antibióticos que se utilizan en la ganadería para el control y manejo de enfermedades como mastitis y otras son utilizados especialmente las penicilinas en altas cantidades lo que va a servir para adulterar en todo su contenido la leche y en consecuencia no es apta para el consumo humano.

INTRODUCCION

La leche y los productos lácteos influyen en las vidas de una gran parte de la población mundial; muchos de ellos se consumen en momentos y lugares muy alejados del sitio en que se obtuvo la leche; esto ha sido posible gracias a los tratamientos químicos y físicos y a los fraccionamientos que la moderna tecnología aplica a la leche. Dichos tratamientos se han ideado para conservar, en forma de productos agradables, el valor nutritivo de los componentes lácteos.

A medida que avanza y se perfecciona más la tecnología alimentaria en general, menos es la necesidad de una tecnología específica; de otra parte se necesitan más conocimientos específicos de las materias primas y de los efectos que en ellos ejercen los distintos tratamientos tecnológicos.

La leche es un líquido complejo que contiene muchos componentes en diferentes estados de dispersión, comprender sus propiedades y los muchos cambios que en ella acaecen exigen el conocimiento de todos sus componentes y de los efectos que unos ejercen en otros.

La leche más empleada para el consumo humano es la de rumiantes hembras como la vaca, la cabra y la oveja. También la llama, el reno y el búfalo son importantes productores de leche en muchos lugares del mundo.

La mayoría de los países disponen de normativas en las que se especifican las condiciones sanitarias en las que se debe producir, procesar y almacenar la leche. Prácticamente toda la leche, con el fin de garantizar su aptitud para el consumo

humano, es sometida al proceso de pasteurización y posteriormente es refrigerada antes de su envasado y distribución. Es un producto alimentario supervisado de forma muy meticulosa.

Los principios de valoración de calidad que se van a tratar a continuación no solo son válidos para efectuar la valoración de calidad de la leche cruda, sino que son aplicados a todos los productos lácteos. Los requisitos exigidos para un producto determinado son distintos en cada país, estableciéndose su regulación a través de leyes y decretos.

Las normas son soluciones unitarias, de obligado, o en casos excepcionales, de voluntario cumplimiento, para una función determinada que afecta a la fabricación o a la naturaleza de un producto, así como para el control de esta función. Dependiendo del contenido de la norma, esta puede ser de procedimiento o de notificación. Según el campo de aplicación de la norma, esta puede ser de trabajo, técnica, nacional o internacional.

Con el fin de proteger al consumidor tanto a nivel del comercio internacional como nacional se unifican las disposiciones nacionales con las establecidas internacionalmente por la FAO y la OMS.

En primer lugar, se ha de controlar la aptitud para la puesta en circulación de todo alimento crudo o producto terminado. Este control analiza tanto aspectos higiénicos y toxicológicos como los procesos tecnológicos empleados. Los organismos legisladores disponen para este fin de una serie de medidas encaminadas a preservar la salud y evitar los fraudes. El valor nutritivo y alimenticio de un alimento está determinado por su composición y por las transformaciones a las que es sometido durante su tratamiento. Las normas de calidad reúnen los requisitos exigidos o recomendados que han de cumplir los productos alimenticios.

La calidad de un producto es la totalidad de las características (naturaleza, categoría y aptitud) que determina su grado de idoneidad para un determinado uso previsto. Los tratamientos deben mantener y optimizar el valor nutritivo de los productos alimenticios, por lo que casi siempre están íntimamente ligados los procesos de conservación y de mejora de la calidad.

La empresa productora debe efectuar controles para garantizar la calidad. El órgano ejecutor debe estar representado por la organización de control técnico de la empresa. Las funciones y controles esenciales que deben realizar son los siguientes:

- ✓ Control de entrada: de todos los ingredientes, tanto los fundamentales como los auxiliares y los aditivos, así como los envases.
- ✓ Control intermedio: en las instalaciones de tratamiento y transformación se deben controlar tanto los productos intermedios y semiacabados como las sustancias auxiliares, las instalaciones auxiliares.
- ✓ Control de salida: todo producto acabado debe ser revisado antes de abandonar la fábrica. De esta forma queda asegurado que todo producto que se pone en circulación y que llega al consumidor se ajusta a las normas establecidas.

De cada producto se han de retener una serie de muestras y modelos que sirvan de garantía, los cuales, tras un periodo determinado de tiempo, han de ser sometidos también al control de calidad¹.

¹ VEISSEYRE, Roger. LACTOLOGIA TECNICA. “Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche”. Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1988.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La leche que llega a devoluciones es una leche que ya ha pasado por el proceso de pasteurización, esta leche además ya ha sido comercializada y pasa por diferentes etapas desde el momento que sale de la empresa hasta que vuelve; en donde lo más importante para que esta no se altere es mantener una cadena de frío que no debe pasar los 10 °C ya que se puede acidificar muy rápido.

Esta leche se acepta con un máximo de 3 días de vencimiento haciendo necesario que las condiciones de transporte y conservación sean buenas, en los últimos meses la leche de devoluciones se está acidificando muy rápido y no dura lo suficiente para el envío a la respectiva planta de San Pedro en Antioquia debido a esto se hace necesario hacer un seguimiento para detectar algunas de las fallas por las cuales se eleva tanto la acidez del silo de almacenamiento y así poder tomar medidas preventivas y mejorar las condiciones de estas leches.

Las leches crudas y pasteurizadas requieren de un control estricto para evitar los fraudes. Esto hace necesario realizar un control de calidad (físico – químico, químico y enzimático) con lo que se pretende verificar el cumplimiento de todos los parámetros establecidos por el INVIMA para este tipo de productos.

3. JUSTIFICACION

La leche es un producto alimenticio de muy fácil degradación y por lo tanto se adultera también muy fácilmente. Por este motivo existen muchas leyes y parámetros que deben ser cumplidos para evitar sanciones y problemas de salubridad pública.

Debido a esto el control de calidad en estos productos es de vital importancia. Uno de los controles mas importantes es el análisis fisicoquímico de los distintos tipos de leches (acidez titulable, cloruros, análisis sensorial, densidad, grasa, etc.) ya que son estos factores los que dan la autoría para decidir si una leche puede ser recibida o despachada de la planta.

Este trabajo permitirá mejorar las condiciones del silo de almacenamiento en cuanto acidez se refiere, dándole un mejor manejo a las leches que entran y así lograr que la leche dure el tiempo necesario en la planta para su envío.

También se identificaran algunas de las fallas en el manejo que están dando las comercializadoras encargadas a estas leches, tanto en higiene como en almacenamiento en bodegas.

Por lo anterior, este proyecto permitirá mejorar las condiciones del silo de almacenamiento de las leches de devoluciones y un control sobre los productos que se comercializan para que cumplan con las normas establecidas, así como adquirir una experiencia industrial en cuanto a la parte química se refiere y mejorar las fallas que en algún momento se puedan tener.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar análisis de control de calidad (físico – químico, químico y enzimático) a las leches frescas y pasteurizadas para verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos en el decreto 2437 de 1983.
- Realizar un análisis físico – químico (acidez, temperatura) a las leches que llegan al silo de devoluciones, enviadas por las comercializadoras e identificar las causas por las cuales estas leches aumentan su acidez.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar a las leches frescas y pasteurizadas un análisis físico – químico (acidez cualitativa y cuantitativa, densidad, punto crioscópico, temperatura) y verificar el cumplimiento de la norma.
- Realizar a las leches frescas y pasteurizadas un análisis enzimático (fosfatasa y peroxidasa) y verificar el cumplimiento de la norma.
- Realizar a las leches frescas y pasteurizadas un análisis químico (grasa, sólidos totales y no grasos, adulterantes, neutralizantes, conservantes, antibióticos) y comprobar el cumplimiento de los parámetros establecidos.

- Realizar a las leches de devoluciones análisis de temperatura, acidez cualitativa y cuantitativa, teniendo en cuenta los días de vencimiento y comercializadora que las envía por separado.
- Analizar el estado en que reciben las leches de devoluciones; como: higiene, fechas de vencimiento, y estado del empaque.

Guille

5. LA LECHE

La leche es fuente de calcio, por lo tanto debe ingerirse diariamente desde el nacimiento a través de la leche materna y a lo largo de la vida a través de la leche vacuna y derivados, para formar y mantener la masa ósea y prevenir la aparición de Osteoporosis.

5.1. DEFINICIÓN

Se entiende como leche al producto integral del ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene que da la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación. Esto además, sin aditivos de ninguna especie. Agregado a esto, se considera leche, a la que se obtiene fuera del período de parto. La leche de los 10 días anteriores y posteriores al parto no es leche apta para consumo humano. Siempre el ordeño debe ser total, de lo contrario al quedar leche en la ubre, la composición química de esta cambiará.

El porcentaje de grasa varía según las estaciones del año, entre un 4.8% durante el invierno y un 2.8% en verano, pero la industria láctea estandariza este tenor de grasa a través de la homogenización, la que dispersa en forma pareja la grasa de la leche. Es decir, si tiene mucha grasa se le quita y deriva para la elaboración de manteca o crema.

5.2. LAS VARIETADES DE LECHE

5.2.1. Leche Fluida (Entera)

Se entiende con este nombre a la leche a granel higienizada, enfriada y mantenida a 5 °C, sometida opcionalmente a terminación, pasteurización y/o estandarización de materia grasa, transportada en volúmenes de una industria láctea a otra para ser procesada y envasada bajo normas de higiene.

La leche fluida entera puede ser sometida a procedimientos de higienización por calor. Procesos de ultra alta temperatura (UAT ó UHT), que consisten en llevar la leche homogenizada a temperaturas de 130° a 150°C durante 2 a 4 segundos, permiten higienizarla de forma apropiada y de manera que estas puedan llegar en forma segura al consumidor.

Las leches pueden ser modificadas en su contenido graso.

Tabla 1. Propiedades de la leche².

Propiedades de la leche

Calorías 59 a 65 kcal Agua 87% al 89%

Carbohidratos 4.8 a 5 g

Proteínas 3 a 3.1 g

Grasas 3 a 3.1 g

Minerales

Sodio 30 mg Fósforo 90 mg

Potasio 142 mg Cloro 105 mg

Calcio 125 mg Magnesio 8 mg

Hierro 0.2 mg Azufre 30 mg

Cobre 0.03 mg

- En cuanto a las vitaminas, la leche contiene tanto del tipo hidrosolubles como liposolubles, aunque en cantidades que no representan un gran aporte. Dentro las vitaminas que más se destacan están presentes la riboflavina y la vitamina A. La industria lechera ha tratado de suplir estas carencias expendiendo leches enriquecidas por agregado de nutrientes.

² Enciclopedia Microsoft Encarta 2004.

Por su alto contenido de agua, la leche es un alimento propenso a alteraciones y desarrollo microbiano, por eso siempre debe conservarse refrigerada y respetando su fecha de vencimiento.

5.2.2. Leches Modificadas (Descremadas – Comerciales)

Se pueden producir leches descremadas con tenor graso máximo de 0.3%, y semidescremadas cuando sea mayor a 0.3% y menor al 3%. Estos valores deberán obligatoriamente constar en los envases de forma visible y explícita. La leche parcialmente descremada, que promedia el 1.5% de grasa, aporta lo mismo que la de tipo entera, excepto por esta diferencia de contenido graso y por ende de menor cantidad de calorías. Normalmente se recomienda que toda persona mayor de 25 años consuma leche parcialmente descremada independientemente de su peso, dado que sirve como medida preventiva a la aparición de enfermedades cardiovasculares.

5.2.3. Leche en Polvo

Las hay enteras, semidescremadas y descremadas. A través de procesos técnicos el líquido se deshidrata y reduce a polvo. Para este proceso, la leche es introducida a gran presión en cámaras calientes que la deshidratan. Así, se forma una nube de pequeñas gotas de leche que se deshidratan instantáneamente y que se ha denominado Sistema Spray. Las propiedades de la leche en polvo son similares a la de su par fluido.

5.2.4. Leche Condensada

Esta variedad del producto es utilizado generalmente para repostería y no para la dieta diaria, dado su alto contenido de grasa y bajo contenido de agua. La leche condensada se obtiene a partir de leche fluida a la que se le adiciona sacarosa y glucosa. Su concentración se logra al vacío y con temperaturas no muy altas. De esta forma se

logra la evaporación de agua quedando como resultado un producto viscoso. Esta variedad del producto tiene un mínimo de 7% de grasa y no más de 30% de agua.

5.3. BENEFICIOS PARTICULARES Y CASOS EN QUE SE LIMITA SU CONSUMO

Para patologías como la Gastritis, la leche, es beneficiosa porque al tratarse de un alimento alcalino (pH 6.6), esta neutraliza la acidez característica de esa enfermedad. Además conviene que esta sea descremada para facilitar su digestión. Para patologías intestinales, no se recomienda leche dado que no es bien tolerada debido a la lactosa (azúcar de la leche). En los casos de estas enfermedades, la leche no puede absorberse a nivel intestinal por falta de la enzima Lactasa, y eso, provoca distensión abdominal, dolor, inflamación y flatulencias. Para estos casos, se recomienda yogur como fuente de calcio, dado que este es mejor tolerado puesto que su lactosa se encuentra modificada.

5.4. USOS HABITUALES

La leche puede consumirse sola, para cortar infusiones, para licuados, batidos, elaboración de helados, postres, flanes, budines, tortas, salsa bechamel (blanca), etc. Los principales derivados de la leche son la manteca, crema, yogur y los quesos.

5.5. ESTRUCTURA

Las propiedades de un producto biológico no se establecen totalmente con su composición y la leche no es una excepción; también debe conocerse su estructura física (es decir, la disposición espacial de sus componentes). Además son importantes las fuerzas que interactúan entre sus componentes, son responsables de la integridad de todo el sistema bajo condiciones diversas (anexo 1).

La leche posee una estructura relativamente simple y ha sido bien estudiada; sus principales elementos estructurales se muestran de forma esquemática en la figura 1. Están a escala microscópica.

Los glóbulos grasos de la leche, debido a su membrana, son más complicados que las gotitas de una emulsión simple. Es difícil que se trate de una capa de absorción deriva. La leche, menos los glóbulos grasos, constituye el plasma de la leche; es casi igual pero no idéntico a la leche descremada; la separación o descremado nunca es completa.

Las micelas de caseína se componen de agua, caseína, sales y algunos componentes menores, incluidos lipasa y proteinasa; existen vestigios de caseína que están en solución sin formar parte de las micelas.

5.6. PASTEURIZACIÓN

Se deben a PASTEUR los principios del método de conservación que hoy lleva su nombre. Entre 1866 y 1876, estudiando las alteraciones del vino y de la cerveza, descubrió que un calentamiento moderado, sin sobrepasar una temperatura de 60 °C, era capaz de evitar algunas alteraciones de los alimentos al dificultar el desarrollo de los microorganismos que las producen. Hasta 1880, este método no se aplicó en la leche; fue usado primero por los alemanes y luego por los daneses.

La pasteurización es el proceso de calentamiento de un líquido, en particular de la leche, hasta una temperatura que oscila entre 55 y 70 °C para destruir las bacterias perjudiciales, sin producir cambios materiales en la composición, en el sabor, o en el valor nutritivo del líquido.

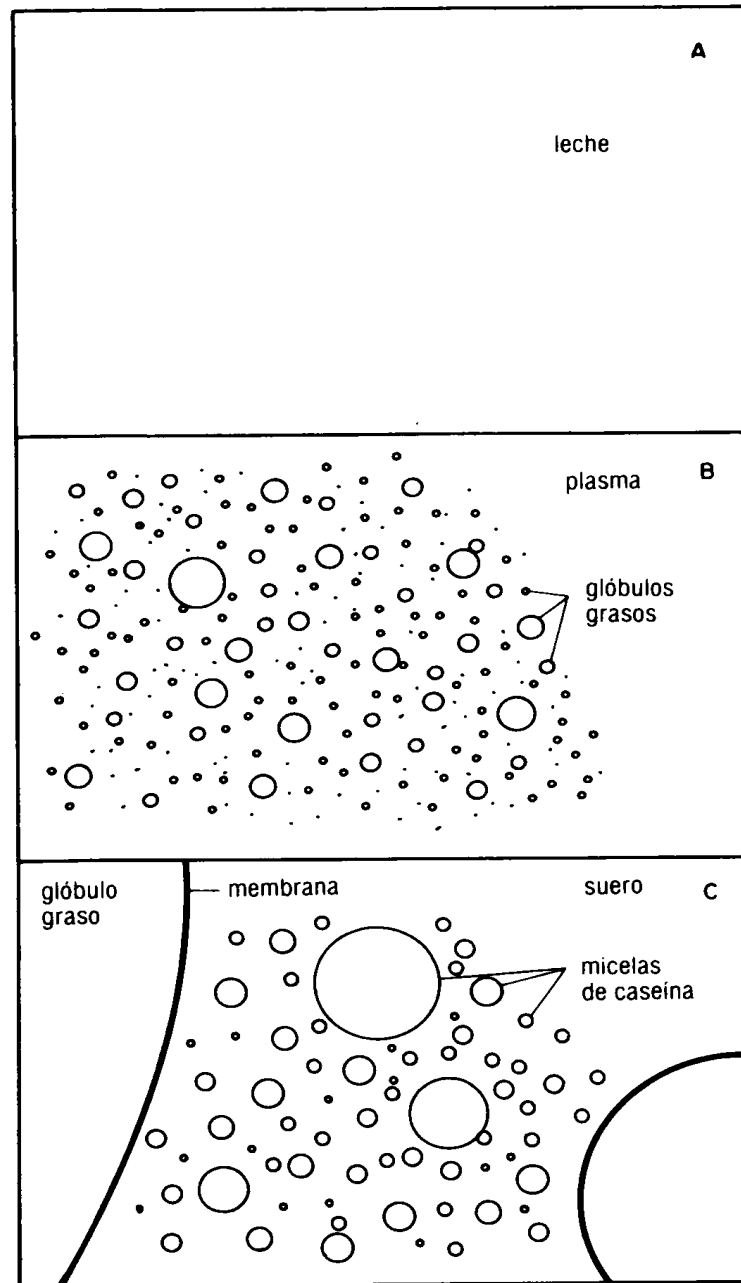


Figura 1. La leche observada a diferentes aumentos. Se aprecia el tamaño relativo de los elementos estructurales. (A) líquido uniforme; sin embargo, es turbio y, por lo tanto no puede ser homogéneo. (B) gotas esferoidales de grasa. Estos glóbulos flotan en un líquido – plasma – todavía turbio. (C) el plasma contiene partículas proteináceas, micelas de caseína. El suero restante es todavía opalescente (por lo tanto debe contener otras partículas)³.

³ WALSTRA, Pieter y GENES, Robert. Departamento Ciencia de los Alimentos y Departamento de Bioquímica. QUIMICA Y FISICA LACTOLOGICA. Editorial ACRIBIA SA. Zaragoza (España). 1987.

“Pasteurizar la leche es destruir en ella, por el empleo apropiado del calor, casi toda su flora banal y la totalidad de su flora patógena, procurando alterar lo menos posible la estructura física de la leche, su equilibrio químico y sus diastasas y vitaminas” (PORCHER Charles, 1933).

La leche más empleada para el consumo humano es la de rumiantes hembra como la vaca, la cabra y la oveja. También la llama, el reno y el búfalo son importantes productores de leche en muchos lugares del mundo.

Se pueden distinguir dos grandes tipos de pasteurización.

La pasteurización baja se define por un calentamiento a 63 °C durante 30 minutos. Es un método lento y discontinuo, pero presenta la ventaja de no modificar las propiedades de la leche. No se coagulan las albúminas ni las globulinas y el estado de los glóbulos grasos permanece inalterado.

La pasteurización alta se define como el calentamiento a 72 °C durante 15 segundos. El método es rápido y continuo, pero modifica ligeramente las propiedades de la leche, si bien los aparatos modernos reducen este inconveniente. Las albúminas y las globulinas sufren siempre una coagulación parcial.

5.6.1. Equipo de Pasteurización

Una instalación de pasteurización se compone invariablemente de un aparato de calentamiento y un aparato de refrigeración. El conjunto puede completarse con un cambiador – recuperador de calor. Estos tres aparatos pueden estar montados separadamente o constituir un solo bloque (figura 2.). A veces, un solo elemento permite efectuar sucesivamente el calentamiento y la refrigeración.

En todos los tipos de aparatos, el calentamiento o la refrigeración se efectúan por intercambio de calor, a través de una pared metálica, entre la leche, por una parte, y un fluido refrigerante o calefactor por otra. Los tipos de pasteurizadores se distinguen esencialmente por la extensión, la forma y la disposición de las superficies a través de las que tiene lugar el intercambio de calor.

5.6.1.1. Condiciones que Debe Cumplir un Pasteurizador

- ✓ Garantizar la homogeneidad de calentamiento a la temperatura elegida para que realmente tenga lugar el efecto bactericida buscado y para que la leche no sufra modificaciones por sobrecalentamiento.
- ✓ Respetar al máximo la estructura y composición de la leche, evitando, especialmente al trabajar protegida del aire, el desprendimiento CO_2 y la oxidación de las vitaminas.
- ✓ Permitir la limpieza completa y rápida de todas las superficies en contacto con la leche con objeto de impedir contaminaciones después del calentamiento. Se recomienda por ello el acero inoxidable.
- ✓ Ser económico, es decir, tener un precio de compra razonable y un consumo pequeño. Cuanto mayor es la superficie intercambiadora, menos fluido calefactor consume el aparato.

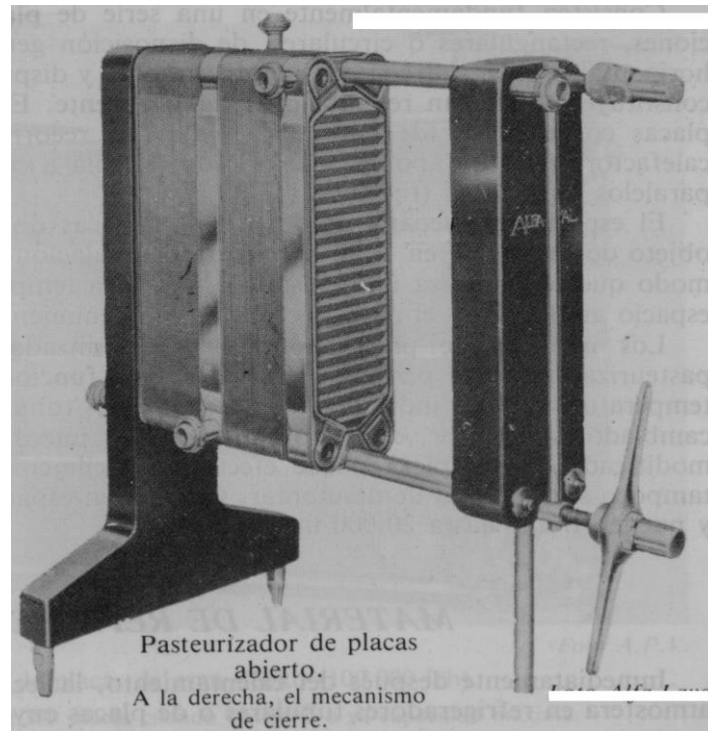


Figura 2. Pasteurizador de placas abiertas.
A la derecha, el mecanismo de cierre⁴.

Los análisis para las leches que entran y salen de la planta en su debido proceso, pasan por el laboratorio de control calidad para ser liberados, los métodos fisicoquímicos se toman de acuerdo a los parámetros dados por las normas señaladas en ICONTEC y las establecidas por el **INVIMA** (decreto 2437 del 30 de agosto de 1983) (ver anexo 2).

⁴ VEISSEYRE, Roger. LACTOLOGIA TECNICA. “Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche”. Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1988.

6. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

6.1. PROPIEDADES

La leche, es un líquido blanco muy nutritivo que por acuerdo internacional, se define como el producto de la ordeña regular y completa de vaca sana, bien alimentada y no fatigada y desprovisto de calostro. Este último corresponde a la primera leche que produce la hembra que ha tenido un hijo. Se compone de 87% de agua, siendo lo restante grasa, proteínas (caseína y lactoalbúmina), azúcar de leche (sacarosa), sales minerales como fosfatos, sulfatos, y cloruros.

Es de reacción ligeramente alcalina y al mismo tiempo ácida, por la presencia de fosfatos y de anhídrido carbónico, características de sus componentes.

Grasa: forma en la leche pequeñísimos glóbulos, visibles sólo al microscopio, más ligeros que el líquido y por eso asciende por el reposo, originando la crema o nata. El aspecto blanco opaco tan característico de la leche se debe a la suspensión de la grasa en forma de estos glóbulos finísimos.

Normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3,5 hasta el 6,0% de la leche, variando entre razas de vacas y el tipo de alimentación. Una ración demasiado rica en concentrados que no estimula la rumia en la vaca, presenta una baja en el porcentaje de grasa de un 2,0 a 2,5%.

6.1.1. Color y Turbidez

La leche es un líquido opalescente que parece blanco si el espesor es suficiente. Este aspecto característico resulta principalmente de la dispersión de la luz por las micelas de fosfocaseinato de cal. Los glóbulos grasos dispersan igualmente la luz, pero intervienen poco en la opalescencia blanca, ya que su dimensión es muy superior a la longitud de onda media de la luz solar. La leche sirve frecuentemente de punto de comparación, y así se habla de aspecto lácteo, de líquido lechoso, etc.

La leche contiene dos pigmentos:

El caroteno, colorante amarillo, este colorea la fase grasa. La leche entera rica en crema presenta una ligera coloración cuando los forrajes contienen una cantidad considerable de caroteno. La ausencia de este pigmento en la leche desnatada la hace parecer de un tono blanco azulado.

La riboflavina (vitamina B2) es un pigmento amarillo verdoso fluorescente, que no se pone de manifiesto más que en el lacto suero.

El aspecto característico de la leche descrito, es el de la leche perfecta, en la que casi toda la caseína se encuentra bajo forma micelar, cuando disminuye la proporción de caseína bajo esta forma, el líquido toma aspecto grisáceo, más o menos translucido.

6.1.2. Olor y Sabor de la Leche

La definición de olor y sabor de un producto natural complejo, como la leche, es muy difícil, ya se trate de olores y sabores normales o anormales. La apreciación de estas sustancias varía grandemente según los individuos, a causa de las diferencias importantes en la agudeza de los sentidos.

El sabor es una respuesta integrada, encontrándose los integradores en la nariz y en la boca. La evaluación de las propiedades sensoriales exige a la vez el desarrollo de métodos micro analíticos y de técnicas de apreciación seguras y reproducibles.

Entre los principales componentes de la leche, la lactosa y los cloruros son los que tienen los sabores más característicos (dulce y salado). Pero no hay que omitir los componentes menores, de sabor fuerte, como la lecitina. Las proteínas son insípidas; sin embargo su papel es importante, ya que forman una masa que atenúa y equilibra los sabores.

El factor más importante del que depende que los alimentos resulten apetitosos o repugnantes es el aroma, sensación compleja en la que se incluyen el olor, el sabor y algunos aspectos de la textura. La industria lactológica es consciente de la importancia del aroma, que es un factor esencial en la selección y aceptación de los alimentos.

6.1.2.1. Percepción del Aroma

El aroma es una sensación compleja que incluye el sabor, olor y textura. Estos tres elementos se detectan respectivamente por los sentidos del gusto, olfato y tacto. Los receptores del sabor se localizan en las papilas gustativas de la boca, especialmente en ciertas regiones de la superficie de la lengua. Las sensaciones detectadas son únicamente dulce, acida, salina y amarga. En la porción superior de la cavidad nasal se localizan los receptores olfativos que permiten detectar numerosos olores distintos.

El tercer elemento de la percepción del aroma es la respuesta táctil, es decir, la sensación que una sustancia origina en la boca. Se puede decir que la mayor contribución al aroma de un producto es la de los compuestos olorosos, esto es

evidente al observar que la pérdida del sentido del olfato convierte a los alimentos en insulsos y nada atractivos.

6.1.2.1.1. Aromas Extraños de la Leche

En muchas leches y productos lácteos tienen lugar los mismos procesos alterativos que originan aromas extraños parecidos. Sin embargo, la composición cuantitativa del producto (contenido graso bajo o alto, etc.), la estructura física (emulsión o producto desecado, etc.), la composición bacteriana, el proceso de elaboración y las condiciones de almacenamiento afectan mucho al tipo de alteración que predomina, al curso de la reacción y a la perceptibilidad de cualquier producto que ocasione aromas extraños.

Existen muchas circunstancias por las cuales se puede ver afectado el sabor y aroma de una leche:

- ✓ Sabor por alimentación.
- ✓ Sabor por ambiente y utensilios.
- ✓ Sabor y aroma rancio.
- ✓ Sabor y aroma por oxidación.
- ✓ Aroma por calor.
- ✓ Aroma amargo.
- ✓ Aroma a fruta.
- ✓ Aroma a malta.
- ✓ Aroma fenólico.
- ✓ Aroma a sucio.

6.1.3. Análisis Sensorial

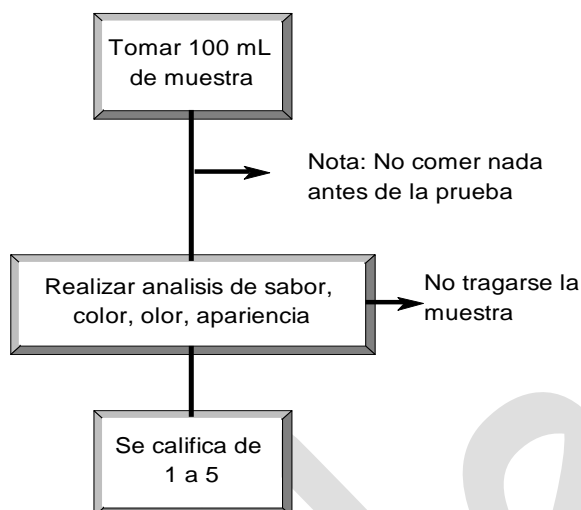
Definir los requerimientos para realizar el análisis sensorial y determinar las características de la leche cruda y pasteurizada para verificar el cumplimiento de las especificaciones o criterios de aceptación establecidos. Este método se basa en la evaluación de los atributos sensoriales (olor, sabor, color, apariencia) a través de los sentidos.

6.1.3.1. Recomendaciones

- Tener buenas condiciones de salud.
- Experiencia y entrenamiento en el conocimiento de leche para poder emitir juicios analíticos.
- Capacitación en análisis sensorial.
- No haber consumido alimentos media hora antes del análisis.
- No haber consumido licor el día anterior.
- No haber consumido alimentos picantes durante el día.
- No haberse cepillado con crema dental media hora antes del análisis.
- No haber fumado una hora antes del análisis.
- No aplicarse maquillaje o perfume con olor fuerte.
- Cuando presenta dudas con respecto a las características sensoriales de una muestra es necesario confirmar el resultado con una segunda opinión.
- Se recomienda no tragarse la muestra en el análisis de sabor y enjuagarse bien la boca después de cada análisis.

6.1.3.2. Pasos

- Tomar 100 mL de muestra de leche.
- Realizar análisis de sabor, olor, color, apariencia.
- Calificar de 1 a 5 según la calidad de la leche.



6.1.3.3. Precauciones de la Muestra

- Debe estar entre 2 y 10 °C.
- Tomar 20 mL de muestra mínimo para la degustación.
- Debe ser bien agitada antes de la degustación para tener una mezcla bien homogénea.

6.1.3.4. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Este análisis se califica de 1 a 5 según la calidad sensorial de la leche.

Leche conforme: Calificación cualitativa muy bueno y bueno (5 y 4).

Leche no conforme: Calificación cualitativa regular, malo y muy malo (3, 2 y 1)⁵.

⁵ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

7. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

Las propiedades fisicoquímicas de una sustancia resultan de su composición y estructura. La estructura es un estado de orden energético de los átomos, iones y moléculas de las partículas dispersas, estando determinada por las interacciones de estas.

La estructura comprende tanto la macro estructura, visible a simple vista, como la micro estructura, perceptible mediante el microscopio óptico, y la ultra estructura, solamente perceptible mediante la microscopia electrónica.

Las propiedades estructurales de una sustancia se traducen sobre todo en su textura, métodos organolépticos, reología, viscosidad, estiramiento, resistencia de presión.

Las características fisicoquímicas de la leche dependen fundamentalmente de la concentración y del grado de distribución de las partículas de sus componentes.

7.1. PROTEINAS

El nombre proteína proviene de la palabra griega proteios, que significa lo primero. Entre todos los compuestos químicos, ciertamente hay que considerar a las proteínas como las más importantes, puesto que son las sustancias de la vida.

Las proteínas constituyen gran parte del cuerpo animal: lo mantienen como unidad y lo hacen funcionar. Se las encuentra en toda célula viva. Son el material principal de la piel, los músculos, tendones, nervios y sangre, enzimas anticuerpos y muchas

hormonas (solo los ácidos nucleicos que controlan la herencia pueden desafiar la posición de las proteínas).

Desde un punto de vista químico, las proteínas son polímeros grandes. Son poliamidas, y los monómeros de los cuales se derivan son los ácidos alfa – aminocarboxílicos. Una sola molécula proteínica contiene cientos, e incluso miles, de unidades de aminoácidos, que pueden ser de unos 20 tipos diferentes. El número de combinaciones distintas, es decir, el número de cadenas proteínicas diferentes que pueden existir, es casi infinito. Es probable que se necesiten decenas de miles de proteínas diferentes para formar y hacer funcionar un organismo animal. Este conjunto de proteínas no es idéntico para un animal de tipo distinto.

7.1.1 Clasificación de las Proteínas

Hay varias formas de clasificar las proteínas. Pueden clasificarse según su composición química, su forma o su función.

Las proteínas se agrupan en simples y conjugadas de acuerdo con su composición química. Las proteínas simples son aquellas que se hidrolizan para dar solo aminoácidos. Las proteínas conjugadas están enlazadas con un grupo no peptídico como azúcar, ácido nucleico, lípido o algún otro tipo de moléculas. La parte no polipéptida de una proteína conjugada se llama grupo prostético.

Las proteínas se clasifican en proteínas fibrosas y proteínas globulares según la forma que adoptan: filamentos largos o se enrollan en si mismas. Las proteínas fibrosas son largas y delgadas, tenaces y por lo general insolubles en agua. Funcionan principalmente como partes estructurales de los organismos, las proteínas globulares están enrolladas de forma más o menos esférica. Por lo general funcionan como enzimas, hormonas o proteínas de transporte.

La estructura molecular y la intramolecular no solo determinan la solubilidad de una proteína, sino también el tipo general de función que desempeña.

7.1.2. Niveles de la Estructura de las Proteínas

7.1.2.1. Estructura Primaria

La estructura primaria es la que se debe a los enlaces covalentes de la molécula. Esta definición comprende la secuencia de aminoácidos y puentes disulfuro. Todas las propiedades de la proteína están determinadas, en forma directa o indirecta, por la estructura primaria. Cualquier doblez, puente de hidrógeno o actividad catalítica depende de la estructura adecuada.

7.1.2.2. Estructura Secundaria

Las cadenas peptídicas tienden a formar arreglos ordenados unidos por puentes de hidrógeno. En especial, los átomos de oxígeno carbonílicos forman puentes de hidrógeno con los hidrógenos de la amida (N – H). Hay dos disposiciones en las que puede presentarse un arreglo ordenado de puentes de hidrógeno: la hélice alfa y la hoja plegada. Estos arreglos en caso de estar presentes, forman la estructura secundaria de la proteína.

Si la molécula se enrolla en una hélice alfa, cada oxígeno de carbonilo puede formar un puente de hidrógeno con un protón N – H de la siguiente vuelta de la hélice. Las cadenas polipeptídicas pueden formar también arreglos ordenados de puentes de hidrógeno alineándose una al lado de la otra. En esta disposición, cada grupo carbonilo de una cadena forma un puente de hidrógeno con un protón N – H en una cadena adyacente.

7.1.2.3. Estructura Terciaria

La estructura terciaria de una proteína es su conformación tridimensional completa. Este tipo de proteínas comprende a la estructura secundaria y las transiciones entre ella; el enrollamiento de una enzima puede producir efectos catalíticos de importancia. Las cadenas laterales polares, polipéptidos (amantes del agua), se orientan hacia el exterior de la molécula. Los grupos no polares, polipéptidos (que odian el agua), están hacia el interior.

7.1.2.4. Estructura Cuaternaria

La estructura cuaternaria se refiere a la asociación de dos o más cadenas peptídicas en la proteína completa. Por ejemplo, la hemoglobina, que es el portador de oxígeno en la sangre de los mamíferos, consiste en cuatro cadenas peptídicas acopladas entre sí para formar una proteína globular.

7.1.3. Desnaturalización de las Proteínas

Para que una proteína sea biológicamente activa, debe tener la estructura correcta en todos los niveles. La secuencia de aminoácidos debe ser correcta, con los puentes disulfuro correctos uniendo las cisteínas de las cadenas. Las estructuras secundaria y terciaria también son importantes.

Con excepción de la estructura primaria covalente, todos los niveles de estructura se mantienen por solvatación débil y por las fuerzas de los puentes de hidrógeno. Cambios pequeños en el ambiente pueden originar un cambio químico o conformacional que origina la desnaturalización (pérdida de la estructura normal y actividad biológica). Muchos factores pueden originar la desnaturalización, pero los más comunes son la temperatura y el pH.

Cuando se sujeta una proteína a pH ácido, alguno de los grupos carbonilo de las cadenas laterales se protonan y pierden su carga iónica. Se forman cambios conformacionales, que provocan la desnaturalización. En solución básica, los grupos amino se protonan de forma similar, perdiendo su carga iónica y causando cambios conformacionales y desnaturalización.

Tabla 2. Desnaturalización de las proteínas globulares⁶.

<i>Agente</i>	<i>Condiciones</i>	<i>Causa probable</i>
1. Urea; cloruro de guanidinio	A concentración alta	Rompe los enlaces H, debilita las interacciones hidrofóbicas.
2. Dodecil sulfato sódico	A concentración baja	Unión hidrofóbica a las proteínas.
3. Mercaptoetanol	pH ≥ 8	Reduce los enlaces —S—S—.
4. Etanol	A concentración alta	Deshidrata; debilita las interacciones hidrofóbicas; aumenta los puentes salinos.
5. Ciertas sales (p. ej., LiBr, CaCl ₂)	A concentración alta	Aproximadamente como en 4; interacciones específicas.
6. pH alto		Repulsión electrostática; activación de grupos tioles.
7. Temperatura alta		Efecto de entropía conformacional aumentado; debilita las interacciones hidrofóbicas; reacciones secundarias.

La leche se vuelve agria debido a la conversión bacteriana de los carbohidratos en ácido láctico. Cuando el medio es ácido, las proteínas solubles de la leche se desnaturalizan y precipitan. Es el proceso que se llama cuajado de la leche.

7.1.4. Caseína

La caseína es la proteína más importante de leche se encuentra formando una mezcla heterogénea. Tiene la propiedad de coagularse en presencia de cuajo de ternero y de los ácidos, originando la masa principal del queso. La concentración de proteína en la

⁶ VEISSEYRE, Roger. LACTOLOGIA TECNICA. “Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche”. Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1988

leche varía de 3.0 a 4.0% (30-40 gramos por litro). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche. 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.

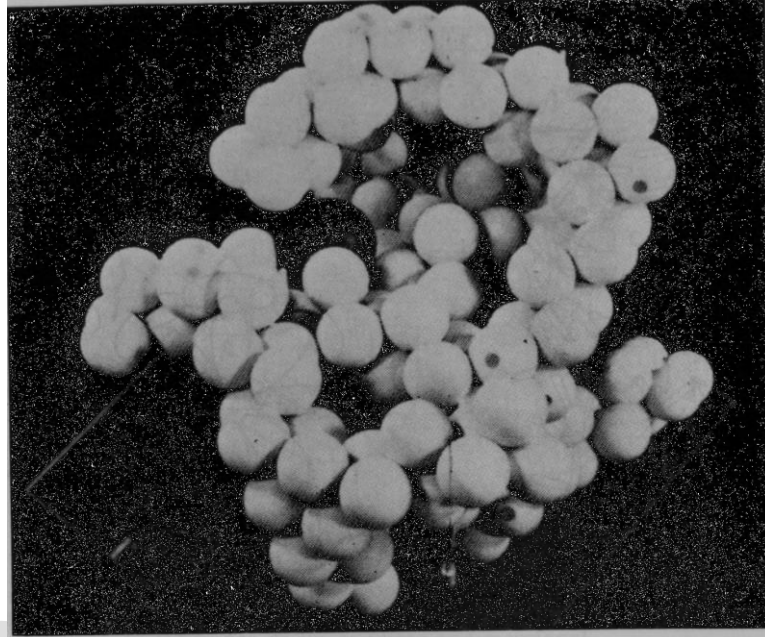


Figura 3. Modelo de una fracción de la micela de caseína, Según RIBADEU – DUMAS y GARNIER (1969)⁷.

Albúmina se halla en disolución en la leche y se considera como una forma especial de la caseína. Suele quedarse casi toda en el suero, que queda después de la fabricación del queso, y tiene la propiedad de coagularse por el calor (70 a 80 ° C) formando el requesón.

Las micelas de caseína se componen de 3 tipos de caseína:

- ✓ Caseína α (anexo 3).
- ✓ Caseína β (anexo 4).
- ✓ Caseína κ (anexo 5).

⁷ VEISSEYRE, Roger. LACTOLOGIA TECNICA. “Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche”. Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1988.

7.1.5. Análisis de Estabilidad de Proteínas

7.1.5.1. Prueba de Alcohol o Acidez Cualitativa

Determinar la estabilidad de las proteínas en un proceso de tratamiento térmico de pasteurización. La base de este método es el estado de equilibrio de las proteínas en suspensión coloidal se altera en la presencia de alcohol como agente deshidratante formándose grumos, coágulos de caseína, albúmina precipitada.

7.1.5.1.1. Recomendaciones

- No emplee alcohol antiséptico.
- Es importante que en cada dosificación la proporción de leche y alcohol en la mezcla sea equivalente, 2 mL de leche y 2 mL de alcohol. Al realizar la prueba adicione primero la leche.
- Conserve los reactivos tapados y en lugar fresco.

7.1.5.1.2. Pasos

- Homogenizar la muestra de leche agitando.
- Agregue 2 mL de leche y luego 2 mL de alcohol 75 °GL.
- Mezcle por inversión.
- Observe el aspecto de la mezcla.



7.1.5.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Prueba de alcohol negativa. No presencia de grumos, coágulos o hilos en la mezcla.

Negativa : leche apta para proceso.

Positiva : Se observa coágulos. Leche inestable en el proceso de sus proteínas. Su aceptación o rechazo depende del resultado de la prueba de acidez cuantitativa.

Las leches mastíticas con un contenido elevado de calcio iónico o de composición anormal, especialmente las de final de lactación pueden coagular por el alcohol sin ser acidas.

7.1.5.2. Prueba de Ebullición

Confirmación del resultado de la prueba de alcohol. Es basado en la precipitación o desnaturalización de las proteínas inestables por efecto del calor cuando hay descomposición por exceso de acidez, anormalidad en el equilibrio de los componentes.

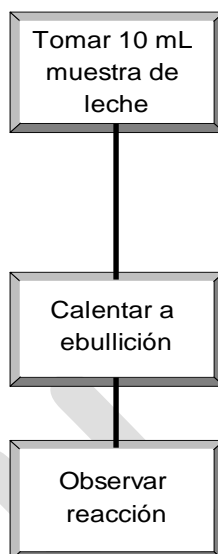
7.1.5.2.1. Recomendaciones

- Esta prueba es alternativa de verificación, para las leches que presentan prueba de alcohol positiva para la decisión de rechazo.
- Retire la muestra de la fuente de calor inmediatamente ebulle.

7.1.5.2.2. Pasos

- Mezcle la muestra por agitación.
- Tomar 6 +/- 3 mL de leche.
- Calentar a ebullición.

- Observe la reacción.



7.1.5.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Prueba de ebullición negativa : Ausencia de coágulos, o grumos.

7.1.5.2.4. Interpretación de Resultados

Positiva : Si se forman coágulos o grumos. Se rechaza la leche por inestabilidad de las proteínas al calor y exceso de acidez.

Negativa : Ausencia de coágulos o grumos. Leche apta para el proceso de pasteurización, solo si el resultado de la prueba de acidez cuantitativa es menor de 0.17%⁸.

7.2. ACIDEZ

Se genera por sustancias que en disolución aumenta la concentración de iones de hidrógeno y que se combinan con las bases para formar las sales.

⁸ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

La escala más común para cuantificar la acidez o la basicidad es el pH, que sólo es aplicable para disolución acuosa. Sin embargo, fuera de disoluciones acuosas también es posible determinar y cuantificar la acidez de diferentes sustancias. Se puede comparar, por ejemplo, la acidez de los gases dióxido de carbono (CO_2 , ácido), trióxido de azufre (SO_3 , ácido más fuerte) y dinitrógeno (N_2 , neutro).

Así mismo, en amoníaco líquido el sodio metálico será más básico que el magnesio o el aluminio. En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el porcentaje del ácido predominante en el material. Ej: En aceites es el porcentaje en ácido oléico, en zumo de frutas es el porcentaje en ácido cítrico, en leche es el porcentaje en ácido láctico.

7.2.1. Técnica de Titilación o Valoración

Es una técnica mediante la cual con la sola medición del volumen de una solución de concentración exactamente conocida (solución estándar o patrón), se llega a determinar la concentración de otra sustancia de concentración desconocida, pero que reacciona cuantitativamente con la anterior.

¿Cómo se puede comprobar experimentalmente cuando la reacción química ha llegado a su término?

Un método para determinar cuando la reacción química ha llegado a su término, es mediante el uso de indicadores, los cuales son sustancias que sufren un cambio físico, generalmente de color, en las cercanías del punto en el cual la reacción ha finalizado a este punto se le llama punto final.

El indicador utilizado en esta práctica es la Fenoltaleína que en medio ácido es incolora y en medio básica es una rosado pálido. Una completa neutralización involucra la reacción de la especie H_3O^+ total con un número igual de moles de OH^- .

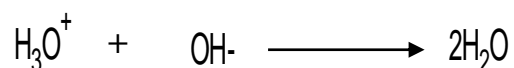


Figura 4. Reacción de neutralización de un ácido con una base.

De acuerdo con lo anterior, 1 mol de un ácido láctico, reacciona con 1 mol de una base NaOH, esta condición queda expresada por la siguiente ecuación Orientaciones previas para realizar los cálculos. Teniendo en consideración la ecuación de neutralización la cual es la siguiente:

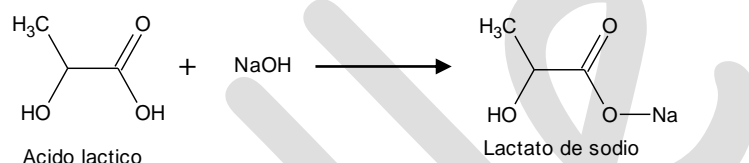


Figura 5. Reacción de neutralización del ácido láctico Con hidróxido de sodio (NaOH).

De la ecuación equilibrada se sabe que 1 mol de NaOH requiere 1 mol de ácido láctico para reaccionar completamente. Así en el punto de equivalencia la cantidad de moles de NaOH deben ser iguales a la cantidad de ácido en la muestra.

7.2.1.1. Ácido Láctico

Ácido láctico o Ácido 2-hidroxipropanoico, compuesto incoloro de fórmula $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$. Se da bajo dos formas ópticamente activas, dextrógira y levógira, frecuentemente denominadas ácido D-láctico y ácido L-láctico. En su estado natural es una mezcla ópticamente inactiva compuesta por partes iguales de ambas formas D- y L-, conocida como mezcla 'racémica'.

7.2.2. Acidez de la Leche

La acidez de la leche es el resultado de una valoración. Se agrega hidróxido de sodio estándar para alcanzar el punto de viraje de la fenolftaleína cambia de incoloro a rosa.

La acidez de valoración es la suma de cuatro reacciones (figura 4):

- ✓ Acidez “desarrollada”, debido al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en vía de alteración.
- ✓ Acidez debida a la caseína; alrededor de 2/5 de la acidez natural.
- ✓ Acidez debida a sustancias minerales y a los indicios de ácidos orgánicos, igualmente unos 2/5 de la acidez natural.
- ✓ Reacciones secundarias debido a los fosfatos; sobre 1/5 de la acidez natural.

La acidificación de la leche, o la adición del enzima renina, transforma la mayor parte del contenido proteínico en requesón o caseína. El residuo líquido recibe el nombre de suero. La caseína puede convertirse en queso o usarse en productos comerciales tales como pegamentos, productos textiles y pinturas; también puede transformarse en un valioso plástico por reacción con el metanal.

El porcentaje de acidez de la leche se calcula con la siguiente formula:

$$\% \text{acidez} = \frac{V_1 \text{NaOH} * [\text{NaOH}] * 0.09}{V_2 \text{muestra}}$$

Donde,

V_1 = Volumen de NaOH gastado en la titulación.

V_2 = Volumen de muestra tomada.

[NaOH] = Concentración de Hidróxido de Sodio usado.

0.09 = mili equivalentes del ácido láctico.

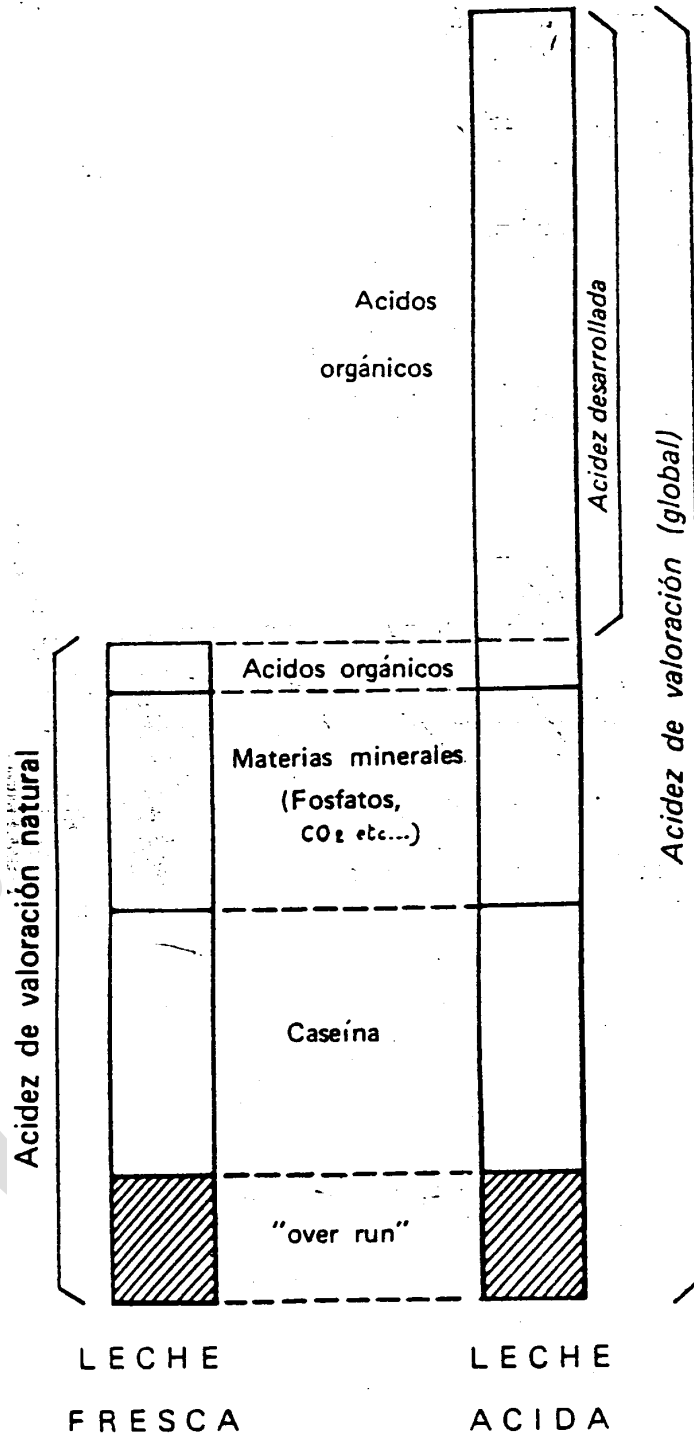


Figura 6. Los componentes de la acidez⁹.

⁹ ALAIS, Charles. CIENCIA DE LA LECHE. "Principios de Técnica Lechera". CIA Editorial CONTIENTAL SA. México. 1988.

7.2.2.1. Análisis de Acidez Cuantitativa

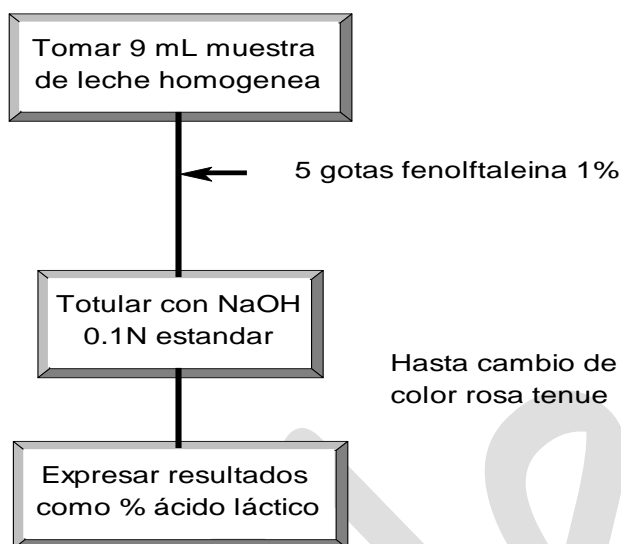
Determinación del porcentaje de acidez expresado como ácido láctico. Se basa en el principio de neutralización de un ácido con una base, en presencia de un indicador de color.

7.2.2.1.1. Recomendaciones

- Realice la prueba en un espacio con suficiente luz natural.
- El recipiente donde se realiza la prueba debe ser de fondo blanco.
- El punto final de la titulación o valoración se observa cuando se presenta una coloración rosada que permanece por mínimo 20 segundos.
- La lectura del volumen se realiza observando el menisco inferior al nivel de los ojos.
- La titulación debe realizarse en forma continua.
- El recipiente debe estar limpio y seco.
- La pipeta para la medición de la muestra debe purgarse antes de realizar la prueba.
- No sople la pipeta.

7.2.2.1.2. Pasos

- Homogenizar la muestra por inversión. Si la muestra contiene grumos de grasa caliente a $38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ en baño María antes de homogenizar.
- Medir 9 mL de leche con pipeta volumétrica.
- Agregar 5 gotas de fenolftaleína 1% indicador.
- Titular con NaOH 0.1N estándar hasta que la muestra se torne de color rosa tenue, agitación constante.
- Lea el volumen de NaOH 0.1N gastado.



7.2.2.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Porcentaje de acidez expresado como ácido láctico entre 0.13 – 0.17.

Este parámetro puede variar de acuerdo a las políticas de la cooperativa.

7.2.2.1.4. Interpretación de los Resultados

Porcentaje de acidez entre 0.13 y 0.17 es leche normal, cumple.

Porcentaje menor a 0.13 o mayor a 0.17 es debido a leche adulterada, alterada o de composición anormal. No se acepta¹⁰.

7.3. DENSIDAD

La densidad es la masa de un cuerpo por unidad de volumen. En ocasiones se habla de densidad relativa que es la relación entre la densidad de un cuerpo y la densidad del agua a 4 °C, que se toma como unidad. Como un centímetro cúbico de agua a 4

¹⁰ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

°C tiene una masa de 1 g, la densidad relativa de la sustancia equivale numéricamente a su densidad expresada en gramos por centímetro cúbico.

La densidad puede obtenerse de varias formas. Por ejemplo, para objetos macizos de densidad mayor que el agua, se determina primero su masa en una balanza, y después su volumen; éste se puede calcular a través del cálculo si el objeto tiene forma geométrica, o sumergiéndolo en un recipiente calibrando, con agua, y viendo la diferencia de altura que alcanza el líquido. La densidad es el resultado de dividir la masa por el volumen. Para medir la densidad de líquidos se utiliza el densímetro, que proporciona una lectura directa de la densidad.

El término de densidad también se aplica a las siguientes magnitudes:

- 1) La relación entre el número de partículas en un volumen dado, o el total de una determinada cantidad —como la energía o el momento— que existe en un volumen, y dicho volumen. Es el caso de la densidad de carga, la densidad de electrones o la densidad de energía.
- 2) La energía luminosa por unidad de volumen (densidad de energía luminosa).
- 3) La oscuridad de una imagen en una película o placa fotográfica (densidad fotográfica).

La densidad de la leche es aproximadamente 1.030 g/mL, no es un valor constante porque depende de su composición. La densidad de una mezcla de componentes, como la leche, puede establecerse sumando todas las de sus componentes, de acuerdo con la fórmula:

$$\frac{1}{\delta_x} = \sum \left(\frac{m_x}{\delta_x} \right)$$

En donde m_x es la masa del componente x y δ_x la densidad aparente de la mezcla. Generalmente δ_x no es la densidad de la sustancia pura por que cuando se mezclan dos componentes tienen lugar a un cambio de volumen.

Algunos factores de los que depende la densidad de la leche son:

- ✓ Concentración de los elementos disueltos y en suspensión (sólidos no grasos).
- ✓ Proporción de materia grasa; teniendo esta una densidad inferior a 1.

La densidad de la leche disminuye al aumentar la temperatura debido principalmente a la expansión del agua. La mayoría de las determinaciones de la densidad se llevan a cabo directamente con leche precalentada a 40 – 45 °C y enfriada a continuación a 20 °C, de forma que todavía esta la grasa casi totalmente líquida durante la prueba.

La densidad tiene importancia tecnológica cuando se pretende calcular el peso de leche cruda requerido, cuando se investiga una posible adulteración de la leche y a la hora de normalizar automáticamente el contenido de materia grasa. También es un parámetro útil para determinar la cantidad de aguas residuales que contiene la mazada y en la elaboración de leche condensada. Además, conociendo la densidad y el contenido de materia grasa se puede calcular el extracto seco magro y con este valor a su vez calcular el extracto seco en porcentaje.

7.3.1. Análisis de Densidad por Aerometría

Determinación de la gravedad específica, relación p/v. Se basa en la aplicación del principio de Arquímedes, el peso de un cuerpo (termo lactodensímetro) es igual al volumen de líquido desalojado. Se refiere a la relación de las masas, de volumen de leche con respecto a igual volumen de agua a 15°C.

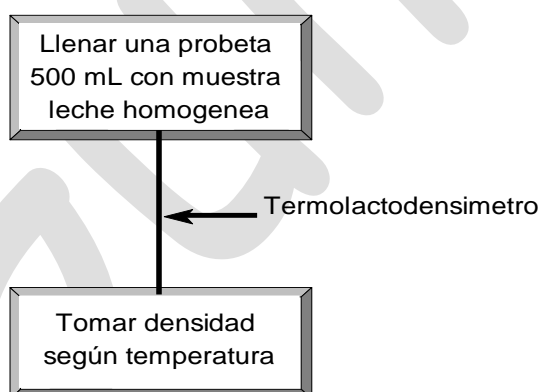
7.3.1.1. Recomendaciones

- Para la lectura de la densidad la temperatura debe estar entre 10 y 20 °C reportando el resultado corregido a 15 °C.

- La probeta debe permitir el libre movimiento del termolactodensímetro y la inmersión total del vástago graduado.
- El análisis se puede realizar utilizando un lactodensímetro y termómetro adicional.
- Efectúe la lectura por la parte superior del menisco.
- Informe la densidad con 4 cifras decimales.

7.3.1.2. Pasos

- Llenar una probeta con suficiente muestra de leche.
- Sumergir el lactodensímetro en la probeta, la lectura debe hacerse cuando la leche este por debajo de 20°C.
- El criterio de aceptación es según el tipo de leche (cruda, entera, semidescremada, descremada).



7.3.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Tabla 3. Rangos de densidad según el tipo de leche.

Leche Cruda	Leche Pasteurizada			Leche UHT			
	Entera	Semides	Descrem	Entera	Semides	Descrem	Deslacto
1.029	1.030	1.030	1.032	1.029	1.030	1.032	1.030
1.033	1.033	1.035	1.036	1.033	1.034	1.036	1.034

La leche de carrotanques de otras plantas o centros de acopio adicionada con crema que presenta contenido de grasa superior al 4% se acepta con densidad inferior a 1.0290.

7.3.1.4. Interpretación de Resultados

Densidad inferior al mínimo valor del rango es propia de leche con alto contenido de grasa o recién ordeñada o adulterada.

El descremado aumenta la densidad, la adición de solutos aumenta la densidad¹¹.

7.4. COMPORTAMIENTO DE LA LECHE ANTE EL FRIO

Entre los procedimientos tecnológicos elementales mas ampliamente utilizados por la industria láctea figuran, en lugar preponderante, los basados en la acción de dos fenómenos físicos refrigeración y calentamiento. Estos procedimientos no solo regulan la actividad de los gérmenes en la leche sino también intervienen provocando, solos o asociados con otros mecanismos, diversas transformaciones industriales.

7.4.1. Refrigeración de la Leche

La refrigeración es el proceso que sigue inmediatamente al calentamiento. La leche se refrigera para situarla fuera de la zona de peligro térmico y por tanto es necesario refrigerarla a temperaturas considerablemente inferiores a las de calentamiento. La refrigeración de la leche debe realizarse con rapidez e inmediatamente después del calentamiento.

La temperatura final a elegir esta en función del destino de la leche que se va a refrigerar. Si se va a someter a tratamientos posteriores suele bastar con refrigerarla a

¹¹ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

10 – 25 °C. Por el contrario, si la leche se ha destinado a la producción de leche de consumo o de productos similares, es necesario refrigerarla a bajas temperaturas, es decir a temperaturas ≤ 5 °C, con ello se pretende inhibir la multiplicación de microorganismos que han sobrevivido al tratamiento térmico y de aquellos otros microorganismos que han llegado a la leche por recontaminación posterior al calentamiento. Vemos que la refrigeración también es un proceso que incrementa la capacidad de conservación del producto.

7.4.1.1. Comportamiento de los Componentes de la Leche

Se sabe desde hace tiempo que una leche mantenida a baja temperatura presenta cierto número de caracteres que la diferencian de la leche no refrigerada. Estos nuevos caracteres hacen que no pueda ser tratada industrialmente, principalmente en quesería, en las mismas condiciones que la leche fresca.

Entre estos caracteres se consideran tres, esenciales en el aspecto tecnológico.

- ✓ Aumento de la estabilidad de la disolución coloidal.
- ✓ Disminución de la estabilidad de la emulsión en que se encuentra la materia grasa.
- ✓ Desarrollo de lipólisis.

El aumento de la estabilidad de la disolución coloidal es un fenómeno conocido en la práctica quesera ya que se traduce en una reacción más lenta en presencia del cuajo. El mantenimiento de la leche a 3 – 4 °C durante 24 horas puede conducir a un alargamiento del tiempo de coagulación.

La disminución de la estabilidad de la emulsión en que se encuentra la materia grasa se debe que a medida que la temperatura de la leche desciende se produce una cristalización fraccionada de los glicéridos que entran a formar parte del glóbulo

graso. Como consecuencia aparecen figuras en la membrana del glóbulo graso, a través de los cuales pueden escapar los glicéridos menos saturados. Esta materia grasa libre tiende a esparcirse en la superficie y pierde su afinidad por el agua.

Este fenómeno explica la rápida formación de una espesa capa de crema. Frecuentemente, las modificaciones de la capa grasa van acompañadas de lipólisis que origina la aparición a un sabor rancio.

La tendencia a la lipólisis es más o menos acentuada dependiendo del animal. Ciertas vacas producen leches extremadamente sensibles. Las leches del final de lactación, presentan un contenido elevado en lipasa de la membrana, se enrancian también rápidamente.

7.4.1.2. Proceso de Refrigeración

La refrigeración de la leche se suele llevar a cabo en varias etapas para recuperar parte del calor contenido en la leche.

- ✓ Intercambio de calor con leche no calentada.
- ✓ Refrigeración mediante agua fresca (agua de pozo).
- ✓ Refrigeración mediante agua helada (agua enfriada artificialmente a una temperatura aproximada de 0 °C), salmueras u otros agentes refrigerantes.

7.4.2. Cadena de Frío

Las leches que permanecen en los tanques de las plantas, así como las que se comercializan en sus respectivos empaques deben permanecer a una temperatura inferior a los 10 °C para evitar las posibles alteraciones en un tiempo muy corto. Si una leche sobrepasa esta temperatura por algún tiempo en este momento se pierde la cadena de frío y las condiciones de la leche (acidez, etc.) cambian muy rápido

7.4.3. Análisis de Temperatura

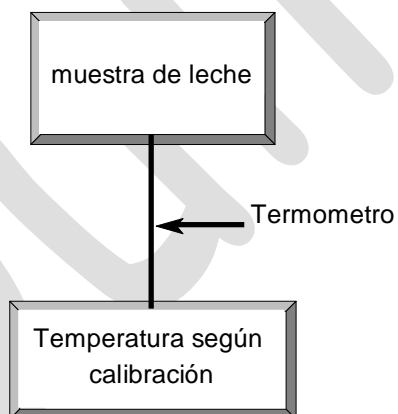
Determinación del estado térmico o grado de calentamiento de la leche. Se basa en el principio de expansión por efecto del calor que se cuantifica con una escala graduada.

7.4.3.1. Recomendaciones

- La escala debe estar a temperatura ambiente antes de realizar la medición.

7.4.3.2. Pasos

- Con un termómetro de mercurio o alcohol calibrado tomar la temperatura de las leches mínimo por un minuto. Debe estar por debajo de 10°C.



7.4.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Leche de carrotanques temperaturas menores de 10°C.

Leche en el tanque de almacenamiento de leche cruda temperatura menor de 10°C.

Leche pasteurizada temperatura 6°C +/- 2°C

UHT temperatura menor 40°C¹².

¹² MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

7.5. PUNTO DE CONGELACIÓN

Al enfriarse la leche se inicia su congelación a unos $-0.54\text{ }^{\circ}\text{C}$ (si no tiene lugar un sobreenfriamiento) y la leche concentrada lo hace a una temperatura correspondientemente menor; se forma hielo puro y por lo tanto la solución láctea se concentra, disminuyendo así todavía más el punto de congelación. Cuanto más baja es la temperatura, mayor es la proporción de agua que congela y mas concentrada es la solución restante.

Los productores e industriales sin escrúpulos pueden verse tentados a falsificar la leche siempre que esta operación sea simple y difícilmente detectable por el consumidor. En algunos países subdesarrollados, los fraudes en la leche son muy frecuentes, de tal forma que la mayoría de las muestras están más o menos falsificadas en el momento de la venta.

La detección de la mayoría de los fraudes es delicada y exige mucha atención por parte del experto encargado de efectuar el análisis. En particular, la interpretación de los resultados puede prestarse a confusiones de graves consecuencias. Efectivamente, es preciso comparar las cifras del análisis con las cifras consideradas como normales, pero es de saber que la composición de la leche puede variar por causas naturales y por ello puede parecer arbitraria la fijación de cifras normales.

Algunas de las principales falsificaciones en la leche son:

- ✓ Aguado.
- ✓ Desnatado.
- ✓ Adición de conservantes.

El punto de congelación es muy constante, oscilando entre $-0.53\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0.55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esto explica que se puede recurrir a la determinación del punto de congelación para comprobar si una leche está aguada.

La congelación de la leche acaba con su estado de mezcla. Al congelarse primero el agua, aumenta la proporción de extracto seco en la parte de la leche que aun no se ha congelado. Por esta razón cuando se ha congelado toda la leche hay una separación de sus componentes. En la parte superior se encuentra la grasa mientras que en la inferior hay una mayor concentración de proteínas y de sustancias minerales. Una vez congelada la leche, ya no es posible volver a distribuir la grasa por toda la masa de una manera tan fina como lo estaba antes de la congelación. Los resultados analíticos de la leche congelada, por tanto, no coinciden con los valores de la composición verdadera de la leche.

Nota: no deben realizarse pruebas de control de calidad de la leche cruda con leche congelada.

7.5.1. Aguado

La adición de agua a la leche es, sin duda, el fraude más frecuente. Es también grave, pues no solo disminuye el valor nutritivo del producto, sino que puede ser origen de contaminaciones peligrosas incluso por gérmenes patógenos. Un aguado del 5%, por ejemplo, significa que 100 volúmenes de leche contienen 5 volúmenes de agua.

El aguado disminuye el contenido de leche en sus diversos componentes. Por ello, disminuye igualmente la densidad. Fácilmente se comprende que la adición de agua a la leche aproxima más a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ su punto de congelación. El problema de la investigación del aguado de la leche se complica cuando el fraude no consiste en la adición de agua pura, sino de soluciones salinas o de suero lácteo.

7.5.2. Análisis del Punto Crioscópico

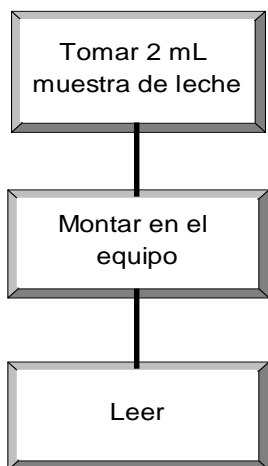
Determinación del punto crioscópico o punto de congelación de la leche. El descenso del punto de congelación es proporcional a la concentración de los solutos en el solvente, la adición de un solvente significa una disminución de la concentración de solutos.

7.5.2.1. Recomendaciones

- Encienda el crioscopio 1 hora antes de efectuar la prueba para enfriar a (-7°C) la unidad de congelación.
- Verifique la temperatura < 3°C.
- Debe permanecer a temperatura inferior a 25°C.
- Debe estar alejado de fuertes corrientes de aire.
- El baño refrigerante del crioscopio debe estar limpio.
- El filtro debe limpiarse regularmente con chorro de agua a presión y secando con toalla antes de instalarlo.

7.5.2.2. Pasos

- La acidez no puede ser superior a 0.18 g/100mL expresado como ácido láctico. Tomar 2 mL de muestra homogénea.
- Montar en el equipo (Crioscopio).



Nota: la acidez no debe ser superior a 0.18

Nota: se indica el porcentaje de agua adicionada o %DFB (para modelos 4DL) obtenido mediante la siguiente fórmula y aproximado a valores enteros.

$$\%DFB = \frac{\text{ValorBase} - \text{ValorObservado}}{\text{ValorBase}}$$

7.5.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

540 +/- 10 °mH de punto crioscópico.

Leche UHT 530 – 560 °mH.

7.5.2.4. Interpretación de Resultados

Punto crioscópico (leche cruda y pasteurizada) de 540 +/- 10 °mH, es leche con concentración normal de solutos.

Mayor de 550 °mH, es leche ácida o adulterada.

Menor de 530 °mH, es leche adulterada con agua.

Punto crioscópico UHT, se aumenta por los estabilizantes que se adicionan en el proceso.

El valor base puede variar de acuerdo al punto crioscópico de la región por composición de la leche o por condiciones estacionales °mH¹³.

Algunas muestras pueden reportar crioscopia inferior a 530 °mH sin haber sido adicionadas con agua, corresponden a leches anormales por malas condiciones de pastoreo, intensa sequía, precipitación inferior a 50 mm por mes, mala condición de

¹³ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

sanidad de la vaca, mastitis, infección de la ubre, volumen por vaca inferior a 10 L día, baja densidad, o individualidad del hato.

Leche con crioscopia mayor 550 mH sin presentar alta acidez, ni adición de solutos, se debe a residuos de desinfectantes, o provenientes de hatos individuales o vacas en última época de lactación o con alto contenido de minerales.

Se pueden relacionar °mH con °C así:

$$^{\circ}C = \frac{^{\circ}mH}{1000}$$

$$^{\circ}C = \frac{(0.1915 * (-^{\circ}H)) - 0.0004785}{0.199}$$

7.6. METODOLOGIA Y REALIZACION DEL ANALISIS FISICO – QUIMICO DE LECHES FRESCAS Y PASTEURIZADAS

Se realizaron los análisis físico – químicos a las leches frescas y pasteurizadas de la planta; se llevo a cabo el siguiente procedimiento.

- **Recepción:** Las leches frescas y pasteurizadas son recibidas en tanques de refrigeración pasando a través de unos filtros que se encargan de eliminar macromoléculas contaminantes, que perjudican la calidad del producto e incluso afecta la operación de los equipos.
- **Muestreo:** Se tomaron muestras de 1000 mL cada hora por un espacio de 9 horas (tiempo de duración del proceso de pasteurización).

Estas muestras fueron llevadas al laboratorio donde se realizaron los siguientes análisis físico – químicos:

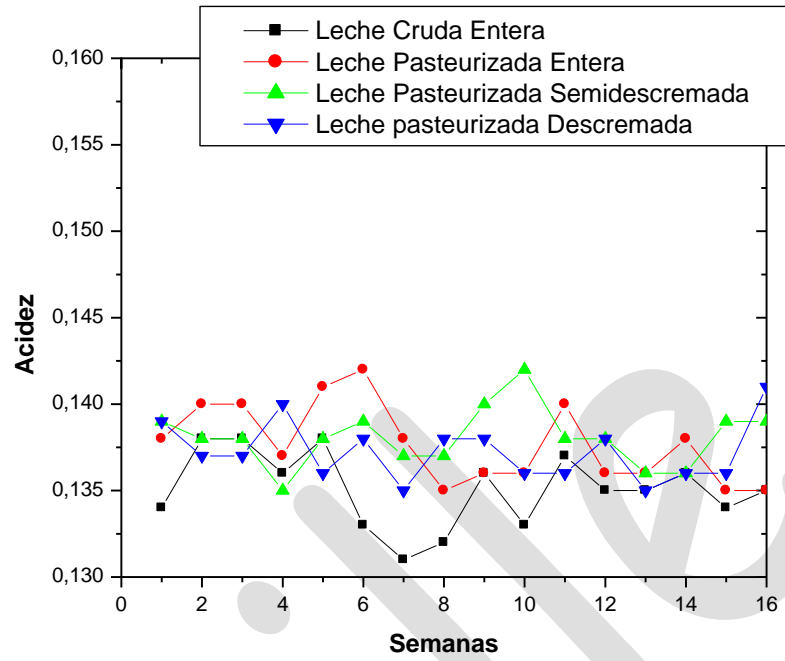
- ✓ Acidez titulable: Según el método descrito en (7.2.2.1.)
 - ✓ Densidad: Según el método descrito en (7.3.1.)
 - ✓ Punto Crisopico: Según el método descrito en (7.5.2.)
 - ✓ Estabilidad de Proteínas: Según el método descrito en (7.1.5.1.)
 - ✓ Temperatura: Según el método descrito en (7.4.3.)
-
- Estos análisis fueron realizados todos los días y los datos se promediaron semanalmente por un periodo de 16 semanas y luego se expresaron en tablas.
 - Con los datos obtenidos se verificó el cumplimiento de los parámetros exigidos para cada una de las respectivas pruebas.
 - Siempre que una muestra no cumplió con los parámetros de la empresa, se revisó la procedencia de ésta e inmediatamente se tomaron las medidas pertinentes.

7.7. RESULTADOS

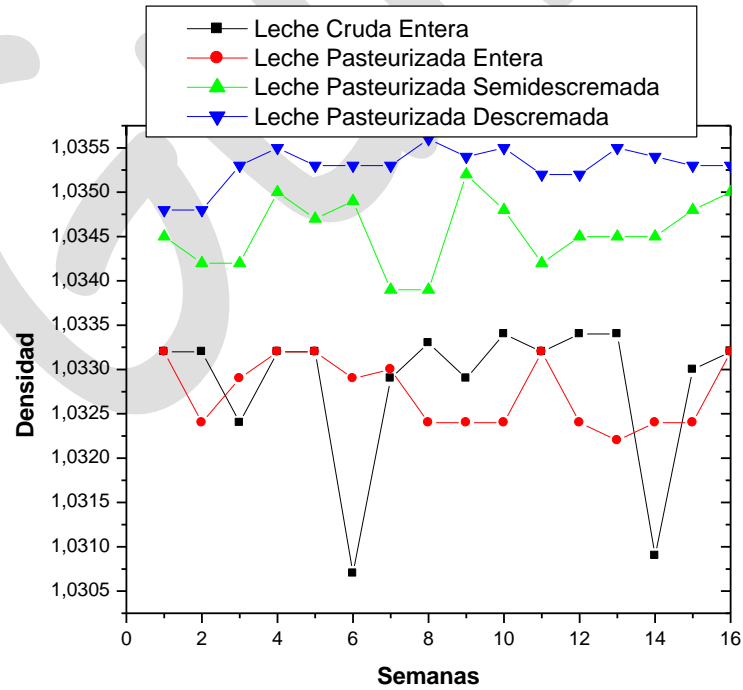
Semana	Leche Cruda Entera					Leche Pasteurizada Entera					Leche Pasteurizada Semidescremada					Leche Pasteurizada Descremada				
	A	D	P.C.	P.A.	T	A	D	P.C.	P.A.	T	A	D	P.C.	P.A.	T	A	D	P.C.	P.A.	T
1	0,134	1,0332	538	Neg	7	0,138	1,0332	538	Neg	5	0,139	1,0345	537	Neg	4	0,139	1,0348	538	Neg	4
2	0,138	1,0332	540	Neg	5	0,14	1,0324	538	Neg	5	0,138	1,0342	538	Neg	4	0,137	1,0348	538	Neg	4
3	0,138	1,0324	536	Neg	5	0,14	1,0329	542	Neg	4	0,138	1,0342	536	Neg	4	0,137	1,0353	539	Neg	4
4	0,136	1,0332	545	Neg	6	0,137	1,0332	540	Neg	6	0,135	1,035	542	Neg	5	0,14	1,0355	536	Neg	4
5	0,138	1,0332	533	Neg	6	0,141	1,0332	540	Neg	5	0,138	1,0347	534	Neg	4	0,136	1,0353	540	Neg	5
6	0,133	1,0307	538	Neg	6	0,142	1,0329	538	Neg	5	0,139	1,0349	539	Neg	6	0,138	1,0353	538	Neg	5
7	0,131	1,0329	530	Neg	7	0,138	1,033	539	Neg	5	0,137	1,0339	534	Neg	5	0,135	1,0353	540	Neg	4
8	0,132	1,0333	537	Neg	6	0,135	1,0324	541	Neg	5	0,137	1,0339	538	Neg	5	0,138	1,0356	542	Neg	5
9	0,136	1,0329	539	Neg	6	0,136	1,0324	538	Neg	4	0,14	1,0352	540	Neg	5	0,138	1,0354	537	Neg	5
10	0,133	1,0334	542	Neg	6	0,136	1,0324	540	Neg	5	0,142	1,0348	542	Neg	4	0,136	1,0355	539	Neg	5
11	0,137	1,0332	540	Neg	6	0,14	1,0332	538	Neg	6	0,138	1,0342	540	Neg	4	0,136	1,0352	538	Neg	5
12	0,135	1,0334	544	Neg	5	0,136	1,0324	538	Neg	6	0,138	1,0345	541	Neg	5	0,138	1,0352	544	Neg	4
13	0,135	1,0334	546	Neg	7	0,136	1,0322	536	Neg	5	0,136	1,0345	545	Neg	4	0,135	1,0355	540	Neg	4
14	0,136	1,0309	538	Neg	7	0,138	1,0324	538	Neg	5	0,136	1,0345	536	Neg	4	0,136	1,0354	542	Neg	5
15	0,134	1,033	536	Neg	6	0,135	1,0324	538	Neg	5	0,139	1,0348	535	Neg	4	0,136	1,0353	538	Neg	5
16	0,135	1,0332	540	Neg	6	0,135	1,0332	538	Neg	5	0,139	1,035	538	Neg	5	0,141	1,0353	539	Neg	5

A = acidez
D = densidad
P.C. = punto crioscopico
P.A. = prueba de alcohol
T = temperatura

Tabla 4. Análisis físico – químico de la leche según su tratamiento previo.



Grafica 1. Rango de acidez permitido.



Grafica 2. Rango de densidad permitido según el tipo de leche.

7.8. ANALISIS DE RESULTADOS

- Con los datos obtenidos se demuestra el cumplimiento de todos los parámetros exigidos. En el caso de la acidez los valores permitidos en la ley son de 0.13 – 0.19 sin embargo por políticas de la empresa se trabaja con la acidez máxima de 0.16 ayudando esto a mejorar la calidad de los productos dentro de la planta.
- En cuanto a los datos obtenidos por densidad estos se diferencian en el tipo de leche analizada y se aprecia que se esta cumpliendo con lo establecido a la ley ya que los limites no se están desviando. Cuando se encuentra una leche con una densidad diferente a la normal este dato se puede relacionar con el punto crioscopico y con algunos análisis especiales según sea el caso.
- Los puntos crioscopicos de la región están aproximadamente en 540 +/- 10 m°H y se lleva un control estricto de esta prueba para evitar fraudes, en lo que se refiere a la ley los resultados están dentro de los parámetros permitidos.
- Las leches que llegan a la planta provenientes de tanques de frío deben llegar con temperaturas por debajo de 10 °C, estas cuando se almacenan en los silos de la planta se mantienen a una temperatura de 5 +/- 1 °C.
- La grafica 2 muestra mas claro como los valores están en los rangos de densidad aceptables y la grafica 1 muestra el cumplimiento del rango de acidez, además se puede apreciar como la empresa despacha constantemente las leches con acidez menor a 0.145.
- La prueba de alcohol es negativa en todos los casos, además cuando la acidez sea inferior a 0.16 nunca debe revelar un resultado positivo.

8. DETERMINACION ENZIMÁTICA

8.1. ENZIMAS

La leche, verdadero tejido vivo, contiene numerosas enzimas, pero su estudio es difícil pues no es posible siempre separar fácilmente las enzimas naturales de la leche de las que son producidas por los microorganismos presentes en ella.

Las enzimas (también llamadas fermentos) son compuestos de compleja estructura y de elevado peso molecular formados por una proteína (apoenzima) y por un grupo activo (grupo prostético) llamado coenzima. Las enzimas son los biocatalizadores de las células vivas y, reduciendo la energía de activación y elevando la velocidad de reacción, permiten la realización de todos los procesos metabólicos.

Las enzimas presentes en la leche provienen en parte de la sangre y llegan a través de la formación de las células glandulares de la mama por secreción a la leche (enzimas originales) (anexo 9). Otra parte las enzimas provienen del metabolismo de los microorganismos que han llegado a la leche (enzimas bacterianas).

La acción de las enzimas es muy específica y depende fundamentalmente de la temperatura y del valor del pH. A temperaturas relativamente bajas se inhibe su acción, pero no se anula; las altas temperaturas (70 – 80 °C) destruyen la mayor parte de las enzimas. La temperatura más favorable para estas es entre 30 °C y 40 °C. Las diferentes transformaciones bioquímicas de los componentes principales de la leche provocadas por enzimas reciben distintos nombres.

✓ Descomposición de lactosa

glucólisis

- ✓ Descomposición de grasa lipólisis.
- ✓ Descomposición de proteínas proteolisis.

Tabla 5. Principales enzimas de la leche¹⁴.

<i>Enzima</i>	<i>Reacción catalizada</i>	<i>Tratamiento térmico que lo inactiva</i>	<i>interés tecnológico</i>
<i>Enzimas hidrolíticos</i>			
Lipasa.....	$R-COOR' + H_2O \rightarrow R-COOH + R'-OH$	63 °C-8 mn 72 °C-10 s	Factor de rancidez
Fosfatasa alcalina....	$R-O-PO_3H_2 + H_2O \rightarrow R-OH + PO_4H_3$	62 °C-20 mn 72 °C-15 s	Control del grado de calentamiento
Proteasa.....	$R-CO-NH-R' + H_2O \rightarrow R-COOH + R'-NH_2$	70 °C-15 mn 80 °C-1 mn	Factor de cuajado
<i>Enzimas de óxido-reducción</i>			
Xantino-oxidasa.....	$R-CHO + A + H_2O \rightarrow R-COOH + AH_2$	75 °C-3 mn 80 °C-10 s	Control del grado de calentamiento
Lactoperoxidasa.....	$H_2O_2 + AH_2 \rightarrow 2 H_2O + A$	75 °C-19 mn 82 °C-20 s	Control del grado de calentamiento

8.1.1. Fosfatasa Alcalina

Forma parte del complejo fosfatásico de la leche que agrupa enzimas capaces de hidrolizar el enlace ester entre el ácido fosfórico y el radical hidroxilo de numerosos compuestos (glicerofosfatos, fenil fosfatos, etc.). Entre otras enzimas, además de la fosfatasa alcalina, se encuentra una fosfatasa acida cuya importancia tecnológica es menor.

La enzima se encuentra asociada a un complejo lipoproteico presente en la membrana del glóbulo graso. La fosfatasa alcalina es una glicoproteína que posee ácido siálico. Se trataría de una metalo enzima que contiene zinc. El pH óptimo de esta fosfatasa alcalina es 9.6, además es sensible al calentamiento, esta enzima se inactiva manteniéndola a 62 °C durante 15 o 20 minutos o a 72 °C por unos 15 o 20 segundos.

¹⁴ WALSTRA, Pieter y GENES, Robert. Departamento Ciencia de los Alimentos y Departamento de Bioquímica. QUIMICA Y FISICA LACTOLOGICA. Editorial ACRIBIA SA. Zaragoza (España). 1987.

El mayor interés de la fosfatasa reside en su utilización como test para el control de la pasteurización de la leche y crema. La enzima se inactiva mediante un calentamiento suficiente para destruir el bacilo tuberculoso. Sin embargo, el test es a veces falaz debido al fenómeno de reactivación caracterizado por la reaparición de la enzima que había sido inactivada mediante calentamiento.

Numerosos microorganismos producen fosfatasas alcalinas (*Geotrichum*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, etc.) que son a menudo muy termo resistentes. La fosfatasa producida por ciertas especies *Geotrichum* requiere un calentamiento a 92 °C por 30 minutos para su inactivación.

El complejo fosfatásico de la leche comprende igualmente una fosfatasa acida cuya concentración en la leche representa el 10% de la concentración de fosfatasa. Su pH optimo es 4.6 – 4.8 y es muy termo resistente.

8.1.1.1. Prueba de Fosfatasa Alcalina en Leche: Método Fluorimétrico

Verificación de que el proceso de la pasteurización se haya realizado correctamente por medio de la cuantificación de la enzima fosfatasa, mediante un test rápido. La fosfatasa alcalina que se encuentra de manera natural en la leche cruda, se destruye a una temperatura superior que la necesaria para destruir los microorganismos patógenos para el ser humano. Niveles bajos de fosfatasa en los productos lácteos garantizan que estos han recibido un tratamiento térmico adecuado y no han sido recontaminados con leche cruda.

8.1.1.1.1. Recomendaciones

- Mantenga el reactivo refrigerado 2 – 6 °C, hasta el vencimiento. No congele.
- Precaución : el reactivo reconstituido es irritante para la piel, ojos y sistema respiratorio.

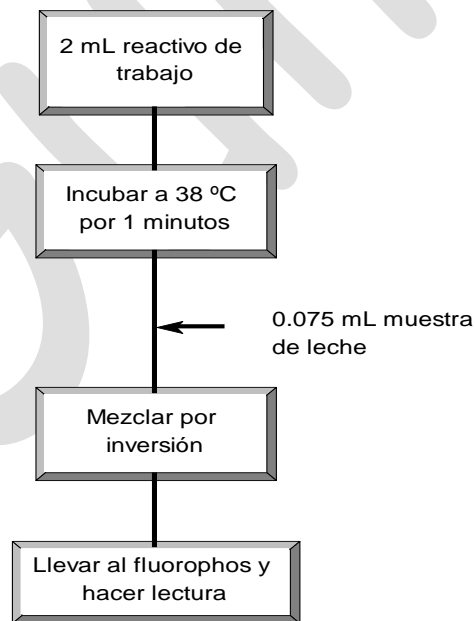
- Realice un test a la vez, nunca deje en incubadora.
- Después de realizado el test retire el tubo de la celda.

8.1.1.1.2. Pasos

- Dispense 2 mL de reactivo de trabajo en el tubo e incube a 38°C +/- 1°C mínimo 10 minutos.
- Añada 0.075 mL de muestra de leche.
- Mezcle por inversión colocando un plástico en la boca del tubo.
- Retire el tubo de la celda después de realizado el test.

Control positivo : caliente hasta ebullición 100 mL de leche pasteurizada y agregue 0.1 mL de leche cruda fresca.

Control negativo : caliente hasta ebullición 100 mL de leche pasteurizada.



8.1.1.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Prueba de fosfatasa negativa.

8.1.1.1.4. Interpretación de Resultados

Prueba de fosfatasa negativa ≤ 150 mU/L

Prueba de fosfatasa positiva > 150 mU/L

Nota:

- Los valores entre 101 – 150 mU/L generan una alerta en el proceso de pasteurización.
- Para la leche pasteurizada en tina empleada como materia prima para la elaboración de quesos se permiten niveles de fosfatasa hasta 350 mU/L¹⁵.

8.1.1.2. Prueba de Fosfatasa Alcalina: Método Colorimétrico

Determinación de la presencia o ausencia de la enzima fosfatasa en la leche para la verificación de la correcta pasteurización se usa como prueba alterna o de contingencia cuando se presenta algún problema con el equipo (fluorophos). El paranitrofenilfosfato disodico que es incoloro es desdoblado por la acción de la enzima liberando paranitrofenoxido fuertemente cromogenico a un pH alcalino de color amarillo.

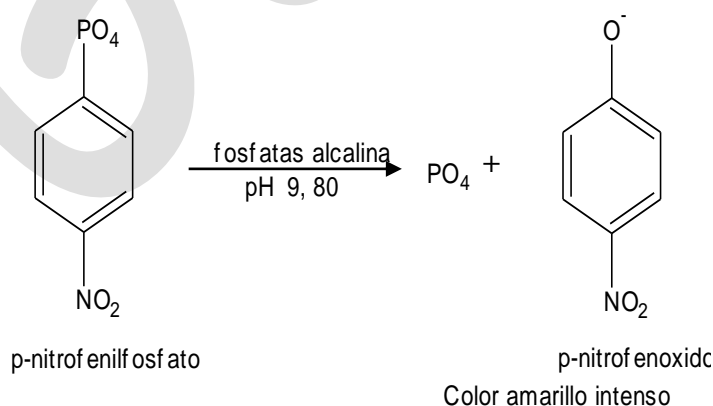


Figura 7. Reacción colorimetrica para determinar fosfatasa alcalina.

¹⁵ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

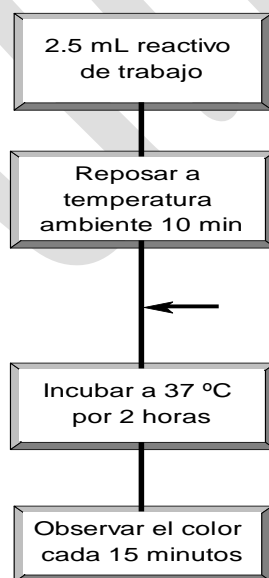
8.1.1.2.1. Recomendaciones

- La solución de trabajo se guarda refrigerada en frasco oscuro.

8.1.1.2.2. Pasos

- Tome 2.5 mL de la solución de trabajo.
- Deje a temperatura ambiente mínimo 10 minutos.
- Adicione 0.5 mL de muestra (leche).
- Incube a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 1 – 2 horas, observando el color aproximadamente cada 15 minutos.

Control positivo : tome 0.5 mL de leche cruda y agréguelos a 2.5 mL de solución de trabajo, incube 1 hora a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.



8.1.1.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Fosfatasa negativa.

8.1.1.2.4. Interpretación de Resultados

Negativa : Color blanco inicial.

Positiva : Color amarillo.

Toda leche bien pasteurizada debe dar fosfatasa negativa¹⁶.

8.1.2. Otras Enzimas: Oxidasa y Peroxidasa

8.1.2.1. Xantino Oxidasa o Xantino Dehidrasa

También llamada enzima de Schardinger. Se evidencia añadiendo a la leche fresca azul de metileno y formol. La enzima, que es deshidrogenada, moviliza el hidrógeno del agente reductor (formol) para fijarlo sobre el azul de metileno, que se transforma en un leuco derivado incoloro.

La presencia de xantino oxidada conduce rápidamente a la decoloración del azul de metileno (10 a 15 minutos). La enzima se encuentra asociada originariamente a la membrana del glóbulo graso, pero su distribución entre la fase lipídica y el plasma depende de los tratamientos sufridos por la leche. La actividad de la enzima es óptima en una zona de pH bastante amplia, desde 6 a 9. La adición de agua oxigenada inhibe la enzima, el calentamiento a 75 °C durante 3 minutos o a 80 °C por 10 segundos la inactiva igualmente. Es preciso no confundir esta enzima como la denominada corrientemente reductasa microbiana.

8.1.2.2. Lactoperoxidasa

Cataliza la descomposición del agua oxigenada liberando oxígeno activo, que puede combinarse con numerosas sustancias: guayacol, p-fenilendiamina, hidroquinona, etc.

¹⁶ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

La enzima ha sido cristalizada. Se trata de una porfirina rica en hierro. Su pH óptimo de acción es 6.8. La inactivación de la enzima es completa tras el calentamiento de la leche a 82 °C durante 20 segundos o a 75 °C por 19 minutos.

8.1.2.3. Prueba de Peroxidasa

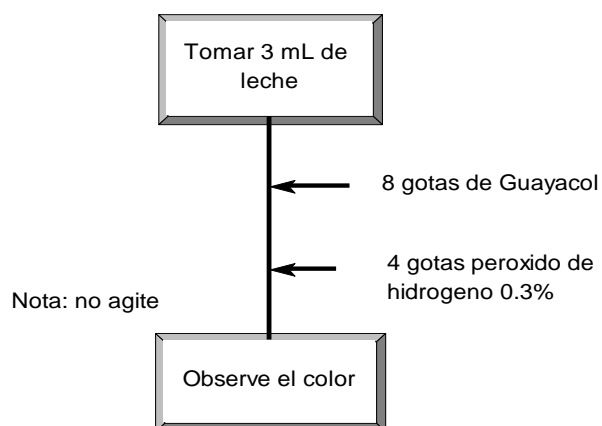
Verificación de que el proceso de pasteurización de la leche no se ha sobrepasado el grado de calentamiento. Se basa en la enzima peroxidasa presente en la leche cruda, resiste relativamente bien el calentamiento, se destruye por calentamiento a 80°C durante 30 segundos por lo tanto su ausencia en la leche pasteurizada es indicio de un sobrecalentamiento en el tratamiento.

8.1.2.3.1. Recomendaciones

- La solución de peróxido de hidrógeno 0.3% debe guardarse refrigerada en frasco oscuro.

8.1.2.3.2. Pasos

- Coloque en tubo de ensayo 3 mL de leche.
- Agregue 0.5 mL reactivo guayacol.
- Esperar 1 minuto.
- Agregue 0.25 mL de peróxido de hidrógeno, no agite.
- Observe el color.



Control positivo : 3 mL de leche cruda y fresca.

Control negativo : 3 mL de leche pasteurizada calentada hasta ebullición.

8.1.2.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Peroxidasa positiva +

8.1.2.3.4. Interpretación de Resultados

Positivo : Se forma un anillo de color salmón curuba entre la superficie de la leche y el reactivo.

Negativo : No se forma anillo de color¹⁷.

8.2. METODOLOGIA Y REALIZACION DEL ANALISIS ENZIMATICOS DE LECHE FRESCAS Y PASTEURIZADAS

Se realizaron los análisis enzimáticos a las leches frescas y pasteurizadas de la planta; se llevo a cabo el siguiente procedimiento.

- **Recepción:** Las leches frescas y pasteurizadas son recibidas en tanques de refrigeración (deben permanecer bajo 10 °C) pasando a través de unos filtros que se encargan de eliminar macromoléculas contaminantes, que perjudican la calidad del producto e incluso afecta la operación de los equipos.
- **Muestreo:** Se tomaron muestras de 1000 mL cada hora por un espacio de 9 horas (tiempo de duración del proceso de pasteurización).

¹⁷ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

Estas muestras fueron llevadas al laboratorio donde se realizaron los siguientes análisis enzimáticos:

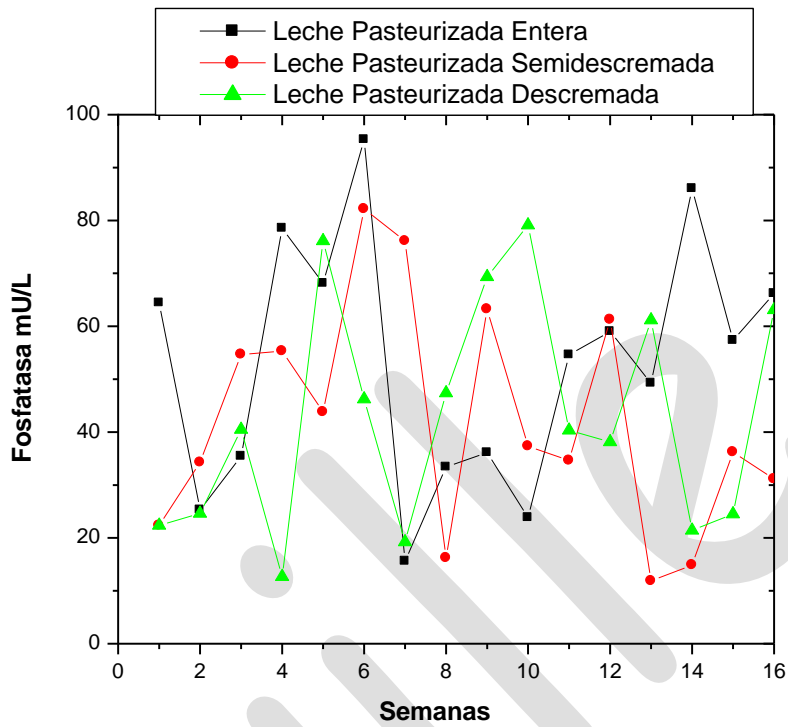
- ✓ Fosfatasa alcalina: Según el método descrito en (8.1.1.1.)
 - ✓ Peroxidasa: Según el método descrito en (8.1.2.3.)
-
- Estos análisis fueron realizados todos los días y los datos se promediaron semanalmente por un periodo de 16 semanas y luego se expresaron en tablas.
 - Con los datos obtenidos se verificó el cumplimiento de los parámetros exigidos para cada una de las respectivas pruebas.
 - Siempre que una muestra no cumplió con los parámetros de la empresa, se revisó la procedencia de ésta e inmediatamente se tomaron las medidas pertinentes.

8.3. RESULTADOS

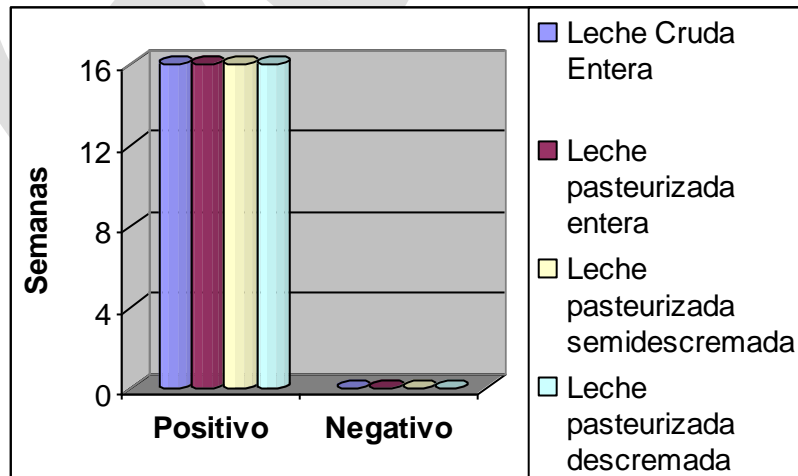
Tabla 6. Análisis enzimático de la leche según su tratamiento previo (Principales enzimas de la leche en el proceso de pasteurización).

Semana	Leche Cruda	Leche Pasteurizada Entera		Leche Pasteurizada Semidescremada		Leche Pasteurizada Descremada	
	Peroxidasa	Fosfatasa	Peroxidasa	Fosfatasa	Peroxidasa	Fosfatasa	Peroxidasa
1	Pos	64,45	Pos	22,36	Pos	22,36	Pos
2	Pos	25,3	Pos	34,28	Pos	24,63	Pos
3	Pos	35,45	Pos	54,67	Pos	40,5	Pos
4	Pos	78,53	Pos	55,32	Pos	12,68	Pos
5	Pos	68,12	Pos	43,78	Pos	76,14	Pos
6	Pos	95,3	Pos	82,16	Pos	46,23	Pos
7	Pos	15,59	Pos	76,14	Pos	19,22	Pos
8	Pos	33,41	Pos	16,22	Pos	47,4	Pos
9	Pos	36,15	Pos	63,22	Pos	69,35	Pos
10	Pos	23,85	Pos	37,33	Pos	79,11	Pos
11	Pos	54,62	Pos	34,62	Pos	40,34	Pos
12	Pos	59,03	Pos	61,26	Pos	38,14	Pos
13	Pos	49,25	Pos	11,86	Pos	61,16	Pos
14	Pos	86,01	Pos	14,87	Pos	21,43	Pos
15	Pos	57,33	Pos	36,23	Pos	24,5	Pos
16	Pos	66,17	Pos	31,12	Pos	63,1	Pos

Los datos recolectados fueron promediados por semana ya que son muchos los análisis que se realizan en un día; además el objetivo de estos datos es mostrar el cumplimiento de los parámetros impuestos por el INVIMA (decreto 2437 de 1983) para los productos lácteos.



Grafica 3. Promedio cumplimiento de concentración de fosfatasa.



Grafica 4. Promedio de cumplimiento de la peroxidasa.

8.4. ANALISIS DE RESULTADOS

- Los datos obtenidos muestran claramente que se está cumpliendo satisfactoriamente con los requisitos exigidos por la ley, donde los análisis de fosfatasa deben estar por debajo de 150 mU/L para que la prueba sea aceptada, sin embargo cuando los resultados estén arriba de 100 mU/L genera un estado de alerta en el proceso de pasteurización.
- En el caso de la leche cruda no se realiza la prueba de fosfatasa ya que no es un producto de consumo directo por el contrario es muy importante conocer el resultado de la peroxidasa, esta nos da a conocer si el producto ha sido alterado por calentamiento antes de llegar a la planta.
- La gráfica muestra más claramente como en todos los tipos de leche pasteurizada los valores de fosfatasa siempre están dentro del rango permitido.
- En la gráfica se observa como la prueba de peroxidasa siempre dio positiva indicando que no tuvo lugar un sobrecalentamiento en el proceso de pasteurización. Cuando se obtiene en un caso aislado un resultado negativo para una leche cruda, esta por normas de la empresa no se recibe y además genera las sanciones pertinentes a los productores infractores.

9. PROPIEDADES QUÍMICAS

La composición química de la leche varía dependiendo de la especie animal, de la raza y de la época de lactancia, y de la alimentación.

Composición química:

Tabla 7. Componentes mayores de la leche de vaca.

FASE	COMPONENTE	%
GRASA 3.6 %	GRASA (triglicéridos)	3.6
ACUOSA 96.4 %	AGUA PROTEINAS LACTOSA CENIZAS	87.7 3.3 4.6 0.8

9.1. GRASAS

La materia grasa agrupa un conjunto de numerosas sustancias de estructura química diferente, pero todas ellas solubles en estado anhidro en disolventes orgánicos apolares, como cloroformo, benceno o éter. La extracción de la materia grasa de la leche se basa en esta solubilidad.

Sometamos la materia grasa a la acción de la potasa alcohólica en ebullición; tras diluir la solución obtenida en un volumen igual de agua, añadamos un disolvente orgánico no miscible con el agua como el éter de petróleo, una fracción de la materia grasa permanece en la disolución hidro – alcohólica mientras que la otra se disuelve en la fase etérea. Esta última fracción constituye la fracción insaponificable.

En razón de este comportamiento se suele dividir los constituyentes de la materia grasa de la leche en dos grandes grupos.

- ✓ Lípidos.
- ✓ Fracción insaponificable.

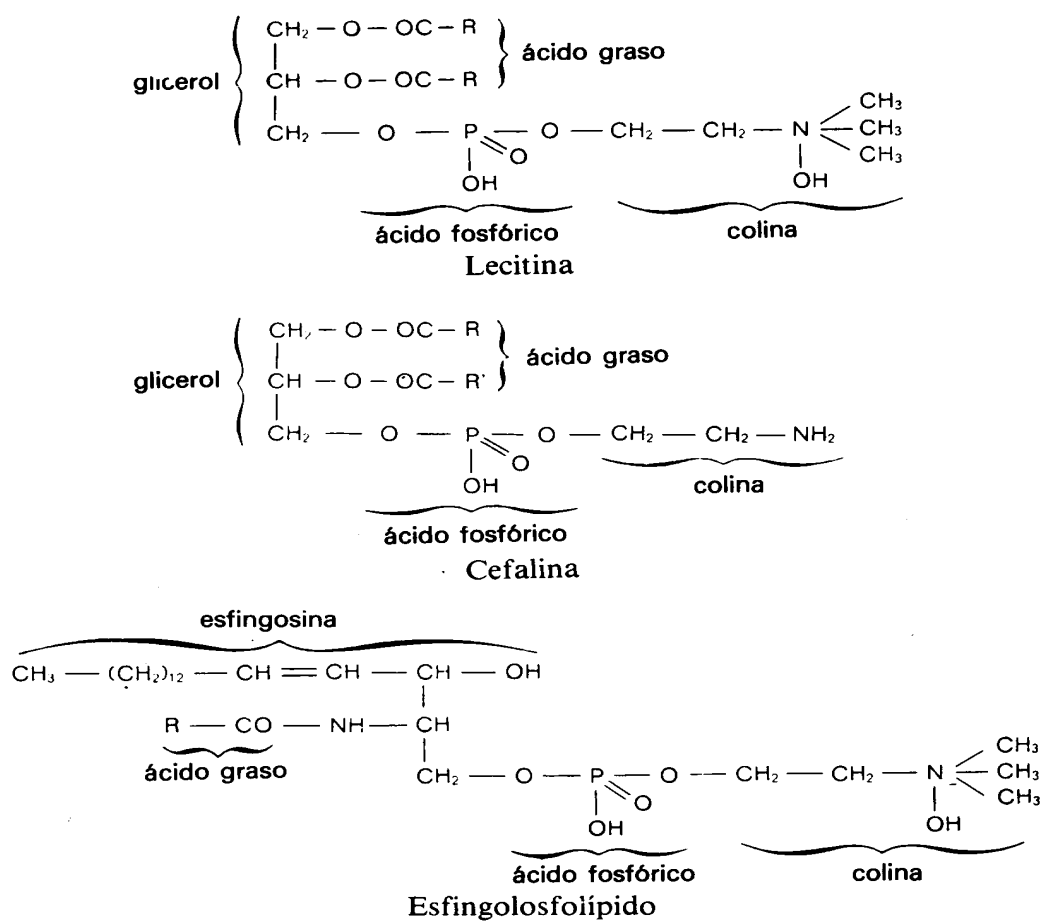


Figura 8. Estructura de los fosfoaminolípidos¹⁸.

9.1.1. Lípidos

Los lípidos son ésteres de los ácidos grasos y sustancias semejantes o derivadas, que son solubles en solventes orgánicos no polares e insolubles, o casi insolubles, en

¹⁸ WALSTRA, Pieter y GENES, Robert. Departamento Ciencia de los Alimentos y Departamento de Bioquímica. QUIMICA Y FISICA LACTOLOGICA. Editorial ACRIBIA SA. Zaragoza (España). 1987.

líquidos acuosos. Los términos lípido y grasa se emplean como sinónimos, aunque se admite generalmente que la grasa se compone en gran parte de una mezcla de triglicéridos, mientras que el lípido no tiene porque presentar esta composición.

Los lípidos representan el 99% de la materia grasa. Estos se dividen en lípidos simples (glicéridos y esteridos) y complejos (lecitinas y cefalinas).

9.1.1.1. Lípidos Simples

Llamados también lípidos ternarios porque sólo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Son ésteres de ácidos grasos y de un alcohol. Se denominan glicéridos cuando el alcohol es el glicerol (o glicirina), y esteridos si se trata de un esterol. (anexo 11).

Los glicéridos constituyen casi la totalidad de los lípidos simples de la leche, por medio de una destilación fraccionada se demuestra la presencia de numerosos ácidos grasos en los glicéridos de la leche. Los hay saturados y no saturados en donde los saturados representan aproximadamente el 55 – 60% del total de ácidos grasos.

Los ácidos grasos saturados mas abundantes son el ácido mirístico (14 C), el ácido palmítico (16 C) y el ácido esteárico (18 C), que representan cerca del 50% del total. Los ácidos grasos de pequeño peso molecular como el butírico, caproico, caprílico y caprílico constituyen el 8%; la presencia de todos estos ácidos en tal cantidad es un carácter esencial en la grasa de la leche.

Entre los ácidos insaturados, también hay muchos, el ácido oleico es el más importante.

9.1.1.2. Lípidos Complejos

Se denominan lípidos complejos a los que contienen, además de carbono, hidrógeno y oxígeno, una cierta cantidad de fósforo, nitrógeno o azufre. En la leche se encuentran solo lípidos complejos fosforados o nitrogenados, llamados fosfatidos o fosfoaminolípidos. Comprenden fundamentalmente las lecitinas, cefalinas y fosfoesfingolípidos.

Las lecitinas o fosfatidil colina están constituidas por la unión del glicerol, ácidos grasos, ácido fosfórico y una base nitrogenada. Debido a la presencia simultánea, en el seno de su molécula, de un lado de cadenas grasas (ácidos grasos) y por otra parte de funciones ácido fosfórico y amino cuaternario, las lecitinas son a la vez hidrofílicas y lipofílicas.

9.1.2. Fracción Insaponificable

La insaponificable agrupa un conjunto de constituyentes de la materia grasa que no reacciona con la sosa o la potasa para dar jabones y que tras la saponificación son insolubles en agua en medio alcalino pero solubles en los disolventes orgánicos no miscibles con el agua.

Sus componentes son numerosos y variados a pesar de no representar en conjunto más que el 1% de la materia grasa. Solamente se consideran los principales que son los carotenoides, tocoferoles y esteroides.

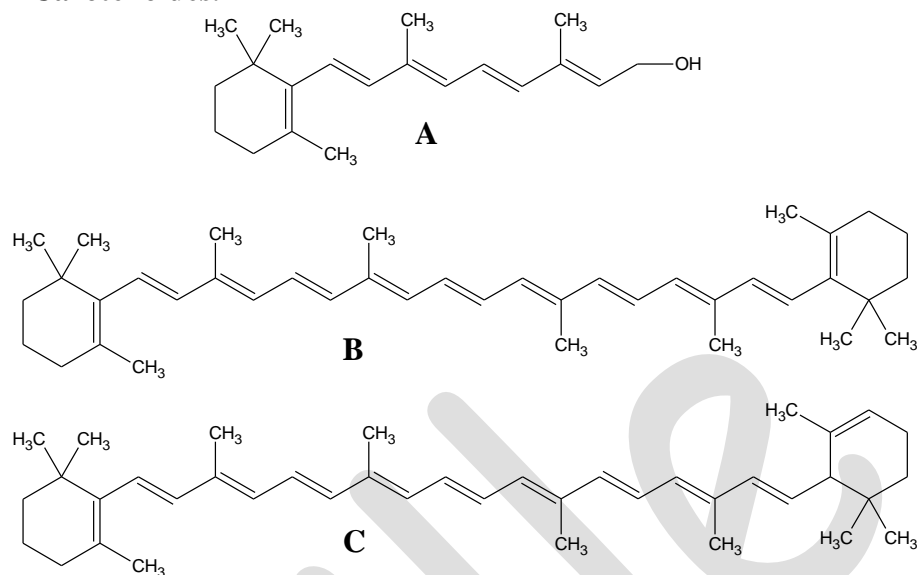
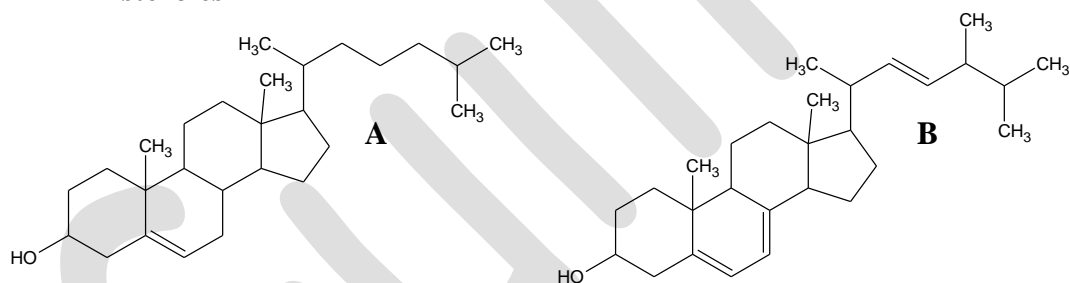
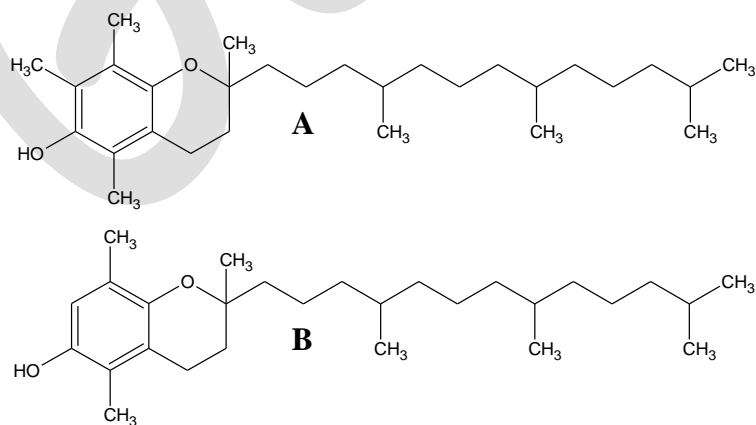
Carotenoides.**Esteroles****Tocoferoles**

Figura 9. Estructuras. Carotenoides: (A) vitamina A, (B) β – caroteno, (C) α – caroteno; Esteroles: (A) colesterol, (B) ergosterol; Tocoferoles: (A) α – tocoferol, (B) β – tocoferol.

9.1.3. Determinación del Contenido Graso por el Método de Gerber

Determinación del contenido de materia grasa de la leche mediante separación por centrifugación y luego medición cuantitativa sobre una escala convencional. Se basa en la materia orgánica que se desnaturaliza con ácido sulfúrico y la grasa separada por centrifugación, por diferencia de densidad, luego se cuantifica sobre la escala graduada de un butirometro.

9.1.3.1. Recomendaciones

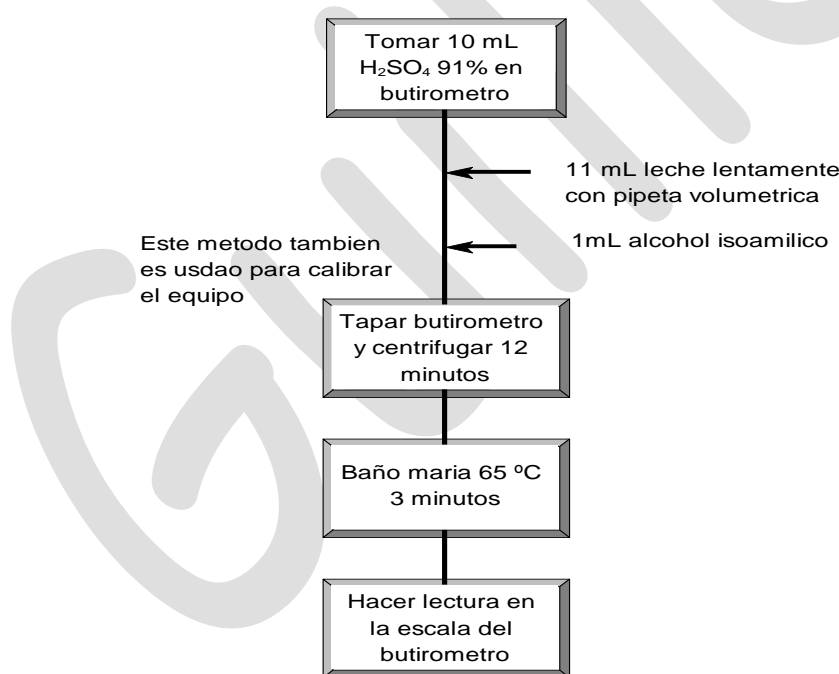
- Tenga precaución cuando mezcle la muestra con el ácido sulfúrico, una agitación brusca puede causar accidente por expulsión del tapón de selle. Si se requiere, haga uso de un paño para evitar quemaduras.
- Revise la posición de los butirometros en la centrifuga, deben quedar nivelados, para evitar la rotación irregular y rotura de los butirometros cuando esta funcionando.
- Lea el valor de la grasa en la escala del butirometro inmediatamente después de calentada ya que al enfriarse, la grasa se contrae, dando valores inferiores a los reales.

9.1.3.2. Pasos

- Preparación de la muestra: Llevar a temperatura 20°C a 30°C y homogenizar.
- Mida 10 mL Ácido sulfúrico con el dosificador y adiciónelos lentamente al butirometro.
- Mida con pipeta de 11 mL aforada de leche y adiciónelos lentamente por las paredes.
- Adicione 1 mL de alcohol isoamilico.
- Tape el butirometro con tapón de caucho haciendo uso del alfiler metálico.

- Agite lenta y cuidadosamente por inversión hasta que desaparezcan las partículas blancas y la solución se observa homogénea.
- Coloque el butirometro en la centrifuga con el bulbo hacia arriba y centrifugue por aproximadamente 12 minutos leche homogenizada.
- Retire los butirometros y colóquelos en baño Maria 65°C +/- 5°C con el bulbo hacia arriba de modo que el nivel del agua cubra el nivel de la columna de grasa, con un tiempo de calentamiento de 3 a 5 minutos.
- Lea la grasa presente en la escala del butirometro.

El % de grasa (%m/m) es la diferencia del valor de la escala base del menisco superior y la del valor de la escala en la base del menisco inferior de la columna¹⁹.



9.1.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

- El parámetro de grasa para leche cruda debe ser mayor del 3.0%.
- El parámetro de grasa para leche pasteurizada entera debe ser mínimo 3.0%.

¹⁹ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

- El parámetro de grasa para leche pasteurizada semidescremada debe ser entre 1.5% - 2.0%.
- El parámetro de grasa para leche pasteurizada descremada debe ser máximo 0.5%.
- El parámetro de grasa para leche pasteurizada UHT entera debe ser mínimo 3.0%.
- El parámetro de grasa para leche pasteurizada UHT semidescremada debe ser entre 1.5% - 2.0%.
- El parámetro de grasa para leche pasteurizada UHT descremada debe ser máximo 0.5%.
- El parámetro de grasa para leche pasteurizada UHT deslactosada debe estar entre 1.5% - 2.0%.

Este método se usa para calibrar el equipo.

9.2. EXTRACTO SECO Y SUS CONSTANTES

9.2.1. Extracto Seco Total (E. S.)

El contenido de extracto seco total o de sustancia seca de la leche y de los productos lácteos es importante porque las especificaciones de muchos productos incluyen exigencias estándar mínimas y porque el rendimiento de los productos desecados depende de aquél.

La determinación clásica del extracto seco total se basa en la evaporación del agua, por desecación al horno, hasta peso constante; ello presenta ciertos problemas:

1. La leche desecada es muy higroscópica y la fracción final de agua es difícil de eliminar; los mejores resultados se obtienen aplicando una temperatura bastante alta y utilizando aire predesechado. El agua de cristalización de la lactosa es especialmente persistente; en consecuencia el agua debe evaporarse a temperatura tal que cristalice la β – lactosa anhidra en lugar del hidrato de α

- lactosa. Esto se consigue evaporando la mayor parte del agua en un baño de agua hirviendo antes de la desecación en horno.
- 2. La leche contiene componentes volátiles distintos del agua, como O₂, ácidos grasos de cadena corta y NH₃. Estas sustancias también se eliminan por desecación.
- 3. Acaecen reacciones químicas, por ejemplo, reacciones de Maillard que determinan pérdidas de peso y oxidación lipídica que da lugar a ganancia de peso. Estos efectos aumentan al hacerlo la temperatura y el tiempo de desecación.

Otra forma de estimar el extracto seco es calculando la densidad y el contenido graso. La densidad de la leche puede determinarse fácilmente y con bastante exactitud con un lactodensímetro. Se basa en que las densidades de la grasa láctea, del extracto seco magro y del agua son aproximadamente constantes. Dado que la densidad depende de la concentración de estas sustancias, se pueden relacionar estos valores mediante formulas que permitan calcular el contenido de extracto seco conociendo: materia grasa (G), densidad (D) a 15 °C. Las más conocidas son:

Fórmula de Fleischmann:

$$ES\% = 1.2G + 2665 \left(\frac{D-1}{D} \right)$$

Fórmula de Richmond:

$$ES\% = 1.2G + \left(\frac{1000(D-1)}{4} + 0.14 \right) * 10$$

9.2.2. Extractos Secos Reducidos

Frecuentemente es útil considerar el extracto seco desengrasado de la leche (o extracto seco no graso).

$$ESD = ES - G$$

Se trata de un valor más regular que el extracto seco total, en razón de haberse eliminado el componente más variable. En la industria, las regulaciones y normalizaciones se hacen frecuentemente sobre el E.S.D.

Se eliminan a la vez el contenido en materia grasa y el de caseína, se obtiene aún un valor más constante que el precedente. Este extracto seco desengrasado y descaseinado se llama también “constante de Cornalba”. Antes se la determinaba para la investigación del aguado de la leche.

Para aplicación de esta determinación ya hemos hablado de las grasas y proteínas de la leche (7.1 y 9.1)

9.2.3. Determinación Simultánea de Grasa, Proteína, Sólidos Totales y Sólidos No Grasos por MILKOSCAN

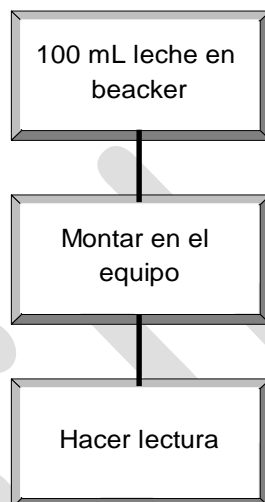
Sólidos totales y sólidos no grasos por la ecuación de Richmond. Calcular el porcentaje de materia seca desengrasada constituida por los componentes de la leche, excepto el agua y la grasa. El método está basado en el cálculo de los sólidos no grasos mediante la ecuación de Richmond se fundamenta en el valor de la densidad corregida a 15 °C y el porcentaje de grasa.

9.2.3.1. Recomendaciones

- Antes de realizar cualquier análisis el equipo debe presentar un porcentaje de error menor a 0.3%.
- Se debe poner a lavar el equipo después de cierta cantidad de muestras.

9.2.3.2. Pasos

- Tomar muestra agitada en un beacker 100mL.
- Cuando el equipo esta calibrado poner la muestra.
- Hacer la lectura respectiva²⁰.



Ecuación de Richmond.

$$\%SNG = 250(D - 1) + 0.2 * \%G + 0.14$$

Para encontrar el porcentaje de sólidos totales (extracto seco total) se aplica la siguiente formula.

$$\%ST = \%SNG + \%G$$

²⁰ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

9.2.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Tabla 8. Valores permitidos de sólidos totales y Sólidos no grasos según el tipo de leche.

TIPO DE LECHE	% SNG	% ST
Leche Cruda	Mayor a 8.3	Mayor a 11.3
Leche Pasteurizada Entera	Mínimo 8.3	Mínimo 11.3
Leche Pasteurizada Semidescremada	Mínimo 8.3	Mínimo 9.8
Leche Pasteurizada Descremada	Mínimo 8.3	Mínimo 8.4
Leche UHT Entera	Mínimo 8.2	Mínimo 11.3
Leche UHT Semidescremada	Mínimo 8.3	Mínimo 9.8
Leche UHT Descremada	Mínimo 8.3	Mínimo 8.4
Leche UHT Deslactosada	Mínimo 8.3	Mínimo 8.9

9.3. ALTERACIONES, DEFECTOS Y CONTAMINACIONES DE LA LECHE

La leche y los productos lácteos pueden contener muchos componentes en concentraciones muy pequeñas llamados contaminantes; es difícil diferenciarlos de los componentes lácteos naturales. Los contaminantes se pueden definir como productos químicos inexistentes en la leche de las vacas mantenidas en condiciones naturales. Los contaminantes comprenden principalmente productos químicos elaborados por el hombre.

Constituyen una gran preocupación las sustancias potencialmente peligrosas para la salud del consumidor. En vista de los peligros potenciales para el consumidor, las autoridades de Salud Pública de muchos países han establecido concentraciones límites para muchos contaminantes de los productos lácteos. Lo importante nunca es la presencia de una sustancia sino su concentración. Los límites se basan, por lo tanto, en la dosis máxima de sustancia que se considera generalmente segura y que varía ampliamente de unos productos a otros y en la cantidad de producto que se consume

corrientemente. Tales límites incluyen un amplio margen de seguridad a causa de las diferencias personales en sensibilidad a ciertos tóxicos y en hábitos alimentarios.

Algunas sustancias pueden añadirse a propósito; la lista de posibles contaminantes sería interminable, son muy variadas las condiciones que determinan que contaminantes lleguen a la leche y cuáles son sus concentraciones.

Las alteraciones, defectos y formas de contaminación de la leche son múltiples. Para el estudio de sus causas, que son numerosas y variadas, se sigue una clasificación que distingue los defectos debidos a la introducción en la leche de sustancias extrañas.

9.3.1. Adulterantes.

Los adulterantes son sustancias que se agregan a los alimentos que cambian su composición ocasionando fallas en la calidad del alimento. Estas sustancias siempre se consideran ilegales. A la leche se le han adicionado algunas sustancias que hacen que esta tenga una mejor consistencia pero que no tiene la calidad nutritiva normal de este producto.

Un alimento comercial se considerará adulterado:

1. Si contiene alguna de las siguientes sustancias, cuyo uso en un alimento comercial queda prohibido por este Reglamento, a saber:
 - a. Sustancias venenosas, deletéreas, o de ningún valor nutritivo contenidas en cantidades que las hagan dañinas o perjudiciales a la salud.
 - b. Sustancias que puedan impartirle características indeseables a los productos obtenidos de la persona que los haya ingerido o que puedan afectar desfavorablemente la salud del hombre al consumir la carne, huevos, leche y otros productos de los animales domésticos que los hayan ingerido.

- c. Substancias que puedan ser perjudiciales a la salud del animal doméstico o persona, o que tengan poco o ningún valor nutritivo (yerbajos, arena o piedrecillas, serrín, semillas de propiedades purgantes o irritantes), y cualquiera otra de tales materias impropias para usarse en un alimento comercial.
 - d. Substancias de un alto contenido de fibra, tales como cáscara de granos o semillas, desperdicios, paja, tusas, o cualquier otra de tales substancias, a menor que el nombre de cada una de ellas esté claramente especificado en el marbete del alimento comercial.
 - e. El uso de urea en alimentos comerciales.
2. Si el análisis de una muestra oficial demuestra que la composición del alimento comercial es inferior a la garantizada en el marbete.
 3. Si el análisis de una muestra oficial demuestra que uno o más de los ingredientes, individuales o genéricos, declarados en el certificado de registro han sido omitidos del alimento comercial, o sustituidos total o parcialmente por otro u otros ingredientes o que se ha añadido otros ingredientes distintos a los declarados en el certificado de registro. Si el alimento comercial contiene insectos, hongos, bacterias, u otros organismos o microorganismos que puedan afectar la calidad del alimento, ya sea en su valor nutritivo o por producir substancias deletéreas en el mismo que lo hagan dañino o perjudicial a la salud.

9.3.1.1. Harinas y Almidones

Se entiende por harina al polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo, elemento imprescindible para la elaboración del pan, también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz o de arroz. Existen

harinas de leguminosas (garbanzos, judías) e incluso en Australia se elaboran harinas a partir de semillas de varias especies de acacias (Harina de acacia). El denominador común entre las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo.

Por lo común se aplica el término harina para referirse a la de trigo y se refiere indistintamente a la refinada como a la integral, por la importancia que esta tiene como base del pan que a su vez es un pilar de la alimentación en la cultura occidental. El uso de la harina de trigo en el pan es en parte gracias al gluten, que surge al mezclarla con agua. El gluten es una proteína compleja que le otorga al pan su elasticidad y consistencia.

Mientras la celulosa es el polisacárido característico de la estructura en las células de las plantas, los almidones son polisacáridos que actúan como material de reserva en la nutrición de los vegetales. La característica química que diferencia los almidones de la celulosa es que las uniones de las moléculas de la glucosa son 1,4' β y en los almidones son 1,4' α . La unidad de disacárido que se repite no es por lo tanto la celobiosa, sino la maltosa.

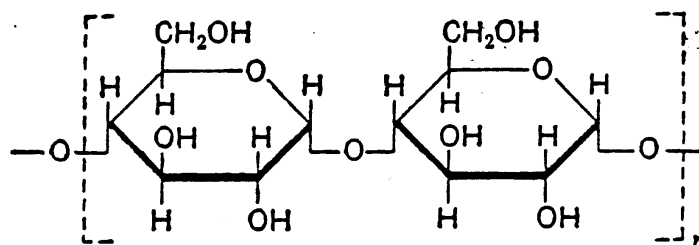


Figura 10. Maltosa, unidad que se repite en el almidón²¹.

Los almidones naturales contienen en general dos tipos de compuestos que se pueden separar uno del otro. Se da el nombre de amilosa al componente que se cree forma una cadena larga, no ramificada, similar a la celulosa. Basándose en reacciones de mutilación se ha demostrado que la amilopectina es un polisacárido de cadena ramificada, con una molécula de glucosa Terminal por cada 24 a 30 restos de glucosa.

²¹ WHITE, Abraham; HANDLER, Philip y SMITH, Emil L. PRINCIPIOS DE BIOQUIMICA. Editorial McGRAW HILL. Segunda Edición. España. 1964.

La determinación del peso molecular en distintas preparaciones de almidón ha conducido a valores que oscilan entre 50000 y varios millones. Como es muy fácil que durante el aislamiento se degrade, probablemente los valores altos del peso molecular son los que mejor representan el verdadero tamaño de las moléculas naturales.

Las harinas y almidones son usados con frecuencia para adulterar la leche ya debido a sus propiedades solubilidad con este líquido, además con la adición de estos se aumentarían fácilmente el porcentaje de sólidos en la leche.

9.3.1.2. Cloruros

Los cloruros son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal -1. Por lo tanto corresponden al estado de oxidación más bajo de este elemento ya que tiene completado la capa de valencia con ocho electrones.

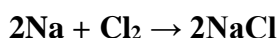
Los cloruros inorgánicos contienen el anión Cl^{-1} y por lo tanto son sales del ácido clorhídrico (HCl). Se suele tratar de sustancias sólidas incoloras con elevado punto de fusión. En algunos casos el enlace con el metal puede tener cierto carácter covalente. Esto se nota por ejemplo en el cloruro de mercurio (II) (HgCl_2) que sublima a temperaturas bastante bajas. Por esto se conocía esta sal antiguamente con el nombre de “sublimato”.

El cloruro más conocido es la sal marina (NaCl) que está presente en el agua marina con una concentración del aproximadamente 3 – 3,5 %. Por lo tanto los océanos representan una fuente prácticamente inagotable de cloruro.

Otro cloruro con interés inorgánico es el cloruro de potasio que se encuentra en algunos depósitos salinos aunque se extrae principalmente por su contenido en potasio.

9.3.1.2.1. Cloruro de Sodio (NaCl)

El cloruro sódico, de fórmula NaCl, es un compuesto iónico, formado por un catión Na^+ (ion sodio) y un anión Cl^- (ion cloruro), el NaCl es el producto de una reacción violenta en la cual un átomo de Na (metal reactivo) reacciona con uno de Cl (un no metal).



Nota: se necesitan dos átomos de Na, porque el Cl se encuentra como molécula biatómica en la naturaleza. En la reacción, dos átomos de Na se oxidan cediendo cada uno su único e^- (electrón) de valencia a los átomos de Cl.

9.3.1.2.1.1. Estructura Cristalina

El cloruro sódico forma cristales con simetría cúbica. Los cloruros (iones más grandes) forman un empaquetamiento cúbico compacto, mientras que los iones más pequeños de sodio llenan los espacios octaédricos entre los cloruros.

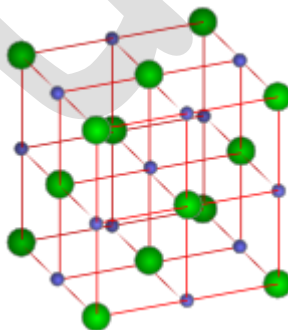


Figura 11. Estructura cristalina NaCl^{22} .

Cada ion está rodeado por seis iones del otro elemento. Esta estructura es muy común en varios otros minerales, y se la conoce como estructura halita.

²² Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/cloruro>.

9.3.1.2.1.2. Aplicaciones

Alimentación Humana: la sal tiene un papel muy importante en la alimentación humana y también es usada en gran escala para la conservación de alimentos.

Industria Química: hace posible la fabricación de vidrio, jabón, plástico, pinturas, cosméticos, medicamentos, pilas eléctricas, tratamiento de aguas, petroquímica, etc.

Salmuera (disolución de sal común en agua): suele emplearse en instalaciones frigoríficas, para transportar el frío desde el líquido –o gas frigorígeno- hasta las cámaras de refrigeración; esto se debe a la baja temperatura de congelación de la salmuera, que le permite transmitir el frío sin cristalizarse.

Conservación Peletera: después de pesar las pieles, se efectúa la salazón con objeto de permitir conservarlas durante el transporte y almacenamiento, hasta su curtido.

9.3.1.3. Determinación de Adulterantes

9.3.1.3.1. Determinación de Harinas y Almidones

Determinación colorimétrica cualitativa de la presencia de harinas y almidones en la leche. Esta prueba se basa en una reacción colorimétrica entre un reactivo específico y el adulterante. En presencia de almidón el yodo produce color azul.

9.3.1.3.1.1. Recomendaciones

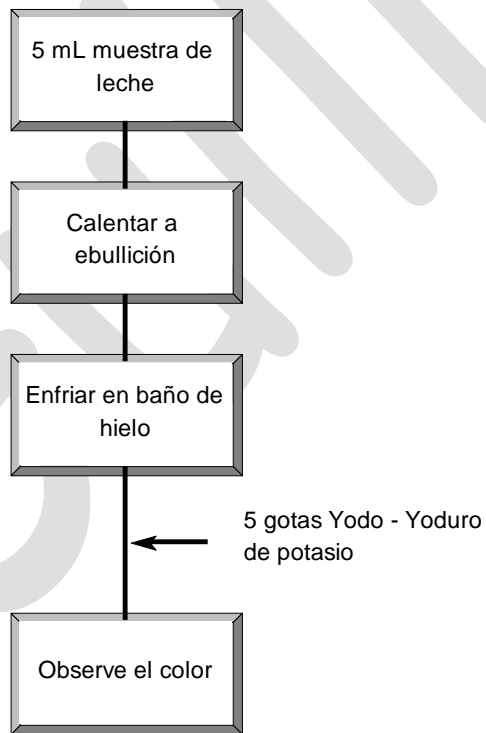
- Realice la prueba en un lugar con suficiente luz natural o artificial para observar el cambio de color.
- Agregue el reactivo cuando la muestra este fría.
- Compare la muestra con el estándar positivo y negativo.

9.3.1.3.1.2. Pasos

- Prepara la solución de Yodo – Yoduro de potasio.
- Tome 5 mL de muestra en tubo.
- Lleve la muestra a ebullición.
- Enfrié la muestra en baño de hielo.
- Agregue 5 gotas del reactivo yodo – yoduro de potasio.
- Observe el color.

Control positivo : leche cruda fresca.

Control negativo : leche cruda adicionada de almidón.

**9.3.1.3.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)**

Prueba de harinas y almidones negativa.

9.3.1.3.1.4. Interpretación de Resultados

Negativa : si se presenta coloración amarillenta.

Positiva : si se presenta coloración azul.

9.3.1.3.2. Determinación de Cloruros

Determinación colorimétrica cualitativa de la presencia de cloruros en la leche. Esta prueba se basa en una reacción colorimétrica entre un reactivo específico y el adulterante. Se basa en la formación de un complejo coloreado de cloruro de plata cuando la muestra está adicionada con cloruros, en presencia de un indicador cromato de potasio.

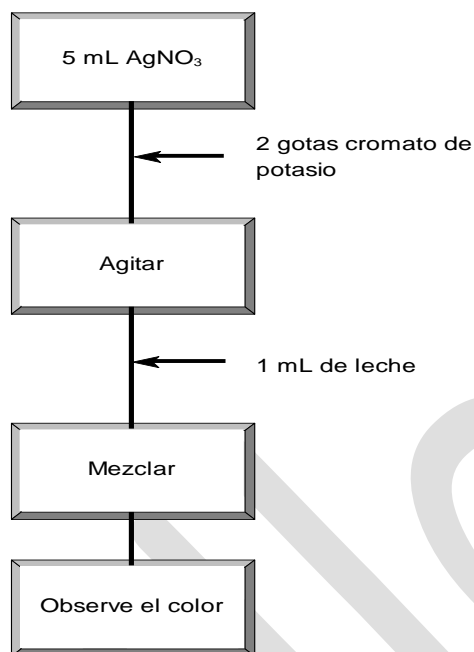
9.3.1.3.2.1. Recomendaciones

- Realice la prueba en un lugar con suficiente luz natural o artificial para observar el cambio de color.
- Las leches adulteradas de solutos como sal y azúcar aumentan el punto crioscópico, es recomendable hacer paralelas estas dos pruebas.

9.3.1.3.2.2. Pasos

- Tome 5 mL de solución de nitrato de plata en tubo.
- Adicione 2 gotas de cromato de potasio.
- Agite y adicione 1 mL de leche.
- Mezcle.
- Observe el color

En las pruebas que dan positivas asocie los resultados con el punto crioscópico.



9.3.1.3.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Prueba de cloruros negativa.

9.3.1.3.2.4. Interpretación de Resultados

Negativa : si se produce una coloración rojo ladrillo, la cantidad de cloruros expresada en la leche como cloruro de sodio es inferior a 2.3 g/L.

Positiva : si se produce una coloración amarillo canario, la cantidad de cloruros expresada en la leche como cloruro de sodio es superior a 2.3 g/L²³.

9.3.2. Conservantes

La adición de conservadores está rigurosamente prohibida, en primer lugar porque las sustancias añadidas pueden, a la larga, ocasionar alteraciones orgánicas y, en

²³ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

segundo, porque la adición de conservadores no es una solución adecuada al problema de la producción de una leche limpia y sana. Es necesario prolongar la vida útil de la leche mejorando los métodos de producción y no por la adición de sustancias que no hacen, muchas veces, más que enmascarar de momento las alteraciones.

Los conservadores químicos actúan de dos modos.

- a) En un primer grupo figuran las sustancias cuyo papel es neutralizar el ácido láctico formando en el curso de la acidificación de la leche: carbonatos y bicarbonatos alcalinos. De este modo se retrasa la coagulación, pero paralelamente tiene lugar un desarrollo considerable de los gérmenes, que no son inhibidos por la acidez.
- b) En un segundo grupo se encuentran los antisépticos que permiten frenar o detener toda la proliferación microbiana: agua oxigenada, hipocloritos alcalinos, formol, ácido bórico y boratos, ácido salicílico y salicilatos, fluoruros, etc. Entre ellos, el formol y sobre todo el agua oxigenada no persisten por mucho tiempo en la leche. Estos productos se descomponen progresivamente y desaparecen, lo que no facilita la tarea de los expertos.

9.3.2.1. Formaldehído

El formaldehído, HCHO , también conocido como formalina, formol, aldehído fórmico, metanal, es el primer miembro de las series de los aldehídos alifáticos.

Es uno de los químicos orgánicos más importantes utilizado hoy en día en una gran cantidad de actividades y aplicaciones.

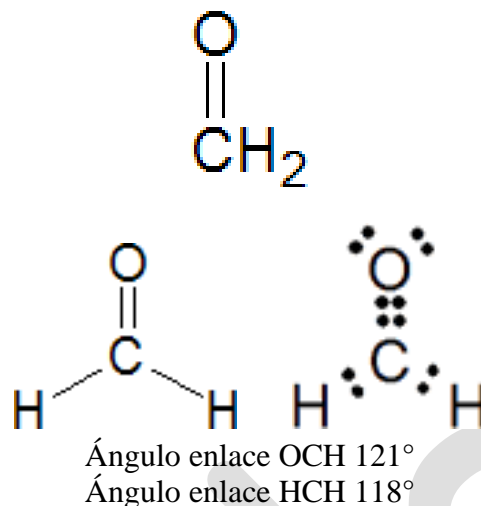


Figura 12. Estructuras del formaldehído²⁴.

El formaldehído o metanal es un compuesto químico, más específicamente un aldehído (el más simple de ellos), de fórmula $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$. Fue descubierto en 1867 por el químico alemán August Wilhelm Von Hofmann. Se obtiene por oxidación catalítica del alcohol metílico. A temperatura normal es un gas incoloro de un olor penetrante, muy soluble en agua. Las disoluciones acuosas al $\pm 40\%$ se conocen con el nombre de formol, que es un líquido incoloro de olor penetrante y sofocante; estas disoluciones pueden contener alcohol metílico como estabilizante. Puede ser comprimido hasta el estado líquido; su punto de ebullición es $-21\text{ }^\circ\text{C}$.

Tiene muchos nombres; su nombre tradicional proviene de formica, el nombre latín de hormiga; su nombre según la nomenclatura sistemática de la IUPAC es metanal.

9.3.2.1.1. General

El formaldehído se disuelve fácilmente en agua (400 l gas /l de agua a $20\text{ }^\circ\text{C}$). La disolución se degrada lentamente bajo formación de paraformaldehído, el polímero del formaldehído. También puede formarse el trímero cíclico 1,3,5-trioxano.

²⁴ Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/formaldehído>.

La oxidación del formaldehído da ácido fórmico y en una segunda etapa agua y dióxido de carbono.

9.3.2.1.2. Aplicaciones

El formaldehído es uno de los compuestos orgánicos básicos más importantes de la industria química. Se utiliza en la producción de diversos productos, desde medicamentos hasta la melamina, la baquelita, etc.

Antiguamente se utilizaba una disolución del 35% de formaldehído en agua como desinfectante y en la conservación de muestras biológicas y cadáveres.

Otro uso es la fabricación de textiles libres de arrugas. En éstas el contenido en metanal libre podía alcanzar hasta el 2% del peso total del textil. Actualmente se ha bajado el contenido y si supera el 0,15% este debe ser declarado en la etiqueta con la recomendación de lavar la prenda antes de usarla.

Aún se utiliza como conservante en la formulación de algunos cosméticos y productos de higiene personal como champúes. Por sus propiedades bactericidas y conservantes se ha usado ilegalmente en muchos alimentos como la leche para evitar su descomposición por la elevada acidez.

Además se usa en síntesis orgánica, para producir abonos, papel, madera contrachapada, resinas de urea-formaldehído, colorantes y explosivos, entre otros usos.

9.3.2.1.3. Toxicología y bioquímica

En el cuerpo se producen pequeñas cantidades de formaldehído en forma natural. Sin embargo se trata de un compuesto tóxico que ha demostrado propiedades cancerígenas en diversos experimentos con animales. En ratas puede provocar cáncer si se aplica de forma prolongada en concentraciones superiores a 6 ppm en el aire

respirado. En el hombre estas concentraciones provocan ya irritaciones en ojos y mucosidades en poco tiempo. Estudios epidemiológicos aún no han demostrado ninguna relación causa – efecto sobre los casos de cáncer estudiados.

Niveles bajos de metanal pueden producir irritación a la piel, los ojos, la nariz y la garganta. La gente que sufre de asma es probablemente más susceptible a los efectos de inhalación de formaldehído. A partir de 30 ppm el formaldehído puede resultar letal.

9.3.2.2. Peroxido de Hidrógeno

El peróxido de hidrógeno (conocido también como agua oxigenada) es un líquido incoloro a temperatura ambiente con sabor amargo. Pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno gaseoso ocurren naturalmente en el aire. El peróxido de hidrógeno es inestable y se descompone rápidamente a oxígeno y agua con liberación de calor. Aunque no es inflamable, es un agente oxidante potente que puede causar combustión espontánea cuando entra en contacto con materia orgánica.

El peróxido de hidrógeno se encuentra en bajas concentraciones (3-9%) en muchos productos domésticos para usos medicinales y como blanqueador de vestimentas y el cabello. En la industria, el peróxido de hidrógeno se usa en concentraciones más altas para blanquear telas y papel, como componente de combustibles para cohetes y para fabricar espuma de caucho y sustancias químicas orgánicas.

9.3.2.2.1. Toxicidad

El peróxido de hidrógeno puede ser tóxico si se ingiere, si se inhala o por contacto con la piel o los ojos. Inhalar el producto para uso doméstico (3%) puede producir irritación de las vías respiratorias, mientras que el contacto con los ojos puede producir leve irritación de los ojos. Inhalar vapores de las soluciones concentradas (más del 10%) puede producir grave irritación pulmonar.

La ingestión de soluciones diluídas de peróxido de hidrógeno puede inducir vómitos, leve irritación gastrointestinal, distensión gástrica, y en raras ocasiones, erosiones o embolismo (bloqueo de los vasos sanguíneos por burbujas de aire) gastrointestinal. Ingerir soluciones de 10-20% de concentración produce síntomas similares, sin embargo, los tejidos expuestos pueden también sufrir quemaduras. Ingerir soluciones aun más concentradas, además de lo mencionado anteriormente, puede también producir rápida pérdida del conocimiento seguido de parálisis respiratoria.

El contacto de una solución del 3% de peróxido de hidrógeno con los ojos puede causar dolor e irritación, sin embargo las lesiones graves son raras. La exposición a soluciones más concentradas puede producir ulceración o perforación de la córnea. El contacto con la piel puede producir irritación y descoloramiento pasajero de la piel y el cabello. El contacto con soluciones concentradas puede causar graves quemaduras de la piel y ampollas.

9.3.2.2.2. Aplicaciones

En industria médica y farmacéutica, se utiliza como un tipo de desinfectante sólido efectivo, seguro y conveniente. También puede usarlo en la solución. En comparación con peróxido de hidrógeno y ácido peroxiacético, tiene una capacidad de desinfección más fuerte y puede desinfectar más tipos de bacteria sin residuo tóxico. Puede inhibir el crecimiento de la bacteria y fungosidad. En tratamiento de cáncer se utiliza para curar el ascitis de hígado.

En industria química de uso diario, se utiliza como el blanqueador de los pelos humanos y animales y el neutralizador en tintura y permanente de pelo. Especialmente cuando se utiliza en pasta dentífrica, tiene muchas funciones que las normales no tienen: reducir mancha y bacteria, reducir las enfermedades dentales e inhibir el crecimiento de los dientes careados. Además se utiliza en detergente neutro como blanqueador.

En aspecto agrícola y acuático, se puede utilizar como proveedor de oxígeno y desinfectante en el estanque con peces. Y también puede aumentar el contenido de oxígeno en el forraje de los animales pequeños. Además, se utiliza también para madurar las frutas y verduras. Por sus propiedades conservantes también se usa para evitar la degradación rápida de los alimentos; en la leche para evitar la acidificación por la acción de las bacterias.

En industria de textil y papel, se utiliza como el blanqueador de algodón, lana, lino y fibra etc. Es el suavizador, antiestático, y agente de decolorar la fibra de Poliamida. También se utiliza como blanqueador en industria de papel y mejorador en la selección de mineral etc.

9.3.2.3. Hipocloritos y Cloraminas

Existen ciertas sustancias químicas que influyen negativamente sobre las bacterias, pudiendo ejercer dos tipos de efectos diferentes:

- ✓ Bacteriostáticos: cuando impiden el crecimiento bacteriano
- ✓ Bactericidas: cuando destruyen (matan) las bacterias.

En general, si no sólo nos referimos a las bacterias, sino a cualquier tipo de microorganismos, hablamos respectivamente de agentes microbiostáticos y microbicidas. Ahora bien, para una misma sustancia química, la línea de demarcación entre un efecto microbiostático y otro microbicida depende muchas veces de la concentración de dicha sustancia y del tiempo durante el que actúa.

¿Cómo podemos saber que un microorganismo está “muerto”? El único criterio válido es la pérdida irreversible de la capacidad de división celular, es decir, de la pérdida de viabilidad, y se suele comprobar empleando técnicas con placas de Petri (es decir, confirmando que no crecen en medios sólidos adecuados).

9.3.2.3.1. Cloraminas

Complejo químico que consiste en amoníaco y cloro. Sirve como desinfectante del agua en suministros de agua público porque el cloro puede reaccionar con partículas orgánicas formando productos peligrosos. Las formas en las que las cloraminas existen dependen de las propiedades físico-químicas de la fuente del agua.

9.3.2.3.2. Algunos Ejemplos de Desinfectantes y Antisépticos y de sus Aplicaciones

Tanto en los laboratorios como en industrias alimentarias es necesario a menudo tratar superficies inertes (mesas, suelos, paredes) con desinfectantes, a ser posible con efecto microbicida. Por ejemplo se pueden usar sales cuaternarias de amonio como el cloruro de benzalconio. El formaldehído es un agente alquilante que en solución al 3-8% sirve bien para tratar superficies. Los materiales termosensibles que no se pueden esterilizar por calor se pueden esterilizar en frío mediante ciertos agentes:

- ✓ En los hospitales, para esterilizar termómetros, catéteres, instrumentos, etc., se suele recurrir a un tipo de autoclave que usa el gas óxido de etileno o formaldehído gaseoso (ambos son agentes alquilantes).
- ✓ Pequeños objetos se pueden esterilizar en peróxido de hidrógeno (agente oxidante).
- ✓ Las cámaras de cría de animales libres de gérmenes se esterilizan con ácido peracético, un fuerte agente oxidante.
- ✓ Los halógenos son agentes oxidantes muy potentes, y que tienen usos muy importantes.
- ✓ El yodo es un magnífico antiséptico de la piel (el mejor que se conoce).
- ✓ El cloro se presenta como cloro gaseoso (Cl_2), hipocloritos y cloraminas. El efecto desinfectante se debe a la liberación de cloro libre (Cl_2); a su vez, el Cl_2 reacciona con el agua para dar ácido hipocloroso (ClOH), que a pH ácido o neutro es un oxidante fuerte.

Cloro gaseoso: a 1-3 ppm se usa en la cloración de aguas para bebida y de aguas de piscinas. Su actividad se ve muy influida (mermada) por la presencia de materia orgánica; por ello, se suele determinar la demanda de cloro del agua a tratar. Descontada dicha demanda, el cloro gaseoso mata rápidamente (15-30 segundos) a sólo 1 ppm.

Soluciones de hipocloritos: hipocloritos de sodio, de calcio o de litio. A 200 ppm de cloro se usan ampliamente, ya como líquidos (lejías), o en polvo, en industrias alimentarias y lácteas (para desinfectar el equipamiento y maquinaria que ha de entrar en contacto con los alimentos a procesar), en restaurantes, hoteles, hospitales, etc.

Ciertos ácidos orgánicos se usan como conservantes de alimentos. Tal es el caso del ácido benzoico y del ácido sórbico. Por otro lado, los alimentos fermentados producen sus propios conservantes, como el ácido acético, láctico y propiónico.

9.3.2.4. Determinación de Conservantes

9.3.2.4.1. Determinación de Formaldehído

Determinación colorimétrica cualitativa de la presencia de formaldehído en la leche. En presencia de un reactivo específico el conservante adicionado a la leche reacciona formando compuestos coloreados o alterando la estabilidad de la leche, se basa en la coloración violeta que se produce en presencia de cloruro ferrico en medio ácido.

9.3.2.4.1.1. Recomendaciones

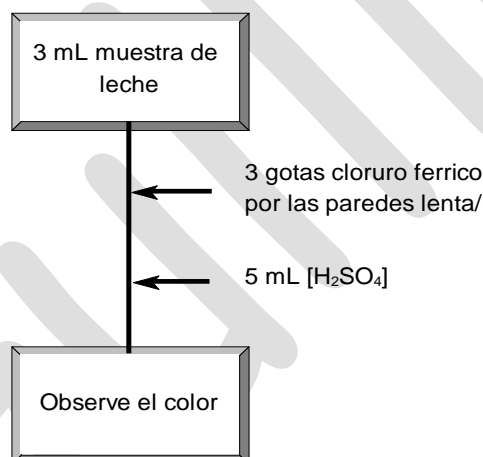
- Realice la prueba en un lugar con suficiente luz natural o artificial para observar el cambio de color.
- Agregue lentamente el ácido sulfúrico por las paredes para evitar salpicaduras.

9.3.2.4.1.2. Pasos

- Prepare la solución testigo de formaldehído.
- Tome 3 mL de muestra de leche previamente homogenizada con pipeta en tubo de ensayo.
- Agregue 3 gotas de solución de cloruro ferrico.
- Por las paredes añada lentamente 5 mL de ácido sulfúrico concentrado procurando que no se mezcle con la leche de modo que queden dos capas.

Control negativo : leche cruda fresca.

Control positivo : 5 mL de leche pura y adicione 1 gota de solución testigo de formaldehído.



9.3.2.4.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Prueba de formaldehído negativa.

9.3.2.4.1.4. Interpretación de Resultados

Negativa : ausencia de anillo.

Positiva : anillo violeta en la interfase entre el ácido y la leche.

Cuando la concentración del formaldehído es alta, la prueba es menos sensible, para hacerla más sensible se deben hacer diluciones de la muestra con leche pura.

9.3.2.4.2. Determinación de Peroxido de Hidrógeno

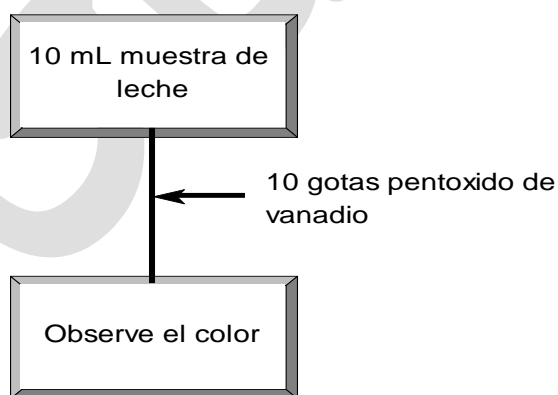
Determinación colorimétrica de la presencia de peróxido de hidrógeno en la leche. En presencia de un reactivo específico, el conservante adicionado a la leche reacciona formando compuestos coloreados o alterando la estabilidad de la leche. En presencia de pentóxido de vanadio en medio sulfúrico, el peróxido da una coloración rosada.

9.3.2.4.2.1. Recomendaciones

- Realice la prueba en un lugar con suficiente luz natural o artificial para observar el cambio de color.

9.3.2.4.2.2. Pasos

- Tome 10 mL de muestra en tubo de ensayo.
- Agregue 10 gotas de reactivo pentóxido de vanadio.
- Observe el color.



9.3.2.4.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Prueba de peróxidos negativa.

9.3.2.4.2.4. Interpretación de Resultados

Negativa : si se presenta coloración amarillenta.

Positiva : si se presenta coloración rosada.

9.3.2.4.3. Determinación de Hipocloritos y Cloraminas

Determinación colorimétrica cualitativa de la presencia de hipocloritos y cloraminas en la leche. En presencia de un reactivo específico, el conservante adicionado a la leche reacciona formando compuestos coloreados o alterando la estabilidad de la leche. Al tratar la leche con yoduro de potasio en diferentes condiciones, se obtienen coloraciones según la cantidad de cloro activo presente.

9.3.2.4.3.1. Recomendaciones

- Realice la prueba en un lugar con suficiente luz natural o artificial para observar el cambio de color.

9.3.2.4.3.2. Pasos

- Preparar la solución de almidón.

Se realizan diferentes pruebas.

9.3.2.4.3.2.1. Prueba A

- Tome 5 mL de muestra en tubo.
- Agregue 1.5 mL de solución de KI.
- Agite.
- Observe el color de la mezcla.

9.3.2.4.3.2.2. Prueba B

- Si no cambia el color de la leche, añada 4 mL de ácido clorhídrico diluido HCl.
- Agite.
- Observe el color del coagulo formado.

9.3.2.4.3.2.3. Prueba C

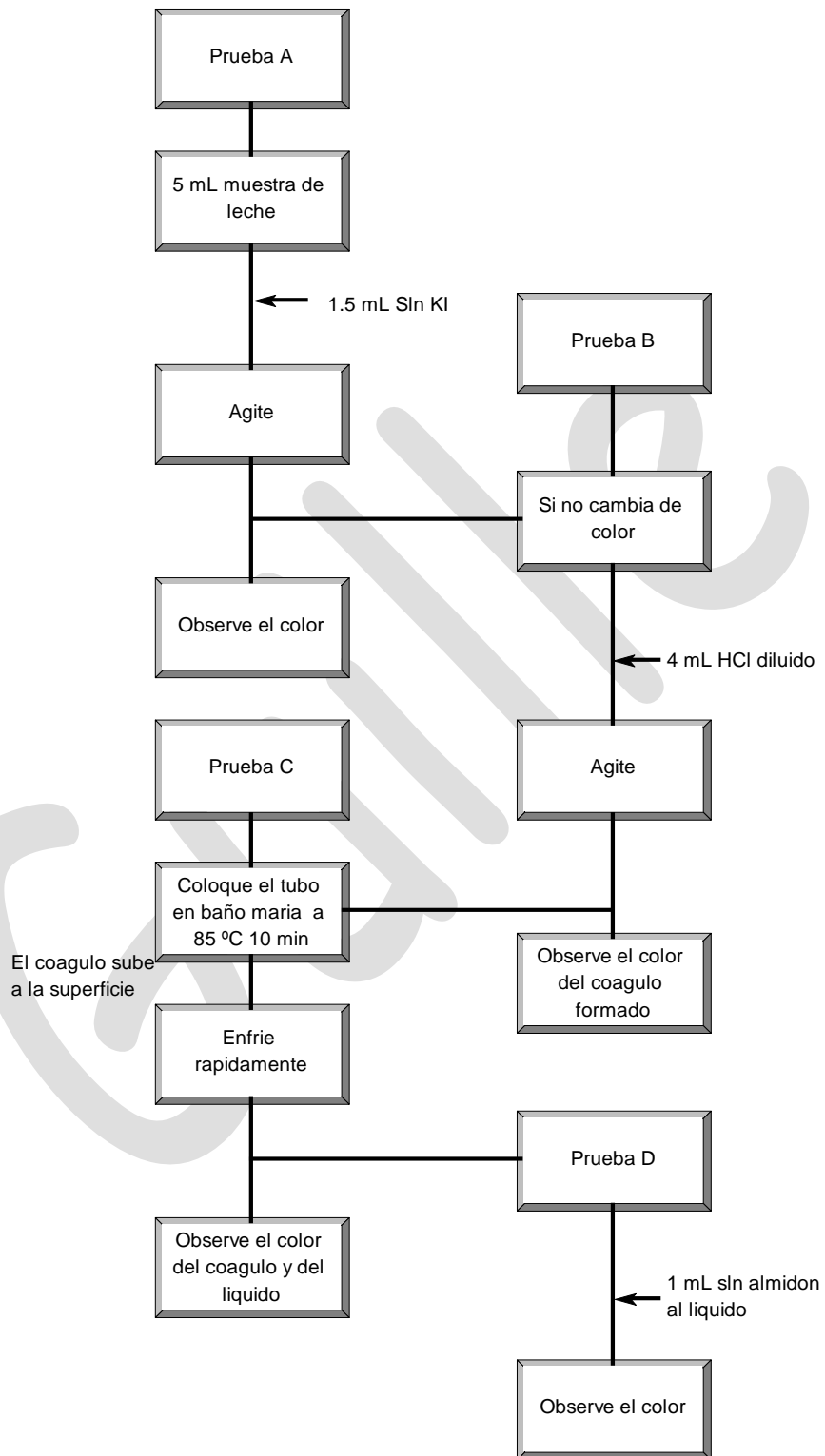
- Coloque el tubo en baño María previamente calentado a 85 °C por 10 minutos (el coagulo sube a la superficie).
- Enfríe rápidamente, colocando el tubo en agua fría.
- Observe el color del coagulo y del líquido.

9.3.2.4.3.2.4. Prueba D

- Agregue 1 mL de solución de almidón al líquido que esta por debajo del coagulo.
- Observe el color.

Control negativo : leche pura fresca.

Control positivo : leche pura adicionada de hipoclorito de sodio.



9.3.2.4.3.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Prueba de Hipocloritos y Cloraminas negativa.

9.3.2.4.3.4. Interpretación de Resultados

En la tabla siguiente se resumen los resultados que pueden obtenerse, en función de la cantidad de cloro presente²⁵.

Tabla 9. Resultados de los diferentes ensayos de las pruebas De hipocloritos y cloraminas²⁶.

Concentración disponible ppm	1 000 ppm	500 ppm	200 ppm	100 ppm	40 ppm	20 ppm
Prueba A	Pardo amarillento	Amarillo intenso	Amarillo pálido difuso
Prueba B	Pardo amarillento	Amarillo intenso	Amarillo claro
Prueba C	Pardo amarillento	Amarillo intenso	Amarillo	Amarillo	Amarillo pálido	Amarillento
Prueba D	Azul púrpura	Azul púrpura	Azul púrpura	Rojo púrpura oscuro	Rojo púrpura	Rojo púrpura claro

9.3.3. Neutralizantes

La oxidación – acidificación de las grasas es la forma de deterioro de los alimentos más importante después de las alteraciones producidas por microorganismos. Esta oxidación es una reacción en cadena, es decir, una vez iniciada continua acelerándose hasta la oxidación total de las sustancias sensibles. Esta reacción provoca la aparición

²⁵ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

²⁶ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC.

de olores y sabores a rancio, alteración del color y la textura, y disminución del valor nutritivo por pérdida de algunas vitaminas y ácidos grasos poli – insaturados.

En los alimentos están permitidas algunas sustancias para evitar la degradación de los productos alimenticios; sin embargo en alimentos como la leche existen muchas sustancias que suelen ser usadas de forma ilegal para prolongar la vida útil de la leche, neutralizando los microorganismos y la cantidad de ácidos producidos durante el proceso de degradación. Muchos de los neutralizantes utilizados pueden ser nocivos para la salud humana y esto hace necesario crear controles para detectar estas sustancias y evitar así su consumo.

9.3.3.1. Determinación de Neutralizantes

9.3.3.1.1. Prueba Presuntiva

Determinación colorimétrica tentativa y confirmativa de la presencia de neutralizantes en la leche. En presencia de un reactivo específico el neutralizante adicionado a la leche reacciona formando compuestos coloreados o alterando la estabilidad de la leche. Se comprueba la presencia de neutralizantes por cambio de color con una solución alcohólica de alizarina.

9.3.3.1.1.1. Recomendaciones

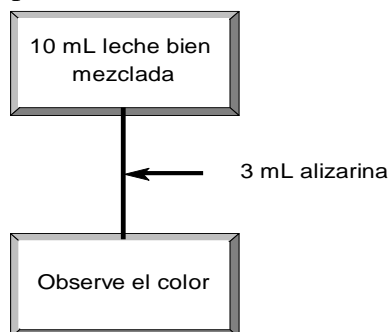
- Realice la prueba en un lugar con suficiente luz natural o artificial para observar el cambio de color.

9.3.3.1.1.2. Pasos

- Tome 10 mL de muestra bien mezclada.
- Adicione 3 mL solución de alizarina.
- Observe el color.

Control positivo : leche pura adicionada de neutralizante.

Control negativo : leche pura fresca.



9.3.3.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Prueba de neutralizantes negativa.

9.3.3.1.4. Interpretación de Resultados

Negativa : si presenta ausencia de color.

Positiva : si presenta coloración rojo violeta.

9.3.3.1.2. Prueba de Confirmación

Determinación colorimétrica confirmativa de la presencia de neutralizantes en la leche. En presencia de un reactivo específico, el neutralizante adicionado a la leche reacciona formando compuestos coloreados o alterando la estabilidad de la leche. Al agregar fenolftaleína a una muestra de leche previamente hervida y adicionada de oxalato de potasio, una coloración rosada indica la presencia de alcalinizantes en la leche.

9.3.3.1.2.1. Recomendaciones

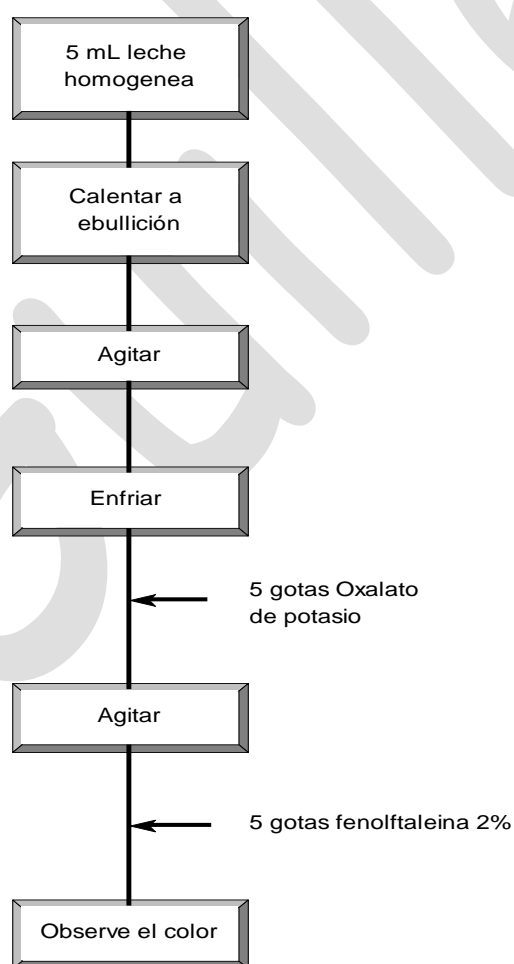
- Realice la prueba en un lugar con suficiente luz natural o artificial para observar el cambio de color.

9.3.3.1.2.2. Pasos

- Tome 5 mL de muestra bien mezclada en tubo.
- Lleve hasta ebullición con agitación.
- Deje enfriar, agregue 5 gotas de solución de oxalato de potasio y agite.
- Agregue 5 gotas de fenolftaleína sin agitar.
- Observe el color.

Control positivo : leche pura cruda adicionada de alcalinizante.

Control negativo : leche pura fresca²⁷.



²⁷ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

9.3.3.1.2.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

Prueba de neutralizantes negativa.

9.3.3.1.2.4. Interpretación de Resultados

Negativa : ausencia de color.

Positiva : coloración rosada.

9.4. CONTAMINACION POR RESIDUOS ANTIBIOTICOS

La generalización del tratamiento de las mamitis con antibióticos y en particular con penicilina, a la que *Streptococcus agalactiae* es muy sensible, plantea un grave problema.

Corrientemente se inyectan a los animales enfermos dosis de 20.000 a 50.000 y 100.000 unidades de penicilina. La leche procedente del primer ordeño después de la inyección contiene de 1.000 a 10.000 unidades de penicilina por litro. Esta leche es peligrosa porque su ingestión por los lactantes puede provocar en ellos una antibiorresistencia que lleva consigo dificultades de tratamiento en caso de infecciones ulteriores. Por otra parte, se observa una modificación en el equilibrio de la flora microbiana de la leche. El antibiótico inhibe los fermentos lácticos, pero no afecta sensiblemente a los gérmenes nocivos, tales como los colibacilos. En estas condiciones, una leche que contiene bastante penicilina es pronto objeto de un desarrollo excesivo de colibacilos, mientras que en una leche normal estos gérmenes son mantenidos a raya por los fermentos lácticos. Este comportamiento hace a la leche muy difícil de trabajar industrialmente, sobretodo en la fabricación de queso.

Por ello, es necesario utilizar la penicilina con entero conocimiento y únicamente cuando su empleo es indispensable para asegurar la curación del animal. Aunque

todavía la penicilina es el antibiótico más corriente utilizado, otros antibióticos, tales como la estreptomina, la aureomicina, la terramicina, etc. Tienden a sustituirla en numerosos casos. Los problemas que plantea el uso de estos antibióticos son idénticos a los que representa la penicilina.

9.4.1. Determinación de Antibióticos: Prueba Delvotest (ATK)

Prueba para detección de sustancias inhibidoras en la leche, es sensible para la detección de sulfamidas. Las esporas presentes en la prueba al ser incubadas germinan y los microorganismos se reproducen ocasionando acidificación del medio (color amarillo); si hay presencia de antibióticos los microorganismos no se reproducen y no hay cambio en el color del medio.

9.4.1.1. Recomendaciones

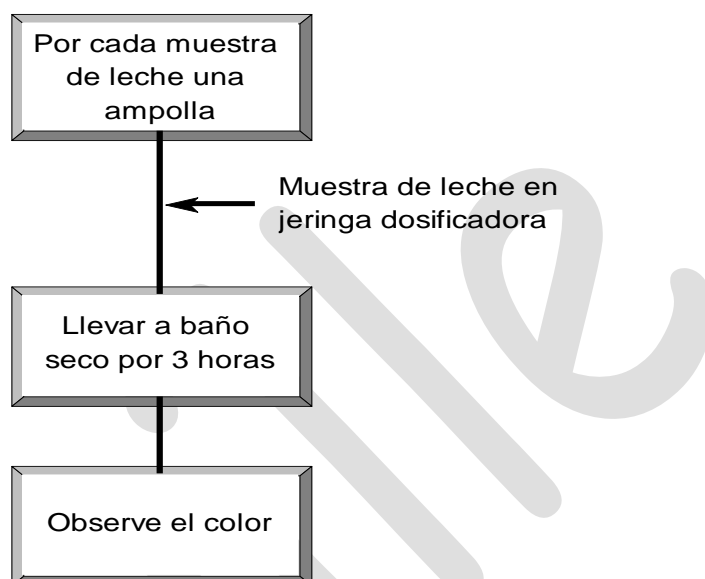
- Esta prueba es muy sensible a los antibióticos o cualquier otra sustancia inhibidora, debe evitarse toda contaminación con tales sustancias.
- Cuando utilice el baño María a nivel del líquido de la muestra debe estar medio centímetro por debajo del nivel de agua de tal manera que las ampollas no floten.

9.4.1.2. Pasos

- Sumerja la punta de la pipeta en la muestra, presione y suelte el bulbo, dejando que la leche llene completamente el bulbo.
- Añada 100 μ L de muestra en la probeta de la prueba.
- Coloque la probeta a incubar en un calentador seco o baño María a 64°C +/- 1°C.
- Lea los resultados después de 3 horas de incubación.

Control positivo : según el método descrito antes, pero con penicilina una vez al día.

Control negativo : según el método descrito antes, pero con leche en polvo descremada libre de inhibidores.



9.4.1.3. Especificaciones (Criterios de Aceptación)

La prueba debe ser negativa (no sobrepasar el límite de detección).

Tabla 10. Limite de detección de los Diferentes antibióticos.

Droga	Limite Detección ppb
Penicilina G	2.5
Sulfametoquina	125
Oxitetraciclina	150
Tilosin	100
Gentamicina	250

9.4.1.4. Interpretación de Resultados

Negativo : El color negativo del medio sólido.

Positivo : Color violeta.

Un color amarillo/violeta parcialmente positivo del medio sólido indica que la concentración de inhibidores es inferior al límite de detección de la prueba²⁸.

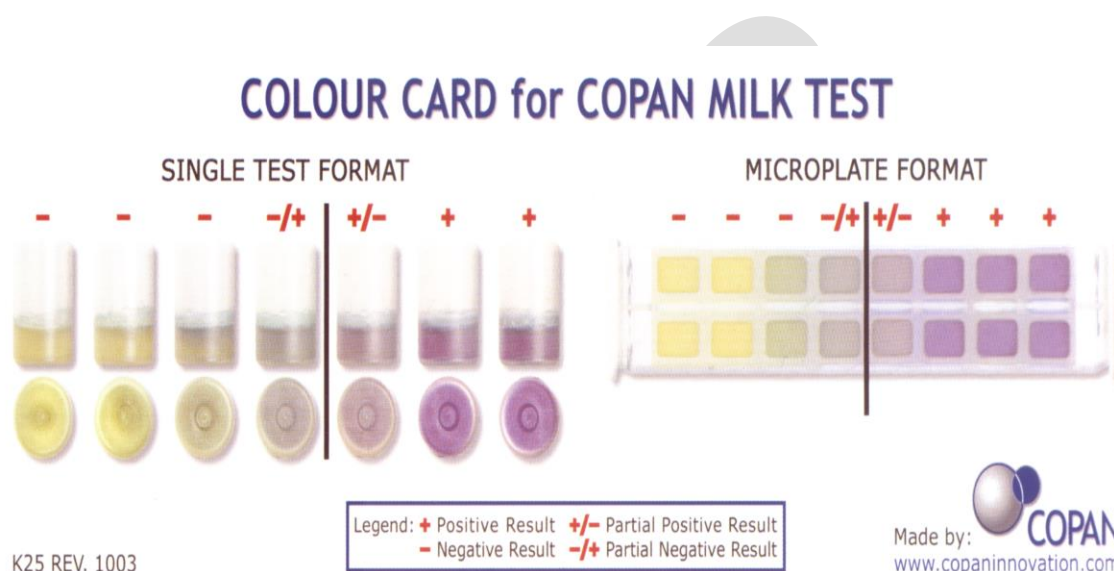


Figura 13. Escala de colores para el resultado positivo y negativo de Los antibióticos.

9.5. METODOLOGIA Y REALIZACION DEL ANALISIS QUIMICO DE LECHES FRESCAS Y PASTEURIZADAS

Se realizaron los análisis químicos a las leches frescas y pasteurizadas de la planta; se llevo a cabo el siguiente procedimiento.

²⁸ MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC. Todos los procedimientos son basados en estos métodos.

- **Recepción:** Las leches frescas y pasteurizadas son recibidas en tanques de refrigeración pasando a través de unos filtros que se encargan de eliminar macromoléculas contaminantes, que perjudican la calidad del producto e incluso afecta la operación de los equipos.
- **Muestreo:** Se tomaron muestras de 1000 mL cada hora por un espacio de 9 horas (tiempo de duración del proceso de pasteurización).

Estas muestras fueron llevadas al laboratorio donde se realizaron los siguientes análisis químicos:

- ✓ **Grasa:** Según el método descrito en (9.1.3.) y (9.2.3.)
 - ✓ **Sólidos Totales y Sólidos no Grasos:** Según el método descrito en (9.2.3.)
 - ✓ **Adulterantes:** Según el método descrito en (9.3.1.3.)
 - ✓ **Conservantes:** Según el método descrito en (9.3.2.4.)
 - ✓ **Neutralizantes:** Según el método descrito en (9.3.3.1.)
 - ✓ **Antibióticos:** Según el método descrito en (9.4.1.)
-
- Estos análisis fueron realizados todos los días y los datos se promediaron semanalmente por un periodo de 15 semanas y luego se expresaron en tablas.
 - Con los datos obtenidos se verificó el cumplimiento de los parámetros exigidos para cada una de las respectivas pruebas.
 - Siempre que una muestra no cumplió con los parámetros de la empresa, se revisó la procedencia de ésta e inmediatamente se tomaron las medidas pertinentes.

Semana	Leche Cruda Entera											Leche Pasteurizada Entera												
	G	ST	SNG	A		C			N			G	ST	SNG	A		C			N				
				HA	Cl	F	P	HC	Pr	Cn	An				HA	Cl	F	P	HC	Pr	Cn	An		
1	3,31	12,4	9,1	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,05	12,1	9,05	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
2	3,42	12,5	9,12	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,02	11,9	8,84	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
3	3,35	12,3	8,91	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,05	12	8,97	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
4	3,35	12,5	9,11	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,05	12,1	9,05	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
5	3,31	12,4	9,1	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,08	12,1	9,06	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
6	3,45	12,7	9,28	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,07	12	8,98	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
7	3,33	12,4	9,03	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,12	12,1	9,01	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
8	3,34	12,5	9,13	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,05	11,9	8,85	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
9	3,31	12,3	9,03	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,1	12	8,86	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
10	3,25	12,4	9,14	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,03	11,9	8,85	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
11	3,32	12,4	9,1	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,06	12,1	9,05	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
12	3,41	12,6	9,17	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,03	11,9	8,85	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
13	3,36	12,5	9,16	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,05	11,9	8,8	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
14	3,32	12,6	9,28	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,12	12	8,86	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg
15	3,35	12,4	9,06	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	3,1	12	8,86	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg

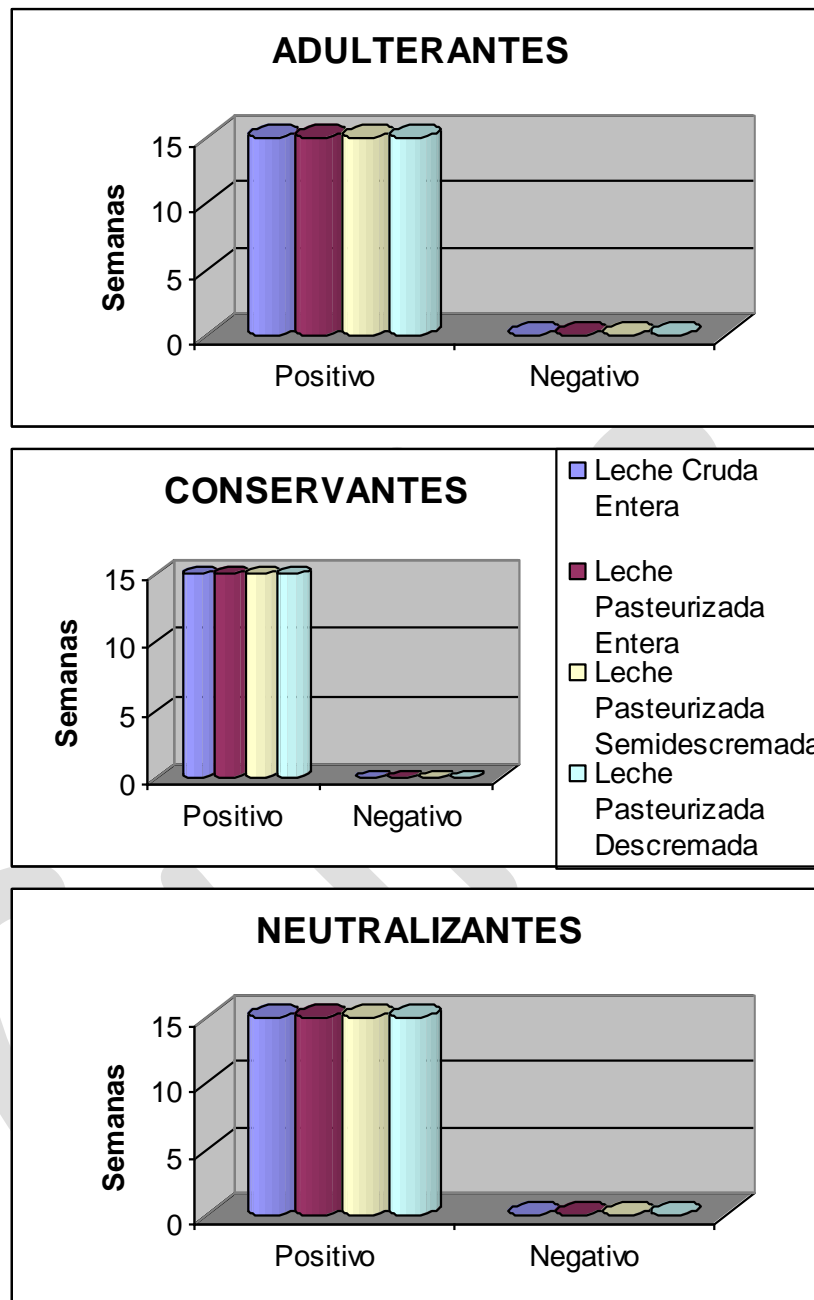
G = porcentaje de grasa C = conservantes N = neutralizantes
 ST = porcentaje sólidos grasos F = formaldehído Pr = prueba presuntiva
 SNG = porcentaje sólidos no grasos P = peroxido de hidrógeno Cn = prueba confirmativa
 A = adulterantes HC = hipocloritos y cloraminas
 HA = harinas y almidones An = antibióticos
 Cl = cloruros

Tabla 11. Análisis químico de la leche según su tratamiento previo (1).

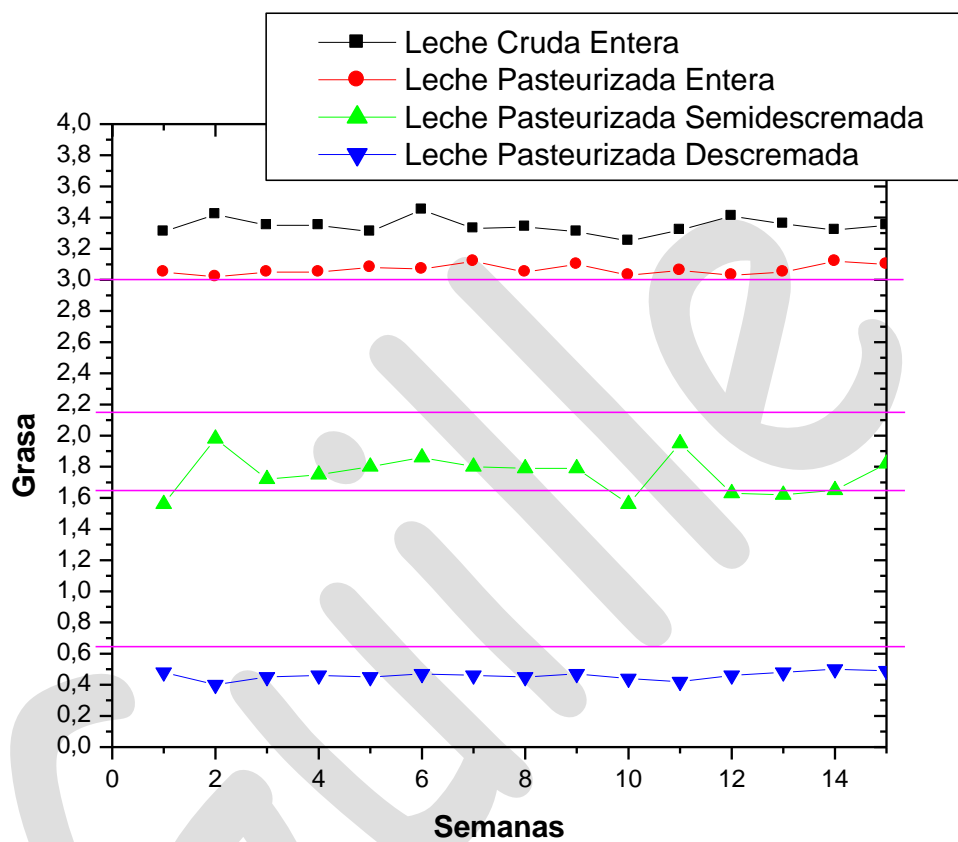
Semana	Leche Pasteurizada Semidescremada											Leche Pasteurizada Descremada												
	G	ST	SNG	A		C			N			An	G	ST	SNG	A		C			N			An
				HA	Cl	F	P	HC	Pr	Cn	HA					Cl	F	P	HC	Pr	Cn	An		
1	1,56	10,6	9,08	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,48	9,42	8,94	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
2	1,98	11,1	9,09	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,4	9,32	8,92	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
3	1,72	10,8	9,03	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,45	9,51	9,06	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
4	1,75	11	9,24	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,46	9,57	9,11	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
5	1,8	11	9,17	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,45	9,51	9,06	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
6	1,86	11,1	9,24	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,47	9,53	9,06	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
7	1,8	10,8	8,98	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,46	9,52	9,06	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
8	1,79	10,8	8,97	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,45	9,58	9,13	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
9	1,79	11,1	9,3	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,47	9,55	9,08	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
10	1,56	10,7	9,15	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,44	9,54	9,1	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
11	1,95	11	9,08	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,42	9,44	9,02	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
12	1,63	10,7	9,09	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,46	9,49	9,03	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
13	1,62	10,7	9,09	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,48	9,59	9,11	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
14	1,65	10,7	9,09	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,5	9,59	9,09	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	
15	1,82	11	9,2	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	0,49	9,55	9,06	neg	neg	neg	Neg	neg	neg	neg	neg	Neg	

G = porcentaje de grasa C = conservantes N = neutralizantes
 ST = porcentaje sólidos grasos F = formaldehído Pr = prueba presuntiva
 SNG = porcentaje sólidos no grasos P = peroxido de hidrógeno Cn = prueba confirmativa
 A = adulterantes HC = hipocloritos y cloraminas
 HA = harinas y almidones An = antibióticos
 Cl = cloruros

Tabla 12. Análisis químico de la leche según su tratamiento previo (2).



Grafica 5. Análisis especiales de la leche.



Grafica 6. Determinación del porcentaje de grasa y cumplimiento de la ley.

Las líneas horizontales de la grafica representan los rangos permitidos de grasa dependiendo de su nivel de descremado previo.

9.7. ANALISIS DE RESULTADOS

- Los resultados obtenidos son satisfactorios ya que los productos están cumpliendo realmente con los parámetros establecidos.
- En estos resultados se observa que la región presenta una grasa en proporción mayor a %3.30; las leche pasteurizada entera se mantiene a un porcentaje de 3.0 – 3.1 cumpliendo así con los requisitos del alimento y sacando la mayor utilidad de la grasa restante. En cuanto a los otros tipos de leche de leche se observa que se están manejando en sus respectivos rangos, esto es visible en la grafica 6.
- Las pruebas de los análisis especiales (adulterantes, conservantes, neutralizantes) siempre deben ser negativos ya que estos productos no deben tener sustancias que puedan alterar la composición natural, en la figura 5 se observa como se cumple con los requisitos; es de anotar que en algún caso aislado en las leches crudas algunas de las pruebas pueden dar resultados poco favorables siendo causales de sanciones a los productores infractores.
- En lo que se refiere a los resultados obtenidos en sólidos totales y sólidos no grasos en realidad estos son datos muy dependientes de la densidad y el porcentaje de grasa ya que se calculan usando la ecuación de Richmond, pero se aprecia también como estos valores están dentro de los parámetros.

10. TECNOLOGIA DE LA PRODUCCION DE LA LECHE DE CONSUMO

Muchas de las etapas del proceso de producción de las leches de consumo se llevan a cabo obligatoriamente en los procesos generales de tratamiento de la leche. En la figura 9 siguiente se muestra un esquema de los procesos tecnológicos aplicados en la producción de la leche de consumo.

10.1. ALMACENAMIENTO INTERMEDIO DE LA LECHE DE CONSUMO

La leche, una vez tratada, refrigerada y normalizada en su contenido de grasa, se mantiene almacenada en tanques hasta ser envasada. Este almacenamiento intermedio obedece a las siguientes razones:

- ✓ Para asegurar el funcionamiento continuo de la instalación de envasado.
- ✓ Para que los procesos de envasado y de producción sean dependientes en el tiempo; en los casos por ejemplo de trabajo por turnos.
- ✓ Para controlar la calidad de la leche.
- ✓ Para normalizar y para corregir el contenido graso de la leche, en los casos en los que estas operaciones no se hayan llevado a cabo con anterioridad.

Los recipientes utilizados para el almacenamiento intermedio tienen que cumplir, en conformidad con los siguientes requisitos:

- ✓ Ni los recipientes ni las tuberías deben influir sobre las características de la leche.
- ✓ Deben poseer un buen aislamiento para descartar aumentos de temperatura de la leche.

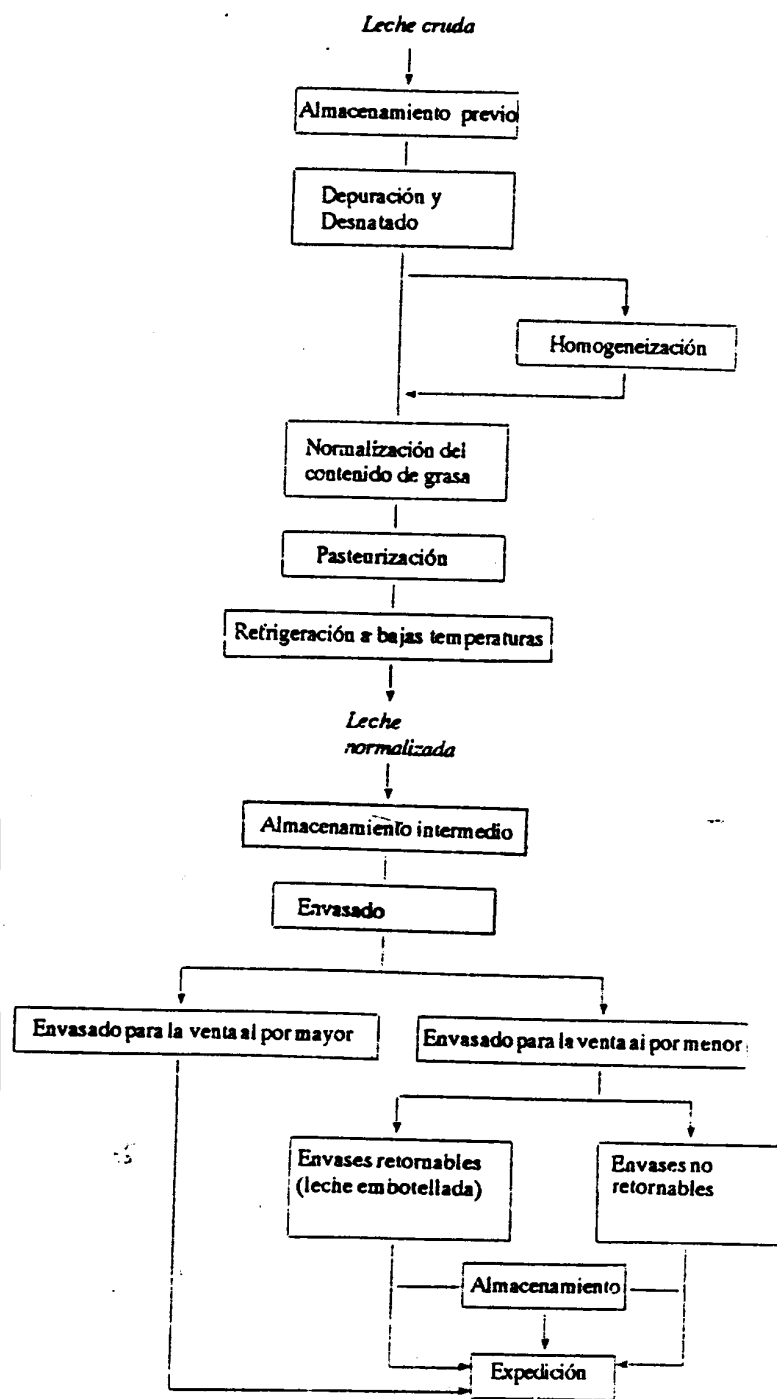


Figura 14. Esquema de la producción de la leche de consumo²⁹.

²⁹ SPREER, Edgar. LACTOLOGIA INDUSTRIAL. Editorial ACRIBIA SA. Zaragoza (España). 1991.

- ✓ Han de estar provistos de mecanismo agitador, indicador del contenido y termómetro.
- ✓ Han de permitir una buena limpieza y desinfección (mejor si tienen instaladas tuberías conectadas con el circuito de limpieza de la sala).

Durante el almacenamiento intermedio hay que impedir que influencias externas afecten a la calidad de la leche. Por esta razón se reúnen frecuentemente los recipientes en un almacén de tanques que está separado de las demás salas de producción. Los requisitos que debe cumplir el almacén de tanques son los siguientes:

- ✓ Ser luminosos, permitir una buena ventilación y tener los suelos embaldosados y las paredes de azulejos.
- ✓ Estar cerca de la instalación de envasado.
- ✓ Tener una atmósfera poco contaminada (se puede conseguir la semisterilidad artificial del aire mediante filtros o mediante luz ultravioleta).

10.2. ENVASADO DE LA LECHE DE CONSUMO

Una vez pasteurizada, la leche se envasa en recipientes herméticamente cerrados para protegerla de contaminaciones durante la comercialización, debe ser envasada adecuadamente. Los envases deben reunir los siguientes requisitos:

- ✓ Proteger al producto de influencias externas tales como las impurezas, el aire del ambiente, la humedad y, en el caso de que la leche vaya a almacenarse largo tiempo, también de la luz.
- ✓ Impedir mediante un mecanismo de cierre adecuado las pérdidas de producto. Este cierre debe estar dispuesto de tal forma, que se rompa al abrir el envase y que sea imposible su reutilización.
- ✓ El material del que esté hecho el envase debe ser inofensivo sanitariamente, es decir, debe ser atóxico; no debiendo reaccionar químicamente con el

producto, ni ablandarse al contacto con el producto y tampoco debe provocar sabores u olores anómalos en el producto.

10.3. ALMACENAMIENTO DE LA LECHE CRUDA Y PASTEURIZADA

Una vez recibida la leche cruda se mantiene en almacenamiento previo hasta el comienzo de los tratamientos de pasteurización, luego se vuelve a almacenar.

El almacenamiento previo cubre el lapso de tiempo que transcurre entre la recepción y el tratamiento de la leche cruda, procesos que son en gran parte independientes el uno del otro. Esto tiene una especial importancia cuando, por utilizar diariamente varias veces los camiones cisterna, el suministro de leche dura todo el día y también cuando se reciben en pocas horas grandes cantidades de leche.

La recepción de la leche cruda también es independiente de las posibles averías en los procesos de tratamiento y transformación de la leche. Además una reserva lo suficientemente grande de leche garantiza la continuidad de los tratamientos de la leche. Una vez que se han hecho los respectivos tratamientos a la leche esta debe ser almacenada nuevamente para luego envasarla.

10.3.1. Tecnología

El tamaño, es decir, la capacidad total de los depósitos de almacenamiento es, por razones técnicas, muy diferente oscilando entre el 20 y el 100% del suministro diario de leche.

La leche llega a los depósitos de almacenamiento impulsada en pendiente natural por su propio peso o por medio de bombas. Desde los depósitos será bombeada a la sala de maquinas para su tratamiento, luego se bombeara nuevamente a otro depósito antes del envasado.

Si la leche cruda no ha sido suficientemente refrigerada o si se desea alargar intencionadamente la duración de almacenamiento previo, se debe refrigerar antes de conducirla a los depósitos de almacenamiento. Los refrigeradores son generalmente cambiadores de placas.

Durante el almacenamiento previo, la leche se debe remover sólo lo justo para impedir la formación de nata. El agitador no se ha de poner en marcha hasta estar totalmente cubierto por la leche.



Figura 15. Tanque – Silo de almacenamiento.

Depósitos de almacenamiento previo: con este fin se usan preferentemente tanques aislados o empotrados con una capacidad de 6000 – 15000 litros. Para almacenar grandes cantidades de leche es cada vez más frecuente el empleo de los llamados tanques de gran capacidad o tanques – silo. Están contruidos en acero inoxidable o son de plástico reforzado con fibra de vidrio, alcanzan capacidades de 20000 – 200000 litros y generalmente disponen de un equipo de limpieza química (anexo 15).

Estos tanques pueden estar o no provistos de aislamiento, se suelen colocar al aire libre, en el exterior de la fábrica, con lo que se ahorran reformas y espacio.

10.4. SEGUIMIENTO LECHES DE DEVOLUCIONES DE LAS COMERCIALIZADORAS COLANTA LTDA

Las comercializadoras son las encargadas del manejo de las leches despachadas a otras regiones, se encargan de comercializar y despachar las leches ya vencidas de retorno a la planta.

10.5. METODOLOGIA

Se tomó una muestra al azar cada vez que llegaron los carros con las leches enviadas por las comercializadoras teniendo en cuenta;

- ✓ Comercializadora que la envía.
- ✓ Fecha de vencimiento.

10.5.1. Pasos

A cada una de estas muestras se les realizaron

- Análisis de Acidez titulable.
- La prueba de alcohol.
- A todas las muestras se les tomó la temperatura con un termómetro de mercurio calibrado esto con el fin de tener una idea de las condiciones de temperatura en las que se almacena la leche en las comercializadoras.
- Al mismo tiempo que se llevan estos análisis se determinó el punto en que corta la leche con la prueba de alcohol.
- Se revisó en que condiciones llegan las cajas de leche almacenada y si están bien distribuidas por fecha de vencimiento.

10.6. RESULTADOS

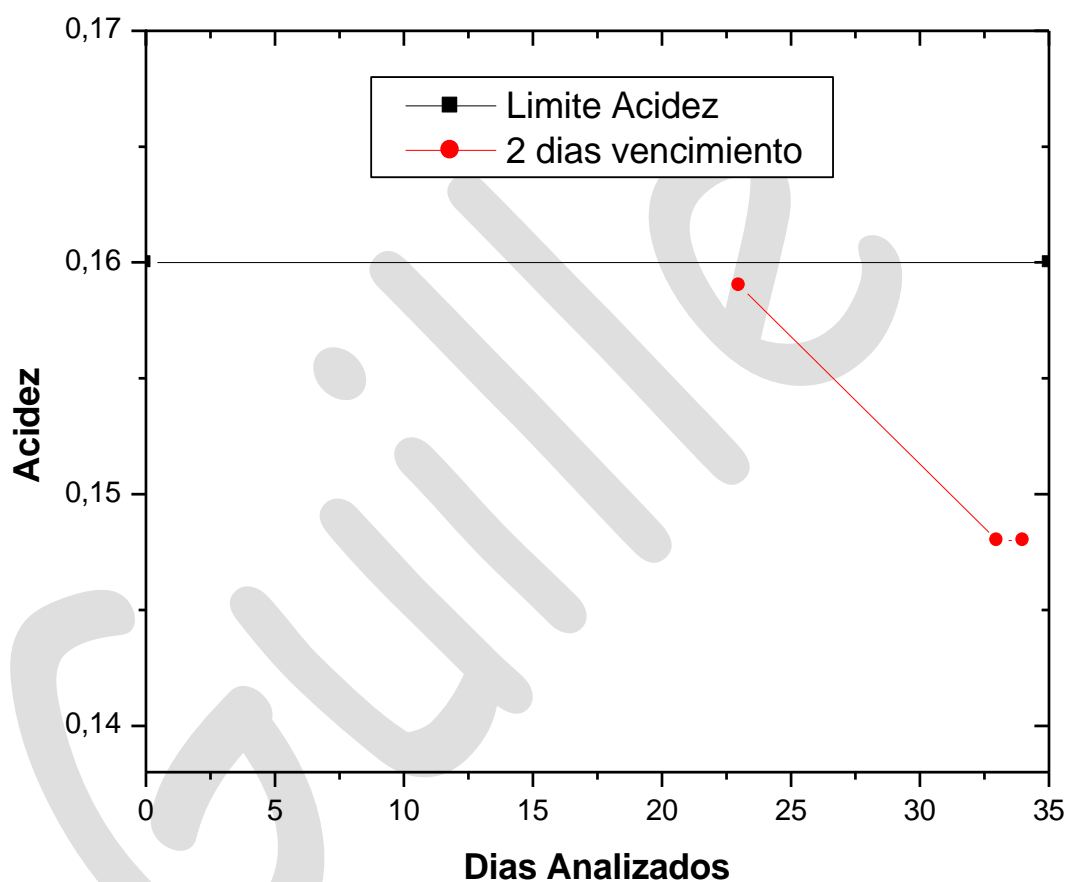
La comercializadora de Cali presento los siguientes resultados

Tabla 13. Seguimiento comercializadora de Cali.

DIA N°	DIAS VENCE	ACIDEZ TITULABLE	PRUEBA ALCOHOL	T	OBSERVACIONES
1	-2	0.151	NEG	19	9 CAJAS
1	-1	0.145	NEG	18	
7	1	0.147	NEG	17	5 CAJAS
8	1	0.155 – 0.159	NEG	17	BUENAVENTURA 11 CAJAS
8	1	0.140	NEG	19	4 CAJAS
23	2	0.159	NEG	17	BOLSAS ROTAS
33	2	0.148	NEG	19	24 CAJAS FECHAS MEZCLADAS
33	-1 A	0.148	NEG	17	
34	2	0.148	NEG	18	24 CAJAS, SUCIAS, MEZCLADAS, FECHA QUE NO SE RECIBE
34	3	0.169	POS	17	

Nota: En la columna 2 se aprecian los días que tiene de vencimiento la leche al momento de llegar a la planta (se cuenta el DIA en que vence); los datos que aparecen negativos son de leches que aun no han vencido y faltan esos días para el vencimiento.

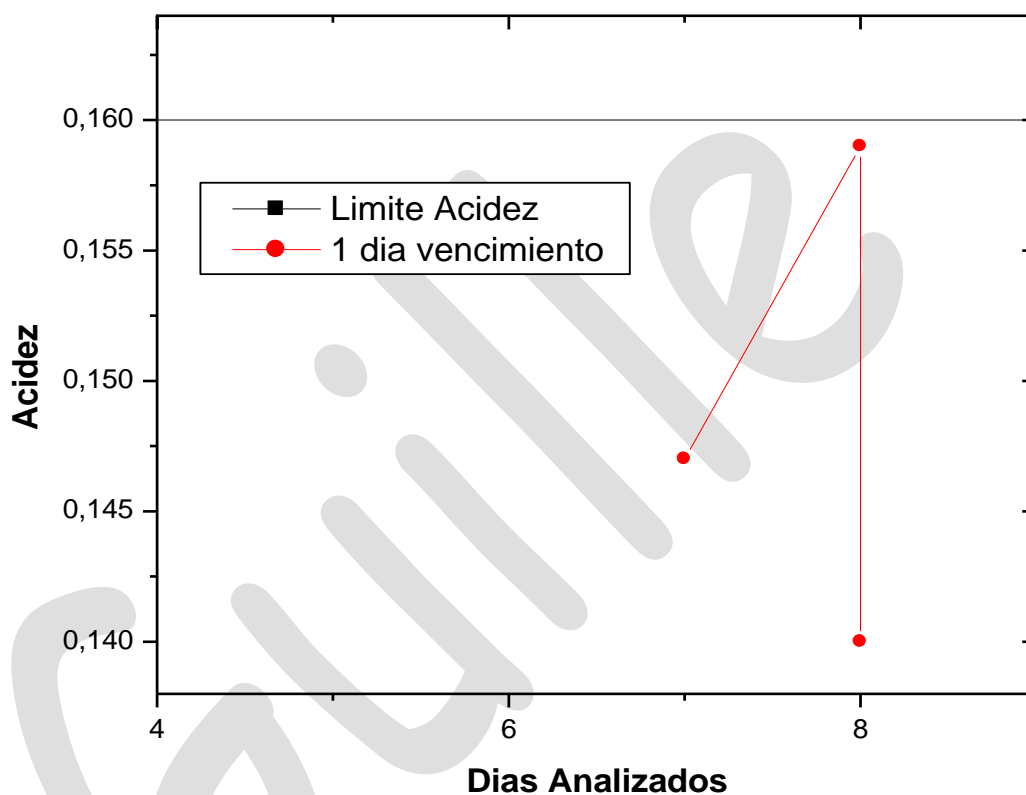
En la grafica 7 se aprecia los valores de acidez de la leche que tiene dos días de vencimiento.



Gráfica 7. Comercializadora de Cali, leche con dos días de vencimiento.

Las leches que se recibieron en los 35 días no sobrepasaron el límite de acidez, sin embargo en algunos casos se aproximaron al límite de acidez lo que no es conveniente para la conservación en el silo.

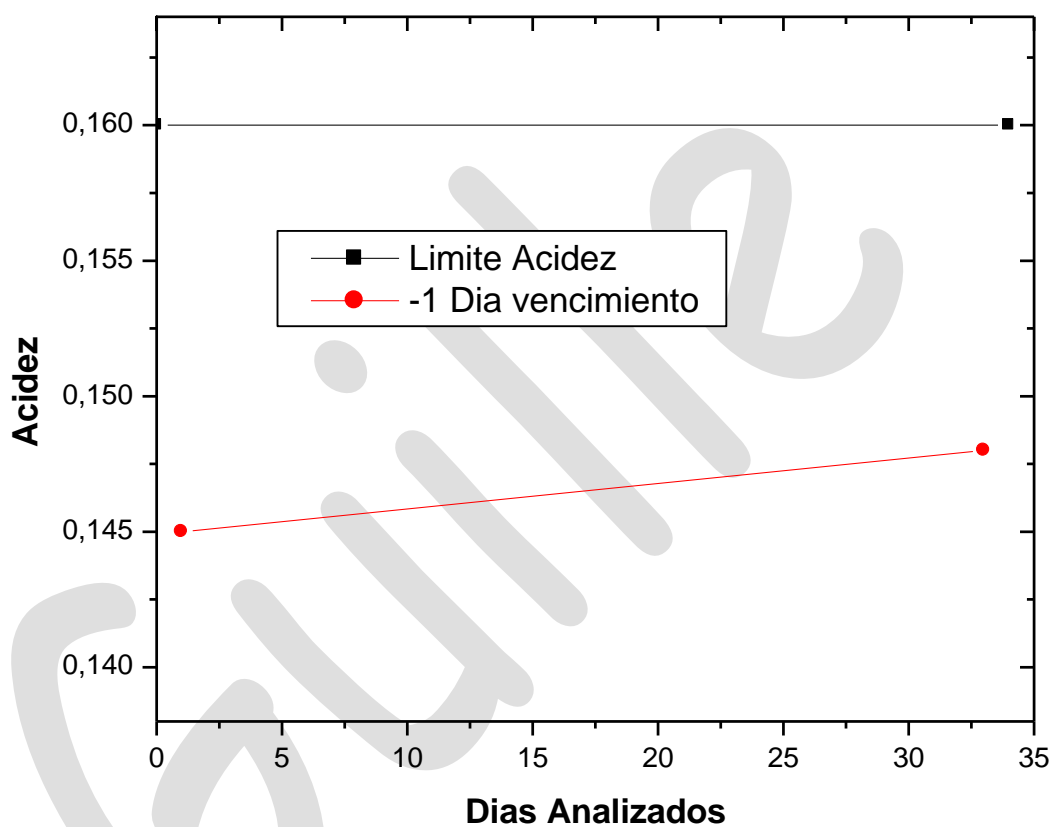
En la gráfica 8 se aprecia los valores de acidez de la leche con un día de vencimiento.



Grafica 8. Comercializadora de Cali, leche con un día de vencimiento.

Las leches que se recibieron en los 35 días no sobrepasaron el límite de acidez, pero al igual que la grafica 7 se aproximaron al límite de acidez lo que no es conveniente para la conservación en el silo.

En la grafica 9 se aprecia los valores de acidez de la leche que tiene un día de adelanto para el vencimiento.



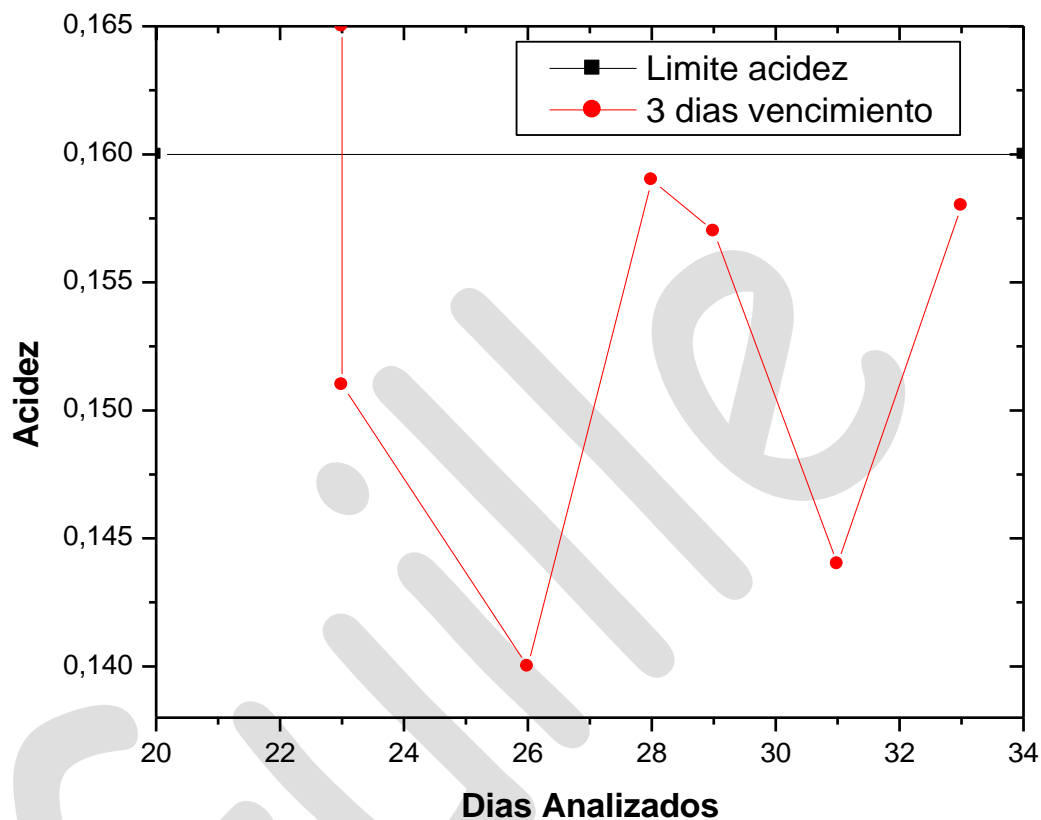
Grafica 9. Comercializadora de Cali, leche con un día de adelanto para el vencimiento.

Estas son leches que todavía tiene un día antes de ser descartada en el comercio. Las leches que se recibieron en los 35 días no sobrepasaron el límite de acidez, estas leches por el contrario de lo visto en las graficas 7 y 8 mantuvieron una acidez ideal para su almacenamiento en el silo.

Tabla 14. Seguimiento comercializadora de Manizales.

DIA N°	DIAS VENCE	ACIDEZ TITULABLE	PRUEBA ALCOHOL	T	OBSERVACIONES
1	2	0.155 – 0.153	NEG	12	
1	1	0.159 – 0.157	NEG	12	
3		0.162 – 0.158			
23	3	0.165	POS	14	1 CAJAS, BOLSAS
23	2	0.148	NEG	15	ROTAS, SUCIAS
23	3	0.151	NEG	17	FORTY, FECHAS MEZCLADAS
26	3	0.140	NEG	17	12 CAJAS FECHAS
26	2	0.138	NEG	17	MEZCLADAS, BOLSAS ROTAS
28	-3 A	0.163	POS	13	33 CAJAS, FECHAS
28	3	0.159	NEG	13	MEZCLADAS, BOLSAS ROTAS
29	-2 A	0.180	POS	13	23 CAJAS, FECHAS
29	2	0.146	NEG	13	MEZCLADAS,
29	3	0.157	NEG	11	BOLSAS ROTAS
29	-2 A	0.157	NEG	17	RIO SUCIO, BOLSAS ROTAS LECHE
29	1	0.157	NEG	17	DESCOMPUESTA.
31	2	0.144	NEG	13	RIO SUCIO 4 CAJAS
31	3	0.144	NEG	13	16 CAJAS
31	-2 A	0.148	NEG	10	
33	-3 A	0.158	NEG	16	17 CAJAS, FECHAS
33	-2 A	0.148	NEG	16	MEZCLADAS

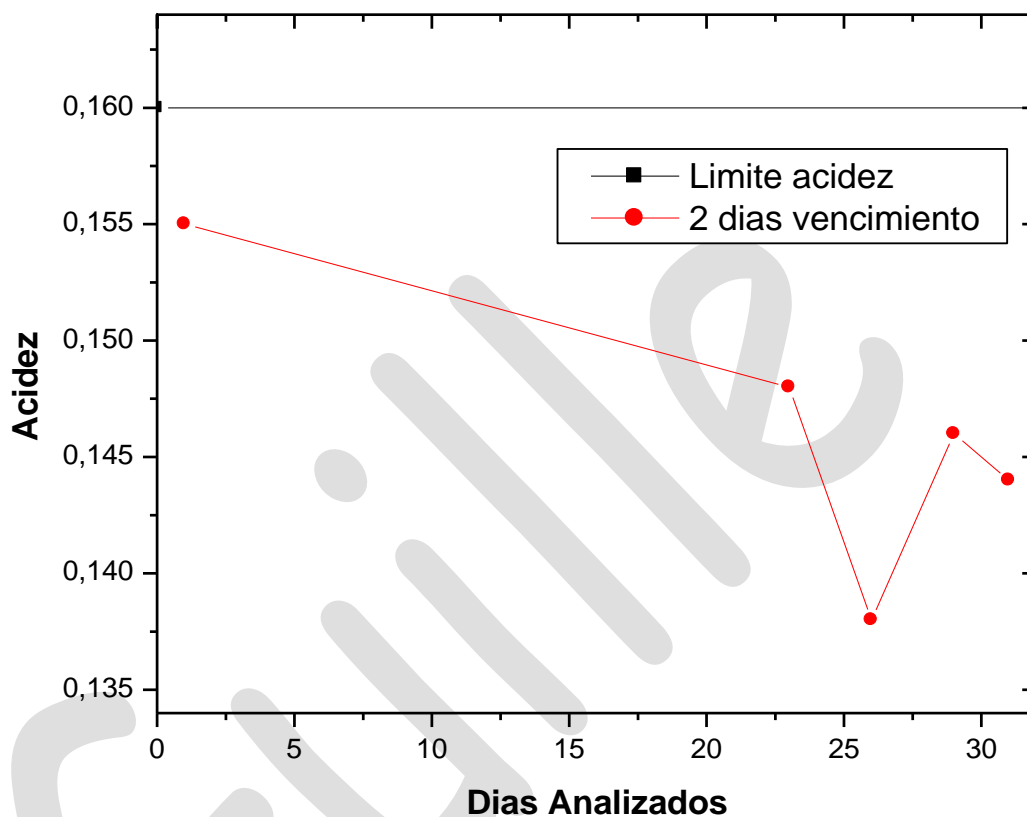
En la grafica 10 se aprecia los valores de acidez de la leche que tiene tres días de vencimiento.



Grafica 10. Comercializadora de Manizales, leche con tres días de vencimiento.

Esta comercializadora es la única autorizada a enviar leche con tres días de vencimiento. Las leches que se recibieron en los 35 días fueron muy irregulares en su comportamiento de acidez ya que sobrepasaron el límite permisible la mayoría de las veces su acidez fue muy elevada y no ayuda a la conservación en el silo.

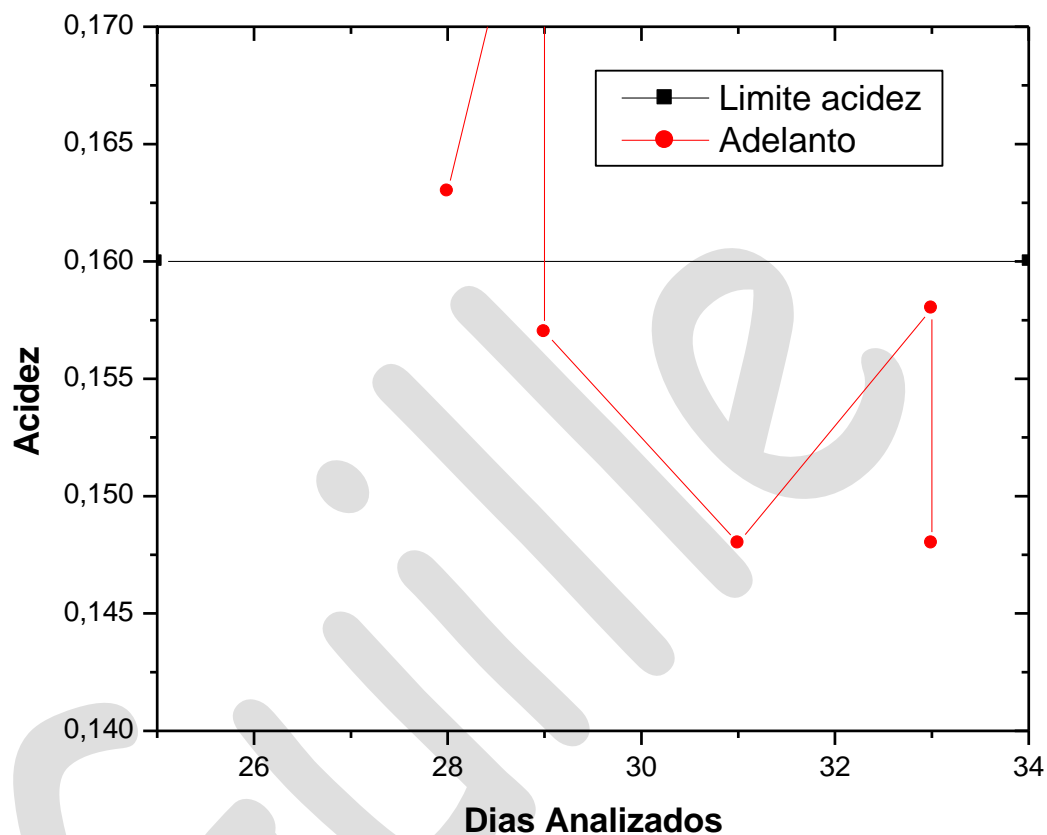
En la grafica 11 se aprecia los valores de acidez de la leche que tiene dos días de vencimiento.



Grafica 11. Comercializadora de Manizales, leche con dos días de vencimiento.

Las leches que se recibieron en los 35 días no sobrepasaron el limite de acidez, se aprecia que su acidez fue mejorando con los días lo que indica que la temperatura de almacenamiento y tratamiento mejoro en los últimos días. Esto hizo favorable la conservación en el silo.

En la grafica 12 se aprecia los valores de acidez de la leche que tiene días de adelanto para el vencimiento.



Grafica 12. Comercializadora de Manizales, leche con fecha de adelanto para el vencimiento.

Las leches que se recibieron en los 35 días sobrepasaron el límite de acidez, esto se debe a los tratamientos en el almacenamiento que se dio a esta leche en la comercializadora, y a que se rompió la cadena de frío lo que no favorece la vida útil del producto; mejoró un poco al final pero la conservación en el silo no es apropiada para leches tan ácidas.

La comercializadora de Pereira presento los siguientes resultados

Tabla 15. Seguimiento comercializadora de Pereira.

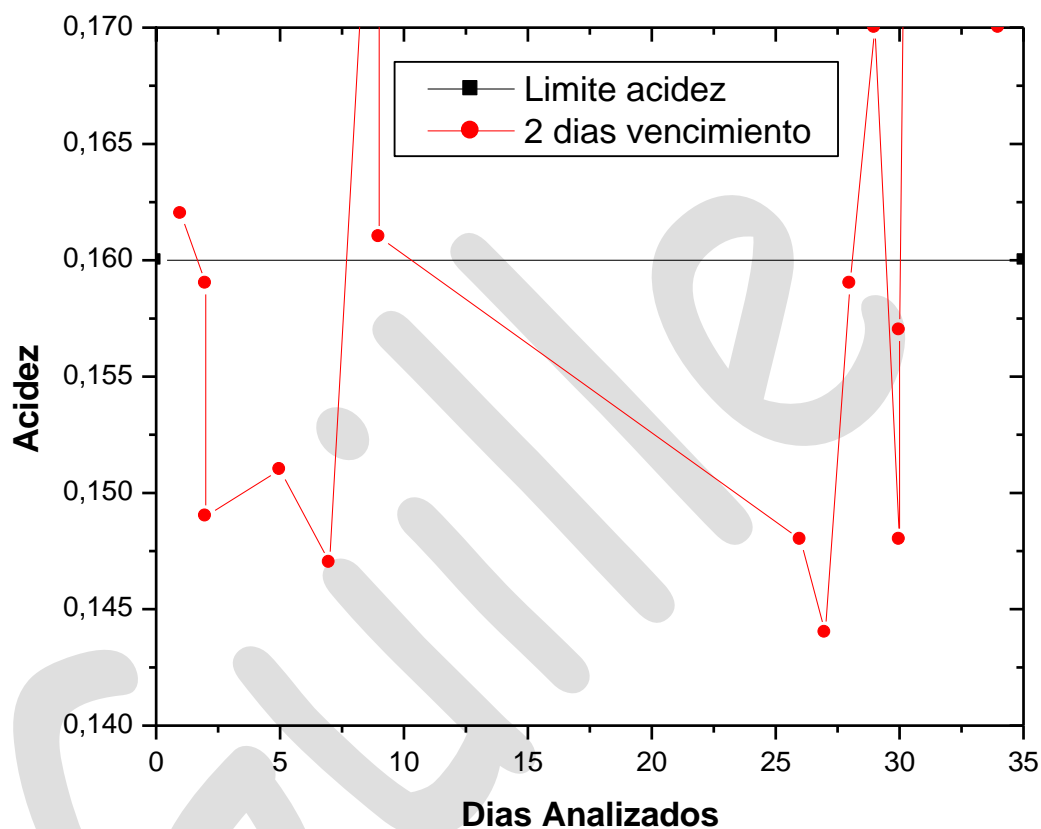
DIA Nº	DIAS VENCE	ACIDEZ TITULABLE	PRUEBA ALCOHOL	T	OBSERVACIONES
1	2	0.162 – 0.158		12	PTO ENTRE 535 Y 538; FECHAS MEZCLADAS
1	1	0.153 – 0.153		12	
1	-1	0.153 – 0.155		12	
2	2	0.159	NEG	16	FECHAS MEZCLADAS 31 CAJAS 18 CAJAS BOLSAS ROTAS
2	1 A	0.155	NEG	16	
2	-1 A	0.159	NEG	14	
2	-2 A	0.157	NEG	17	
2	2	0.149	NEG	17	
2	1	0.149	NEG	17	
2	-1	0.153	NEG	17	
5	2	0.151	NEG	17	
5	1	0.149	NEG	14	3 CAJAS, FECHAS MEZCLADAS
5	-1	0.153	NEG	15	ADEMAS MUY
5	-2	0.151	NEG	16	SUCIAS Y BOLSAS ROTAS
7	-2	0.157	NEG	16	16 CAJAS, FECHAS COMBINADAS, BOLSAS ROTAS.
7	-1	0.155	NEG	16	
7	1	0.147	NEG	17	
7	2	0.147	NEG	19	
9	2	0.185	POS	18	6 CAJAS FECHAS MEZCLADAS, BOLSAS ROTAS
9	2	0.161	NEG	18	
9	1	0.160	NEG	18	
9	1	0.138	NEG	14	

DIA Nº	DIAS VENCE	ACIDEZ TITULABLE	PRUEBA ALCOHOL	T	OBSERVACIONES
9	-2	0.138	NEG	16	BOLSAS ROTAS
9		0.148	NEG	18	
16	1	0.146 – 0.148	NEG	14	49 CAJAS
26	2	0.148	NEG	17	60 CAJAS, BOLSAS ROTAS Y FECHAS QUE YA NO SE RECIBEN 04/02/06
26	1	0.142	NEG	17	
27	2	0.144	NEG	13	FECHAS MEZCLADAS, MUY SUCIO
28	2 A	0.159	NEG	17	40 CAJAS, BOLSAS ROTAS Y SUCIAS
29	2 A	0.170	POS	14	36 CAJAS, FECHAS MEZCLADAS, BOLSAS ROTAS
29	1	0.148	NEG	14	
30	2	0.148	NEG	19	24 CAJAS, FECHAS MEZCLADAS, BOLSAS ROTAS, SUCIAS.
30	1	0.148	NEG	18	
30	-1 A	0.150	NEG	18	
30	2 A	0.157	NEG	18	
33	2	CORTADA		17	37 CAJAS, LECHE EN MAL ESTADO, FECHA MEZCLADA
33	2 A	0.191	POS	19	
33	1 A	0.144	NEG	17	
33	2 A	0.157	NEG	20	16 CAJAS, FECHAS MEZCLADAS Y DE 11/02/06
33	1	0.146	NEG	19	

DIA N°	DIAS VENCE	ACIDEZ TITULABLE	PRUEBA ALCOHOL	T	OBSERVACIONES
34	2 A	0.170	POS	19	14 CAJAS, MUY
34	1	0.40	POS	19	SUCIO, FECHAS
34	1 A	0.148	NEG	18	MEZCLADAS BOLSA ROTA

Nota: En la columna 2 se aprecian los días que tiene de vencimiento la leche al momento de llegar a la planta (se cuenta el DIA en que vence); los datos que aparecen negativos son de leches que aun no han vencido y faltan esos días para el vencimiento.

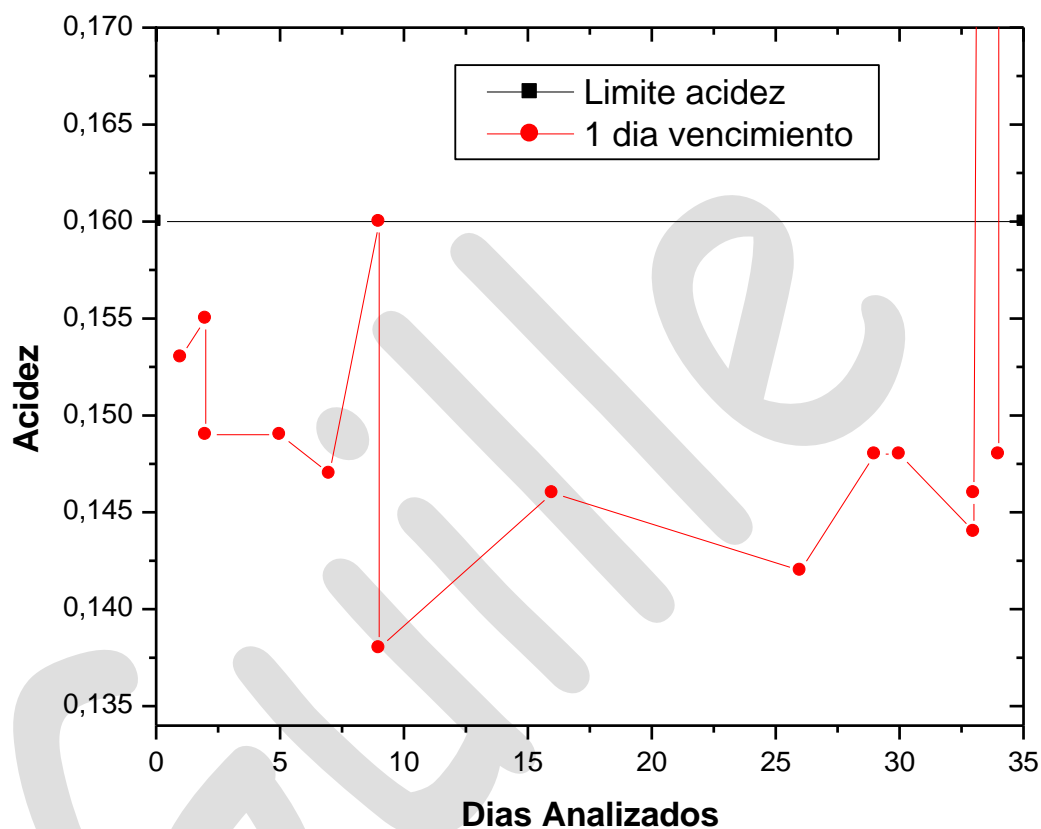
En la grafica 13 se aprecia los valores de acidez de la leche que tiene dos días de vencimiento.



Grafica 13. Comercializadora de Pereira, leche con dos días de vencimiento.

Las leches que se recibieron en los 35 días sobrepasaron el limite de acidez mostrando un comportamiento irregular y malas condiciones de almacenamiento, debido a esto casi en todos los casos estas leches fueron rechazadas ya que esta leche no permite que el silo soporte los días de almacenamiento afectando la leche que en el se encuentra.

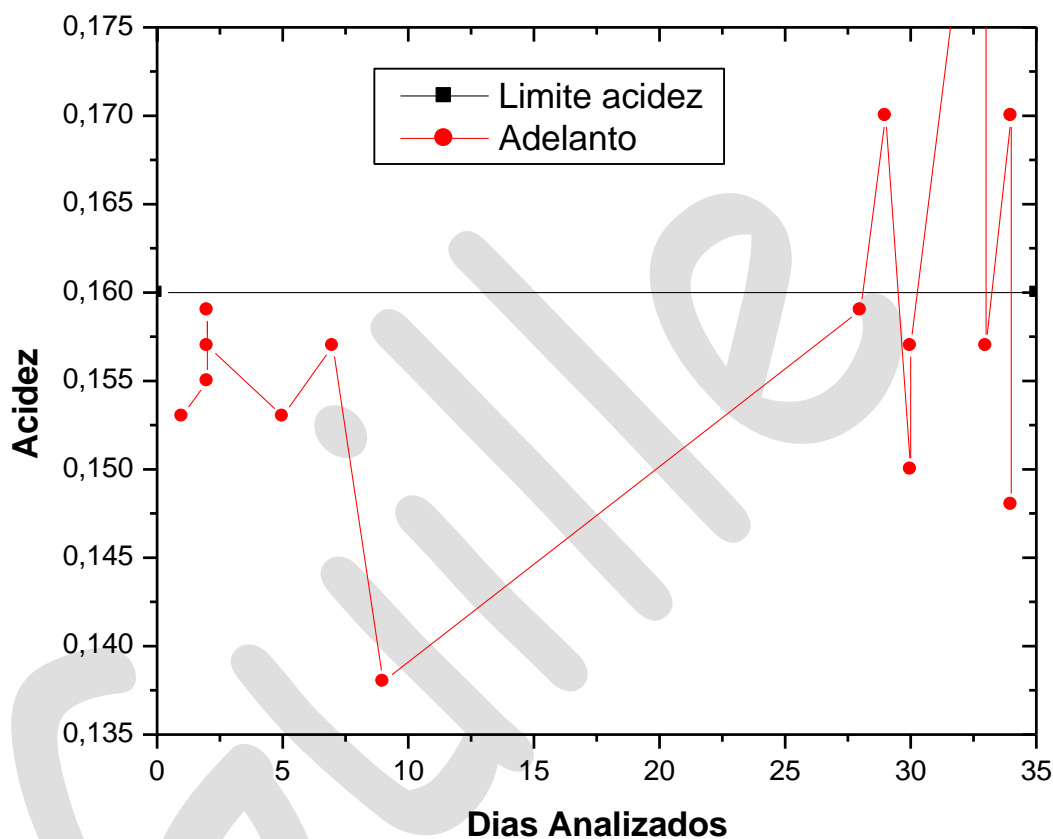
En la grafica 14 se aprecia los valores de acidez de la leche que tiene un día de vencimiento.



Grafica 14. Comercializadora de Pereira, leche con un día de vencimiento.

Las leches que se recibieron en los 35 días sobrepasaron el limite de acidez mostrando un comportamiento irregular igual que en la grafica 7 y malas condiciones de almacenamiento, debido a esto se rechazaron muchas veces porque esta leche no permite que el silo soporte los días de almacenamiento afectando la leche que en el se encuentra.

En la grafica 15 se aprecia los valores de acidez de la leche que tiene días de adelanto para el vencimiento.



Grafica 15. Comercializadora de Pereira, leche con fecha de adelanto para el vencimiento.

Las leches que se recibieron en los 35 días sobrepasaron el limite de acidez mostrando un comportamiento irregular y malas condiciones de almacenamiento, esta comercializadora empeoro en los últimos días debido a esto casi en todos los casos estas leches fueron rechazadas ya que esta afectaría la acidez del silo y no permitiría buenas condiciones de almacenamiento en el silo.

La distribuidora de Ibagué presento los siguientes resultados

Tabla 16. Seguimiento distribuidora de Ibagué.

DIA N°	DIAS VENCE	ACIDEZ TITULABLE	PRUEBA ALCOHOL	T	OBSERVACIONES
1	-1	0.149	NEG	13	5 CAJAS, 68 BOLSAS
1	-2	0.147	NEG	18	500MI
2	1	0.139	NEG	21	LLEGARON EN 2
2	-1	0.153	NEG	18	CANECAS Y 2
2	-1 A	0.149	NEG	16	CAJAS
4		0.145	NEG		8 CAJAS
4		0.147	NEG		
4	2	0.149	NEG	13	
7	3	0.153	NEG	17	NO SE RECIBE
7	2	0.149	NEG	17	3 CAJAS
9	1	0.159 – 0.159	NEG	18	5 CAJAS
9		0.225	POS	17	CANECA
9		0.145	NEG	14	CANECA

Nota: En la columna 2 se aprecian los días que tiene de vencimiento la leche al momento de llegar a la planta (se cuenta el DIA en que vence); los datos que aparecen negativos son de leches que aun no han vencido y faltan esos días para el vencimiento.

Esta distribuidora estuvo relativamente bien en las pocas muestras que se lograron recoger, solo fallo en la acidez cuando mandaron la leche en caneca.

10.7. ANALISIS DE RESULTADOS

- Este trabajo permitió encontrar muchas fallas en cuanto al tratamiento que se le esta dando a las leches, algunas de estas son:
 1. La temperatura no es la apropiada para el transporte, esta es muy alta logrando un incremento en la acidez de la leche.
 2. En muchas ocasiones se encontraron cajas con bolsas sucias, en mal estado y leche al ambiente. Esto tampoco favorece las condiciones de la leche, estas leches expuestas al ambiente ya no eran aptas para recibir por percibirse olor rancio y mostrarse cortada en muchas ocasiones.
 3. Las comercializadoras enviaron en las cajas las bolsas con fechas de vencimiento mezcladas; además también se encontraron bolsas que por su fecha de vencimiento ya no se reciben en la planta. Esto hace que se dificulte aun más el recibo de estas.
- Las graficas muestran que las leches con más días de vencimiento (3, 2) y las de adelanto son por lo general las que tienen los porcentajes de acidez mas elevados.
- Comparando los datos de cada comercializadora entre si, se observa que la comercializadora de Cali es la que tiene las mejores condiciones para la leche sin embargo, los últimos días desmejoro bastante porque empezaron a enviar cajas con bolsas en mal estado, rotas, fechas mezcladas y por consiguiente la acidez aumentó.
- Con respecto a la distribuidora de Ibagué se aprecia que la leche esta bien manejada y solo en un caso en la que enviaron esta leche en un recipiente no sugerido la acidez era elevada.

11. PREPARACION DE REACTIVOS Y SOLUCIONES DE LAVADO

Ácido Clorhídrico (HCl) 0.1 N : tomar 100 mL de ácido clorhídrico 1 N y aforar con agua destilada a 1 litro.

Ácido Clorhídrico Diluido (HCl) (1:2) : tomar 30 mL de ácido clorhídrico concentrado y adicionar 60 mL de agua destilada.

Ácido Sulfúrico : a partir de ácido sulfúrico (r.a.) diluir hasta obtener una densidad 1.820 – 1.825 g/mL (90 – 91%). Para 1 litro tomar 920 mL de ácido concentrado y diluir a 1 litro con agua destilada. Usar equipo apropiado para manipulación.

Alcohol Etilico : diluir por densidad con agua destilada y usar la tabla respectiva. Según la concentración del etanol usar la ecuación de dilución $C_1V_1 = C_2V_2$.

Alizarina Alcohólica : disolver 0.5 gr de alizarina en 1000 mL de alcohol al 75%, previamente neutralizado.

Almidón 1% : Calentar agua destilada y diluir 1 gr de almidón con 100 mL de esta agua; luego dejar enfriar.

Cloruro Férrico 1% : pesar 1 gr de cloruro férrico y diluir en 100 mL de agua destilada.

Cromato de Potasio 5% : pesar 5 gr de cromato de potasio y diluirlos en 100 mL de agua destilada.

Fenol 3% : pesar 3 gr de fenol y diluir con 100 mL de agua destilada.

Fenolftaleína 1% : pesar 1 gr de fenolftaleína y diluir con 100 mL de etanol al 75 – 80%.

Fenolftaleína 2% : pesar 2 gr de fenolftaleína y diluir con 100 mL de etanol al 75 – 80%.

Formaldehído “Solución Testigo” : Diluir 1 gota de solución de formaldehído de 38 – 40% en 100 mL de agua destilada.

Guayacol : pesar 2 gr de guayacol y adicionar 80 mL de alcohol etílico al 75% más 20 mL de solución acuosa de fenol al 3%. La solución debe ser incolora, se conserva en frasco ámbar en un refrigerador.

Hidróxido de Sodio 0.1 N : pesar 4 gr de hidróxido de sodio y aforar con agua destilada a 1 litro. La estandarización se debe realizar con biftalato de potasio o ácido clorhídrico 0.1 N.

Nitrato de Plata 1.3415 g/L : pesar 1.3415 g de nitrato de plata y diluir en 1 litro de agua destilada.

Oxalato de Potasio 30% : pesar 30 gr de oxalato de potasio y diluir con 100 mL de agua destilada.

P – nitrofenilfosfato disódico : disolver 1.5 gr de p – nitrofenilfosfato en cantidad suficiente de solución amortiguadora para completar 100 mL. La solución debe rechazarse si esta ligeramente coloreada, puede conservarse hasta por una semana, protegido de la luz.

- ✓ **Solución Amortiguadora :** 3.5 gr de carbonato de sodio anhidro (r.a.) y disolver con 1000 mL de agua destilada.

Pentóxido de Vanadio : se prepara al 1% en ácido sulfúrico diluido, el cual se obtiene agregando cuidadosamente 6 mL de ácido sulfúrico concentrado a 94 mL de agua destilada.

Peroxido de Hidrógeno 3%: diluir 1 mL de peróxido de hidrógeno al 30% hasta 100 mL con agua destilada. Debe guardarse en frasco ámbar, en un refrigerador.

Solución Clean Zero : 5 litros de agua desionizada más 5 mL de tritón, luego agitar fuerte para mezclar y llevar a pH de 6.85 – 6.90; si es necesario adicionar HCl o NaOH diluidos según sea el caso para ajustar el pH.

Solución de Lavado Diario (MILKOSCAN) : la solución detergente se prepara: 400 mL de agua desionizada más 3.8 gr de hidróxido de sodio en escamas más 22 gr EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) y adicionar 2.5 mL de tween 20 más 2 gotas de gel antiespumante (silicona). Completar con agua desionizada hasta 5 litros y ajustar el pH en 11.80 – 11.85.

Yodo – Yoduro de Potasio : 1 gr de yodo más 2 gr de yoduro de potasio y diluir en 300 mL de agua destilada.

Yoduro de Potasio 7% : pesar 7 gr de yoduro de potasio y diluir en 100 mL de agua destilada.

CONCLUSIONES

- Después del seguimiento realizado a las comercializadoras se observa que en realidad estas no están cumpliendo con las condiciones en que se deben manejar estas leches ya que en la mayoría de envíos siempre se encuentran bolsas rotas, en mal estado sucias, además estas leches que se deben manejar en temperaturas inferiores a los 10 °C. Sin embargo, la cadena de frío es interrumpida siempre llegando en temperaturas muy altas casi en 19° C. Debido a esto es que las leches llegan en un estado de acidez muy alto.
- Otro factor que eleva la acidez de estas leches es que llegan las bolsas rotas en las cajas y la leche se descompone muy rápido al ambiente por su alta carga de microorganismos y humedad.
- Los análisis realizados a todas las leches frescas, pasteurizadas demuestran un control eficiente y como resultado de esto podemos ver que se cumple satisfactoriamente con los requisitos de un producto lácteo comercial.
- Una adecuada y eficiente aplicación de las técnicas del control de calidad da como resultado productos de la más alta calidad, en este caso son los productos lácteos para el consumo humano.
- Finalmente se concluyó que el alcohol corta la leche cuando esta tiene un porcentaje de acidez de 0.161 +/- 0.001.

RECOMENDACIONES

- Como la leche del silo de devoluciones debe estar aproximadamente 6 días en la planta la mejor manera de prevenir que se acidifique tanto es no permitir leches con tanto tiempo de vencimiento.
- Se debe mejorar las condiciones de almacenamiento en las comercializadoras, también es recomendable tomar medidas ya que algunas de las comercializadoras completan las cajas con leches de vencimiento que ya no es permitido. Si se siguen aceptando leches con acidez de 0.155 – 0.157 empezando a llenar el silo este no va a mantener una buena acidez antes de despachar esta leche esto es debido a que la carga microbiana sería muy alta desde el comienzo.
- Como las leches están llegando muy ácidas a la planta principalmente porque se está rompiendo la cadena de frío que debe estar por debajo de los 10 °C, se debe tener en cuenta el tratamiento que se le da en las comercializadoras cuando las almacenan.
- Es importante que se tomen las medidas necesarias para el recibo de las leches de devoluciones dando las sanciones respectivas a las comercializadoras que no cumplan con las condiciones que se requieren para el almacenamiento y transporte de las mismas.
- Este seguimiento debe realizarse con algún tipo de frecuencia con el fin de verificar que se esté mejorando todas las condiciones de almacenamiento y transporte que requiere esta leche para su conservación.

- Es recomendable mejorar algunas de las pruebas de análisis además de implementar algunas pruebas más, que permitan un mejor control en la calidad de los productos que se manejan en la planta, esto es debido a que no se realizan algunas pruebas exigidas por la ley debido a la falta de reactivos.

- Para mejorar los resultados en las técnicas utilizadas en el control de calidad es recomendable que se haga una revisión periódica de los métodos de análisis por parte del personal encargado del control de calidad de los productos que maneja la cooperativa.

GLOSARIO

Acidificación : Hacer ácido algo.

Acidulante : Sustancias o mezclas de sustancias capaces de comunicar un pH ácido o intensificar el sabor ácido o disminuir el pH alcalino de los alimentos.

Aditivos : Sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen.

Adulteración : Acción delictiva que consiste en corromper los alimentos, sustancias o bebidas destinadas al comercio alimentario mediante el empleo de aditivos u otros agentes no autorizados, susceptibles de causar daños a la salud de las personas.

Adulterantes : Cualquier tipo de sustancia no permitida que se adicione a la leche que pueda o no alterar su composición o cambiar sus características.

Adulterar : Desnaturalizar un producto por la adición de sustancias extrañas a él.

Alcalino : Se dice de la solución acuosa cuyo pH es mayor de 7.

Alcalinizante : Sustancias o mezclas de sustancias capaces de comunicar un pH básico o disminuir el pH ácido de los alimentos.

Alterar : Cambiar la esencia o forma de algo.

Antibiótico : Se dice de la sustancia química producida por un ser vivo o fabricada por síntesis, capaz de paralizar el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos, por su acción bacteriostática, o de causar la muerte de ellos, por su acción bactericida.

Antiséptico : Se dice de la sustancia desinfectante que impide el crecimiento de microorganismos o los destruye.

Apoenzima : Parte proteica de una enzima que determina la especificidad de la reacción enzimática.

Atoxico : Sustancia no toxica.

Bacilos : Bacteria en forma de bastoncillo o filamento más o menos largo, recto o encorvado según las especies.

Cadena de frío : La infraestructura que asegura que la leche nunca deje un ambiente refrigerado en la explotación, en el centro recolector, durante su transporte y en la planta procesadora.

Calostro : Se trata del producto obtenido dentro de los 15 días anteriores y los 7 posteriores al parto del correspondiente bovino.

Caroteno : Nombre genérico de un grupo de hidrocarburos cristalinos, rojo anaranjados, de fórmula $C_{40}H_{56}$, que forman parte la clorofila y de las células coloreadas de ciertos órganos vegetales. Los organismos animales pueden transformarlos en vitamina A.

Carotenoides : Grupo de pigmentos naturales compuesto de hidrocarburos fácilmente oxidables, de color amarillo, rojo, anaranjado o púrpura, que se descompone en el hígado de los animales superiores para dar vitamina A.

Coagular : Precipitación de los coloides de una solución, especialmente de proteínas. Cuajar, solidificar un líquido.

Coenzima : Moléculas orgánicas complejas que necesitan algunas enzimas para realizar su actividad. Las coenzimas pueden estar íntima y permanentemente unidas a las proteínas, o bien unirse de forma débil y transitoria.

Colibacilos : Gérmenes nocivos, resistentes a la penicilina.

Conservantes : Sustancias o mezclas de sustancias que impiden o retardan el proceso biológico de alteración, producido en los alimentos por los microorganismos o enzimas.

Contaminación : Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos.

Cristalización : Hacer tomar la forma cristalina, mediante operaciones adecuadas, a ciertas sustancias.

Desecación : Acción y efecto de desecar. Secar, extraer la humedad o el líquido contenido en un cuerpo o sustancia cualquiera.

Deshidratar : Privar a un cuerpo o a un organismo del agua que contiene.

Desnatado : Quitar la nata a la leche o a otros líquidos.

Desnaturalización : Degradar una sustancia, como el alcohol o el aceite, de manera que deje de ser apta para el consumo humano.

Dextrógira : Dicho de una sustancia o de una disolución: Que hace girar a la derecha el plano de la luz polarizada cuando se mira hacia la fuente.

Disolución coloidal : Suspensión de partículas diminutas de una sustancia, llamada fase dispersada, en otra fase, llamada fase continua, o medio de dispersión.

Emulsión : Dispersión de un líquido en otro no miscible con él. La emulsión de aceite en agua.

Enzima : Proteína que cataliza específicamente cada una de las reacciones bioquímicas del metabolismo.

Esporas : Célula de vegetales criptógamos que, sin tener forma ni estructura de gameto y sin necesidad de unirse con otro elemento análogo para formar un cigoto, se separa de la planta y se divide reiteradamente hasta constituir un nuevo individuo. Forma de resistencia que adoptan las bacterias ante condiciones ambientales desfavorables.

Esteroles : Cada uno de los esteroides con uno o varios grupos alcohólicos, muy abundantes en los reinos animal y vegetal y en microorganismos.

Falsificar : Falsear, adulterar, o contrahacer.

Gérmenes : Microorganismo que puede causar o propagar enfermedades.

Glucólisis : Conjunto de reacciones químicas del interior de la célula que degradan algunos azúcares, obteniendo energía en el proceso.

Hato : Hacienda de campo destinada a la cría de toda clase de ganado, y principalmente del mayor.

Heterogénea : Compuesto de partes de diversa naturaleza.

Hidrofílica : Sustancia que tiene atracción por el agua.

Hidrofóbica : Sustancia que repele el agua, no la adsorbe ni la absorbe.

Higroscópica : Propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad según el medio en que se encuentran.

Hormona : Producto de secreción de ciertas glándulas que, transportado por el sistema circulatorio, excita, inhibe o regula la actividad de otros órganos o sistemas de órganos.

Leche adulterada : Es aquella a la que se le han sustraído, adicionado o reemplazado, total o parcialmente, sus elementos constitutivos naturales o adicionando otros extraños, incondiciones que puedan afectar la salud humana o animal o modificar las características físico – químicas u organolépticas señaladas en el decreto (2437 de 1983).

Leche alterada : Es aquella que ha sufrido transformaciones en sus características físico – químicas u organolépticas o en su valor nutritivo, por causa de agentes físico – químicos o biológicos, naturales o artificiales.

Leche falsificada : Es aquella con la apariencia y características generales de un producto legítimo, protegido o no por marca registrada, que se denomina como este, sin serlo, o que no procede de sus verdaderos fabricantes.

Levógira : Dicho de una sustancia o de una disolución: Que hace girar a la izquierda el plano de la luz polarizada cuando se mira hacia la fuente.

Lipofílica : Sustancia soluble en grasas.

Lipólisis : Proceso de degradación de las grasas.

Mastitis : Trastorno inflamatorio de las mamas que se produce normalmente como consecuencia de una infección por estreptococos o por estafilococos.

Mezcla racémica : Mezcla de estructuras isómeras de un compuesto.

Microbiana : Perteneciente o relativo a los microbios.

Neutralización : Acción mutua de un ácido y una base con formación de una sal.

Neutralizar : Hacer neutra una disolución (pH 7).

Organoléptico : Dicho de una propiedad de un cuerpo: Que se puede percibir por los sentidos.

Oxidación : Transformar un cuerpo por la acción del oxígeno o de cualquier oxidante. Reacción en la que un compuesto o radical cede electrones a otro.

Pasteurización : Elevar la temperatura de un alimento líquido a un nivel inferior al de su punto de ebullición durante un corto tiempo, enfriándolo después rápidamente,

con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido.

Péptido : Molécula formada por la unión covalente de dos o más aminoácidos.

Pigmentos : Sustancia colorante que, disuelta o en forma de gránulos, se encuentra en el citoplasma de muchas células vegetales y animales.

Proliferación : Multiplicarse abundantemente.

Proteolisis : Es el proceso por el cual se descomponen las proteínas.

Rancio : Se dice del vino y de los comestibles grasientos que con el tiempo adquieren sabor y olor más fuertes, mejorándose o echándose a perder.

Reguladores : Son reguladores de pH o de la acidez las sustancias capaces de mantener un pH determinado en los alimentos.

Reología : Es la ciencia que estudia las deformaciones, incluido el flujo, que provocan las fuerzas mecánicas en los cuerpos fluidos y sólidos.

Saponificación : Hidrolizar un ester, fundamentalmente para fabricar jabones.

Sensibilidad : Grado o medida de la eficacia de ciertos aparatos científicos, ópticos, etc.

Silo : Tanques aislados o empotrados con una capacidad de 6000 – 15000 litros para almacenar grandes cantidades de leche.

Solubilidad : De una sustancia en un disolvente, es la cantidad de esa sustancia contenida en cien gramos de disolvente, a una temperatura y presión dadas.

Solvatación : Proceso de hinchar, melificar o disolver un material por la acción de un disolvente; éste puede ser, para las resinas, un plastificante.

Sosa : Hidróxido sódico, muy cáustico. (NaOH).

Tóxicos : Se dice de la sustancia que produce efectos perjudiciales en los procesos fisiológicos de un organismo o que origina su muerte, bien debido a sus propiedades físicas o químicas o por alteración del medio ambiente.

Viscosidad : Propiedad de los fluidos que caracteriza su resistencia a fluir, debida al rozamiento entre sus moléculas.

BIBLIOGRAFIA

- WALSTRA, Pieter y GENES, Robert. Departamento Ciencia de los Alimentos y Departamento de Bioquímica. QUIMICA Y FISICA LACTOLOGICA. Editorial ACRIBIA SA. Zaragoza (España). 1987. pág 3, 37, 50, 84.
- ALAIS, Charles. CIENCIA DE LA LECHE. “Principios de Técnica Lechera”. CIA Editorial CONTIENTAL SA. México. 1988. pág 88, 97, 178, 217.
- SPREER, Edgar. LACTOLOGIA INDUSTRIAL. Editorial ACRIBIA SA. Zaragoza (España). 1991. pág 24, 49, 175.
- VEISSEYRE, Roger. LACTOLOGIA TECNICA. “Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche”. Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1988. pág 3, 45, 75.
- BERRIO, Alba Marina y RODRIGUEZ, Hernán. TECNOLOGIA DE LECHE Y DERIVADOS. Copyright UNIVERSIDAD DEL QUINDIO. 1990. pág 2.
- SANTOS MORENO, Armando. LECHE Y SUS DERIVADOS. Editorial TRILLAS. México. 2003. pág 49.
- WADE, L.G. Jr. QUIMICA ORGANICA. Editorial PEARSON EDUCACION. Segunda Edición. México. 1993. pág 1207.

- RANKEN, M.D. MANUAL DE INDUSTRIAS DE LOS ALIMENTOS. Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1993. pág 100, 218.
- MORRISON, Robert Thornton y BOYD, Robert Neilson. QUIMICA ORGANICA. Editorial PEARSON EDUCACION. Quinta Edición. México. 1990. pág 1323, 1342.
- MANUAL DE METODOS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS. ICONTEC.
- QUINTERO RODRIGUEZ, Mallerliny. ANALISIS FISICO – QUIMICO DE LECHE Y AGUAS. Universidad del Quindío. Armenia. 2001.
- -----, INSTRUCTIVOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE. Cooperativa Colanta LTDA.
- GABB, M.H. y LATCHEM, W.E. MANUAL DE SOLUCIONES DE LABORATORIO. Ediciones BELLATERRA SA. Barcelona (España). 1973.
- HARRIS, Daniel C. ANALISIS QUIMICO CUANTITATIVO. Grupo Editorial IBEROAMERICA. México. 1992. pág 19.
- WHITE, Abraham; HANDLER, Philip y SMITH, Emil L. PRINCIPIOS DE BIOQUIMICA. Editorial McGRAW HILL. Segunda Edición. España. 1964. pág 59.
- SKOOG, Douglas. FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ANALÍTICA. Editorial McGRAW HILL. Séptima edición. México. 2000.

- GRAN ENCICLOPEDIA ESPASA. Espasa Calpe SA. 2005.
- Enciclopedia Microsoft ENCARTA 2004.
- www.bioaplicaciones.galeon.com/aditgen.html. Tomado en junio.
- www.ust.cl/html/cree/asignaturas/mateial_profesor/material_qgenorg/laboratorio_leche.pdf. Tomado en junio.
- www.alimentación-sana.com.ar/informaciones. Tomado en junio.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/formaldehído>. Tomado en junio.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/harina>. Tomado en junio.
- www.envtox.ucdavis.edu/CEHS/TOXINS/spanish2/formaldehído.htm. Tomado en junio.
- www.textoscientificos.com/quimica/formaldehído. Tomado en junio.
- www.definicion.org/cloraminas. Tomado en junio.
- www.alquimistas.org/modules.php. Tomado en junio.
- www.ugr.es/~eianez/microbiologia. Tomado en junio.

ANEXOS

Anexo 1. Propiedades de los principales elementos estructurales de la leche, incluidos sus valores numéricos³⁰.

	<i>Plasma</i>			
	<i>Glóbulos grasos</i>	<i>Micelas de caseína</i>	<i>Suero</i>	
			<i>Proteínas globulares</i>	<i>Partículas lipoproteicas</i>
Componentes principales	Lípidos	Caseína, agua, sales	Proteínas del suero	Lípidos, proteínas
Considerados como:	Emulsión	Fina dispersión	Solución coloidal	Dispersión coloidal
Contenido (% materia seca)	3,8	2,8	0,6	~0,01
Volumen de la fracción	0,042	~0,06	0,006	~0,0001
Diámetro de la partícula ^a	0,1-10 μm	10-300 nm	3-6 nm	~10 nm
Número por ml	10 ¹⁰	10 ¹⁴	10 ¹⁷	10 ¹⁴
Area superficial (cm ² /ml leche)	700	40.000	50.000	100
Densidad (~20°C) (g/ml)	0,92	1,11	1,34	1,10
Visible con	Microscopio	Ultramicroscopio	(Microscopio electrónico)	(Microscopio electrónico)
Dispersión de la luz	Muy turbia, blanca	Turbia, azulada	Niebla ligera	Despreciable
Separable con	Desnatadora	Centrífuga de gran velocidad	Filtración por gel	Filtración por gel
Filtrable con	Placa de vidrio	Filtro de Chamberland	Celofana	Celofana
Velocidad de difusión (mm/1 h)	—	0,1-0,3	0,6	0,4
Floculación	Con «aglutinina» en frío	Con ácido o renina	Con calor	
Punto isoeléctrico	~3,8	~4,6	4-5,5	~4?

³⁰ WALSTRA, Pieter y GENES, Robert. Departamento Ciencia de los Alimentos y Departamento de Bioquímica. QUIMICA Y FISICA LACTOLOGICA. Editorial ACRIBIA SA. Zaragoza (España). 1987.

Anexo 2. Republica de Colombia. Decreto 2437 de 1983.

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE SALUD

DECRETO NUMERO 2437 DE 1983

. (30 de Agosto de 1983)

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 9ª de 1979, en cuanto a Producción, Procesamiento, Transporte y Comercialización de la leche

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA

En USO de sus atribuciones que le confiere el numeral 30 del artículo 120 de la Constitución Política y la Ley 9ª de 1979,

**DECRETA:
CAPITULO I**

DISPOSICIONES GENERALES Y DEFINICIONES

ARTICULO 1 Campo de aplicación

La leche que se produzca transporte y procese en envase comercialice o consuma en el territorio nacional deberá someterse a las reglamentaciones del

presente decreto y a las disposiciones complementarias que en desarrollo del mismo o con fundamento en la Ley dicte el Ministerio de Salud.

ARTICULO 2. Definiciones

Para los efectos del presente decreto determinanse las siguientes definiciones

a LECHE Es el producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenido por uno o varios ordeños diarios, higiénicos, completos e interrumpidos

b LECHE CRUDA ENTERA: Para efectos del presente decreto denominase leche cruda entera, aquella que reúne las características y condiciones establecidas en el presente reglamento.

C LECHE HIGIENIZADA Denominase leche higienizada el producto obtenido al someter la leche cruda entera a un proceso de pasteurización, irradiación, ultrapasteurización o esterilización.

D LECHE PASTEURIZADA Es el producto obtenido al someter la leche cruda, entera, a una adecuada relación de temperatura y tiempo para destruir su flora patógena y la casi totalidad de su flora banal, sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características físico-químicas u organolépticas.

E LECHE IRRADIADA Es el producto obtenido al someter la leche cruda entera, a la acción de radiación ionizante de determinada longitud de onda, para destruir la totalidad de su flora

patógena y la casi totalidad de su flora banal, sin alterar su valor nutritivo ni sus características físico-químicas u organolépticas.

f. Ver Decreto 2473/87 Art 1 (Anexo 451)

g. Ver Decreto 2473/87 **Art 2** (Anexo 451)

h. **LECHE RECONSTITUIDA** Es el producto uniforme que se obtiene mediante un proceso apropiado

de incorporación a la leche en polvo, (entera, semidescremada o descremada), de la cantidad necesaria de agua potable, adicionándole o no grasa deshidratada de leche y sometiénolo posteriormente a homogeneización, higienización y enfriamiento inmediato a fin de que presente características físico-químicas y organolépticas similares a las de la leche líquida correspondiente

i. **LECHE RECOMBINADA** Es el producto que se obtiene de la mezcla de leche cruda entera con leche reconstituida en una proporción no mayor del 30% de esta última, sometido posteriormente a higienización con el fin de que presente características físico-químicas similares a las de la leche entera higienizada

j. **LECHE EN POLVO** Denominase leche en polvo, el producto que se obtiene por la deshidratación de la leche

k. **LECHE ADULTERADA** Es aquella a la que se le han sustraído, adicionado o reemplazado, total o parcialmente, sus elementos constitutivos naturales, o adicionado otros extraños, en condiciones que puedan afectar la salud humana o alterar o modificar las características físico-químicas y organolépticas señaladas en el presente decreto

l. **LECHE ALTERADA** Es aquella que ha sufrido transformaciones en sus características físico-químicas y organolépticas, o en su valor nutritivo, por causa de agentes físico-químicos o biológicos, naturales o artificiales

m. **LECHE FALSIFICADA** Es aquella con la apariencia y características generales del producto legítimo. Protegida o no por marca registrada. Que se denomina como éste. Sin serio. O que no procede de sus verdaderos fabricantes

n. **INTERMEDIARIO** Quien Independientemente de la condición de productor, compra leche con objeto de abastecer los establecimientos a Que se refiere el presente decreto o al consumidor

o. **ESTABLECIMIENTO** Denominase establecimiento para efectos del presente decreto, las plantas para enfriamiento o centrales de recolección, las plantas para higienización, las plantas para pulverización, las plantas para la producción de derivados lácteos, los depósitos y expendios de leche

P. **HATO** Sitio destinado principalmente al ordeño y explotación lechera del ganado vacuno.

.....

CAPITULO IV DE LA CLASIFICACION DE LAS LECHES

ARTICULO 26, Tipos de leche,

Atendiendo a sus características físico-químicas, microbiológicas y otras especiales señaladas en el presente decreto, las leches se clasifican en los siguientes tipos

1 LECHE CRUOA ENTERA

2 LECHE HIGIENIZADA ENTERA, SEMIDESCREMADA y DESCREMADA

3 LECHE EN POL VO ENTERA, SEMIDESCREMADA y DESCREMADA

DE LA LECHE CRUDA ENTERA**ARTICULO 27 Características y condiciones de la leche cruda entera**

La leche cruda entera deberá tener las siguientes características:

a FISICOQUIMICAS

Densidad a	15/15°C = 1.0300 – 1.0330
Materia Grasa	Mínimo 3.0% m/m
Extracto seco total	Mínimo 11.3% m/m
Extracto seco desengrasado	Mínimo 8.3% m/m
Sedimento (impurezas macroscópicas)	en grado máximo de escala de impurezas de 1.0 mg/500cm', norma o disco, para leche proveniente de hatos de primera categoría y 4.0 mg/500 cm', norma o disco, para leche proveniente de hatos de segunda categoría
Acidez expresada como	ácido láctico: O. 14 a O. 19%
Índice crioscópico	0.54°C :t 0.01°C ó
Índice de refracción	mínimo n _{20 D} 1.3420
Índice lactométrico	mínimo 8.4' L.

b CONDICIONES ESPECIALES

- Tiempo de reducción del azul de metileno (ensayo de reductasa), mínimo 4 horas para la leche proveniente de hatos de primera categoría, cuando sea para consumo humano directo.

- Prueba de alcohol no se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol de 68% en peso o 75% en volumen.

- Ausencia de sustancias tales como adulterantes, preservativos, sustancias tóxicas y residuos de drogas o medicamentos Para residuos de plaguicidas se tendrán en cuenta

normas oficiales de carácter nacional o en su defecto las normas internacionales FAO, OMS, u otras adoptadas por el Ministerio de Salud.

- Ausencia de calostro, sangre u otros elementos extraños en suspensión.

ARTICULO 28. Características.

La LECHE HIGIENIZADA ENTERA, deberá tener las siguientes características:
a FISICOQUIMICAS

Densidad a	15/15°C = 1.0300 – 1.0330
Materia Grasa	Mínimo 3.0% m/m
Extracto seco total	Mínimo 11.3% m/m
Extracto seco desengrasado	Mínimo 8.3% m/m
Sedimento (impurezas macroscópicas)	en grado máximo de escala de impurezas de 0.5 mg/500cm ³ , norma o disco,
Acidez expresada como	ácido láctico: O. 14 a O. 19%
Índice crioscópico	0.54°C :t 0.01°C ó
Índice de refracción	mínimo n _{20 D} 1.3420

CONDICIONES ESPECIALES

- Prueba de fosfatasa para leche pasteurizada, ultrapasteurizada y esterilizada
Negativa

- Prueba de fosfatasa para leche Irradiada Positiva

- Prueba de peroxidasa para leche pasteurizada e Irradiada Positiva

- Prueba de peroxidasa para leche ultrapasteurizada y esterilizada Negativa

- Tiempo de reducción del azul de metileno (ensayo de reductasa) mínimo 7 horas

- Prueba de alcohol no se coagulará por la adición de un volumen Igual de alcohol de 68% en peso o 75% en volumen

- Ausencia de sustancias tales como adulterantes, preservativos, sustancias tóxicas y residuos de drogas o medicamentos Para residuos de plaguicidas se tendrán en cuenta normas oficiales de carácter nacional o en su defecto las normas internacionales FAO, OMS, u otras adoptadas por el Ministerio de Salud .

.....

ARTICULO 33. Características y condiciones de la leche higienizada semidescremada La leche higienizada semidescremada, deberá tener las siguientes características.

A FISICOQUIMICAS

- Densidad a 15/15°C 1.0310 a 1.0335

- Materia grasa, 15% a 20%, m m

- Extracto seco total mínimo 98% m/m

- Extracto seco desengrasado mínimo 83% m/m

- Sedimento (impurezas macroscópicas) en grado máximo de escala de impurezas de 0.5 mg/500 cm³, norma o disco.

- Acidez expresada como ácido láctico: 0.14 a 0.19%,
- Índice crioscópico: 0.54°C :: 001°C ó
- Índice de refracción mínimo N20D 1.3420

b CONDICIONES ESPECIALES Ver Decreto 2473/87 Art 4 (Anexo 451)

ARTICULO 34. Características y condiciones de la leche higienizada descremada La leche higienizada descremada. Deberá tener las siguientes características a Fisicoquímicas

a. FISICOQUIMICAS

- Densidad 15/15°C 1.0340 – 1.0360
- Materia grasa O 1% a 05% m/m
- Extracto seco total mínimo 87% m/m
- Extracto seco desengrasado mínimo 86% m/m
- Sedimento (Impurezas macroscópicas) en grado máximo de escala de Impurezas de 0.5 mg/i500 cm' norma o disco
- Acidez expresada como ácido láctico O 14 a 019% Índice crioscópico –JJ54°C :: 0.01
- Índice de refracción mínimo N20D O 1.3420

b. CONDICIONES ESPECIALES

- Prueba de fosfatasa para leche pasteurizada. Ultrapasteurizada y esterilizada negativa Prueba de fosfatasa para LECHE IRRADIADA Positiva
- Prueba de peroxidasa para LECHE PASTEURIZADA e IRRADIADA Positiva
- Prueba de peroxidasa para LECHE UL TRAPASTEURIZADA y ESTERILIZADA Negativa
- Tiempo de reducción del azul de metileno (ensayo de reductasa mínimo) 7 horas
- Prueba de alcohol no se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol de 68% en peso ó 75% en volumen
- Ausencia de sustancias tales como adulterantes. Preservativos, sustancias tóxicas y residuos de drogas o medicamentos Para residuos de plaguicidas se tendrán en cuenta normas oficiales de carácter nacional o en su defecto las normas Internacionales FAO, OMS u otras adoptadas por el Ministerio de Salud.

ARTICULO 35, Fórmula para el cálculo de los sólidos no grasos

Para el cálculo del extracto seco desengrasado cuando se obtenga a partir de la densidad se aplicará la fórmula de Richmond

$$\%ESD = 250(D - 1) + 0.2XG + 0.14$$

CONVENCIONES

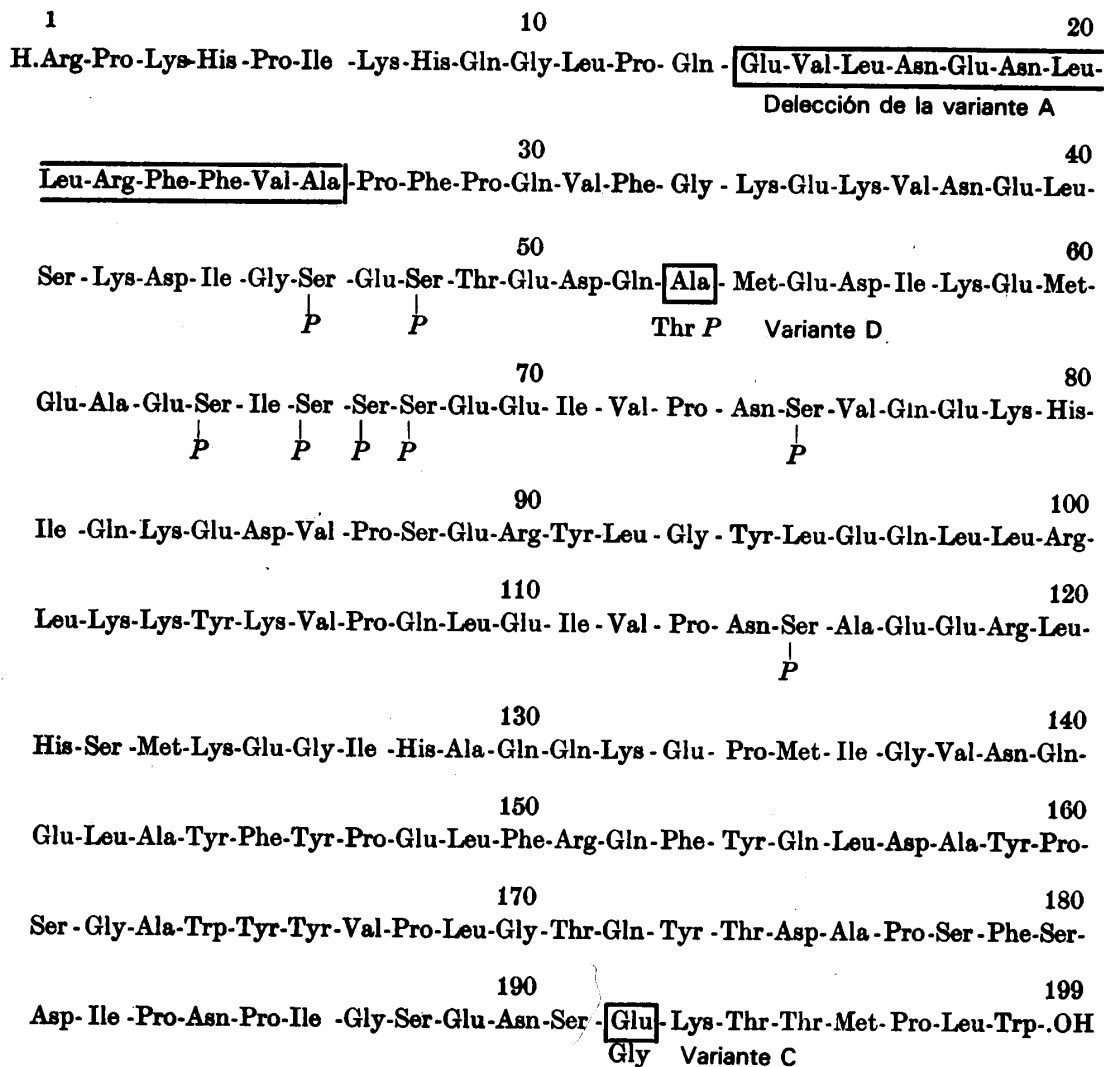
ESD Extracto seco desengrasado

D: Densidad de la leche a 15/15 °C

G Porcentaje de materia grasa *m/m* en la leche

PARAGRAFO: Cuando se disponga de termolactodensímetros diferentes al calibrado a 15/15°C se tendrán en cuenta las equivalencias de acuerdo con las tablas aprobadas al efecto por el Ministerio de Salud.

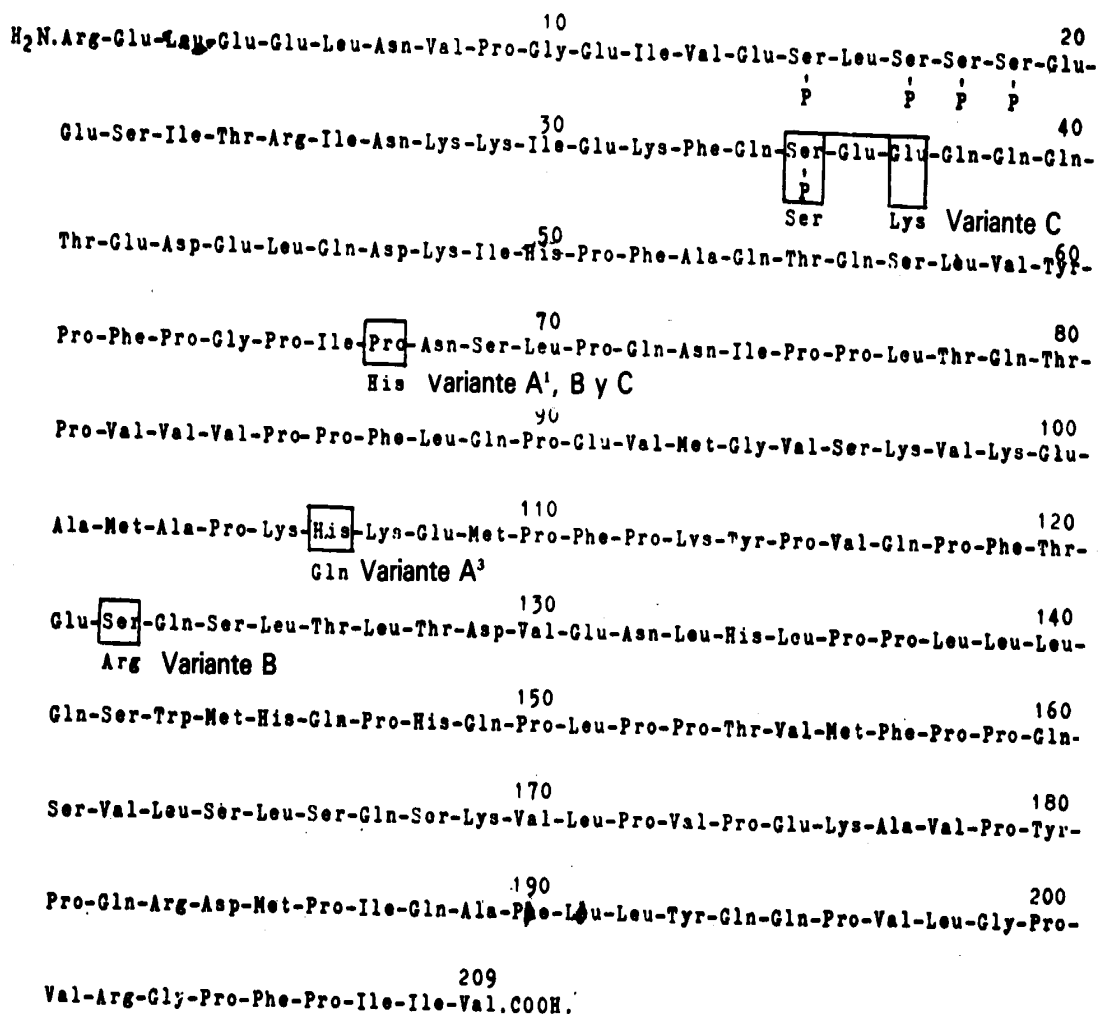
Anexo 3. Estructura de la secuencia de aminoácidos de la caseína α bovina³¹.



Caseína α . Componente mayoritario, sensible al calcio, tiene un peso molecular cercano a 23600. Es relativamente rica en fósforo (aproximadamente 1%, lo que representa 8 átomos de fósforo por molécula). La caseína α no tiene glúcidos; esta constituida por una sola cadena polipéptida que contiene 199 residuos de aminoácidos, cuya secuencia varía ligeramente.

³¹ VEISSEYRE, Roger. LACTOLOGIA TECNICA. "Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche". Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1988.

Anexo 4. Estructura de la secuencia de aminoácidos de la caseína β bovina³².



Caseína β . Es soluble en presencia de calcio (0.03M) a bajas temperaturas (+4 °C). Contiene menos fósforo que la caseína α , pero mucha más prolina. Esta constituida por una sola cadena polipéptida formada por 209 residuos de aminoácidos.

³² VEISSEYRE, Roger. LACTOLOGIA TECNICA. "Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche". Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1988.

Anexo 5. Estructura de la secuencia de aminoácidos de la caseína κ bovina³³.



Caseína κ . Por su composición y propiedades que de ella emanan es uno de los constituyentes de la caseína bruta más interesantes. En presencia de calcio 0.3M a temperatura ambiente y pH 7, se observa una ruptura del complejo de la caseína. Las caseínas α y β precipitan, la caseína κ permanece en disolución. Es pobre en fósforo por el contrario su contenido en serina y treonina es elevado y sobretodo la presencia de cisterna.

³³ VEISSEYRE, Roger. LACTOLOGIA TECNICA. "Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche". Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1988.

Anexo 6. Equipo de titulación (Bureta de calibración automática).

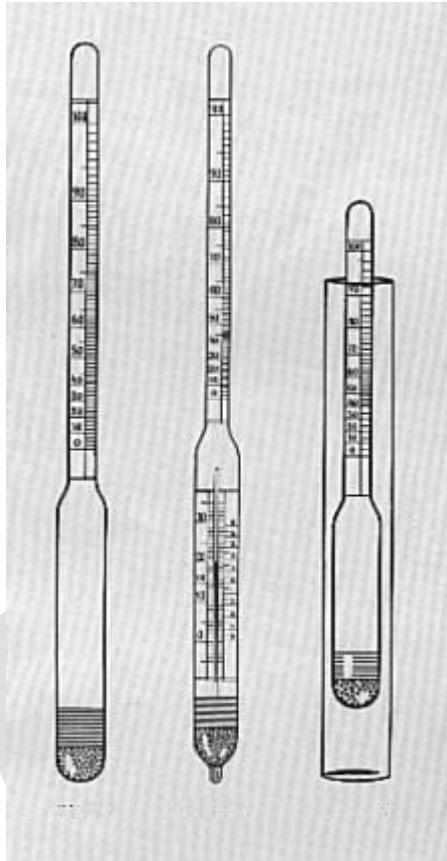


La bureta es un tubo de vidrio con graduación que permite medir el volumen de líquido vertido por él. Esto se realiza leyendo el nivel antes y después de verter líquido. La bureta que se muestra es de calibración automática graduada a 10 mL, es llenada por succión con una bomba tapando el agujero que esta en el frasco donde va la solución patrón.

Cuando se lee la altura del líquido en una bureta, es preciso que el ojo se situé al mismo nivel que la superficie libre del líquido. Esto minimiza el error en el nivel de lectura.

Para la titulación se usa un agitador magnético, un recipiente blanco y la bureta antes mencionada.

Anexo 7. Lactodensímetro (areómetros).



Anexo 8. Crioscopio.



El crioscopio consiste en un baño de refrigeración controlado termostáticamente, una sonda de termistor (termómetro de resistencia de semiconductores) con un circuito asociado y un galvanómetro o «lector», un agitador de la muestra, y un dispositivo para iniciar la congelación y tubos de muestras.

Baño de refrigeración: Pueden utilizarse baños de dos tipos:

De inmersión: Un baño que cuente con un buen aislamiento y un líquido de refrigeración adecuado, que se agitará de modo que la diferencia de temperatura entre dos puntos cualesquiera del líquido no sobrepase $0,20^{\circ}\text{C}$. La oscilación de la temperatura del líquido será como máximo de $\pm 0,50^{\circ}\text{C}$ sobre el valor nominal declarado por el fabricante. El líquido del baño de refrigeración deberá mantenerse a un nivel constante. El líquido de refrigeración deberá cubrir toda la superficie del tubo de muestras que se halle por debajo de la marca de volumen.

De circulación: Se hará circular alrededor del tubo de muestras un flujo continuo de un líquido de refrigeración adecuado. La oscilación de la temperatura del líquido será como máximo de $0,5^{\circ}\text{C}$ sobre el valor nominal declarado por el fabricante. Una solución acuosa de 1,2-etanodiol (etilenglicol) al 33 % (v/v) se considera un líquido de refrigeración adecuado.

The Advanced “CRYOSCOPE” model 4D3
Advanced instrument. Standar $-408^{\circ}\text{m}^{\circ}\text{H}$ ($-422^{\circ}\text{m}^{\circ}\text{H}$).

Solución de ref: lactrol_{tm} $-530^{\circ}\text{m}^{\circ}\text{H}$

Anexo 9. Enzimas de la leche de vaca³⁴.

<i>N.º EC</i>	<i>Nombre</i>	<i>Reacción catalizada</i>	<i>Si</i>
1.1.1.27	Lactodeshidrogenasa	$L\text{-lactato} + \text{NAD}^+ = \text{Piruvato} + \text{NADH} + \text{H}^+$	
1.1.1.37	Malatodeshidrogenasa	$L\text{-malato} + \text{NAD}^+ = \text{Oxalacetato} + \text{NADH} + \text{H}^+$	
1.2.3.2	Xantinoxidasa	$\text{Xantina} + \text{H}_2\text{O} \pm \text{O}_2 = \text{Urato} + \text{superóxido}$	
1.4.3.6	Aminooxidasa (contiene cobre)	$\text{RCH}_2\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = \text{RCHO} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$	
1.6.4.3	Dihidrolipoamida reductasa (NAD [*])	$\text{NADH} + \text{H}^+ \text{ lipoamida} = \text{NAD}^+ + \text{dihidrolipoamida}$	
1.6.99.3	NADH-deshidrogenasa (citocromo C reductasa)	$\text{NADH} + \text{H}^+ + \text{aceptor} = \text{NAD}^+ + \text{aceptor reducido}$	
1.8	Sulfhidriloxidasa ^b	$2\text{RSH} + \text{O}_2 = \text{RS-SR} + \text{H}_2\text{O}_2$	
1.11.1.6	Catalasa	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
1.11.1.7	Lactoperoxidasa	$\text{Donador} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Donador oxidado} + 2\text{H}_2\text{O}$	
1.15.1.1	Superóxidodismutasa	$\text{O}_2^- + \text{O}_2^- + 2\text{H}^+ = \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$	
2.3.2.2	γ -glutamyltransferasa	$(4\text{-L-glutamil})\text{-peptido} + \text{un aminoácido} = \text{peptido} + 4\text{-L-glutamil-aminoácido}$.	
2.4.1.22	Lactosasintetasa	$\text{UDP-galactosa} + \text{D-glucosa} = \text{UDP} + \text{lactosa}$	
2.4.99.1	CMP-N-acetilneuraminato-galactosilglicoprotein-sialil-transferasa	$\text{CMP-N-acetilneuraminato} + \text{D-galactosilglicoproteína} = \text{CMP} + \text{N-acetilneuraminil-D-galactosilglicoproteína}$	
2.6.1.1	Aspartato aminotransferasa	$L\text{-aspartato-2-oxoglutarato} = \text{oxalacetato} + L\text{-glutamato}$	
2.6.1.2	Alaninaminotransferasa	$L\text{-alaniana} + 2\text{-oxoglutarato} = \text{piruvato} + L\text{-glutamato}$	
2.7.1.26	Riboflavinquinasa	$\text{ATP} + \text{riboflavina} = \text{ADP} + \text{FMN}$	
2.7.1.30	Glicerolquinasa	$\text{ATP} + \text{glicerol} + \text{ADP} = \text{Sn-glicerol-3-fosfato}$	
2.7.7.2	FMN adeniltransferasa	$\text{ATP} + \text{FMN} = \text{FAD} + \text{pirofosfato}$	
2.8.1.1	Tiosulfato sulfotransferasa (rhodanasa)	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{CN}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{SCN}^-$	
3.1.1.1	Carboxilesterasa	$\text{Ester carboxílico} + \text{H}_2\text{O} = \text{alcohol} + \text{ión carboxilato}$	
3.1.1.2	Arilesterasa	$\text{Un fenilacetato} + \text{H}_2\text{O} = \text{un fenol} + \text{acetato}$	
3.1.1.3	Triacilglicerolipasa ^c	$\text{Triacilglicerol} + \text{H}_2\text{O} = \text{diacilglicerol} + \text{anión ácido graso}$	
3.1.1.7	Acetilcolinesterasa	$\text{Acetilcolina} + \text{H}_2\text{O} = \text{colina} + \text{acetato}$	
3.1.1.8	Colinesterasa	$\text{Una acilcolina} + \text{H}_2\text{O} = \text{colina} + \text{anión carboxilato}$	
3.1.1.34	Lipoprotein-lipasa	Como 3.1.1.3	
3.1.3.1	Fosfatasa alcalina	$\text{Un monoéster ortofosfórico} + \text{H}_2\text{O} = \text{un alcohol} + \text{ortofosfato}$	

³⁴ WALSTRA, Pieter y GENES, Robert. Departamento Ciencia de los Alimentos y Departamento de Bioquímica. QUIMICA Y FISICA LACTOLOGICA. Editorial ACRIBIA SA. Zaragoza (España). 1987.

Anexo 10. Fluorophos.



FLUOROPHOS FML 200: Equipo que se utiliza para determinar la fosfatasa alcalina (ALP). Esta es una enzima que esta naturalmente presente en la sangre y la leche de todos los mamíferos. Se destruyen las enzimas a condiciones de temperatura y tiempo específicas. ALP se destruye sólo debajo de las condiciones de temperatura y tiempo de las leches pasteurizadas (71.6 °C / 15seconds). Como ALP es ligeramente menos sensible al calor que la mayoría de las bacterias patógenas, la medida de su destrucción se confirma con la pasteurización apropiada. Esto hace una prueba ideal a ALP para demostrar que esta leche se ha pasteurizado correctamente

¿Cómo se mide ALP y cómo ponen en correlación los Fluorophos con otras pruebas?

Las enzimas son llaves químicas que abren bandas químicas específicas. Cuando las primeras pruebas fueron introducidas (en los 1930's) ALP era medible induciéndolo para abrir bandas químicas que liberaron químicos (phenol o paranitrophenol) esta era medida por una reacción colorimetrica.

En 1990 los Instrumentos Avanzados desarrollaron el Fluorophos el ensaye de ALP. Esto era basado en la misma prueba química colorimetrica histórica con la diferencia que ALP (abriendo las mismas bandas) liberó un químico que era medible fluorimetricamente.

Como estas dos pruebas químicas son básicamente la misma se debería esperar que la prueba Fluorophos correlacione bien con las pruebas históricas. Una correlación muy fuerte ha sido verificada por numerosos ensayos comparativos.

Ref: 1) Fluorometric determination of Alkaline Phosphatase in fluid dairy products. Rocco, RM Collaborative Study J Assoc. Off. Anal. Chem (Vol 73, No6, 1990).

Advanced Instrument inc.

Model FML 200.

Deldairy and food division do technology way.

Anexo 11. Ácidos grasos de los glicéridos de la leche de vaca³⁵.

Acido	Fórmula	Contenido medio en %	El ácido graso es					
			Volátil	Fito	Sólido a temperatura ambiente	Líquido a temperatura ambiente	Soluble en agua	Insoluble en agua
1. ACIDOS SATURADOS								
Ac. butírico.....	C ₃ H ₇ CO ₂ H	3-4	+			+	+	
Ac. caproico.....	C ₅ H ₁₁ CO ₂ H	1,5-3	+			+	poco +	
Ac. caprílico.....	C ₇ H ₁₅ CO ₂ H	0,5-2	+			+	poco +	
Ac. cáprico.....	C ₉ H ₁₉ CO ₂ H	1-3,5	+		+		muy poco +	
Ac. láurico.....	C ₁₁ H ₂₃ CO ₂ H	2-5		+	+			+
Ac. mirístico.....	C ₁₃ H ₂₇ CO ₂ H	8-11		+	+			+
Ac. palmítico.....	C ₁₅ H ₃₁ CO ₂ H	25-29		+	+			+
Ac. esteárico.....	C ₁₇ H ₃₅ CO ₂ H	8-13		+	+			+
Ac. araquídico.....	C ₁₉ H ₃₉ CO ₂ H	0,4-1		+	+			+
2. ACIDOS NO SATURADOS								
—con un doble enlace								
Ac. decenoico.....	C ₉ H ₁₇ CO ₂ H	3-4		+		+		+
Ac. dodecenoico.....	C ₁₁ H ₂₁ CO ₂ H			+		+		+
Ac. tetradecenoico...	C ₁₃ H ₂₅ CO ₂ H			+		+		+
Ac. oleico.....	C ₁₇ H ₃₃ CO ₂ H		30-40		+		+	+
—con dos dobles enlac.								
Ac. linoleico.....	C ₁₇ H ₃₁ CO ₂ H	4-5		+		+		+
—más insaturados								
Ac. de 20 y 22 C....		0,5-1,5		+		+		+

³⁵ VEISSEYRE, Roger. LACTOLOGIA TECNICA. "Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche". Editorial ACRIBIA SA. Segunda Edición. Zaragoza (España). 1988.

Anexo 12. Centrifuga líquido – líquido Gerber.



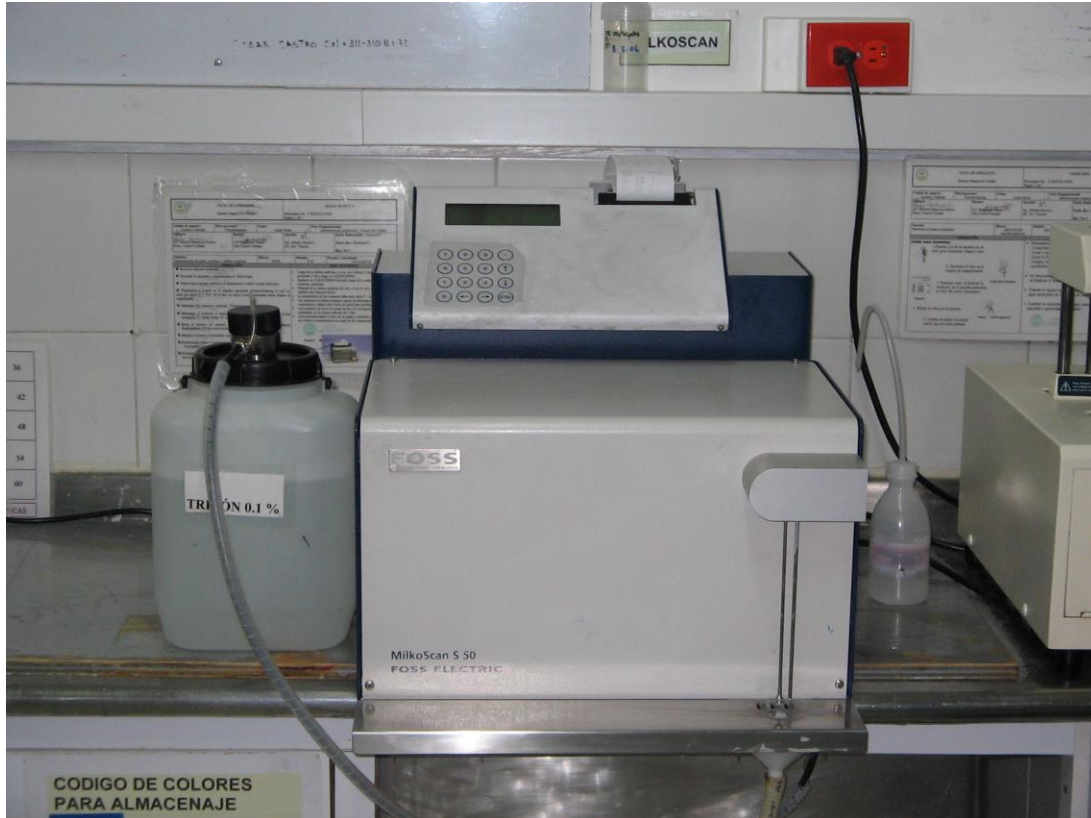
La centrifugación es la separación de dos líquidos no miscibles o de sólidos suspendidos en líquidos mediante la aplicación de una fuerza centrífuga.

Cuando un producto es sometido a rotación se genera una fuerza centrífuga que va a depender de la masa (densidad), del radio de giro y de la velocidad de rotación. En la separación de dos líquidos inmiscibles, el líquido más denso es desplazado hasta la pared del recipiente de centrifugación y el menos denso va a ocupar el espacio más cercano al eje de rotación.

El grosor de estas capas va a estar determinado, entre otros factores, por la velocidad de rotación y la densidad de los líquidos. La zona donde se separan estas dos capas se denomina zona neutra donde hay un equilibrio hidrostático entre las fases y su posición va a condicionar el diseño de la maquinaria puesto que dirá donde van situados los canales de carga y descarga del producto para obtener la mayor eficacia en la separación.

Gerber Instrument.
Centrifuga K56.
Motor 1350 rpm.
Capacidad 16 butirometros.
210 – 220 voltios.

Anexo 13. MILKOSCAN.



MILKOSCAN S50: Es un instrumento automático por infrarrojo, controlado por un microprocesador diseñado para determinar los componentes nutritivos en la leche, la operación básica es parecida a la de un espectrofotómetro infrarrojo, incluye una haz de Infrarrojo discreto, la muestra pasa por un detector de Infrarrojo, la energía es detectada, luego se amplifica y se convierte en una forma digital. Se colocan los resultados mediante un microprocesador.

El Milkoscan es un sistema de infrarrojo extremadamente compacto de un solo haz, una sola cubeta y sin espejos. Los filtros ópticos están mostrados en una rueda de filtro de rotación continua que los presenta sucesivamente al haz de Infrarrojo, unos termostatos mantendrán constante la temperatura de los filtros, la cubeta, el detector y el homogenizador, eliminando así otra posible fuente de inexactitud.

Las funciones son controladas por un avanzado sistema de detección de errores que informa inmediatamente al usuario en caso de problemas relacionados con temperatura e irregularidades en el flujo de muestra.

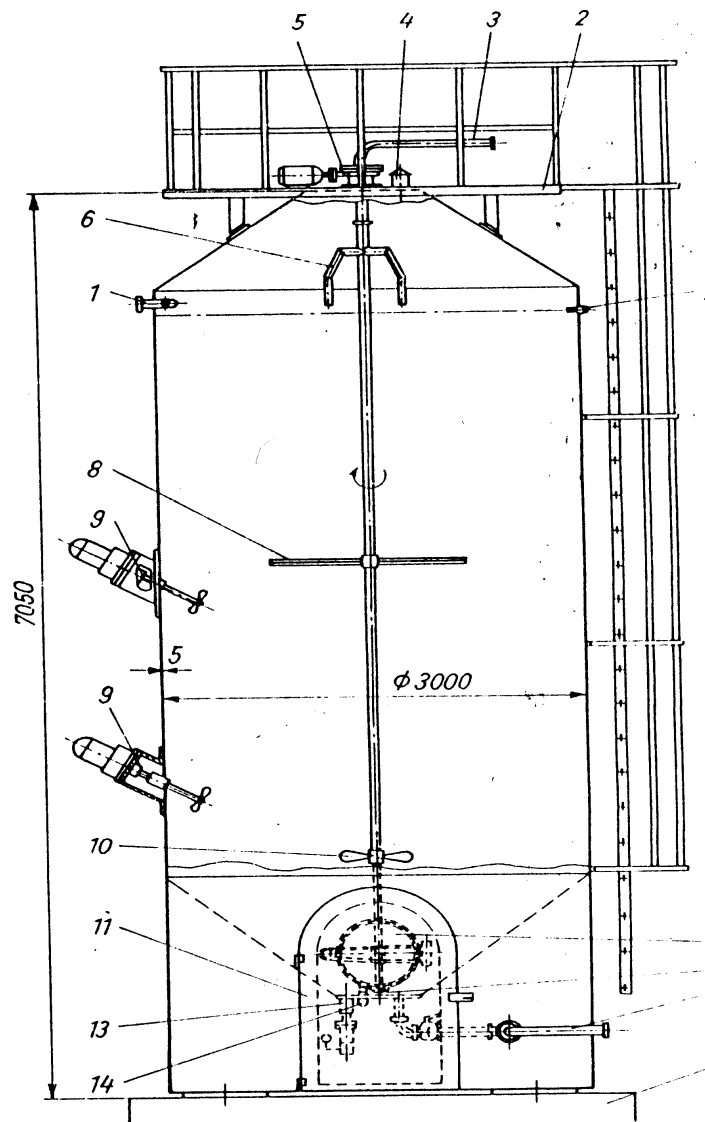
MILKOSCAN S50
Tipo 75610
Modelo 52B
Serial 199701

Anexo 14. Baño seco.



CHR HANSEN.

Anexo 15. Deposito de leche de gran capacidad (tanque – silo)³⁶.



Capacidad nominal: 40 m³. (1) Entrada de leche. (2) Plataforma con escalerilla de subida. (3) Entrada del líquido detergente. (4) Respiradero. (5) Motor del tubo de inyección y del sistema agitador central. (6) Tubo de inyección. (7) Electrodo del indicador del nivel de leche (llenado máximo). (8) Pala del sistema agitador central. (9) Agitadores laterales (dibujados en posición alternada de 90°C). (10) Pala del sistema agitador central. (11) Puerta. (12) Tapa del registro de acceso. (13) Transmisión de presión (del sistema de medición del nivel de llenado). (14) Electrodo del indicador del nivel de leche (deposito vacío). (15) Cojinete de apoyo del sistema agitador central. (16) Salida de la leche y de la solución detergente; en ocasiones es un circuito cerrado. (17) Cimientos.

³⁶ SPREER, Edgar. LACTOLOGIA INDUSTRIAL. Editorial ACRIBIA SA. Zaragoza (España). 1991.