

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

"EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA LECHE FLUIDA  
TIPO "A" QUE SE DISTRIBUYE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA".



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Informe de tesis  
Presentado por  
Edna Judith Alvarado Govoy

Para optar al titulo de  
Quimico Farmacéutico

Guatemala. Octubre de 1995.

D. L  
06  
7(693,

**JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO     | LIC. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR     |
| SECRETARIA | LICDA. ELEONORA GAITAN IZAGUIRRE    |
| VOCAL I    | LIC. MIGUEL ANGEL HERRERA GALVEZ    |
| VOCAL II   | LIC. GERARDO LEONEL ARROYO CATALAN  |
| VOCAL III  | LIC. MIGUEL ORLANDO GARZA SAGASTUME |
| VOCAL IV   | BR. ANA MARIA RODAS CARDONA         |
| VOCAL V    | BR. HAYRO OSWALDO GARCIA GARCIA     |

## ACTO Y TESIS QUE DEDICO

A DIOS

PORQUE EL ES QUIEN DA LA SABIDURIA  
Y DE EL VIENE EL CONOCIMIENTO Y LA  
INTELIGENCIA.

A MIS PADRES

DANIEL ALVARADO GONZALES  
VICTORIA COYOY DE ALVARADO  
POR QUIENES LOGRO ESTE TRIUNFO Y  
QUE SEA UNA RECOMPENSA POR SU APOYO  
Y COMPRESION.

A MIS HERMANOS

JAIME HAROLDO, BRENDA CAROLINA Y  
VICTORIA ESTHER CON TODO MI CARIÑO.

A MI CUÑADA

SUSANA SOLIS DE ALVARADO CON CARIÑO

A MIS AMIGOS

TANEA, SYBIL, CAROLINA, VILMA,  
LILIAN, CLAUDIA, IVAN, HECTOR,  
JORGE Y CLAUDIA, POR SU AMISTAD  
BRINDADA EN TODO MOMENTO.

A MIS FAMILIARES:

CON CARINO

## AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, ESPECIALMENTE A LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA, QUE ME ALBERGO DURANTE EL TIEMPO TRANSCURRIDO DE MI CARRERA.

AL DEPARTAMENTO DE ANALISIS APLICADO POR SU COLABORACION EN ESTA INVESTIGACION.

A LA LICDA. LUCRECIA ZELADA, POR SU ASESORIA Y APOYO BRINDADO PARA LA REALIZACION DE ESTE ESTUDIO.

---

## INDICE

|     |                         |    |
|-----|-------------------------|----|
| 1.  | RESUMEN                 | 2  |
| 2.  | INTRODUCCION            | 4  |
| 3.  | ANTECEDENTES            | 5  |
| 4.  | JUSTIFICACION           | 6  |
| 5.  | OBJETIVO                | 7  |
| 6.  | HIPOTESIS               | 8  |
| 7.  | MATERIALES Y METODOS    | 9  |
| 8.  | RESULTADOS              | 20 |
| 9.  | DISCUSION DE RESULTADOS | 25 |
| 10. | CONCLUSIONES            | 26 |
| 11. | RECOMENDACIONES         | 27 |
| 12. | REFERENCIAS             | 28 |
| 13. | ANEXOS                  | 31 |

## 1. RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la calidad de la leche fluida tipo "A" que se distribuye en la ciudad de Guatemala; seleccionándose 4 marcas registradas de leche, que se designaron como A, B, C y D. Para ello se utilizaron los siguientes parámetros: determinación del porcentaje de grasa, determinación del porcentaje de proteínas, porcentaje de acidez y la prueba de la reductasa.

Se analizaron un total de 20 muestras de leche por marca, obteniéndose los siguientes resultados:

El porcentaje de acidez para las muestras correspondientes a las marcas A, B y C se encuentran dentro de las especificaciones de calidad establecidas.

El 60% de la muestra designada como marca B, cumple con los requerimientos para el porcentaje de grasa.

El porcentaje de proteínas en la leche fluida tipo "A" analizada está por debajo de lo establecido por las normas de calidad, a excepción de la marca "A" que cumple con dicho parámetro en un 60%.

El análisis de reductasa demostró que las muestras de leche analizadas presentan contaminación microbiana.

Los análisis efectuados en las 4 marcas de leche fluida tipo "A" que se distribuyen en la ciudad de Guatemala, demuestran que no cumple con la totalidad de parámetros de calidad establecidos por la norma COGUANOR para leche y productos lácteos (NGO 34046) la cual debe estar en óptimas

condiciones de calidad para poder ser consumida por la población y así poder cumplir con su función alimenticia.

Por lo tanto se recomienda que se realicen controles periódicos y sistemáticos para evaluar la calidad de la leche, por parte de las autoridades sanitarias del país y así proteger la salud del consumidor.

## 2. INTRODUCCION

La leche de vaca es un alimento de gran valor nutritivo para el hombre, a quien suministra más sustancias nutritivas esenciales que cualquier otro alimento natural. La importancia alimenticia de la leche reside principalmente en las proteínas, grasa, lactosa, sales minerales y vitaminas que proporciona. El análisis fisicoquímico constituye una de las actividades fundamentales que se realizan en la industria alimenticia para evaluar la calidad del producto, por ello, se han creado parámetros confiables para evaluar la calidad de la leche fluida tipo "A" que se distribuye en la ciudad de Guatemala. Entre dichos parámetros puede mencionarse: contenido de grasa, porcentaje de proteínas, acidez y prueba de reductasa, con el objeto de establecer el cumplimiento de las especificaciones de las normas de Leche y Productos Lácteos COGUANOR ( 1 )



### 3. ANTECEDENTES

La demanda de la leche y productos lácteos en el mercado ha contribuido grandemente al desarrollo de la industria lechera y como resultado, se exige que la leche sea de buena calidad. Es por ello que se hace necesario mejorar los sistemas de control de la calidad y ofrecer al consumidor un producto que cumpla con las especificaciones establecidas.

Sobalvarro Barquero JA analizó la calidad de la leche en Guatemala por medio de la prueba de la reductasa y estableció que la carga bacteriana era elevada en la totalidad de las muestras examinadas. Además el 53% de las muestras analizadas, tuvieron una acidez superior a los límites normales aceptados en el país, el 75% de las leches analizadas según el porcentaje de materia grasa, llenaban los requisitos que especifican las normas sanitarias de alimentos para Centro América y Panamá. ( 2 ).

Saravia López JA, evaluó la calidad bacteriológica e higiénica de la leche cruda que es recolectada en las plantas pasteurizadoras y mercados municipales; concluye que la leche que ingresa a la planta pasteurizadora es de mejor calidad sanitaria que la leche que ingresa a los mercados. ( 3 )

Gómez Calderón de Hernández AM, evaluó el porcentaje de proteínas en leche fresca determinó que dicho porcentaje no se encontraba dentro de los márgenes establecidos. ( 4 )

Murallas Araujo RL, determinó la materia grasa en las leches pasteurizadas tipo "A" estableció que el % de materia grasa era menor del especificado. ( 5 )

#### 4. JUSTIFICACION

La leche de vaca constituye uno de los alimentos más completos que se encuentran en la naturaleza, por contener grasa, proteínas, lactosa, sales minerales y vitaminas; compuestos esenciales para la nutrición humana. ( 6 )

El análisis de los alimentos constituye una especialidad que en la actualidad tiene mucha importancia, a causa de las exigencias del consumidor lo cual genera el desarrollo considerable de la industria alimentaria, para la producción de leche de calidad.

Por lo tanto, es necesario que se evalúe la calidad fisicoquímica de la leche fluida tipo "A" para comprobar que el producto que se ofrece al consumidor cumple con las especificaciones de calidad establecidas por las normas de Leche y Productos Lácteos de la comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- . ( 1 )

## 5. OBJETIVO

### 5.1 Objetivo General:

5.1.1 Determinar la calidad de la leche fluida tipo "A" que se distribuye en la ciudad de Guatemala.

### 5.2 Objetivos específicos:

5.2.1 Evaluar la calidad fisicoquímica de la leche fluida tipo "A", a través de parámetros confiables.

## 6. HIPOTESIS

La leche fluida tipo "A" que se distribuye en la ciudad de Guatemala. cumple con las especificaciones de calidad establecidas por las normas de Leche y productos Lácteos COCUANOR. ( 1 )

## 7. MATERIALES Y METODOS

### 7.1 Universo de trabajo:

Cuatro diferentes marcas registradas de leche fluida tipo "A", designadas como A, B, C y D; obtenidas aleatoriamente en la ciudad de Guatemala.

### 7.2 Medios:

#### 7.2.1 Recursos humanos:

Autor: Edna Judith Alvarado Coyoy.

Asesor: Licda. Lucrecia Zelada.

#### 7.2.2 Recursos materiales:

Botella normalizadora de Babcock

Matraz Kjeldahl

Aparato completo de Kjeldahl

Medidor de ácido

Centrifugadora

Baño de Maria

Balanza analítica

Homogeneizador o mezclador mecánico

Cristaleria de laboratorio

El material fué proporcionado por el departamento de Análisis Aplicado .

7.2.3 Reactivos necesarios:

Acido sulfúrico concentrado

Solución de fenolftaleína, al 0.5% en alcohol  
etilico al 95% (V\V)

Solución de hidróxido de sodio 0.1N

Sulfato de cobre

Solución de azul de metileno

Sulfato de potasio

Hidróxido de sodio concentrado

Granallas de zinc

Rojo de metilo

Acido sulfúrico 0.1N

### 7.3 Procedimiento:

#### 7.3.1 Determinación del contenido de grasa por el método de Babcock.

##### 7.3.1.1 Preparación de la muestra:

Calentar la muestra en baño María hasta homogeneizarla, si fuera necesario usar una varilla, para reincorporar cualquier porción de la leche que se adhiera al recipiente o a su tapa. Si la grasa permanece dispersa después de este tratamiento, enfriar la muestra a 20° C aproximadamente, antes de medir la porción para el análisis, lo cual se hace de inmediato.

##### 7.3.1.2 Procedimiento operatorio:

- a) Transferir 17.6 ml de muestra a la botella Babcock, emplear pipeta volumétrica.
- b) Agregar poco a poco, 17.6 ml de ácido sulfúrico de densidad 1.82 g/ml arrastrar hacia el bulbo las trazas de leche adheridas al cuello de la botella bajo corriente de agua.

Agitar hasta que hayan desaparecido todos los coágulos de grasa; colocar la botella en la centrifugadora

y dejar girar durante 5 min.

- d) Agregar agua a una temperatura de 60°C o mayor, hasta que esté lleno el bulbo de la botella y poner en marcha nuevamente la centrifugadora, durante 2 min.
- e) Agregar agua caliente hasta que el líquido se acerque a la graduación superior de la escala.
- f) Centrifugar durante 1 min. más, a una temperatura comprendida entre 55 y 60° C y transferir la botella a un baño de agua caliente mantener esta temperatura, sumergir hasta el nivel de la parte superior de la columna de grasa, y dejar hasta que la columna esté en equilibrio y hasta que la superficie inferior de la grasa adquiera su forma final, lo cual conlleva no menos de 3 min.
- g) Retirar la botella del baño María, secar y con la ayuda de los divisores o calibradores, medir la columna de grasa, en porcentaje en peso, desde la superficie inferior hasta el punto más alto del menisco superior. En el



momento en que se hace la medida, la columna de grasa debe estar translúcida, de color amarillo oro o ámbar, y libre de partículas suspendidas visibles.

#### 7.3.1.3 Obtención de resultados:

Se debe rechazar todas las pruebas en las que la columna de grasa tenga apariencia lechosa o demuestre la presencia de coágulos o materias carbonizadas, o en las cuales la lectura no se haya podido hacer clara o exactamente.

El contenido de grasa en la leche se expresa como porcentaje en masa, y se obtiene de la lectura directa sobre la escala del cuello de la botella de Babcock. ( 1 )

#### 7.3.2 Determinación de proteínas:

##### 7.3.2.1 Procedimiento operatorio:

- a) Colocar 0.5 g de leche en un balón de micro Kjeldahl.
- b) Añadir 0.25 g de mezcla pulverizada de  $K_2SO_4$  y  $CuSO_4$  (10:1).
- c) Despréndase cualquier material del cuello del matraz con un chorro fino

de agua destilada.

- d) Añadir 5 ml de  $H_2SO_4$  en la campana, escurriéndolo por las paredes del matraz, agregue perlas de ebullición.
- e) Calentar el matraz sobre una hornilla eléctrica, en la campana, rotar el balón, hasta que la solución presente color transparente, y los lados estén exentos de material carbonoso. Enfriar. Esta etapa lleva 2 a 6 horas.
- f) Añadir 35 ml de agua destilada, mezclar perfectamente el contenido del matraz (reacción exotérmica) y enfriar.
- g) Añadir 25 ml de NaOH al 30%, añadirlo de manera que resbale por la pared interior del matraz para formar una capa debajo de la solución ácida, a continuación añadir unas cuantas granallas de Zinc. No agitar el balón!
- h) Conectar el matraz por medio de un tubo Kjeldahl, a una trampa de vapor conectado a su vez a un refrigerante cuyo tubo de salida debe penetrar en la superficie de una mezcla de 20 ml de  $H_2SO_4$  0.1 N y 25 ml de agua desti-

lada, contenidos en un erlenmeyer de 500 ml de capacidad, al cual se le agregan varias gotas de rojo de metilo, hasta coloración rojo pálido.

- i) Mezclar el contenido del matraz de Kjeldahl, hacerlo girar moderadamente y destile hasta que haya pasado  $2\frac{2}{3}$  partes del contenido del matraz. Al terminar de destilar, primero retirar el erlenmeyer antes de apagar la hornilla.
- j) Determinar el exceso de ácido valorado con NaOH 0.1 N, hasta aparición de color amarillo.
- k) Efectuar un ensayo en blanco y hacer las correcciones necesarias.

1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N = 1.401 mg de N

( 1 )

### 7.3.3 Determinación de la acidez:

#### 7.3.3.1 Preparación de la muestra:

Se lleva la muestra a una temperatura de aproximadamente 20° C, mezclar hasta que esté homogénea, vaciándola repetidas veces de un recipiente limpio a otro para lograr la homogeneidad.

Si se forman grumos de leche y éstos no se dispersan, se calienta la muestra en baño María a 38°C aproximadamente, y se mezcla hasta que este homogénea.

#### 7.3.3.2 Procedimiento operatorio:

a) Medir o pesar una cantidad adecuada de muestra, aproximadamente 20 ml o 20g en un erlenmeyer y diluir con un volumen dos veces mayor de agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.

b) Agregar 2 ml de solución indicadora de fenolftaleína.

c) Luego agregar la solución de Hidróxido de Sodio 0.1N hasta que comience a virar a un color rosado fácilmente perceptible si se compara con una muestra de la misma leche. Después del viraje, el color rosado desaparece progresivamente.

d) Agregar la solución hasta que el color rosado persista durante 30 seg. y determinar la lectura de los ml gastados.

#### 7.3.3.3 Obtención de resultados:

La acidez de la leche se expresa como porcentaje en masa de ácido láctico (m/m), y se obtiene de acuerdo

a las fórmulas siguientes:

Acidez en % en masa de ácido láctico:

$$V \times N \times 0.090 \times 100$$

$$ml - m$$

Observación: En los casos de la leche fresca y pasteurizada, si la muestra para análisis fue medida, se emplea la siguiente fórmula:

Acidez en % en masa de ácido láctico:

$$V \times N \times 9.0$$

$$V_1 \times d$$

En las que:

V Volúmen de la sol. de NaOH empleado en la titulación en ml.

N Normalidad de la sol. de NaOH

m masa del erlenmeyer vacío, en g.

ml masa del erlenmeyer más la muestra de leche, en gramos.

V<sub>1</sub> Volúmen de leche usado en la determinación, en ml.

d Densidad relativa de la leche fresca o leche pasteurizada. ( 1 )

#### 7.3.4 Prueba de la Reductasa:

##### 7.3.4.1 Procedimiento operatorio:

- a) Medir 10 ml de leche con pipeta estéril y agregar a un tubo de ensayo estéril.
- b) Agregar 1 ml de solución de azul de metileno, tener cuidado de no introducir la pipeta en la leche ni mojar la pared interna del tubo.
- c) Tapar con un tapón estéril y calentar a 37° C durante un tiempo no mayor de 5 min.
- d) Invertir varias veces para asegurar una distribución uniforme de la leche.
- e) Inmediatamente incubar a 37° + 0.5°C con el tubo colocado verticalmente y proteger de la luz solar o artificial. Cada media hora se redistribuye la leche por inversión de los tubos.

##### 7.3.4.2 Obtención de resultados:

El tiempo de reducción corresponde al intervalo transcurrido desde la incubación hasta que la leche se haya decolorado. ( 1 )

## 7.4 Diseño de Investigación:

Muestreo aleatorio:

7.4.1 Unidad de muestreo: 4 diferentes marcas registradas de leche fluida tipo "A". Designadas como A,B,C y D.

7.4.2 Lugares de muestreo: Se seleccionaron las muestras en forma aleatoria en la ciudad de Guatemala.

Puntos de muestreo: Se sortearon 10 zonas y se eligieron 10 supermercados correspondientes a cada zona, en los cuales se obtuvieron las muestras analizadas.

7.4.3 Número de muestras: El número de muestras fué de 20 por marcas.

7.4.4 Análisis estadístico:

El análisis de resultados y su presentación se realizarón por estadística descriptiva, siendo la respuesta a medir si un producto cumple o no con las especificaciones de las Normas COGUANOR ( 1 ) las cuales son:

- Determinación del contenido de grasa por el método de Babcock.
- Determinación de proteínas.
- Determinación de la acidez titulable.

- Prueba de la Reductasa.

Los resultados se expresan en porcentajes y gráficas.



## 8. RESULTADOS

Al realizar los diferentes análisis fisicoquímicos en las muestras de leche fluida tipo "A" de cuatro marcas diferentes se obtuvieron los siguientes resultados: para la determinación del porcentaje de proteínas el 60% de las muestras de leche de la marca "A" cumplen con dicho parámetro de calidad. Con respecto a la determinación de acidez en las muestras analizadas se comprobó que las marcas "A", "B" y "C" cumplen con las especificaciones de calidad establecidas por la norma de calidad en un 100%, 80% y 100% respectivamente.

El análisis de contenido de grasa efectuado demostró que el 60% de las muestras de leche de la marca "B" cumplen con dicho parámetro. La prueba de la reductasa demostró que las muestras de leche de las marcas evaluadas "A", "B", "C" y "D" presentaron contaminación microbiana.

Porcentaje del contenido de grasa  
En leche de cuatro marcas comerciales

Valor exigido por la norma COGUANOR NGO (34046): mayor o igual que 3.0

| Muestra | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1       | 1.7     | 3.0     | 2.7     | 3.0     |
| 2       | 1.3     | 3.2     | 2.5     | 3.0     |
| 3       | 2.4     | 3.0     | 2.5     | 2.7     |
| 4       | 2.7     | 1.8     | 3.0     | 2.6     |
| 5       | 2.8     | 2.8     | 2.9     | 2.2     |
| 6       | 3.0     | 3.0     | 2.7     | 2.9     |
| 7       | 2.8     | 3.0     | 2.7     | 2.8     |
| 8       | 2.5     | 2.8     | 2.7     | 3.0     |
| 9       | 2.8     | 3.0     | 2.5     | 3.0     |
| 10      | 3.0     | 2.7     | 2.7     | 2.8     |
| 11      | 1.7     | 3.0     | 2.5     | 3.0     |
| 12      | 1.5     | 3.2     | 2.5     | 3.0     |
| 13      | 2.5     | 3.0     | 2.7     | 2.7     |
| 14      | 2.7     | 1.8     | 2.7     | 2.6     |
| 15      | 2.8     | 2.8     | 2.9     | 2.2     |
| 16      | 3.0     | 3.0     | 3.0     | 3.0     |
| 17      | 2.7     | 3.0     | 3.0     | 2.7     |
| 18      | 2.8     | 2.8     | 2.7     | 3.0     |
| 19      | 3.0     | 3.0     | 3.0     | 3.0     |
| 20      | 3.0     | 2.8     | 3.0     | 2.7     |

Porcentaje de ácido láctico  
En leche de cuatro marcas comerciales

Valor exigido por la norma COGUANOR NGO (34046): máximo 0.18

| Muestra | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1       | 0.1389  | 0.3704  | 0.0926  | 0.1991  |
| 2       | 0.1250  | 0.1250  | 0.0787  | 0.2130  |
| 3       | 0.1621  | 0.1991  | 0.0879  | 0.1991  |
| 4       | 0.1759  | 0.1621  | 0.1157  | 0.1713  |
| 5       | 0.1296  | 0.1296  | 0.0879  | 0.2130  |
| 6       | 0.1296  | 0.1389  | 0.0833  | 0.2083  |
| 7       | 0.1296  | 0.1621  | 0.0926  | 0.1991  |
| 8       | 0.1389  | 0.1296  | 0.0926  | 0.1945  |
| 9       | 0.1250  | 0.1250  | 0.0879  | 0.2083  |
| 10      | 0.1759  | 0.1389  | 0.0926  | 0.2083  |
| 11      | 0.1401  | 0.1250  | 0.0926  | 0.2130  |
| 12      | 0.1250  | 0.1389  | 0.0926  | 0.1991  |
| 13      | 0.1621  | 0.1296  | 0.0787  | 0.2130  |
| 14      | 0.1759  | 0.1991  | 0.0879  | 0.2130  |
| 15      | 0.1759  | 0.1250  | 0.1157  | 0.1991  |
| 16      | 0.1389  | 0.3704  | 0.0879  | 0.1713  |
| 17      | 0.1296  | 0.1250  | 0.0926  | 0.2130  |
| 18      | 0.1296  | 0.1389  | 0.0787  | 0.2130  |
| 19      | 0.1389  | 0.1296  | 0.0879  | 0.2130  |
| 20      | 0.1250  | 0.1621  | 0.0787  | 0.1991  |

**Porcentaje del contenido de proteínas  
En leche de cuatro marcas comerciales**

Valor exigido por la norma COGUANOR NGO (34046): mínimo 3.2

| Muestra | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1       | 2.8994  | 2.6578  | 2.8994  | 2.8994  |
| 2       | 3.1411  | 2.6578  | 3.0203  | 3.3826  |
| 3       | 3.8659  | 2.6578  | 3.3826  | 3.0203  |
| 4       | 3.8659  | 4.1075  | 3.6243  | 3.6243  |
| 5       | 3.8659  | 4.1075  | 3.6243  | 3.1411  |
| 6       | 4.1075  | 2.6578  | 3.1411  | 3.6243  |
| 7       | 3.8659  | 4.1075  | 3.6243  | 3.1411  |
| 8       | 4.1075  | 3.8959  | 2.8994  | 3.3826  |
| 9       | 2.8995  | 2.8995  | 3.6243  | 2.8994  |
| 10      | 3.3826  | 3.1411  | 3.0203  | 3.3826  |
| 11      | 3.1411  | 3.3826  | 2.8994  | 3.9867  |
| 12      | 3.3826  | 2.6578  | 3.0203  | 2.8994  |
| 13      | 3.1411  | 3.1411  | 3.3826  | 3.1411  |
| 14      | 3.1411  | 3.3826  | 3.0203  | 3.8659  |
| 15      | 3.3826  | 2.6578  | 3.6243  | 3.3826  |
| 16      | 4.1075  | 3.1411  | 3.6243  | 3.6243  |
| 17      | 3.1411  | 3.3826  | 3.6243  | 3.3826  |
| 18      | 2.8994  | 3.3826  | 2.8994  | 3.1411  |
| 19      | 3.8659  | 3.1411  | 3.1411  | 2.8994  |
| 20      | 3.3826  | 4.1075  | 3.6243  | 3.1411  |

**Contaminacion microbiana**  
**En leche de cuatro marcas comerciales**

Decoloracion con azul de metileno indica contaminacion microbiana (+)

| Muestra | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1       | +       | 0       | +       | +       |
| 2       | 0       | +       | +       | +       |
| 3       | +       | +       | +       | 0       |
| 4       | 0       | 0       | 0       | +       |
| 5       | +       | +       | +       | 0       |
| 6       | +       | +       | +       | +       |
| 7       | 0       | +       | +       | +       |
| 8       | +       | 0       | 0       | +       |
| 9       | +       | +       | +       | 0       |
| 10      | 0       | +       | +       | +       |
| 11      | +       | +       | 0       | +       |
| 12      | +       | 0       | +       | 0       |
| 13      | +       | +       | +       | +       |
| 14      | 0       | +       | 0       | +       |
| 15      | +       | +       | +       | 0       |
| 16      | +       | +       | +       | +       |
| 17      | 0       | 0       | +       | +       |
| 18      | +       | +       | +       | +       |
| 19      | +       | +       | 0       | 0       |
| 20      | 0       | 0       | 0       | +       |

## 9. DISCUSION DE RESULTADOS

Con base a los resultados obtenidos, en el análisis fisicoquímico realizado en las muestras de leche fluida tipo "A" de cuatro marcas registradas, se puede comprobar que la calidad de la leche que se distribuye en la ciudad de Guatemala, no cumple con los parámetros establecidos para evaluar la calidad, ya que los resultados obtenidos se encuentran por debajo del valor exigido por las normas oficiales correspondientes.

Los valores exigidos por la norma COGUANOR de leche y productos lácteos NGO (34046) son los siguientes:

Contenido de grasa láctea, en porcentaje en masa:  $\geq$  3.0

Proteínas, en porcentaje en masa, mínimo: 3.2

Acidez expresada como ácido láctico, en porcentaje en masa, máximo: 0.18

Reductasa: Decoloración con azul de metileno indica contaminación microbiana.

El bajo porcentaje en el contenido de proteínas y grasa puede deberse a los factores siguientes: naturaleza de la dieta alimenticia, raza, tiempo de lactancia, edad del animal y adulteración con agua.

## 10. CONCLUSIONES

- 10.1 Todas las marcas de leche fluida tipo "A" analizadas contienen un porcentaje de materia grasa menor del especificado a excepción del 60% de las muestras de la marca "B".
- 10.2 Las marcas de leche analizadas y que se distribuyen en la ciudad de Guatemala tienen un bajo porcentaje de proteínas, excepto el 60% de las muestras de la marca "A".
- 10.3 La determinación de acidez se encuentra dentro de los márgenes establecidos por la norma de calidad en las muestras de leche de las marcas "A", "B" y "C".
- 10.4 El 100% de las muestras de leche de las cuatro marcas analizadas presentaron contaminación microbiana.
- 10.5 La leche fluida tipo "A" que se distribuye en la ciudad de Guatemala, no cumple con las especificaciones de calidad establecidas por las normas de Leche y productos lácteos COGUANOR (NGO 34046).

## 11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Capacitar a los propietarios de las pasteurizadoras y del ganado referente al manejo de la leche para proporcionar al consumidor productos lácteos de calidad.
  
- 11.2 Efectuar evaluaciones periódicas y sistemáticas para verificar la calidad de la leche en las plantas procesadoras y en los puntos de distribución para obtener un producto que llene las especificaciones de calidad requeridas por las normas de calidad de leche y productos lácteos COGUANOR NGO (34046).



## 12. REFERENCIAS

1. Norma guatemalteca COGUANOR; LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Guatemala: 1991. NGO (34046).
2. Sobalvarro Barquero JA., "Leche cruda de consumo en la ciudad de Guatemala". Guatemala: Universidad de San Carlos, (Tesis de graduación, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia) 1973. 31p.
3. Saravia López CG., "Calidad bacteriológica e higiene de la leche cruda para distribución en plantas pasteurizadoras y mercados municipales de la ciudad de Guatemala". Guatemala: Universidad de San Carlos, (Tesis de graduación, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia) 1984. 65p.
4. Gomez Calderón de Hernandez AM., "DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PROTEINAS EN LECHE FRESCA QUE SE CONSUME EN LA CIUDAD DE GUATEMALA". Guatemala: Universidad de San Carlos, (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1985, 47p. (p. 9 - 10).
5. Muralles Araujo RL., "DETERMINACION DE MATERIA GRASA EN LAS LECHE PASTEURIZADAS TIPO "A", QUE SE ENCUENTRAN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA". Guatemala: Universidad de San Carlos, (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1985, 40p.
6. Meyer MR., MANUALES PARA EDUCACION AGROPECUARIA; ELABORACION DE PRODUCTOS LACTEOS. México: Edit. Trillas, 1982. 122p.

7. Williams S., OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 40 ed. USA: 1984. XXVI+1141 p.
8. Goded y Mur A., INDUSTRIAS DERIVADAS DE LA LECHE. Spain: Salvat, 1954. 125 p.
9. Alais C., CIENCIA DE LA LECHE; PRINCIPIOS DE TECNICAS LECHERAS. México: Edit. CECOSA, 1970. 594p.
10. Meyer MF., CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS México: Edit. Trillas, 1982. 102p.
11. Pearson D., THE CHEMICALS ANALYSIS OF FOODS. Seventh ed. New York: Chemical Publishing C.O., 1976. XII+575 p. (p.402 - 430).
12. Kon SK., LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LACTEOS EN LA NUTRICION HUMANA. 2a ed. Roma: FAO, 1972. VIII+90 p.
13. Rodriguez Montero J., ANALISIS DE ALIMENTOS DE LECHE Y DERIVADOS. La Habana: Editorial Fueblo y Educación, 1978. 129p. (p. 14-20, 30-31, 35-39, 60-64).
14. Revilla A., TECNOLOGIA DE LA LECHE. 2a. ed. Costa Rica: Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1982. 399p.
15. INCAP, METODOS DE LABORATORIO; ANALISIS DE ALIMENTOS. Guatemala: 1976. 116 p.
16. Ministerio de Sanidad y Consumo, LECHE Y DERIVADOS. Espana: 1985.
17. OPS., NORMAS PARA EL EXAMEN DE LOS PRODUCTOS LACTEOS; METODOS MICROBIOLOGICOS Y QUIMICOS. 11 ed. E.U.A.: 1963. XV+540 p.

18. INCAP., NORMAS SANITARIAS DE ALIMENTOS. Guatemala: 1968.  
(p. 222-226).

## 10. ANEXOS

### LECHE

#### ASPECTOS GENERALES

En la industria de productos lácteos se emplea principalmente leche de vaca y, en cantidades menores, la de cabra y de oveja. La vaca produce leche durante aproximadamente 300 días posteriores al nacimiento de las crías. La leche producida durante los primeros 4 días es inadecuada para la elaboración de productos lácteos debido a su composición.

Esta clase de leche se llama calostro.

En la composición de la leche influyen los siguientes factores:

- \* Raza y edad de la vaca lechera
- \* Etapa de lactancia
- \* Método de ordeña
- \* Estado de salud
- \* Alimentación
- \* Clima

La leche cruda se clasifica según su contenido de grasa y de proteína y según la presencia de impurezas, de microorganismos y olores extraños.

#### Composición química:

Los principales componentes de la leche son los siguientes:

- \* Agua
- \* Sales minerales
- \* Lactosa

°Grasa

°Vitaminas

Aproximadamente el 85% de la leche es agua. En esta agua se encuentran los otros componentes en diferentes formas de solución.

Las sales y la lactosa se encuentran disueltas en el agua forma una solución verdadera. La mayoría de las sustancias proteínicas no son solubles y forman conjuntos de varias moléculas. Sin embargo, estos conjuntos son tan pequeños, que la mezcla tiene aparentemente las mismas características que una solución verdadera. Este tipo se llama solución coloidal.

La grasa es insoluble al agua y por esto se encuentra en la leche en forma de glóbulos grasos formando una emulsión. La leche cruda es una emulsión inestable de grasa en agua. Después de un cierto tiempo, la grasa se estratifica en forma de nata.

Las sustancias proteínicas de la leche se dividen en proteínas y enzimas. Estas sustancias están compuestas de aminoácidos. La combinación de estos aminoácidos en la molécula determina las características de la sustancia.

Las proteínas en la leche son la caseína, la albúmina y la globulina. La caseína es la materia prima para los quesos. Si se acidifica la leche hasta un pH de 4.7, el calcio y el fosfato se separan de la caseína. Si se acidifica la leche aún más, la caseína vuelve a disolverse. La albúmina y la globulina son solubles, pero se vuelven

insolubles por un calentamiento a más de 65°C. Este cambio de estado físico por calentamiento se llama desnaturalización de la proteína.

Las enzimas son compuestos proteínicos que aceleran los procesos biológicos. La acción de las enzimas depende de la temperatura y del pH del medio. Las temperaturas bajas reducen su actividad. A temperaturas elevadas, entre 70 y 85°C, se inactiva la mayor parte de las enzimas.

En la leche cruda normalmente se encuentran las siguientes enzimas:

**Fosfatasa:** Se inactiva a temperaturas mayores a los 70°C. La presencia de esta enzima indica que la leche no se ha pasteurizado a la temperatura adecuada.

**Peroxidasa:** Se inactiva a temperaturas mayores a los 80°C. Si esta enzima está ausente significará que la leche ha sido pasteurizada a una temperatura elevada.

**Catalasa:** Esta enzima se encuentra en cantidades mínimas en la leche de vacas sanas. Vacas enfermas de mastitis producen leche con una cantidad mayor de esta enzima. Además, algunas bacterias ajenas a la leche la producen. La catalasa se inactiva por una pasteurización a temperaturas bajas.

**Lipasa:** Esta enzima separa la grasa en glicerina y sus ácidos grasos. Los ácidos provocan olores y sabores desagradables en la leche. Esta enzima se inactiva por una pasteurización a temperatura baja.

**Xantinoxidasa:** Su presencia es importante en la elaboración de los quesos de pasta firme, como el tipo holandés.

En presencia de nitratos de potasio ayuda a combatir la acción de las bacterias butíricas, que producen grietas en este tipo de queso. Se inactiva por una pasteurización a temperatura elevada.

Otra enzima que se puede encontrar en la leche, es la reductasa. Esta sustancia no es una enzima láctea, pero es producida por microorganismos. La presencia de la reductasa en la leche indica que la leche está contaminada con microorganismos. ( 7 )

La cantidad de grasa en la leche es variable y depende de la raza y de la alimentación de la vaca. La grasa contribuye mucho al sabor y a las propiedades físicas de la leche y de los productos lácteos.

La grasa puede constar de glicerina y uno, dos o tres ácidos grasos.

La grasa esta distribuida en la leche en forma de gotitas o globulos rodeados de una película que contiene lecitina y proteína. Esta película permite que los glóbulos queden en emulsión.

La lactosa le da el sabor dulce a la leche. La lactosa está compuesta de glucosa y de galactosa. Las bacterias lácticas pueden transformar la lactosa en ácido láctico. Esta acidificación no es deseable en el caso de leche para consumo, pero en la obtención de productos lácteos, la fermentación de la lactosa en ácido láctico ejerce una acción conservadora. En la leche tratada a temperaturas altas, la lactosa, en combinación con proteína, produce una coloración

café.

Las sales minerales o cenizas de la leche son cloruros, fosfatos, sulfatos, carbonatos, citratos. Los minerales principales son calcio, sodio, potasio, magnesio y hierro. Los citratos intervienen en el aroma de la mantequilla. El contenido de sales cálcicas es importante en la alimentación, porque éstas favorecen el crecimiento de los huesos.

En la leche se encuentran también las vitaminas A, B1, B2 y D.

Durante la ordeña se incorporan a la leche algunos gases, como el dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno. Luego, una parte de estos gases se desprende formando espuma. Durante el almacenamiento, el contenido gaseoso disminuye. Ciertas bacterias también desarrollan gases en la leche.

#### **Características físicas:**

La leche tiene un sabor ligeramente dulce y un aroma delicado. El sabor dulce proviene de la lactosa, mientras que el aroma viene principalmente de la grasa.

Sin embargo, la leche absorbe fácilmente olores del ambiente como el olor del establo o de pintura recién aplicada. Además, ciertas clases de forrajes consumidos por las vacas proporcionan cambios en sabor y olor a la leche. También, la acción de microorganismos puede tener efectos desagradables en sabor y olor.

La leche tiene un color ligeramente blanco amarillento debido a la grasa y a la caseína. Los glóbulos de grasa y en



menor grado la caseína, impiden que la luz pase a través de ella, por lo cual la leche parece blanca. El color amarillo de la leche se debe a la grasa, en la que se encuentra el caroteno. Este es un colorante natural que la vaca absorbe con la alimentación de forrajes verdes.

La presencia de ácidos tiene gran importancia en la elaboración de la leche. La acción de estos ácidos afecta los fenómenos microbiológicos, la formación de mantequilla y la precipitación de las proteínas.

La acidez de la leche se expresa en la cantidad de ácido que puede neutralizarse con hidróxido de sodio al 0.1%. De esta forma, se mide el ácido presente en la solución. Esta clase de acidez se llama acidez real. La acidez promedio de la leche cruda fresca es de 0.165%.

#### **Determinación de la calidad:**

La leche se somete a algunas pruebas para determinar si es adecuada para su consumo. Estas pruebas incluyen:

**Determinación de la densidad:** Sirve para ver si la leche es pura.

**Punto de congelación:** Este indica eventuales adulteraciones.

**Determinación de la acidez:** Leche con una acidez mayor de 0.18% se rechaza.

**Precipitación con alcohol:** Se mezcla cantidades iguales de leche y de alcohol a 68%, si se produce la coagulación, la acidez es demasiado elevada.

**Ebullición:** Si la leche se coagula hirviéndola, ésta es

inadecuada para la pasteurización.

La mayoría de las fábricas pagan la leche según su contenido en grasa y en proteínas, porque éstas características determinan el rendimiento de la elaboración. Por lo tanto, la leche debe pasar un exámen de calidad. Para efectuarlo, se toman muestras que se conservan a baja temperatura. De varias muestras recolectadas, se determina el contenido promedio de grasa y de proteína. El exámen de calidad incluye las siguientes pruebas:

Reacción con azul de metileno: Esta prueba evalúa el grado de contaminación con microorganismos.

Cuenta estandar de bacterias.

Sedimentación: Filtrando la leche a través de un algodón especial, se evalúa la sedimentación para determinar el contenido de impurezas.

Presencia de antibióticos.

Contenido de células: Un contenido elevado indica la presencia de mastitis en las vacas productoras.

Con base a los resultados, la fábrica puede rechazar la leche del productor o hacer descuentos en el precio.

La pasteurización de la leche es un tratamiento que consiste en calentar la leche a una temperatura suficientemente alta, durante un tiempo adecuado, para destruir los gérmenes patógenos y debilitar a otros, de manera que el producto pueda transportarse, distribuirse y consumirse sin peligro alguno.

## **Análisis físicos y químicos:**

### **Determinación de acidez:**

Se realiza con el objetivo de controlar la calidad del producto, la cual nos proporciona un índice de tratamiento y la conservación que ha sufrido éste y nos muestra si está apto para el consumo o elaboración.

La acidez en la leche tiene dos orígenes diferentes, y de acuerdo a esto se denomina acidez natural o acidez provocada.

La acidez natural es la que tiene la leche en el momento del ordeño y se debe a la reacción ácida de algunos de sus componentes, tales como: caseína, albúmina, ácido acético, dióxido de carbono, y fosfatos.

La acidez provocada se debe al ácido láctico formado por la fermentación de la lactosa después que la leche ha sido extraída de la ubre. Esto se produce cuando la leche no se conserva a temperatura adecuada y se desarrollan los microorganismos que actúan sobre la lactosa.

**Determinación de proteínas:** Las proteínas son compuestos orgánicos de elevado peso molecular formados por aminoácidos, los cuales se unen mediante enlaces peptídicos que no son más que la unión del grupo amino de un aminoácido con el grupo carboxilo de otro aminoácido.

En la leche, la proteína principal es la caseína, que se encuentra en la leche normal, como asociación de caseinato de calcio.

#### **Determinación de grasa:**

La grasa es el componente más importante de la leche desde el punto de vista comercial, presenta gran valor alimenticio y se distingue del resto de la grasa que se presenta en la naturaleza por su composición química complicada.

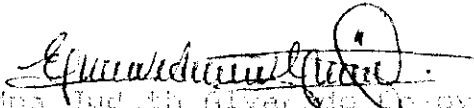
Desde el punto de vista químico la grasa de la leche se compone de ésteres grasos de la glicerina, lecitina, colesterol, vitaminas D, A y carotenos.

La determinación de la grasa permite conocer el % de grasa de la leche o productos lácteos, y esta es una de las formas de controlar la calidad, además, es útil para realizar determinados procesos, como la estandarización de la leche fresca, la reconstitución y otras adiciones que se realizan a los productos lácteos.

#### **Determinación de Reducción del Azul de Metileno:**

El ensayo del azul de metileno esta basado en que la presencia de reductasa en la leche y de reductores provenientes del metabolismo de las bacterias contaminantes son capaces de pasar a su leucobase ciertos colorantes, variándolos de tono o tornándolos incoloros, lo que puede emplearse como indicador de la contaminación, estando la rapidez de la decoloración vinculada al número de bacterias presentes.


El método de reducción de azul de metileno mide indirectamente la actividad de los microorganismos.

  
Edna Tudela Alvarado Cordero

Autora

  
Licda. Guadalupe Zelada  
asesora

  
Licda. Beatriz B. de Jimenez  
Directora de Escuela

  
Licda. Jorge Pérez  
Decano Facultad de Ciencias Químicas  
y Farmacia