

1
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DETECCION DE ADULTERACION CON SUERO DE QUESERIA EN LECHE DESHIDRATADA DE TRES MARCAS COMERCIALES QUE SE EXPENDEN EN LA CIUDAD DE MEXICO.

T E S I S

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
CLAUDIA DOLORES ALCAZAR MONTAÑEZ

ASESORES: MVZ. MSP. CARLOS J. JARAMILLO ARANGO.
O.A. JORGE ROSAS RAMIREZ.
DRA. SILVIA D. PEÑA BETANCOURT.



MEXICO, D. F.

1998.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

176996



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios. prioritariamente. absolutamente.

A mi abuelita y a mi hermano. con cariño.

A mis padres.

A mi amada Facultad. a la UNAM. a la cual he tenido el privilegio de pertenecer:
a muchos de mis maestros. por la instrucción recibida. que representa tantas
horas de esfuerzo y dedicación.

A Agustín. Eréndira. Lilia. Ruth. Alma. Toño. Alvaro. por ser personas que han
significado tanto en mi vida: el apoyo. la solidaridad. la amistad. el afecto
leal y sincero.

Al jurado. por su comprensión y apoyo.

MVZ. MSC. Arturo Olguín y Bernal

MVZ. Rosa Helia Vite Pedroza

MVZ. MPA. Pedro Cano Celada

MVZ. MCV. J. Fernando Núñez Espinosa

MVZ. MSP. Carlos J. Jaramillo Arango

A la srita. Elizabeth y al señor Miguelito. por su desinteresada y gentil ayuda.

A mis asesores. mi respeto y mi más sincera gratitud. Dra. Silvia. Jorge. muchas
gracias.

A Carlos. por la confianza. el apoyo. la orientación. por la oportunidad...
¡GRACIAS. CARLOS!.

CONTENIDO

Página

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
MATERIAL Y MÉTODOS	10
RESULTADOS	17
DISCUSIÓN	18
LITERATURA CITADA	22
CUADROS	26
FIGURAS	30

RESUMEN

ALCÁZAR MONTAÑEZ CLAUDIA DOLORES. Detección de adulteración con suero de quesería en leche deshidratada de tres marcas comerciales que se expenden en la Ciudad de México (bajo la dirección de Carlos J. Jaramillo A., Jorge Rosas Ramírez y Silvia D. Peña Betancourt).

El objetivo del presente trabajo fue comprobar la adulteración de leche deshidratada entera y descremada de tres marcas comerciales que se expenden en la Cd. de México con suero de quesería, mediante la técnica de electroforesis en gel de poliacrilamida-SDS. El estudio se realizó en el Laboratorio del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Se estudiaron muestras de leche (n= 108) obtenidas en diferentes expendios de la Cd. de México, con el propósito de comprobar dicha adulteración, encontrándose el 14.81% de las muestras positivas.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en las muestras de leche deshidratada, se concluye que tales marcas comerciales no obedecen los lineamientos que establece el Reglamento de la Ley General de Salud en

INTRODUCCIÓN

La leche como producto procesado puede llegar al consumidor en diferentes presentaciones, como fluida, evaporada o deshidratada entre otras y en cualesquiera de ellas puede existir adulteración con el propósito de encubrir su naturaleza, composición, características sanitarias, defectos de proceso, alteraciones, e incluso para obtener un mayor rendimiento en el producto final, tal es el caso de la adición de suero de quesería. El suero lácteo es la fase acuosa separada de la cuajada que resulta de la coagulación enzimática de la leche en el proceso de elaboración del queso y en la fabricación de caseínas. Representa del 80 a 90% del volumen total de la leche que entra en el proceso (24) y contiene el 25% de las proteínas de la leche, cerca del 10% de grasa y casi la totalidad de lactosa, y puede ser adicionado en líquido o en polvo a la leche fluida o deshidratada según se trate (17).

El lactosuero es un subproducto de la industria láctea, con la posibilidad de transformarlo en un alimento de alta calidad, debido a su contenido de lactosa como a su contenido en proteínas solubles y vitaminas del complejo B, así como a su alto porcentaje de minerales (Cuadro 1). La utilización del lactosuero en la industria alimentaria es relativamente de reciente introducción debido a la falta de tecnología por lo que un considerable volumen de este producto terminaba en ríos y canales de drenaje (1, 30). La industria actual permite el procesamiento

del lactosuero para su utilización en la elaboración de productos alimenticios como el queso de suero o requesón, bebidas fermentadas, alimentos concentrados para animales, en la obtención de ácido láctico, vinagre, alcohol etílico, lactosa y concentrado de proteínas entre otros. La producción nacional de este producto fue de 27, 363 Kg durante 1995 importándose 46, 397 toneladas en ese mismo año, según cifras presentadas por el Centro de Estadística Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) y el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (4). Empero, por otra parte, sus características sensoriales y nutricias le hacen apropiado para emplearse en sustitución de la leche, amén de que su precio es considerablemente más bajo, pudiendo llegar a ser su precio internacional hasta 4 ó 5 veces menor (23, 28).

Dicha sustitución ha generado en México un grave problema, puesto que siendo un país con fuertes problemas en el abasto de la leche, ya que aún cuando la producción nacional fue de 7,398,598 litros en el año de 1995 (Cuadro 2, Gráfico 1) ocupando el decimosegundo lugar como productor a nivel mundial (Cuadro 3), existe un déficit de alrededor de 12 millones de litros de leche diarios, por lo cual ocupó el primer lugar como importador de leche deshidratada a nivel mundial; dicha importación fue de 134, 625 toneladas (Cuadro 4), lo que generó una erogación de 248, 417 dólares (4, 9). Teniendo en cuenta el déficit

mencionado y dadas las propiedades y características del suero de quesería, además de su precio, se ha inducido a una importación que asciende a 26, 865 dólares en lactosueros en forma legal en 1995 (4). lo que ha favorecido la adulteración de la leche con dicho subproducto por parte de algunas plantas industrializadoras con el objeto de obtener un mayor rendimiento. (*)

Ante tal situación, a través de la Confederación Nacional Ganadera, los productores han demandado a las autoridades un control de calidad más estricto, enfocado a proteger la sana competencia en el mercado nacional e internacional y que además impida la acción fraudulenta en contra del consumidor (*). dado que dicha práctica representa una violación al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, conforme a lo que se establece en el Título IV Capítulo I Artículo 246, y a través de la Asociación Nacional de Ganaderos Lecheros, se ha manifestado el interés por producir leche de calidad, lo que obliga a desarrollar nuevas tecnologías de mayor confiabilidad y precisión para evitar la adulteración de la leche con suero de quesería entre otros componentes, con lo cual se compite deslealmente con la verdadera leche (2, 27).

*<http://serpiente.dgsca.unam.mx/jornada/1996/ago96/960802/LECHE-PG.html>

Existen varios métodos para detectar la presencia y en algunos casos conocer la cantidad de suero como adulterante en la leche en sus diferentes presentaciones. dichos métodos pueden clasificarse como indirectos y directos.

Dentro de los indirectos se encuentra la determinación de la proporción de caseína del suero presente en la leche, que se hace a través de la cuantificación del nitrógeno no proteínico y no caseínico y del total de fósforo soluble en ácido tricloroacético (16, 32); la cuantificación de grupos sulfhidrilos por gramo de proteína, que es un método muy confiable ya que se ha comprobado que la adición de suero o de proteína concentrada de suero genera un aumento de dichos grupos por gramo de proteína (10, 14); la determinación del aumento de niveles de amonio en leche, mediante el uso de un potenciómetro es también una técnica muy usada ya que se ha demostrado que la concentración de éste aumenta de forma considerable al manejarse muestras mezcladas con suero en proporciones conocidas (19); también la determinación del complejo cisteína-cistina, a través de un método polarográfico cuando el contenido es mayor a 2.5 $\mu\text{g}/\text{mg}$ (13, 14).

Entre los métodos directos se encuentra: la detección de un péptido específico, el glucomacropéptido (GMP), que se libera al entrar la leche en contacto con la enzima renina que actúa sobre la caseína kappa de la leche, resultado de la acción proteolítica altamente especializada que

convierte las micelas de la caseína en susceptibles a la formación de agregados, es decir, en la precipitación de las proteínas que es el inicio del proceso de elaboración del queso: esta enzima elimina el enlace fenilalanina-metionina (105-106) de la caseína kappa liberando la para-Kappa caseína y el péptido mencionado anteriormente, mismo que no es posible encontrarlo en forma libre en la leche a menos que ésta contenga suero adicionado (5, 11, 20, 29, 31). cabe señalar la posibilidad de obtener resultados falsos positivos debidos a cambios generados en leche fluida refrigerada por la acción proteolítica de los organismos microtróficos como *Pseudomonas spp.* que producen péptidos similares al GMP (18); la determinación de ácido siálico que se obtiene por hidrólisis ácida del GMP en muestras de leche deshidratada por medio de espectrofotometría sugiere que cualquier muestra con una proporción mayor a los 80mg/l es sospechosa de haber sido adulterada con suero (33, 22).

Dentro de las metodologías existentes en la literatura para la determinación del GMP, sobresale la de electroforesis, la cual es una técnica directa, cualitativa, sencilla, y con una alta sensibilidad que permite la detección de hasta un 0.5% (masa/masa) de sólidos de suero, en la cual el GMP se somete a una diferencia de potencial una vez separado de la leche y que puede identificarse sobre un gel de poliacrilamida-SDS (3, 21, 25, 26).

En el caso de la leche deshidratada la detección es considerablemente más confiable, dado que en la leche fluida se generan los cambios debidos a la acción proteolítica de los organismos microtróficos como *Pseudomonas spp.* que producen péptidos similares al GMP (18).

Teniendo en cuenta las importaciones de suero de quesería y la adulteración de la leche con dicho subproducto y considerando que no se tienen antecedentes de estudios en el país sobre este tipo de adulteración en leche deshidratada, con todo lo que esta práctica representa en cuanto a la violación al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios (27) en perjuicio del consumidor, se decidió realizar la presente investigación con tres marcas comerciales de leche en polvo que se expenden en la Cd. de México, utilizando para ello la técnica de electroforesis en gel de poliacrilamida-SDS.

Con base en los resultados obtenidos en el análisis de las muestras fue posible determinar la presencia de suero de quesería en la leche deshidratada.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El presente estudio pretendió dar respuesta a las siguientes interrogantes:

1. ¿Está siendo adulterada con suero de quesería la leche deshidratada de las marcas comerciales analizadas que se expenden en la Ciudad de México?
2. ¿Con qué frecuencia?

MATERIAL Y MÉTODOS

Se empleó la técnica de electroforesis en gel de poliacrilamida-SDS, de Rosas (26).

1. TIPO DE ESTUDIO:

Observacional, descriptivo, longitudinal y prospectivo.

2. UBICACIÓN DEL ESTUDIO:

Las muestras de leche se obtuvieron de diferentes establecimientos de la Ciudad de México y fueron procesadas en el Laboratorio del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM; debido a que se trata de leche deshidratada no requirió de condiciones especiales de manejo, transporte y/o almacenamiento de las mismas.

3. DURACIÓN DEL ESTUDIO:

De marzo a septiembre de 1997.

4. SUJETO DE ESTUDIO:

Muestras de leche deshidratada entera y descremada de tres marcas comerciales que se expenden en la Cd. de México, las cuales cumplieron

con los criterios de inclusión que fueron determinados y que se identificaron con las letras A, B y C en forma respectiva.

5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Se trabajó con muestras de dos marcas de leche deshidratada entera y una de leche deshidratada descremada, en cuya composición sólo están presentes los componentes propios de la misma.

En la obtención de la muestra se identificó el número de lote para evitar que un mismo lote fuese analizado doblemente.

Las muestras fueron obtenidas de cualquier establecimiento ubicado en la Cd. de México teniendo en cuenta que, de acuerdo con los objetivos señalados no se pretende hacer inferencia estadística de los resultados obtenidos con respecto a una población de referencia.

6. TIPOS DE VARIABLES A ESTUDIAR

a) Cualitativa nominal categórica

Identificación de muestras adulteradas.

b) Cuantitativa discreta

Frecuencia de adulteración en las muestras según marca comercial analizada.

7. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Con el propósito de calcular el tamaño de la muestra, se realizó un estudio piloto durante 8 semanas que incluyó un total de 48 muestras, analizando 6 muestras por semana, y cada marca por duplicado (Cuadro 5), teniendo en cuenta que esa es la capacidad de procesamiento del equipo (centrífuga).

Con la frecuencia de adulteración que se obtuvo se determinó el tamaño de la muestra mediante la fórmula que se describe a continuación (7):

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2}$$

donde: $z = 1.28$ (valor de la tabla de distribución normal), $p =$ suma de las frecuencias de adulteración, $q = 100 - p$, $d = 5\%$ (coeficiente de confiabilidad por error estándar) para obtener el número mínimo de muestras requeridas.

En el estudio piloto se obtuvo una frecuencia de adulteración de 10 muestras de las 48 que se analizaron lo que representa el 20.83%, sustituyendo los valores del método descrito se hallaron los siguientes resultados:

$$n = \frac{(1.28)^2 (20.83)(79.17)}{(5)^2} : \text{ es decir, } n = \frac{(1.6384) (475)}{25} : \text{ esto es, } = 108.076$$

8. TOMA DE MUESTRAS

Se adquirieron en el mismo sitio de expendio, presentaciones comerciales de las marcas de leche señaladas según criterios de inclusión.

9. PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Se utilizaron muestras de leche seleccionada según el criterio de inclusión que ya se mencionó, en cantidades de 50 ml y reconstituidas a un 10% de sólidos totales al momento de su análisis.

Descripción de la técnica

La técnica empleada fue la propuesta por Rosas (1997) (26).

Muestras para la determinación del GMP.

Se emplearon tres marcas de leche deshidratada comercial y suero deshidratado comercial como control positivo.

a) Preparación de muestras

A un volumen de 50 ml de leche se agregó lentamente 25 ml de solución de ácido tricloroacético (TCA) al 24% bajo agitación magnética. La incorporación se realizó en un tiempo de 2 minutos. Las muestras se mantuvieron en reposo durante 60 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente se removió el precipitado de caseína y sueroproteínas por filtración utilizando papel filtro WHATMAN No. 1. Se transfirieron 30 ml del filtrado TCA 8% a un tubo de centrifuga de 50 ml y se añadieron 8 ml

de TCA al 50%. Se dejaron en reposo a temperatura de refrigeración por un tiempo mínimo de 24 horas. Pasado este tiempo, fueron centrifugadas a 4.000 r.p.m. durante 15 minutos. El material precipitado se lavó con 10 ml de la solución de etanol-éter (1:1), seguido de una nueva centrifugación en condiciones idénticas y posteriormente drenando el tubo para eliminar los excesos de la mezcla de lavado. Después se recuperó el precipitado por resuspensión en 380 μ l de amortiguador 0.05 M Tris-HCl + 1 mM EDTA- Na_2 pH 7.2 y 500 μ l de una solución de sacarosa al 50% conteniendo 0.002% de azul de bromofenol. Se colocaron las muestras así preparadas en tubos microviales de 1.5 ml y se mantuvieron en refrigeración hasta el momento de ser sometidas a la electroforesis.

b) Electroforesis

Para realizar la electroforesis se preparó un gel de poliacrilamida-SDS 0.375 M pH 8.8 a una concentración del 15%. Las condiciones de la electroforesis fueron las siguientes:

- Placas de corrimiento con separadores de 1.5 mm, utilizando peinetas de 10 pozos.
- Las muestras se cargaron en húmedo depositando 50 μ l en cada pozo y se utilizó un volumen de 10 μ l de suero como control positivo.
- El corrimiento se efectuó a un voltaje constante de 120 V y un miliamperaje de 100-85 miliamperes.

- El amortiguador de corrida fue Tris-glicina pH 8.3.
- El tiempo de corrida fue de 35 minutos.

Para la fijación de los geles, una vez terminada la corrida, se desarmó la cámara sobre una charola con agua destilada. Después se sumergieron los geles en cantidad suficiente de solución fijadora para poder cubrirlos perfectamente. El tiempo mínimo de fijación fue de 24 horas.

Se realizó el tñido de los geles colocando el gel en una solución de azul de Coomasie por un tiempo mínimo de 90 minutos a temperatura ambiente.

Una vez pasado este tiempo, se destñeron los geles lavándolos con agua destilada inmediatamente después del tñido. En seguida, se colocaron en la solución de desteñido, la cual fue removida a la hora y posteriormente cada 2 horas hasta lograr un contraste nítido.

Una vez terminado este proceso, los geles se conservaron en una solución de ácido acético al 7%.

9. FINANCIAMIENTO

El estudio formó parte del proyecto IN500697 "Implementación de técnicas de detección de suero de quesería en leche fluida por gravimetría, espectrofotometría y electroforesis", aprobado y financiado por el

Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM.

RESULTADOS

Se presentan cuadros y figuras que describen las observaciones y resultados obtenidos.

Se logró comprobar la adulteración con lactosuero, ya que se encontraron 16 muestras positivas del total de 108 analizadas, es decir, un 14.81% resultaron adulteradas con suero de quesería deshidratado (cuadro 6): cabe destacar que al menos dos de las muestras de cada una de las tres diferentes marcas comerciales de leche deshidratada resultaron positivas, es decir, en diferente proporción pero se observó positividad en las tres marcas.

Cabe señalar que la marca A presentó una y media veces mayor frecuencia que la marca C y cuatro veces mayor que la marca B, como se observa en el cuadro 7 y la gráfica 2.

En cuanto a la interpretación de los resultados obtenidos, es posible observar en la figura 1 muestras negativas, ya que no existen bandas formadas por la presencia de GMP en los pozos en donde se depositaron las muestras analizadas, tal y como pueden observarse en la figura 2, en donde dos de las muestras depositadas formaron una banda que se encuentra a la misma altura de la formada por el suero de quesería que se utilizó como control positivo.

DISCUSIÓN

Debido a las repercusiones legales y económicas que representa la incorporación de suero de quesería como agente adulterante en la leche fluida o deshidratada ha sido motivo de diversos estudios (6, 8, 15, 28, 31, 33), como el desarrollado por Pinto (21), en el que resalta la necesidad de un control de calidad que debe obedecer a una estricta normatividad para proteger la sana competencia en el mercado nacional e internacional.

En países altamente productores de leche como los pertenecientes a la Unión Europea (UE), se han realizado investigaciones utilizando diversos métodos que han permitido encontrar resultados positivos con un 2 a 5% de suero adicionado (22); en América latina la adulteración de leche pasteurizada con suero de quesería es un problema que va en aumento, y ha sido motivo de estudios en países como Brasil, Argentina y Chile, mismos en que también se han encontrado resultados positivos en las muestras analizadas (21, 32, 33).

Un problema real con el que se enfrentan las autoridades del país en este sentido, ha sido, hasta el momento, la ausencia de una técnica oficial que permita determinar con plena confiabilidad la adulteración de leche con lactosuero; con tal propósito, Rosas (26) (1997) ha adaptado dos técnicas que tienen la posibilidad de ser validadas y estandarizadas, entre las que destaca la de electroforesis en gel de

poliacrilamida-SDS por económica, sencilla y por su alta sensibilidad. Mediante el empleo de dicha técnica, se comprobó la adulteración (14.81%) en las muestras analizadas, ya que la detección del GMP en la muestra evidencia la mezcla de leche en polvo con suero de quesería, lo cual evidencia el empleo fraudulento de dicho subproducto conforme a lo establece la legislación nacional vigente (27).

Dentro de las metodologías empleadas para hacer la determinación de adulteración, la separación del GMP es una técnica que ha sido utilizada por diversos investigadores como Kawakami, Krus, Tanimoto, Chu, Lieske, entre otros (6, 11, 12, 15, 20, 29).

Una modificación de la técnica empleada en este estudio, ha sido la utilización de la electroforesis capilar utilizada en combinación con urea en un amortiguador de citrato a bajo pH encontrándose hasta 0.4% de sólidos de suero en la muestra (25).

Aún cuando la técnica de electroforesis en gel de poliacrilamida-SDS es altamente sensible ya que detecta niveles hasta de 0.5 % de sólidos de suero agregados a la leche deshidratada (21), es necesario resaltar que, sin embargo, presenta una limitante en cuanto a su empleo en leche fluída, esto, debido a los péptidos resultantes de la actividad proteolítica de organismos microtróficos, que pudieran generar falsos positivos (14, 20).

Cabe señalar que siempre existió la necesidad de correr la prueba a la leche utilizada como control negativo para comprobar que dicho control se encontrara exento de adulteración.

Así mismo, durante las primeras pruebas que se realizaron no fue posible observar la banda formada por la presencia de GMP en los geles (figura 2), incluyendo la del control positivo, lo que motivó a disminuir el tiempo de corrida al que eran sometidas, de 50 a un máximo de 40 minutos, situación que pudo deberse a la influencia del calor generado durante el suministro de corriente, puesto que al ser mayor el tiempo de corrida, aumenta la producción de calor, el cual a su vez aumenta la velocidad de migración de las proteínas, lo que influye negativamente en la resolución de los geles y ocasiona la evaporación de la solución amortiguadora; esto difiere de lo propuesto por Rosas (26), quien utilizando la misma intensidad de corriente logró identificar las bandas de positividad utilizando 50 minutos como tiempo de corrida.

CONCLUSIONES

1) Se encontró adulteración en las 3 marcas comerciales de leche deshidratada, lo que implica acción fraudulenta en contra del consumidor.

2) El método propuesto permite detectar la presencia de GMP como indicador de adulteración con suero de quesería en leche deshidratada, por lo que es recomendable que se realice un mayor número de investigaciones que permitan la validación y la estandarización de la metodología para su implementación como una técnica oficial.

LITERATURA CITADA

1. Alfa, Laval.: Manual de lácteos. MundiPrensa. Madrid. (1990).
2. Anónimo; boletín informativo. "Nada Justifica a la leche Adulterada". Méx. Ganadero. Confederación Nacional Ganadera., 414: 36 (1996).
3. Basch JJ., Douglas FW Jr., Procino LG., Holsinger VH., and Farrell HM Jr.: Quantitation of caseins and whey proteins of processed milks and with Harland-Ashwoth procedure. J. Dairy Sci. 68 (1) 23-31 (1985).
4. Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR. Boletín Trimestral FAO de estadísticas/Vol. 8, No. 3/4-1995.
5. Chernikov, M. P., and Nikol'skaya, G. V.: Role of glycomacropeptide in casein coagulation. Prikl. Biokhim. i Mikrobiol. 7 (3) 272-276 (1971).
6. Chu, Li., MacLeod, A; Ozimek, L.: Isolation of GMP from sodium caseinate hydrolysate solution by ultrafiltration. Milchwissenschaft. 5 (6) . 303-306 (1996).
7. Daniel, Wayne W.: Bioestadística. Ed. Limusa, México, 1983.
8. Greenberg, R., Dower, H.: Detection of added whey protein concentrate in nonfat dry milk by aminoacid analysis. Journal of Agric. and food Chem. 34 (1) 30-32 (1986).
9. Gurría, T. F.: Situación Actual de la Campaña de Tuberculosis Bovina y Brucelosis en México. Méx. Ganadero. 385: 21-27 (1994).
10. Hill-SD., Richter-PL. and Dill-CW.: Sulfur-based method to detect adulteration of nonfat dry milk with whey. Cult. Dairy Prod. Journal. 23 (1) 14. 16-18 (1988).
11. Kawakami, H., Kawasaki, Y., Dosako, S., Tanimoto, M. and Nakajima, I.: Determination of kappa-casein glycomacropeptide by high performance liquid

- chromatography without trichloroacetic acid pretreatment. Milchwissenschaft.. 47 (1) 688-689. 691-693 (1992).
12. Krus, G.: To the question of casein rennet coagulation theory. Brief communications of the XXIII Int. Dairy Congress. Montreal. Oct. (1) 279 (1990).
13. Lechner-E.: Experience in analysis of dried milk products. Molk. Zeit. Welt-der-Milch.. 35 (42): 1325-2332 (1981).
14. Lechner, E., and Klostermeyer, H.: Detection of the adulteration of skim milk powder by whey powder (polarographic method). Milchwissenschaft.. 36 (5) 267-270 (1981).
15. Lieske, B., Konrad, G.: A new method to estimate casein macropeptide and glycomacropeptide from trichloroacetic acid filtrates. Milchwissenschaft.. 51 (8) 431-435 (1996).
16. López-Fandino, R., and Ramos, M. : Bovine caseine. II. Detection of cheese whey in dairy products. Rev. Esp. Cien. Tecnol. Aliment.. 33 (1) 1-12 (1993).
17. Madrid, V.A.:Modernas Técnicas de Aprovechamiento del Lactosuero. Ed. Irigara. España, 1981.
18. Martínez Penagos, A.. Influence of milk proteolysis on methods of detection of cheese whey. Rev. Aliment. 243 (10) 47-50 (1993).
19. Montana-Lampo-S., Caroppo-S., Francani-R. and Emaldi-GC.: Ammonia content in milk and some milk products. Sci. Tecnic. Lattiero-Casearia.. 33 (2) 95-105 (1982).

20. Olieman-C., and Bedem-Jw-van-den.: A sensitive HPLC method of detecting and estimating rennet whey total solids in skim milk powder. Net. Milk Dairy J. 37 (1/2) 27-36 (1983).
21. Pinto C.M., Casadini V.S., Brito C. C., Molina C. H., e Israel A.L.: Detección de sólidos totales de suero de quesería en leche pasteurizada y leche en polvo por electroforesis en gel de poliacrilamida-SDS. Alimentos. 3 (16) 23-31 (1991).
22. Potgietter CM.: The detection of added whey powder in milk powder. I. Investigation into the application of the free sialic acid method recommended by the European Economic Community. South Afric. J. Dairy Tech. 17 (2) 55-58 (1985).
23. Reviller. A.: Tecnología de la leche: Procedimiento, manufactura y análisis. Ed LICA, Costa Rica (1985)
24. Ranken M.D.: Manual de Industrias de los Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España 2ª Edición (1993).
25. Riel, J. van., and Olieman, C.: Determination of caseinomacropeptide with capillary zone electrophoresis and its application to the detection and estimation of rennet whey solids in milk and buttermilk powder. Electrophoresis. 16 (4) 529-533 (1995).
26. Rosas, R.J.: Implementación de dos técnicas de detección de suero de quesería como adulterante de leche deshidratada: por espectrofotometría y por electroforesis en gel de poliacrilamida-SDS. Tesis profesional. Licenciatura, Facultad de Química, UNAM, México, D.F. (1997).

27. Secretaría de Salud. Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Control Sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios. Diario Oficial de la Federación, México, D. F., 18 enero de 1988.
28. Sadini, V., and Rampilli, M. : Detection of rennet whey in dried milk and buttermilk. I. General considerations. Sci. Tecnic. Lattiero- Casearia. 36 (1) 127-129 (1985).
29. Tanimoto, M., Kawasaki, Y., Dosako, S., Ahiko, K. and Nakajima, I.: Large scale preparation of kappa-casein glycomacropeptide from rennet casein whey. Biosc. Biotech. Biochem., 56 (1) 140-141 (1992).
30. Veisseyre, R.: Lactologia técnica. Ed. Acribia, España (1988).
31. Vilder, J. de., Renterghem, R. van., and Waes, G.: Determination of rennet whey in sour cream and buttermilk. Milchwissenschaft., 43 (7) 426-429 (1988).
32. Wolfschoon-Pombo-AF., and Furtado-MAM.: Detection of adulteration of pasteurized milk with whey by determination of the casein-bound phosphorus and protein nitrogen content. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 188 (1) 16-21 (1989).
33. Zalazar-CA.: Meinardi-CA.: Palma-S.: Adulteration of dried milk for human consumption. Rev. Argent. Lacto. 4 (6) 57-62 (1992).

Cuadro 1. COMPOSICION EN PORCENTAJE DEL SUERO DE QUESERIA DESHIDRATADO.

CONSTITUYENTES	%
HUMEDAD	4
MATERIA SECA	96
GRASA	3.60
PROTEINA	14.44
LACTOSA	71.86
CENIZAS	6.10

FUENTE: Lab. Bromatología. FES-C. UNAM. 1996

Cuadro 2. PRODUCCION NACIONAL DE LECHE DE BOVINO FRESCA DURANTE EL PERIODO 1993-1995

ANO	1993	1994	1995
litros	7,404,078	7,320,213	7,398,598

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR 1993-1994

Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR 1995-1996

Cuadro 3. PRODUCCIÓN MUNDIAL EN TONELADAS DE LECHE DE BOVINO FRESCA DURANTE EL PERIODO 1993-1995.

PAIS	1993	1994	1995
Estados Unidos	68.300	69.680	71.350
India	30.600	30.000	31.200
Alemania	28.100	28.300	28.000
Francia	25.320	25.320	25.800
Brasil	15.670	15.770	15.770
Reino Unido	14.740	15.010	14.670
Polonia	12.640	12.220	11.770
Países Bajos	10.950	10.870	10.900
Italia	10.650	10.450	10.450
Japón	8.626	8.389	8.500
Canadá	7.500	7.640	7.950
México	7.404	7.320	7.398
Argentina	7.657	7.547	7.547
Sudáfrica	7.716	7.212	7.400
Otros países	2.341	2.450	2.495

FUENTE: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR, con información del Boletín Trimestral FAO de estadísticas/Vol. 8, No. 3/4-1995.

Cuadro 4. MEXICO. IMPORTACIÓN DE LECHE DESHIDRATADA EN TONELADAS DURANTE EL PERÍODO DE 1993-1995

1993	1994	1995
232.034	204.159	134.625

FUENTE: Centro de Estadística Agropecuaria. SAGAR, con información del Boletín Trimestral FAO de estadísticas/Vol. 8. No. 3/4-1995.

Cuadro 5. DETERMINACION DE SUERO DE QUESERIA EN EL MUESTREO PILOTO DE LECHE DESHIDRATADA DE TRES MARCAS COMERCIALES EN LA Cd. DE MEXICO MEDIANTE LA TECNICA DE ELECTROFORESIS EN GEL DE POLIACRILAMIDA-SDS.

LOTE NO.	MUESTRA A		MUESTRA B		MUESTRA C	
	NO. MUESTRAS	POSITIVAS	NO. MUESTRAS	POSITIVAS	NO. MUESTRAS	POSITIVAS
I	2	0	2	0	2	0
II	2	0	2	0	2	0
III	2	2	2	0	2	2
IV	2	0	2	0	2	0
V	2	0	2	0	2	0
VI	2	0	2	0	2	0
VII	2	2	2	2	2	2
VIII	2	0	2	0	2	0
TOTAL	16	4	16	2	16	4

Nota: Las muestras fueron analizadas por duplicado, con los mismos resultados en cada prueba.

Cuadro 6. DETERMINACION DE SUERO DE QUESERÍA EN TRES MARCAS COMERCIALES DE LECHE DESHIDRATADA MEDIANTE LA TÉCNICA DE ELECTROFORESIS EN GEL DE POLIACRILAMIDA-SOS.

LOTE NO.	MUESTRA A		MUESTRA B		MUESTRA C	
	No. muestras	positivas	No. muestras	positivas	No. muestras	positivas
I	2	0	2	0	2	0
II	2	0	2	0	2	0
III	2	2	2	0	2	2
IV	2	0	2	0	2	0
V	2	0	2	0	2	0
VI	2	0	2	0	2	0
VII	2	2	2	2	2	2
VIII	2	0	2	0	2	0
IX	2	2	2	0	2	0
X	2	0	2	0	2	0
XI	2	0	2	0	2	0
XII	2	2	2	0	2	0
XIII	2	0	2	0	2	0
XIV	2	0	2	0	2	0
XV	2	0	2	0	2	0
XVI	2	0	2	0	2	2
XVII	2	0	2	0	2	0
XVIII	2	0	2	0	2	0
TOTALES	36	8	36	2	36	6

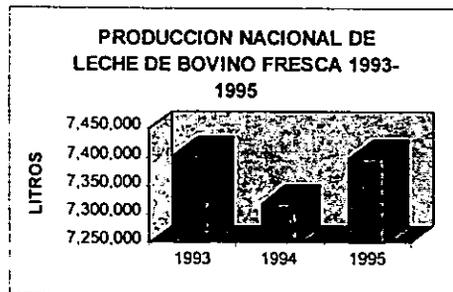
Nota: Cada marca fue analizada por duplicado, con iguales resultados

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 7. FRECUENCIA DE ADULTERACIÓN POR MARCA DE LECHE DESHIDRATADA

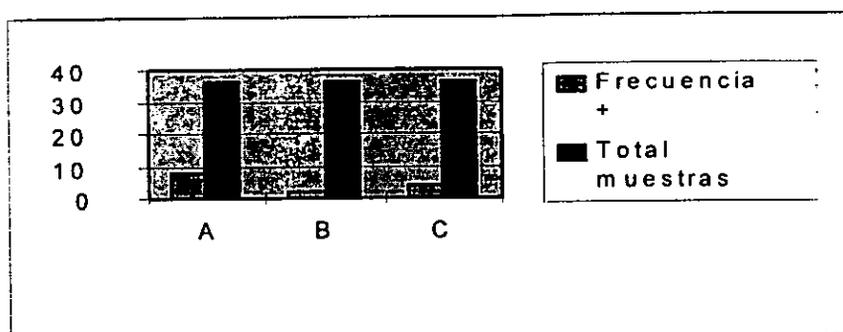
MARCA	TOTAL	POSITIVAS	%
A	36	8	22.22
B	36	2	5.55
C	36	6	16.66

Gráfico 1. PRODUCCIÓN NACIONAL DE LECHE DE BOVINO FRESCA EN LITROS DURANTE EL PERÍODO 1993-1995.



FUENTE: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR, con información del Boletín Trimestral FAO de estadísticas/Vol. 8, No. 3/4-1995.

Gráfico 2. FRECUENCIA DE ADULTERACIÓN POR MARCA DE LECHE DESHIDRATADA.



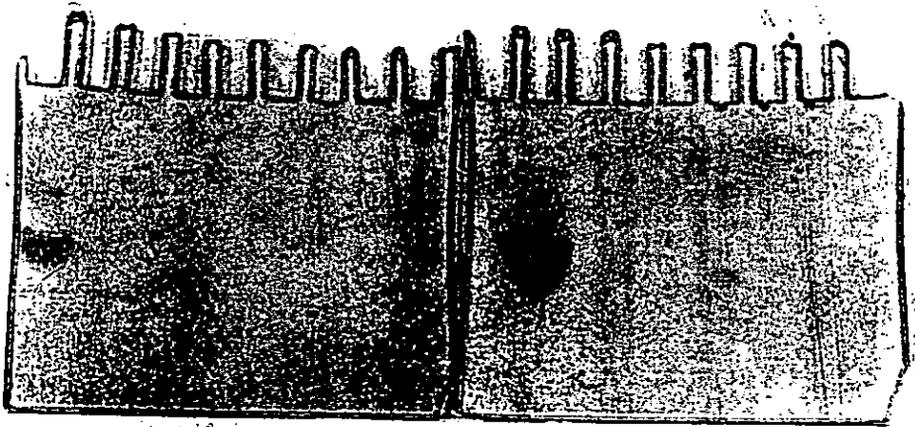


Figura 1. Muestras negativas a la presencia de GMP.

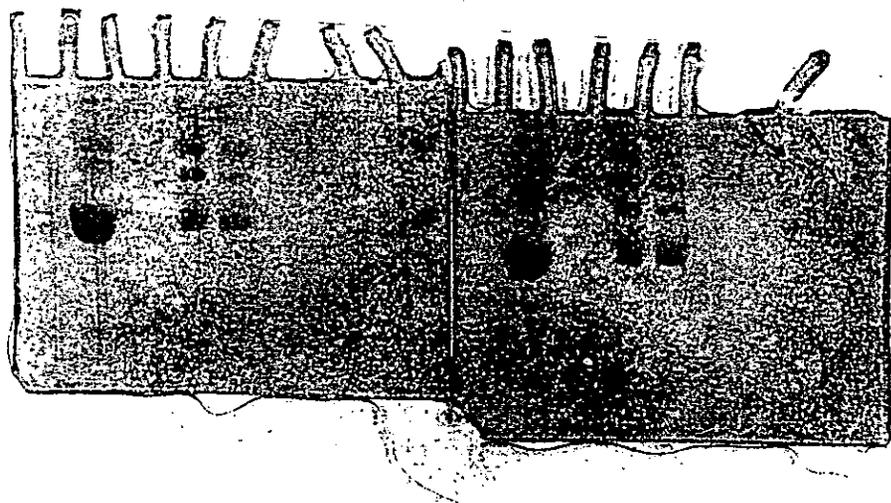


Figura 2. Muestras positivas a la presencia de GMP.