

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y**  
**AGROPECUARIAS**

**DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS**



CUCEB



**DETERMINACION DE AGUA, SACAROSA, ALCALIS, FECULAS  
Y SUERO DE QUESERIA COMO ADULTERANTES EN LECHE  
BRONCA CONSUMIDA EN LA ZONA METROPOLITANA DE  
GUADALAJARA.**

**TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA  
PRESENTAN:**

**P.M.V.Z. ALVAREZ CISNEROS MARINA**  
**P.M.V.Z. OROZCO CASTELLANOS HECTOR GABRIEL**

**DIRECTOR DE TESIS:**  
**MVZ. SILVIA RUVALCABA BARRERA**

**ASESOR DE TESIS:**  
**MVZ. EDUARDO GONZALEZ COVARRUBIAS**

**Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., Julio de 1998**

## CONTENIDO

|                                 | Página |
|---------------------------------|--------|
| RESUMEN .....                   | x      |
| INTRODUCCION .....              | 1      |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 13     |
| JUSTIFICACION .....             | 15     |
| HIPOTESIS .....                 | 16     |
| OBJETIVOS .....                 | 17     |
| MATERIAL Y METODO .....         | 18     |
| RESULTADOS .....                | 19     |
| DISCUSION .....                 | 31     |
| CONCLUSIONES .....              | 34     |
| BIBLIOGRAFIA .....              | 35     |

La leche ocupa un importante lugar en la alimentación y economía de los pueblos, y es necesario que llegue al consumidor exenta de sustancias nocivas para la salud, sin adulterar, inalterada y correctamente denominada. Su composición en termino medio es 3.3% de proteínas, 4.9% de glúcidos, 3.75% de lípidos, 0.80% de minerales y 87% de agua. México como deficitario en un 40% en la producción, se ha visto en la necesidad de importar leche en polvo y otros derivados lácteos como el lactosuero. No existe institución oficial específica que tenga injerencia en lo que se denomina "cadena de la leche", lo que trae como consecuencia un deficiente control. Los fraudes, en la elaboración de productos alimenticios son muy frecuentes en países subdesarrollados y tienen graves consecuencias en Salud Pública por la modificación original de su composición. La detección de fraudes es difícil y exige mucha atención en los análisis para una correcta interpretación. Para definir el aguado y su magnitud los métodos empleados son Índice Crioscópico y el peso específico (densidad). La adición de agua en ocasiones además implica que el adulterador trate de "arreglar" el aguado añadiendo sólidos, entre los más comunes están sacarosa, álcalis, féculas y suero de quesería. Con este trabajo se pretende determinar el tipo de adulterante más empleado en la Zona Metropolitana de Guadalajara, identificar la zona de procedencia con más frecuencia en adulteraciones y conocer la época del año en que se realizan las adulteraciones. Se captaron muestras durante un año y en diferentes lugares. En los 4 sectores de la ZMG y en 9 centros de acopio representativos del estado de Jalisco. Se identificaron los adulterantes mediante diferentes técnicas: aguado por punto crioscópico, sacarosa con resorcinol, álcalis con ácido rosólico, féculas con lugol y suero de quesería a través de electroforésis en gel de poliacrilamida. Se encontraron todos los adulterantes excepto las féculas, el adulterante más frecuente fue el agua, con una frecuencia de 71.63 %, la sacarosa obtuvo un segundo lugar con un 12.77% siguiendo el lactosuero en un 6.62 % y los álcalis solo se encontraron en centros de acopio con un 2.22 %. Los resultados obtenidos muestran que la presencia de adulterantes es relativamente elevada. Además se evidencia la falta de control oficial en la producción y comercialización en la leche consumida en la ZMG, principalmente en la expendida por vendedores ambulantes.

## INTRODUCCIÓN

El hombre ha consumido leche desde el principio de su historia pero es imposible establecer la cuantía de este consumo a través de los años. El consumo regular de leche se remonta al momento en el que el hombre nómada abandona la caza como medio de subsistencia, cultivando la tierra y así alimentando a los animales capturados. Esto sucedió en el Mesolítico entre los años 10,000 a 8,000 a.C. (1). Teniendo lugar los primeros ordeños como lo muestran pinturas rupestres en cavernas del Sahara, España y Francia. (9)

Los primeros datos de las actividades del hombre referidas a las vacas y a la leche pueden encontrarse en los escritos sánscritos de los Sumerios 4,000 años a.C., en los Babilonios 2,000 años a.C. y en los himnos Védicos (17).

Hipócrates en sus principios médicos, que datan del año 400 a.C., describe la leche como el alimento casi perfecto y recomienda su uso para un gran número de dolencias como una medicina. La importancia que los Griegos daban a la leche se refleja en su mitología, donde Zeus crea la Vía Láctea, en honor a la cabra que lo amamantó (9).

Aristóteles (384-322 a.C.) habla de la leche de yegua y asna, en realidad los griegos y romanos ya reconocían su poder nutritivo (12).

Cuando Cristóbal Colón descubrió América, no existían vacas en este continente más sin embargo en su segundo viaje, llevó a la India Occidental (América) bovinos y otros animales domésticos (9).

La leche es el producto integro del ordeño completo e ininterrumpido de una hembra lechera sana, bien alimentada y no fatigada. Ha de ser recogida higiénicamente y no debe de contener calostros, tal es la definición adoptada por el I Congreso Internacional para la Represión en los Fraudes de los Alimentos, Ginebra 1908 (17).

La leche ocupa un importante lugar en la alimentación y en la economía de los pueblos. Por ello se debe ser muy exigente en lo que respecta a la obtención, composición, propiedades y manipulación, puntos que se garantizarán con una buena inspección establecida y regulada (1).

La leche como alimento es necesario que llegue al consumidor exenta de sustancias nocivas para la salud, sin adulterar, inalterada y correctamente denominada (9).

La leche, biológicamente hablando es la secreción de la glándula mamaria para la alimentación de los críos mamíferos. Gracias a la lactancia el recién nacido aún inmaduro en sus funciones digestivas y neuromusculares puede sobrevivir y desarrollarse hasta que llega al momento en que adquiere la capacidad de ingerir la dieta propia de la especie y sobrevivir al destete (9).

Ante la ley, la leche es la secreción natural de la glándula mamaria de la vaca sana y bien alimentada (16).

Químicamente la leche es uno de los fluidos más complejos que existen y seguramente nadie sabe cual es la totalidad de sus elementos, por cuanto la investigación científica constantemente determina nuevos componentes, que se agregan a la lista que actualmente se conoce. La leche está formada por una mezcla compleja que consiste en una emulsión de grasas y una dispersión coloidal de proteínas junto con el azúcar de la leche la lactosa. Las propiedades físicas de la leche son varias, teniendo una coloración blanca aporcelanada, cuando es muy rica en grasa presenta una coloración ligeramente crema por los carotenos contenidos, la leche pobre en grasa es ligeramente azulada. La leche fresca no tiene olor característico, pero debido a la presencia de la grasa puede captar con mucha facilidad olores del ambiente o recipiente de alojamiento. En cuanto a su sabor, la leche es medio dulce y neutro. Por la lactosa que contiene, fácilmente adquiere por contacto sabores a ensilaje, establo, hierbas etc. El punto de ebullición es a los 100.17°C. La leche está formada de aproximadamente 87.5% de agua y 12.5% de sólidos o materia seca total (1).

El agua es un solvente que sirve como medio de soporte para sus componentes sólidos y gaseosos, encontrándose en dos formas; el agua libre es la que se mantiene en mayor parte en solución de la lactosa y sales (sale de la cuajada como suero), y el agua de enlace este es el elemento de cohesión de componentes no solubles. Los sólidos de la leche forman la materia seca, en donde encontramos la lactosa que es un disacárido formado por glucosa y galactosa representando el 4.7-5.2 % del total de componentes de la leche, es el elemento menos variable por lo que es útil para detectar alteraciones en la leche. La lactosa es fermentada por bacterias lácticas produciendo ácido láctico principalmente. El porcentaje de acidez de la leche se expresa por lo

tanto en términos de éste ácido. La lactosa representa el 95% de los glúcidos de la leche, posee un bajo poder enulcorante y constituye en promedio el 40% de los sólidos totales. Un porcentaje menor de lactosa indica un fraude (1).

Los lípidos constituyentes de la leche, varían de acuerdo a la raza, con una media de 3.5% en Holstein-Friesian. (9). Legalmente la grasa mínima permitida en un litro de leche es de 30g. (16). En la grasa láctea encontramos glicéridos, fosfolípidos, cerobrósidis, colesteroles y carotenos. La materia grasa se encuentra en la leche en forma de glóbulos esféricos suspendidos en la fase acuosa del suero, en el tamaño de estos glóbulos influye la especie, la raza y el estado de lactación en que se encuentre el animal, siendo más pequeños en leche de cabras que en la de vaca y en estas la raza Holstein presenta el menor tamaño, aumentando hacia el final de la lactación. (1).

La leche contiene como término medio 3.2% de proteínas, de las que el 80% son caseínas, las cuales precipitan a pH de 4.6 y/o por acción de algunas enzimas específicas. También contiene: lactoalbúmina, lactoglobulina y proteínas minoritarias. (1)

Los principales gases en la leche son bióxido de carbono, oxígeno e hidrógeno. (9)

El suero está constituido por una solución verdadera de lactosa, sales minerales, grasas, glicéridos, proteínas hidrosolubles (lactoalbúmina y lactoglobulina). fosfolípidos, flavinas, minerales (calcio, magnesio, fósforo, sodio, potasio, cloro) ácido cítrico, vitaminas hidrosolubles y vitaminas liposolubles (9).

### CUADRO DE COMPOSICIÓN

|           | LECHE  | LACTOSUERO |
|-----------|--------|------------|
| Proteína  | 3.30%  | 0.9%       |
| Glúcidos  | 4.90%  | 4.9%       |
| Lípidos   | 3.75%  | 0.3%       |
| Minerales | 0.80%  | 0.8%       |
| Agua      | 87.00% | 93.0%      |

En la década de los noventas, la producción mundial de leche fluida de vaca ha registrado altibajos, fluctuando entre los 375 y 385 millones de toneladas métricas anuales. Casi el 52% de la producción se concentra en cinco países (13),

### PRODUCCIÓN LECHERA MUNDIAL

(Millones de Toneladas Métricas)

|                |      |
|----------------|------|
| Estados Unidos | 69.5 |
| Rusia          | 51.9 |
| India          | 30.7 |
| Alemania       | 20.4 |
| Francia        | 25.5 |

Fuente: SAGAR 1996.

La producción nacional de leche en el periodo 89-95 presenta una tasa media de crecimiento del 5.5%.

### PRODUCCIÓN LECHERA EN MÉXICO

(Millones de litros)

|      |       |
|------|-------|
| 1989 | 5,577 |
| 1990 | 6,142 |
| 1991 | 6,717 |
| 1992 | 6,966 |
| 1993 | 7,404 |
| 1994 | 7,320 |
| 1995 | 7,705 |

Fuente: SAGAR 1996.

En el país las más importantes cuencas lecheras se encuentran en zonas templadas y áridas siendo las principales: la región de los Altos de Jalisco y La Laguna en Durango y Coahuila. También destacan estados como Veracruz y Guanajuato con considerables volúmenes.

En 1995, la producción nacional de leche, lograda por los principales Estados productores fue de:

**PRODUCCIÓN LECHERA POR ESTADO**  
(Millones de litros)

|                |         |
|----------------|---------|
| Jalisco        | 1453.55 |
| Veracruz       | 699.22  |
| Coahuila       | 635.36  |
| Durango        | 579.91  |
| Guanajuato     | 566.20  |
| Chihuahua      | 479.49  |
| México         | 408.37  |
| Hidalgo        | 323.45  |
| Puebla         | 291.65  |
| Aguascalientes | 290.06  |

Fuente: SAGAR 1996.

Dado que México no es un importante productor de leche con respecto al resto del mundo y a que el conteo del INEGI (1995) reveló una población superior a 91 millones de habitantes, de los cuales un 11% aproximadamente es población infantil de 0 a 4 años de edad con requerimientos mínimos de 600 ml de leche al día, se aprecia un marcado déficit entre el consumo y la producción de leche.

Nuestro país como deficitario en un 40% en la producción de leche fresca se ha visto en la necesidad de importar este alimento en su presentación en polvo, y otros derivados lácteos, situación que lo convierte en uno de los principales importadores.

### IMPORTACIONES DE PRODUCTOS LÁCTEOS 1995

(Toneladas)

|                  |             |
|------------------|-------------|
| Leche en polvo   | 105,976,387 |
| Lactosuero       | 24,319,354  |
| Leche condensada | 108,400     |
| Leche evaporada  | 142,647     |

Fuente: BANCO DE MEXICO 1996.

De la leche producida en México aproximadamente el 22% se destina a pasteurización y distribución como leche fluida, el 33% a la industria, en la que destaca la quesería y en menor proporción leche evaporada, condensada y en polvo; mientras que el 45% restante se distribuye como leche bronca para consumo directo (no pasteurizada) en un 35% y para elaboración de derivados lácteos en un 65% (10).

### DESTINO DE LA LECHE EN MÉXICO

|           | PASTEURIZADA % | BRONCA % |
|-----------|----------------|----------|
| Fluida    | 22             | 35       |
| Derivados | 33             | 65       |
| TOTAL     | 55             | 45       |

Fuente : SAGAR 1996.

En el ámbito lechero, en el país intervienen una considerable cantidad de organismos oficiales pero cada uno abordándolo de diferente forma, así se tiene que la SAGAR (Secretaría de Agricultura Ganadería y desarrollo Rural) se ocupa de la producción en cuanto a inventarios ganaderos, volúmenes producidos y campañas zoonosanitarias. La S.S. (Secretaría de Salud) se encarga de la calidad sanitaria de la leche y sus derivados llevando a cabo revisiones periódicas en plantas industrializadoras, y a través de la Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario, regula la calidad sanitaria de las importaciones de leche y derivados, aunque el aspecto de importaciones realmente lo controla la SECOFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial) y el Banco de México.

Una vez que se realizan las importaciones de leche y subproductos lácteos es la CONASUPO, (Compañía Nacional de Subsistencias Populares) a través de LICONSA (Leche Industrializada CONASUPO) quien controla la distribución de éstos.

La PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor) tiene como función el aplicar sanciones cuando se afectan los intereses de los consumidores por alteraciones de precios, por incumplimiento en contratos preestablecidos ó cuando los productos no cumplen con lo anunciado en las etiquetas.

SEDER, (Secretaría de Desarrollo Rural) efectúa diagnósticos de la situación de la ganadería, así como su impacto en la producción y proporciona apoyo a los ganaderos mediante programas y asesoría técnica (14).

La CANILEC (Cámara Nacional de Industriales de la Leche) es un organismo que agrupa a los industriales de la leche, tiene el inconveniente que la mayoría de sus agremiados son clasificados como medios o grandes productores.

Recientemente en Jalisco, se ha creado una asociación denominada COFOCALEC (Comité de Fomento para la Calidad de la Leche) formada por Gobierno del Estado a través de la SEDER, industriales y productores, que tienen como finalidad el coordinar y regular la calidad de la leche en el estado.

Pero a pesar de que estas instituciones tienen injerencia en lo que se puede denominar "cadena de la leche", no existe vinculación entre ellas, lo que trae como consecuencia un deficiente control; además de que la mayoría de ellas se ocupan de los medianos y grandes productores, mientras que los pequeños quedan fuera de toda supervisión.

La crisis económica por la que está pasando México ha repercutido seriamente en el sector pecuario y en especial sobre la producción lechera, debido principalmente a que una cantidad considerable de insumos son de importación y los precios de éstos han sido liberados, mientras que el de la leche se mantiene controlado y así se observa que de 1991 a 1994, al productor se le pagó entre \$0.90 y \$1.20, en 1995 se incrementó a \$1.70, en 1996 estuvo de \$1.80 a \$2.00 y en 1997 dependiendo del comprador se pagó de \$2.00 a \$2.40 (13) lo cual es muy similar al costo de producción que de acuerdo al tipo de explotación y alimentación del ganado es de \$ 2.00 a \$2.50\*

---

\* Comunicación personal.

Debido en gran parte a la situación económica y a la falta de conciencia en algunos productores es frecuente que éstos realicen algunas adulteraciones en la leche, entendiéndose como tal, la alteración en la composición original de ésta. (16)

Las adulteraciones van desde operaciones simples aunque difíciles de detectar por el consumidor, hasta ingeniosas y avanzadas alquimias, que tienen la finalidad de burlar las pruebas físico-químicas de los laboratorios de control de calidad.

La incidencia de fraudes es muy frecuente en países subdesarrollados y tienen graves consecuencias en Salud Pública, por la modificación original de la composición de la leche y un empobrecimiento en elementos nutritivos, así como la contaminación potencial por agentes patógenos, comprometiéndose de este modo la salud del consumidor (14).

La detección de fraudes es difícil y exige mucha atención en los análisis, pues la interpretación de resultados puede presentarse a confusiones de graves consecuencias, ya que cifras normales de la leche pueden variar por causas naturales que se traducen en modificaciones en el sabor, olor y aspecto.

Las alteraciones de origen microbiano, producen acidificación por la fermentación de lactosa en ácido láctico, el fenómeno es espontáneo generalmente por *Streptococo lactis* o microorganismos del grupo fermentativo como *Lactococcus lactis subsplactis*, es aquí en donde el productor emplea algunas sustancias para encubrir dichas alteraciones y

poder comercializarla. Otros microorganismos pueden causar acidificación, proteólisis y lipólisis. (8)

Para definir el aguado y su magnitud, los métodos clásicos empleados, han sido la medición del índice de refracción de la leche y del peso específico (densidad). Estos métodos pueden detectar adulteraciones groseras pero no la adición de un volumen relativamente pequeño de agua y por lo tanto han sido desechados como métodos eficaces. En su lugar se han implantado los métodos basados en el cambio del punto de congelación de la leche (punto crioscópico). En algunos países se está utilizando la osmometría que funciona con un principio semejante a la crioscopia. La leche se congela a temperaturas más bajas que el agua debido a la concentración de solutos, comúnmente de  $-0.540^{\circ}\text{C}$  como mínima y de  $-0.560^{\circ}\text{C}$  como máxima, mientras que la lectura del punto de congelación del agua pura es de  $0.000^{\circ}\text{C}$ , por consiguiente la adición de agua a la leche implica un incremento en su punto de congelación, es decir lo acerca a  $0^{\circ}\text{C}$ , basado en este principio se han desarrollado los métodos crioscópicos que determinan con alta precisión la adición de muy pequeñas cantidades de agua. (11)

La adición de agua comúnmente implica que el productor trate de compensar el aguado añadiendo sólidos, entre los más comunes están: sacarosa, álcalis, féculas y suero de quesería.

La leche generalmente tiene una acidez de 1.5 a 1.7 gramos por litro, expresado en ácido láctico. La acidez normal de la leche se debe principalmente a su contenido de caseína (0.05-0.08%) y de fosfatos. También

contribuye a la acidez el bióxido de carbono (0.01-0.02%), los citratos (0.01%) y la albúmina (menos del 0.01%) (4).

La acidez se mide en base a una titulación alcalimétrica con NaOH, utilizando fenolftaleína como indicador. (14) Cuando transcurre un determinado tiempo sin que la acidez aumente, o cuando se detecten cantidades inferiores a 1.4 gramos de ácido láctico hace sospechar de la presencia de álcalis.

Una adulteración común es la adición de azúcares diferentes a la lactosa (glucosa y sacarosa). Ante la presencia de sacarosa y mediante el empleo de un indicador (Resorcinol) se produce una coloración rojo brillante cuya intensidad varia de acuerdo a la cantidad de sacarosa añadida a la leche.

Aunque poco frecuente por lo simple que resulta su identificación, puede ser empleado como adulterante el almidón en forma de féculas y harinas las cuales ante la presencia de yodo desarrollan un color azul violeta.

Mientras que los responsables del control de calidad buscan técnicas más accesibles para identificar estas adulteraciones, los productores o intermediarios buscan a su vez otras para burlar los controles de calidad, de ahí que en los últimos meses se haya hecho común adulterar con suero de quesería ya sea en polvo ó fluido, puesto que al contener elementos similares a la leche no es fácil de identificar por métodos convencionales y si posee un precio relativamente bajo y alta disponibilidad.

Entre los métodos para determinar suero de quesería añadido a la leche, destaca el de Pinto y colaboradores (1991) que se basa en la identificación de un compuesto (Glicomacropéptido) producido por la acción de la renina sobre la K- caseína durante la fase primaria en la coagulación de la leche para la producción de queso (3).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Zona Metropolitana de Guadalajara no existe organismo oficial que regule la calidad de la leche bronca que se expende a granel en los domicilios, ya que la S.S. (Secretaría de Salud) únicamente realiza visitas de verificación a empresas pasteurizadoras o productoras de derivados lácteos y enfoca su control al aspecto de calidad sanitaria, por otro lado la PROFECO solo actúa cuando existe denuncia sobre alteración en precios, y en pocas ocasiones para constatar que lo expresado en las etiquetas coincida con la composición real de los productos analizados, dejando fuera de control aproximadamente 25,000 litros diarios de leche que representan el volumen expendido en la Zona Metropolitana de Guadalajara por vendedores ambulantes (boteros).

La producción de leche representa un negocio con muy bajas y hasta nulas utilidades por los elevados costos de producción, y algunos productores o intermediarios encuentran una alternativa en la adulteración para aumentar los volúmenes y en consecuencia las utilidades, aunque ello signifique un engaño para los consumidores, una competencia desleal para los demás productores y en ocasiones hasta problemas de Salud Pública.

Es necesario considerar que en la mayoría de las ocasiones no son los ganaderos quienes llevan a cabo las adulteraciones, sino los intermediarios que realizan la comercialización a granel (boteros).

Entre las adulteraciones más comunes está la adición de agua, y para tratar de compensar los sólidos, se adicionan solutos como, sacarosa, álcalis, féculas y últimamente como estas sustancias son relativamente simples de identificar aumentó el uso del suero de quesería que se obtiene fácilmente y a un precio muy accesible.

## JUSTIFICACIÓN

En la Zona Metropolitana de Guadalajara no existe control oficial, sobre la leche bronca que se expende, por lo que se desconocen las condiciones de calidad con que llega a los consumidores, además la crisis económica ha dado como fenómeno no deseado, elevados costos de producción.

Estas circunstancias hacen que los productores y los comerciantes (con mayor frecuencia estos últimos) adulteren la leche con el objeto de aumentar los volúmenes y disminuir los elevados costos de producción.

Es importante identificar las adulteraciones que se llevan a cabo en la leche, para con ello buscar alternativas que tiendan a disminuirlas y de esa forma evitar que estas acciones que significan un fraude para el consumidor y una competencia desleal entre productores honestos, se sigan presentando

UUCBA



## HIPÓTESIS

Si el precio de la leche al productor es insuficiente y si existen productos con alta disponibilidad y bajo precio que aumentan los rendimientos, entonces estos productos son empleados como adulterantes y la leche consumida en la Zona Metropolitana de Guadalajara, presenta una alta frecuencia de ellos.

## OBJETIVOS

### GENERAL

Identificar agua, sacarosa; álcalis, féculas y suero de quesería como adulterantes en leche bronca consumida en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

### PARTICULARES:

1. Determinar el tipo de adulterante más comúnmente empleado.
2. Identificar la zona de procedencia con más frecuencia en adulteraciones.
3. Conocer la época del año en que se realizan más frecuentemente las adulteraciones.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El proceso experimental se realizó en el Área de Fisicoquímica Alimentaria del Departamento de Salud Pública de la División de Ciencias Veterinarias del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

La captación de muestras se efectuó durante un año en diferentes lugares. La leche bronca se obtuvo de vehículos que expenden el producto al menudeo y a domicilio, así como de centros de acopio ubicados en diversos puntos del Estado de Jalisco.

El total de muestras analizadas fue distribuido de la siguiente manera, para los expendedores ambulantes fueron 51, tomando 4 por mes en forma aleatoria, una de cada sector de la Zona Metropolitana,\* durante los meses de octubre de 1996 a octubre de 1997.

En los centros de acopio, se tomaron 90 muestras, considerando 9 centros y efectuando el muestreo cada mes. Los centros de acopio fueron: Etzatlán, El Salto, El Arenal, Jocotepec, San Juan de los Lagos, Zapotlanejo, Tepatitlán, Jalostotitlán y Lagos de Moreno, la leche fue captada durante los meses de diciembre de 1996 a octubre de 1997.

Una vez obtenidas las muestras de leche, se transportaron al laboratorio, de tal forma que su temperatura no excedió a los 6°C.

En el laboratorio se identificaron los adulterantes mediante las siguientes técnicas:

**Aguado:** mediante punto crioscópico.

**Sacarosa:** prueba de resorcinol.

**Alcalis:** prueba de ácido rosólico.

**Féculas:** prueba de lugol.

**Suero de quesería:** mediante electroforesis en gel de poliacrilamida SDS (10).

---

\* En el periodo del muestreo la ciudad de Guadalajara estaba dividida en cuatro sectores, actualmente en siete zonas.

## RESULTADOS

En la leche distribuida en la zona metropolitana de Guadalajara por vendedores ambulantes se encontró:

Una densidad promedio de  $1.030^{\circ}\text{Q}$  considerada dentro del promedio normal ( $1.029^{\circ}$  a  $1.032^{\circ}\text{Q}$ ). El 31.37 % de las muestras estuvieron por debajo de la densidad normal, el 52.94 % dentro del rango y un 15.68% por encima de éste (tabla 1)

En lo referente a Índice Crioscópico el promedio fue de  $-0.505^{\circ}\text{C}$  el cual se encuentra por arriba de lo normal ( $-0.540$  a  $-0.560^{\circ}\text{C}$  nivel establo), hallándose un 76.47 % superior al parámetro, un 13.72 % dentro de él y un 9.81 % inferior a éste. (tabla 1)

No se encontraron muestras adulteradas con álcalis ni féculas, mientras que con sacarosa hubo un 25.49 % y con suero de quesería un 13.75 % (tabla 2).

La leche en el sector Hidalgo presentó una densidad promedio de  $1.028^{\circ}\text{Q}$ . El 53.84% de las muestras estuvieron por debajo de lo normal, el 30.76% dentro de lo normal y el 15.38% por arriba de lo normal. En Índice Crioscópico presentó un promedio de  $-0.460^{\circ}\text{C}$ , hallándose un 100% de las muestras por arriba del rango (tabla 1).

No se encontraron muestras adulteradas con álcalis ni féculas, mientras que con sacarosa fue un 30.76% y el suero de quesería se encontró en un 8.33% (tabla 2).

Las muestras del sector Libertad presentaron una densidad promedio de  $1.031^{\circ}\text{Q}$ , en donde el 25% se encuentra por debajo de lo normal, un 58.33% está dentro de lo normal y un 16.66% superior a éste. En Índice Crioscópico presentó un promedio de  $-0.504^{\circ}\text{C}$ , con un 91.66% por arriba de lo normal, 8.33% dentro de lo normal y ninguna muestra estuvo por abajo del parámetro normal (tabla 1).

No se encontraron muestras adulteradas con álcalis ni féculas, pero sí con sacarosa en un 33.33%. Por otra parte el suero de quesería se encontró en un 8.33% (tabla 2).

En el sector Juárez, la leche presentó una densidad promedio de  $1.031^{\circ}\text{Q}$ , con un 23.07% por debajo de lo normal, un 53.84% dentro de lo normal y un 23.07% por arriba de lo normal. El promedio del Índice Crioscópico fue de  $-0.534^{\circ}\text{C}$ , obteniéndose un 61.53% por arriba de lo normal, un 15.38% dentro de lo normal y un 23% por abajo de éste. (tabla 1)

No se encontró adulteración con álcalis ni féculas, mientras que con sacarosa se encontró un 23.07% y con suero de quesería se observó el 23.08% (tabla 2).

La leche muestreada en el sector Reforma presentó una densidad promedio de  $1.030^{\circ}\text{Q}$ , obteniendo un 15.38% por debajo de lo normal, un 69.23% dentro de lo normal y un 15.38% por arriba de lo normal. En el Índice Crioscópico presentó un promedio de  $-0.522^{\circ}\text{C}$ , en donde el 61.53% estuvo por arriba de lo normal, un 30.76% dentro de lo normal y el 7.71% restante por abajo de lo normal (tabla 1).

No se encontró adulteración con álcalis ni féculas, mientras que con sacarosa se obtuvo un 15.38% y con suero de quesería un 15.38% (tabla 2).

En los meses de noviembre, diciembre y abril se detectó leche con una densidad por debajo del parámetro normal, mientras que los meses de enero, febrero, marzo, mayo, junio, julio, agosto y septiembre se presentó una densidad dentro de lo normal, los meses de octubre tanto de 1996 como de 1997 se manifestó una densidad por arriba de lo normal (tabla 3).

En lo referente a Índice Crioscópico el mes de octubre de 1997 estuvo dentro de lo normal, mientras que los meses restantes presentaron datos por arriba de lo normal. No habiendo datos de Índice Crioscópico por abajo del parámetro normal (tabla 3).

No se encontró adulteración con álcalis ni féculas durante el año de estudio; en lo referente a sacarosa los meses de diciembre, enero, febrero, junio y agosto hubo un 25% de casos, un 50% en los meses de octubre y mayo, en abril un 100%. En los meses restantes no se detectó adulteración con sacarosa. El suero de quesería se encontró en los meses de octubre de 1996, febrero, junio, julio, agosto, septiembre y octubre de 1997 (tabla 4).

### **Leche bronca obtenida de los Centros de Acopio:**

Se encontró una densidad promedio de  $1.030^{\circ}\text{Q}$ , en donde el 12.22% estuvo por debajo de lo normal, un 66.66% dentro de lo normal y el 21.11% restante por arriba del parámetro (tabla 5).

En Índice Crioscópico se obtuvo un promedio de  $-0.520^{\circ}\text{C}$ , habiendo un 68.88% por arriba de lo normal, un 22.22% dentro de lo normal y 8.88% por abajo de lo normal (tabla 5).

No se encontraron muestras adulteradas con féculas, con álcalis se presentó un 2.22% y con sacarosa se determinó un 5.55%. El suero de quesería se presentó en un 3.33 % (tabla 6).

En el Centro de Acopio localizado en Etzatlán se presentó una leche con densidad promedio de  $1.031^{\circ}\text{Q}$ , no habiéndose presentado casos por debajo de lo normal, un 72.72% dentro de lo normal y el 27.27% restante por arriba del parámetro normal. Teniendo un Índice Crioscópico promedio de  $-0.491^{\circ}\text{C}$ , con un 100% de las muestras por arriba del parámetro normal (tabla 5).

No se encontraron adulteraciones con álcalis, sacarosa, féculas ni suero de quesería (tabla 6).

En la leche obtenida en el Centro de Acopio ubicado en El Salto se obtuvo una densidad promedio de  $1.031^{\circ}\text{Q}$ , en donde el 90.90% de las muestras estuvieron dentro de lo normal, un 9.09% por arriba de lo normal y no habiéndose encontrado datos por debajo de lo normal. El Índice Crioscópico fue de  $-0.521^{\circ}\text{C}$ , teniendo un 90.90% por arriba de lo normal, un 9.09% dentro de lo normal y ninguna muestra registrada por abajo de lo normal (tabla 5).

Se encontró un 9.09% de adulteración con sacarosa y ninguna adulteración con álcalis, féculas o suero de quesería (tabla 6).

En el Centro de Acopio de Jocotepec se presentaron muestras con una densidad promedio de  $1.031^{\circ}\text{Q}$ , ninguna muestra estuvo por debajo de lo normal, un 63.63% se mantuvo dentro de lo normal y el 36.36% restante se ubicó por arriba del parámetro normal. El Índice Crioscópico promedio fue de

-0.517°C, un 72.72% se expresó por arriba de lo normal, un 27.27% dentro del parámetro normal y ninguna muestra por abajo de lo normal (tabla 5).

Se encontró un 9.09% de adulteraciones con álcalis y sacarosa en un mismo porcentaje, con féculas y suero de quesería no se obtuvo adulteración (tabla 6).

La leche captada en el Centro de Acopio de El Arenal se observó una densidad promedio de 1.031°Q, el 20% de las muestras estuvo por debajo de lo normal, el 60% dentro de lo normal y el 20% restante por arriba de lo normal. El Índice Crioscópico presentó un promedio de -0.482°C, en donde el 80% estuvo por arriba de lo normal, el 20% dentro de lo normal y no registrándose datos por abajo de lo normal (tabla 5).

No se encontró adulteración con álcalis, sacarosa, féculas o suero de quesería (tabla 6).

En el Centro de Acopio ubicado en Zapotlanejo, las muestras de leche presentaron una densidad promedio de 1.030°Q, habiendo un 20% por debajo de lo normal, un 70% dentro de lo normal y 10% por arriba de éste. En Índice Crioscópico se presentó un promedio de -0.485°C, no habiendo porcentaje dentro ni por abajo de lo normal y un 100% por arriba del parámetro normal (tabla 5).

No se presentó adulteración con álcalis, féculas y suero de quesería pero sí un 10% con sacarosa (tabla 6).

La leche muestreada en Tepatitlán tuvo una densidad promedio de 1.029°Q, el 27.27% fue por debajo de lo normal, el 54.54% dentro de lo normal y el 18.18% por arriba de lo normal. En Índice Crioscópico hubo un promedio de -0.510°C, en donde el 81.81% estuvo por arriba de lo normal, el 9.09% dentro de lo normal y un 9.09% por abajo de lo normal (tabla 5).

Las adulteraciones con álcalis, sacarosa, féculas y suero de quesería fueron negativas (tabla 6).

En el Centro de Acopio de Jalostotitlán la leche presentó una densidad promedio de 1.031°Q en donde el 10% estuvo por debajo de lo normal, el 50% dentro de lo normal y un 40% por arriba del parámetro normal. En Índice Crioscópico hubo un promedio de -0.543°C, el 30% se presentó por arriba de

lo normal, un 60% dentro de lo normal y un 10% por abajo de lo normal (tabla 5).

No se presentaron adulteraciones con álcalis, sacarosa ni féculas, mientras que con suero de quesería se observó un 10% (tabla 6).

En el Centro de Acopio de San Juan de los Lagos la densidad promedio en la leche muestreada fue de  $1.029^{\circ}\text{Q}$ , habiendo un 18.18% por debajo de lo normal, el 72.72% dentro de lo normal y un 9.090% por arriba de lo normal. El Índice Crioscópico promedio fue de  $-0.541^{\circ}\text{C}$ , un 27.27% de este se expresó por arriba de lo normal, un 63.63% dentro de lo normal y el 9.09 restante por abajo de lo normal (tabla 5).

No se encontraron adulteraciones con álcalis, sacarosa, féculas y suero de quesería (tabla 6).

En el Centro de Acopio ubicado en Lagos de Moreno la leche presentó una densidad promedio de  $1.032^{\circ}\text{Q}$ , habiendo un 18.18% por debajo de lo normal, un 45.45% dentro de lo normal y un 36.36% por arriba de lo normal. El Índice Crioscópico promedio fue de  $-0.561^{\circ}\text{C}$ , encontrando el 36.36% por arriba de lo normal, el 18.18% dentro de lo normal y el 45.45% restante por abajo de lo normal (tabla 5).

Las adulteraciones con álcalis representaron un 9.09%, las de sacarosa el mismo porcentaje mientras que con féculas no se registraron adulteraciones. En suero de quesería se determinó un 18.18 % de adulteración (tabla 6).

Analizando los resultados por mes, se encontró que todos los meses del muestreo, la leche presentó una densidad promedio dentro del parámetro normal. En Índice Crioscópico solamente enero presentó datos por abajo del parámetro normal. Los meses restantes estuvieron por arriba del parámetro normal (tabla 7).

En los meses de marzo y junio se encontró 11.11% de adulteración con álcalis, en los meses restantes no se encontró adulteración.

La adulteración con sacarosa fue de un 11.11% en los meses de marzo, mayo, julio, septiembre y octubre; no habiendo adulterante en los meses restantes.

No se hallaron féculas. El suero de quesería se encontró en los meses de agosto, septiembre, y octubre en un 12.5 % respectivamente, en los meses restantes fue negativa la presencia del lactosuero (tabla 8).

**Tabla 1**

**LECHE BRONCA DISTRIBUIDA EN LA ZMG POR VENEDORES AMBULANTES**

|                 | DENSIDAD<br>( ° Q ) |       |       |       | INDICE<br>CRIOSCOPICO ( ° C ) |       |       |       |
|-----------------|---------------------|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|                 | $\bar{x}$           | <     | =     | >     | $\bar{x}$                     | >     | =     | <     |
| GENERAL         | 1.030               | 31.37 | 52.94 | 15.68 | -0.505                        | 76.47 | 13.72 | 9.81  |
| SECTOR HIDALGO  | 1.028               | 53.84 | 30.76 | 15.38 | -0.460                        | 100   | 0     | 0     |
| SECTOR LIBERTAD | 1.031               | 25    | 58.33 | 16.66 | -0.504                        | 91.66 | 8.33  | 0     |
| SECTOR JUAREZ   | 1.031               | 23.07 | 53.84 | 23.07 | -0.534                        | 61.54 | 15.38 | 23.08 |
| SECTOR REFORMA  | 1.030               | 15.58 | 69.23 | 15.38 | -0.522                        | 61.53 | 30.76 | 7.71  |

$\bar{x}$  : Promedio

> : Porcentaje de muestras con valores superiores al normal

= : Porcentaje de muestras dentro del parámetro normal

< : Porcentaje de muestras con valores inferiores al normal

**Tabla 2**

**PORCENTAJE DE ADULTERANTES ENCONTRADOS EN LECHE BRONCA DISTRIBUIDA EN LA ZMG POR VENEDORES AMBULANTES**

|             | ALCALIS<br>(%) | SACAROSA<br>(%) | FECULAS<br>(%) | SUERO<br>(%) |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|--------------|
| GENERAL     | 0              | 25.49           | 0              | 13.75        |
| S. HIDALGO  | 0              | 30.76           | 0              | 8.33         |
| S. LIBERTAD | 0              | 33.33           | 0              | 8.33         |
| S. JUAREZ   | 0              | 23.07           | 0              | 23.08        |
| S. REFORMA  | 0              | 15.38           | 0              | 15.38        |

Tabla 3

**HALLAZGOS POR MES EN LECHE BRONCA DISTRIBUIDA EN LA  
ZMG POR VENDEDORES AMBULANTES**

|              | DENSIDAD<br>(°Q) |    |     |    | INDICE CRIOSCOPICO<br>(°C) |     |    |    |
|--------------|------------------|----|-----|----|----------------------------|-----|----|----|
|              | $\bar{x}$        | <  | =   | >  | $\bar{x}$                  | >   | =  | <  |
| Octubre/96   | 1.036            | 0  | 50  | 50 | -0.526                     | 50  | 50 | 0  |
| Noviembre/96 | 1.028            | 50 | 50  | 0  | -0.505                     | 100 | 0  | 0  |
| Diciembre/96 | 1.027            | 75 | 25  | 0  | -0.505                     | 100 | 0  | 0  |
| Enero        | 1.029            | 25 | 75  | 0  | -0.509                     | 50  | 25 | 25 |
| Febrero      | 1.030            | 25 | 50  | 25 | -0.501                     | 75  | 25 | 0  |
| Marzo        | 1.029            | 25 | 75  | 0  | -0.501                     | 50  | 50 | 0  |
| Abril        | 1.028            | 50 | 50  | 0  | -0.505                     | 75  | 0  | 25 |
| Mayo         | 1.029            | 25 | 50  | 25 | -0.486                     | 100 | 0  | 0  |
| Junio        | 1.031            | 75 | 0   | 25 | -0.466                     | 75  | 25 | 0  |
| Julio        | 1.030            | 0  | 100 | 0  | -0.525                     | 50  | 0  | 50 |
| Agosto       | 1.030            | 50 | 25  | 25 | -0.505                     | 100 | 0  | 0  |
| Septiembre   | 1.031            | 0  | 75  | 25 | -0.524                     | 100 | 0  | 0  |
| Octubre      | 1.033            | 0  | 67  | 33 | -0.544                     | 67  | 0  | 33 |

Tabla 4

**PORCENTAJE DE ADULTERANTES POR MES ENCONTRADOS EN  
LECHE BRONCA DISTRIBUIDA EN LA ZMG POR VENDEDORES  
AMBULANTES**

|              | <b>ALCALIS<br/>(%)</b> | <b>SACAROSA<br/>(%)</b> | <b>FECULAS<br/>(%)</b> | <b>SUERO<br/>(%)</b> |
|--------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| Octubre/96   | 0                      | 50                      | 0                      | 25                   |
| Noviembre/96 | 0                      | 0                       | 0                      | 0                    |
| Diciembre/96 | 0                      | 25                      | 0                      | 0                    |
| Enero        | 0                      | 25                      | 0                      | 0                    |
| Febrero      | 0                      | 25                      | 0                      | 25                   |
| Marzo        | 0                      | 0                       | 0                      | 0                    |
| Abril        | 0                      | 100                     | 0                      | 0                    |
| Mayo         | 0                      | 50                      | 0                      | 0                    |
| Junio        | 0                      | 25                      | 0                      | 25                   |
| Julio        | 0                      | 0                       | 0                      | 25                   |
| Agosto       | 0                      | 25                      | 0                      | 25                   |
| Septiembre   | 0                      | 0                       | 0                      | 25                   |
| Octubre      | 0                      | 0                       | 0                      | 25                   |

Tabla 5

**LECHE BRONCA OBTENIDA EN CENTROS DE ACOPIO DEL  
ESTADO DE JALISCO**

|                          | DENSIDAD<br>( ° Q ) |       |       |       | INDICE<br>CRIOSCOPICO ( ° C ) |       |       |       |
|--------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|                          | $\bar{x}$           | <     | =     | >     | $x$                           | >     | =     | <     |
| GENERAL                  | 1.030               | 12.22 | 66.66 | 21.11 | -0.520                        | 68.88 | 22.22 | 8.88  |
| ETZATLAN                 | 1.031               | 0     | 72.72 | 27.27 | -0.491                        | 100   | 0     | 0     |
| EL SALTO                 | 1.031               | 0     | 90.90 | 9.09  | -0.521                        | 90.90 | 9.09  | 0     |
| JOCOTEPEC                | 1.031               | 0     | 63.63 | 36.36 | -0.517                        | 72.72 | 27.27 | 0     |
| EL ARENAL                | 1.031               | 20    | 60    | 20    | -0.482                        | 80    | 20    | 0     |
| ZAPOTLANEJO              | 1.030               | 20    | 70    | 10    | -0.485                        | 100   | 0     | 0     |
| TEPATITLAN               | 1.029               | 27.27 | 54.54 | 18.18 | -0.510                        | 81.81 | 9.09  | 9.09  |
| JALOSTOTITLAN            | 1.031               | 10    | 50    | 40    | -0.543                        | 30    | 60    | 10    |
| SAN JUAN DE<br>LOS LAGOS | 1.029               | 18.18 | 72.72 | 9.09  | -0.541                        | 27.27 | 63.63 | 9.09  |
| LAGOS DE<br>MORENO       | 1.032               | 18.18 | 45.45 | 36.36 | -0.561                        | 36.36 | 18.18 | 45.45 |

Tabla 6

**PORCENTAJE DE ADULTERANTES ENCONTRADOS EN LECHE  
BRONCA OBTENIDA EN LOS CENTROS DE ACOPIO DEL ESTADO  
DE JALISCO**

|                  | ALCALIS<br>(%) | SACARO<br>SA (%) | FECULAS<br>(%) | SUERO<br>(%) |
|------------------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| GENERAL          | 2.22           | 5.55             | 0              | 3.33         |
| ETZATLAN         | 0              | 0                | 0              | 0            |
| EL SALTO         | 0              | 9.09             | 0              | 0            |
| JOCOTEPEC        | 9.09           | 9.09             | 0              | 0            |
| ARENAL           | 0              | 0                | 0              | 0            |
| ZAPOTLANEJO      | 0              | 10               | 0              | 0            |
| TEPATITLAN       | 0              | 0                | 0              | 0            |
| JALOSTOTITLAN    | 0              | 0                | 0              | 10           |
| S. JUAN DE LAGOS | 0              | 0                | 0              | 0            |
| LAGOS DE MORENO  | 9.09           | 9.09             | 0              | 18.18        |

Tabla 7

**HALLAZGOS POR MES EN LECHE BRONCA OBTENIDA EN LOS  
CENTROS DE ACOPIO DEL ESTADO DE JALISCO**

|                 | DENSIDAD<br>(°Q) |       |       |       | INDICE CRIOSCOPICO<br>(°C) |       |       |       |
|-----------------|------------------|-------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|-------|
|                 | x                | <     | =     | >     | x                          | >     | =     | <     |
| Diciembre<br>96 | 1.030            | 0     | 100   | 0     | -0.515                     | 66.66 | 16.66 | 16.66 |
| Enero           | 1.029            | 25    | 50    | 25    | -0.570                     | 25    | 25    | 50    |
| Febrero         | 1.031            | 11.11 | 66.66 | 22.22 | -0.517                     | 88.88 | 11.11 | 0     |
| Marzo           | 1.029            | 11.11 | 77.77 | 11.11 | -0.532                     | 66.66 | 22.22 | 11.11 |
| Abril           | 1.029            | 37.5  | 25    | 37.5  | -0.501                     | 87.5  | 12.5  | 0     |
| Mayo            | 1.032            | 11.11 | 44.44 | 44.44 | -0.502                     | 66.66 | 33.33 | 0     |
| Junio           | 1.032            | 0     | 77.77 | 22.22 | -0.513                     | 77.77 | 22.22 | 0     |
| Julio           | 1.031            | 12.5  | 55.55 | 22.22 | -0.510                     | 75    | 25    | 0     |
| Agosto          | 1.031            | 12.5  | 75    | 12.5  | -0.519                     | 62.5  | 25    | 12.5  |
| Septiembre      | 1.032            | 0     | 87.5  | 12.5  | -0.516                     | 62.5  | 25    | 12.5  |
| Octubre         | 1.031            | 12.5  | 75    | 12.5  | -0.516                     | 75    | 25    | 0     |

Tabla 8

**PORCENTAJE DE ADULTERANTES POR MES ENCONTRADOS EN  
LECHE BRONCA EN CENTROS DE ACOPIO DEL ESTADO DE  
JALISCO**

|              | ALCALIS | SACAROSA | FECULAS | SUERO |
|--------------|---------|----------|---------|-------|
| Diciembre/96 | 0       | 0        | 0       | 0     |
| Enero        | 0       | 0        | 0       | 0     |
| Febrero      | 0       | 0        | 0       | 0     |
| Marzo        | 11.11   | 11.11    | 0       | 0     |
| Abril        | 0       | 0        | 0       | 0     |
| Mayo         | 0       | 11.11    | 0       | 0     |
| Junio        | 11.11   | 0        | 0       | 0     |
| Julio        | 0       | 11.11    | 0       | 0     |
| Agosto       | 0       | 0        | 0       | 12.5  |
| Septiembre   | 0       | 11.11    | 0       | 12.5  |
| Octubre      | 0       | 11.11    | 0       | 12.5  |

## DISCUSIÓN

La detección de fraudes es difícil y exige mucha atención en los análisis pues la interpretación de resultados puede prestarse a confusiones de graves consecuencias, ya que cifras normales de la leche pueden variar por causas genéticas, nutricionales, fisiológicas y climáticas en la vaca.

La adulteración de la leche es una actividad íntimamente relacionada con el precio de este alimento, apenas suficiente para cubrir costos de producción, y en raras ocasiones procurar ganancias; el encontrarla adulterada cuando está al alcance del consumidor, refleja un panorama general del nulo control que tienen dependencias gubernamentales sobre su producción y comercialización.

Por su disponibilidad, bajo ó casi nulo valor de adquisición fácil incorporación, el agua fue el adulterante más empleado en la leche consumida en la ZMG. Obteniéndose una frecuencia global de 71.63%, 68.88% en centros de acopio y 76.47% en vendedores ambulantes. Cabe señalar que El Arenal fue el centro de acopio más adulterado e incluso fue clausurado por la misma razón en el mes de junio de 1997.

El porcentaje de agua añadida en promedio fue de un 7.8%, según las tablas de "Agua añadida y punto de congelación de la leche" (2) presentando un I.C. promedio de  $-0.498^{\circ}\text{C}$ . A pesar del porcentaje, cuantificado por crioscopia, el peso específico (densidad) de está no presentó alteración ya que el promedio fue de  $1.030^{\circ}\text{Q}$ , ello debido probablemente a que el método en sí detecta adulteraciones groseras pero no la adición de pequeños volúmenes.

También es factible encontrar I.C. altos y densidades normales debido a que el peso específico revela la cantidad de sólidos presentes, sin especificar la calidad y cantidad de los mismos y a que los minerales son los componentes de la leche que más varían y mayor efecto representativo tienen sobre el punto de congelación.

Los desbalances minerales en las dietas alimenticias y la mastitis subclínica son factores que interfieren directamente en un correcto diagnóstico en la detección de fraudes por aguado. Los sistemas de producción en el estado de Jalisco no están en un grado de avance tecnológico óptimo; específicamente en nutrición y control de mastitis.

Cuando se añaden volúmenes considerables de agua, éstos son fáciles de detectar con el lactodensímetro (pesa leches), instrumento de medición al alcance de cualquier persona, por ello algunos productores y/o comerciantes tratan de “engañarlo” mediante la incorporación de otros sólidos como la sacarosa y así evitar la disminución aparente de la densidad.

Aún en centros de acopio, donde aparentemente existe un control de calidad en la recepción de la leche se halló un considerable porcentaje de adulteración con sacarosa (5.55%) lo cual indica que dicho control no es muy confiable. En la leche expendida en la ZMG por vendedores ambulantes el porcentaje de adulteración fue mayor (13.75%) evidenciando que muchos de estos comerciantes carecen de escrúpulos, ya que además de comprarla a un bajo precio a los productores y venderla a precio de leche pasteurizada a los consumidores obteniendo pingües ganancias, también la adulteran, y con ello aumentan aún más sus utilidades.

La adulteración con álcalis como el hidroxido de sodio ó de calcio, los carbonatos y bicarbonatos tienen como finalidad el disimular y/o neutralizar la acidez en la leche que no ha sido conservada adecuadamente.

En los centros de acopio, donde se encontró muy baja frecuencia de adulteración con álcalis (2.22 %) la prueba de estabilidad (prueba de alcohol) se realiza por rutina y se detecta fácilmente la leche acidificada y en caso de resultar positivas son rechazadas, es posible que algunos ganaderos para lograr la aceptación de su producto le agreguen estos neutralizantes.

Es probable que en leche expendida en ZMG no se haya encontrado adulteración con álcalis debido a que el vendedor está en contacto más directo con los consumidores, y éstos puedan detectar sabores extraños, además el distribuidor puede tener miedo al incorporar hidroxido de sodio, ya que para él es sosa.

No se encontró adulteración con féculas, probablemente porque ésta es fácil de identificar y difícil de incorporar por su baja solubilidad.

La adulteración con suero de quesería parece que se está practicando con más frecuencia, pues en los centros de acopio se obtuvo un 3.33 %,

destacando Lagos de Moreno, donde existen muchas micro empresas que seras proveedoras de este sub producto, lo cual facilita su incorporación.

En leche comercializada en ZMG la frecuencia de adulterado con lactosuero fue relativamente alta (13.75 %) esto debido probablemente a que en la ciudad el comerciante tiene mayor información y disposición del lactosuero, además actua en plena libertad ya que conoce el deficiente control oficial.

El sector, más adulterado con agua fue el Hidalgo, con sacarosa el Libertad, con lactosuero el Juárez y en el Reforma se encontraron todos los adulterantes en estudio, pero con baja frecuencia. No existe relación en la frecuencia de adulteración en los sectores de la ZMG.

Los volúmenes de producción en periodo de estiaje regularmente se ven disminuidos, por lo que se suponía habría mayor frecuencia de adulteración en esta época, sin embargo durante el transcurso del presente estudio no hubo relación entre adulteración y época del año.

## CONCLUSIONES

1. Se encontraron todos los adulterantes en estudio, excepto féculas.
2. El adulterante más frecuente fue el agua, en leche proveniente de centros de acopio representó un 68.88 % y en camionetas el 76.47 % con un global de 71.63 %.
3. El empleo de sacarosa como adulterante en la leche proveniente de centros de acopio representó un 5.55% y en camionetas alcanzó un 25.49%, obteniendo un global de 12.77%.
4. El lactosuero se presentó en un tercer lugar como adulterante, en los centros de acopio tuvo un 3.33 % de frecuencia y en leche expendida en camioneta un 13.75 %, presentandose un global de 7.09%.
5. Los álcalis sólo se encontraron en los centros de acopio (2.22 %).
6. En el centro de acopio de El Arenal se detectó la mayor frecuencia de adulteración con agua, en tanto que en Lagos de Moreno se encontraron álcalis, sacarosa y suero de quesería.
7. El porcentaje más alto de adulteración con agua se encontró en el sector Hidalgo y con sacarosa en el Libertad.
8. La leche distribuida en el sector Juárez fue la más adulterada ya que se encontraron sacarosa y lactosuero en un 23.08%.
9. En el sector Reforma se encontró el menor porcentaje de adulteración.
10. El Arenal fue el centro de acopio más adulterado con agua, mientras que Lagos de Moreno se encontraron álcalis, sacarosa y suero de quesería.
11. No existió relación entre adulteración y época del año.

## BIBLIOGRAFIA

1. Amiot, J. (1991), Ciencia y Tecnología de la Leche, Editorial Acribia, España pp 376-379
2. Anónimo, (1978), Agua añadida y punto de congelación de leche. Advances Instruments Inc. U.S.A., 5-11, 55
3. Casadini V. S., (1987), Detección de Suero de Quesería Agregada a Leche Pasteurizada y Leche en Polvo. Determinación del Glicomacropéptido por Electroforesis, Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Agrarias, Centro Tecnológico de la Leche para Chile y América Latina, Universidad Austral de Chile.
4. Charley, C. (1989), Principios de Tecnología de Alimentos, Editorial CECSA, México, pp 45-50
5. Cuevas, O. A. C. (1993), Evaluación de la calidad de la leche pasteurizada en la Zona Metropolitana de Guadalajara por punto crioscópico. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guadalajara.
6. Instituto Nacional de Estadística, Geografía Informática, (1990), Perfil socio demográfico, XI Censo General de Vivienda, pp 6-8, 46-54, 63
7. Instituto Nacional de Estadística, Geografía Informática, (1990), Resumen General Tabulado Complementario Tomo I, XI Censo Poblacional y Vivienda pp 4-16, 318-357
8. Keilling, F. M., Luquet, R. de Wilde, (1991), Leche y Productos Lácteos, Editorial Acribia, España, pp 331-333
9. Lerche. M. (1969), Inspección Veterinaria de la Leche, Editorial Acribia, España, pp 18-19
10. Pinto, C. M. Detección de Sólidos totales de Suero de Quesería en leche Pasteurizada y leche en Polvo por Electroforesis en gel de Poliacrilamida - SDS, Alimentos No. 3, Vol. 16, pp 23-31 (1991)

11. Ponce, C. P., (1990), Calidad de la leche y su control, una problemática nacional, Editorial Sanidad Agropecuaria, Cuba, pp 44-46
12. Robinson, (1987), Microbiología Lactológica, Editorial Acribia Segunda Edición, España, pp 190-201
13. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, (1997) Centro de Estadística Agropecuaria, Boletín mensual de leche, vol. V, N° 9, pp 1997
14. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, La situación del sector lechero en nuestro país. Claridades Agropecuarias. (1996)
15. Secretaría de Salud. (1988), Control físico químico de alimentos de origen animal, pp 10-13
16. Secretaría de Salud, Diario oficial de la Federación, (1988), Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios, Título cuarto, Capítulo primero, Leche, México.
17. Veisseyre, R., (1988) Lactología Técnica, Segunda Edición, Editorial Acribia, España, pp 1, 47, 50.