

304434

1



**U N I V E R S I D A D   S I M Ó N   B O L I V A R**

**IMPORTACIONES DE LECHE EN POLVO Y LACTOSUERO Y SUS  
APLICACIONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA MEXICANA  
DIRECTOR DE TESIS: DR. SALVADOR VEGA Y LEÓN**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**P R E S E N T A**

**PATRICIA BOTELLO HERNÁNDEZ**

298943.

2001



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 esta 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 por darme la oportunidad de estar en esta vida.*

*A mi querido amigo, compañero y esposo Luis con todo mi cariño, gracias por tanta felicidad que me has dado y por tu valioso apoyo en todo momento.*

*A mis padres Gloria y José Angel por su gran cariño y apoyo.*

*A Linda una gran amiga y suegra por su cariño.*

*Al Dr. Salvador Vega y León por su orientación, dedicación y paciencia a la terminación de este trabajo.*

*A mis hermanos Toño, Laura y Lety.*

*A mis más cercanos amigos.*

## INDICE DE CONTENIDOS

	Página	
CAPITULO 1.	Introducción	
1.1	Definición y componentes de la leche	6
1.2	Producción nacional de leche	14
1.3	Características de la Industria láctea Mexicana	24
CAPITULO 2.	Metodología	
2.1	Objetivos	37
2.2	Recuperación y análisis de la información	37
CAPITULO 3.	Análisis de la información y resultados	
3.1	Demanda nacional de leche en polvo	29
3.2	Importaciones de derivados lácteos	32
3.2.1	Leche en polvo deshidratada	32
3.2.2	Lactosuero	39
3.3	Procesos de elaboración de leche en polvo	41
3.4	Usos y aplicaciones de leche en polvo y lactosuero en la industria alimenticia	45
CAPITULO 4.	Bibliografía	53
ANEXO 1.		56
ANEXO 2.		62

## INDICE DE TABLAS

Número de Tabla	Título	Página
1	Producción total de leche de vaca, 1992-1998	16
2	Producción mensualizada de leche de vaca, 1992-1999	20
3	Producción mundial de leche de vaca entera fresca, 1992-1998	22
4	Precio medio rural de leche de vaca, 1992-1997	25
5	Producción nacional de leche de vaca 1985-1998	30
6	Importaciones definitivas a México de leche en polvo con contenido de grasa en peso superior a 1.5%. Sin endulzar	33
7	Importaciones definitivas a México de leche en polvo con contenido de grasa en peso no mayor a 1.5%. Endulzada	36
8	Importaciones definitivas a México de lactosuero	39
9	Composición de leche entera y descremada en polvo	41
10	Composición de lactosuero dulce y ácido	43
11	Composición de lactosuero y sus productos derivados	65

## INDICE DE FIGURAS

Número de figura	Título	Página
1	Composición global de leche de vaca	8
2	Esquema del funcionamiento de una descremadora industrial abierta	57
3	Un bol tubular	58
4	Dispositivo de salida de la leche descremada y de la crema en una descremadora semihermética sin espuma	60
5	Circuitos de la crema y de la leche en una descremadora hermética alimentada por la parte inferior	61
6	Instalación de recuperación de finos de caseína y grasa de suero	62
7	Instalación de evaporación de capa descendiente con tres efectos y compresión mecánica de vapor	64

## INDICE DE GRAFICAS

Número de gráfica	Título	Página
1	Producción nacional de leche de vaca, 1985-1998	15
2	Producción total de leche de vaca, 1992-1998	17
3	Producción de leche de vaca en los principales estados de la República Mexicana, 1993-1999	18
4	Producción mensualizada de leche de vaca	19
5	Producción mundial de leche de vaca entera fresca, 1992-1998	23
6	Precio por litro de leche cruda ("bronca")	26
7	Importaciones definitivas a México de leche en polvo con contenido de grasa en peso superior a 1.5%. Sin endulzar. 1996-1999	34
8	Importaciones definitivas a México de leche en polvo con contenido de grasa en peso superior a 1.5%. Sin endulzar	35
9	Importaciones definitivas a México de leche en polvo con contenido de grasa en peso no mayor a 1.5%. Endulzada	37
10	Importaciones definitivas a México de leche en polvo con contenido de grasa en peso no mayor a 1.5%. Endulzada	38
11	Importaciones definitivas a México de lactosuero, 1996-1999	40

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### 1.1. DEFINICIÓN Y COMPONENTES DE LA LECHE

La leche es el líquido segregado por las glándulas mamarias de los mamíferos que tiene como objetivo fundamental el alimentar a la cría durante su crecimiento. En especial la leche de vaca contiene, sustancias químicas como proteínas, grasa, lactosa, vitaminas y sales minerales que la hacen de alto valor nutritivo para el hombre (7), la leche cruda se obtiene en explotaciones pecuarias y después de su transporte y comercialización sirve de materia prima en la industria lechera.

A la leche cruda o “bronca” también se le puede considerar como leche que no ha sido modificada ni sometida a ningún tratamiento térmico. La denominación conceptual se puede mantener entonces hasta el proceso de calentamiento (pasteurización) en la industria lechera.

La leche se considera como un líquido blanco y opaco, aunque puede presentar una tonalidad ligeramente amarillenta (según el contenido de carotenos de la materia grasa), sobre todo cuando las vacas se alimentan en los pastizales. Debe tener sabor característico, puro, fresco, agradable y ligeramente dulzón. Debe incluir consistencia homogénea y carecer de grumos y copos (15 y 13).

La leche está constituida por un sistema fisicoquímico muy complejo (ya que cada componente interactúa con los otros y por lo tanto provocan estabilidad en el líquido) está constituido por diferentes fases físicas que varían en su grado de dispersión de acuerdo a la acidez y temperatura de la misma.

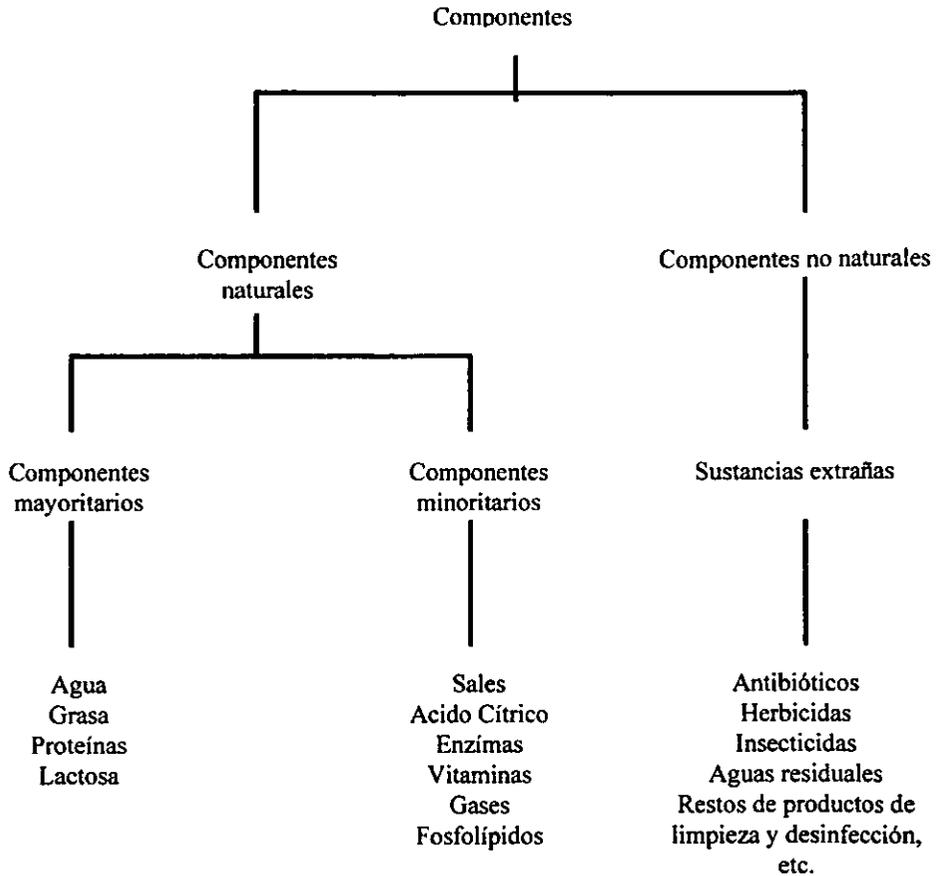
En la leche se presentan tres grados de dispersión:

- a) Los componentes que forman una verdadera solución como lactosa, sales, aniones, cationes y vitaminas hidrosolubles.
- b) Los componentes que forman suspensiones coloidales como las proteínas, tanto caseínas como las del suero.
- c) Los componentes que se encuentran en estado de emulsión tal es el caso de los glóbulos de grasa.

La leche está compuesta químicamente por agua, grasas, proteínas, azúcares y sales minerales, y otras sustancias presentes en menor concentración; éstos componentes se encuentran en diferentes concentraciones y varían considerablemente de acuerdo a la raza de la vaca, su alimentación, época del año y horario de la ordeña (7).

A continuación se presenta un esquema que permite visualizar de manera simplificada la composición general de la leche.

FIGURA 1. COMPOSICIÓN GLOBAL DE LECHE DE VACA



Fuente: Luquet, 1991.

A continuación se muestra información de los principales componentes naturales de la leche, los cuales se producen en el proceso de lactogénesis.

## AGUA

Es el componente principal de la leche, su función primordial es la de actuar como disolvente de los demás constituyentes (15).

## GRASA

De todos los componentes de la leche, la fracción que más varía es la formada por las grasas, estando en una proporción que oscila entre el 3.2 y 6%. Estas variaciones se deben a la diversidad del ganado vacuno y a la diferente alimentación, alojamiento y estado sanitario del mismo.

La materia grasa de la leche es simplemente un lípido que se encuentra en forma de glóbulos grasos de forma esférica, formados por moléculas esterificadas de ácidos grasos y alcoholes, llamadas triacilgliceroles.

Los triacilgliceroles, constituyen el 98% del material extraíble con disolventes no polares. También se hayan incluidos los fosfolípidos, los esteroides, los pigmentos, las vitaminas liposolubles A, D, E y K.

Los triacilgliceroles están compuestos por ácidos grasos saturados e insaturados con número impar de átomos de carbono, hidroxilados y ramificados que se ven afectados por los mismos factores de la composición de la leche (descritos anteriormente) y además se han identificado más de 60 de ellos (7).

## Fosfolípidos

Constan fundamentalmente de fosfatil colina o llamada también lecitina y la cefalina, presentes aproximadamente en 30% respectivamente (13).

Para los fosfolípidos totales, se encuentran la fosfatil serina (10%), el fosfatil inositol (6%) y la esfingomielina (25%).

Los ácidos grasos presentes en los fosfolípidos son de una cadena mínima de 10 carbonos y son constantes.

Los fosfolípidos se encuentran en baja concentración, pero son de gran importancia, porque cumplen con varias funciones biológicas y afectan la estabilidad de la leche; actúan como emulsificantes naturales de los glóbulos de grasa, de manera que los estabilizan en la leche, y por ser ricos en ácidos grasos insaturados se oxidan con facilidad y producen el sabor a "oxidado" de los productos lácteos (7).

La capa de fosfolípidos está envuelta por otra capa formada por la denominada proteína de membrana, que junto con el agua se les atribuye la capacidad de dispersión de la grasa de la leche (13).

## PROTEÍNAS.

En el grupo de las proteínas de la leche se encuentran 2 variedades. Las caseínas y las proteínas del suero, ambas se encuentran en suspensión coloidal y existe gran diferencia en sus estructuras y propiedades químicas.

Ambos grupos se pueden fraccionar y separar de acuerdo con su solubilidad a ciertos valores de pH en presencia de sales, lo cual lleva a diferenciar los dos sistemas de estabilidad de las proteínas de la leche:

En el primero se encuentran las proteínas en suspensión coloidal debido a mecanismos de carga eléctrica y deshidratación y son polipéptidos insolubles en su punto isoeléctrico y son sensibles a los iones divalentes ejemplo: caseínas.

En el segundo las proteínas están estabilizadas en suspensión coloidal por un mecanismo de hidratación, cuyas fracciones son solubles en su punto isoeléctrico; estas proteínas son más lábiles a la desnaturalización por calor y no son sensibles a los iones divalentes ejemplo: proteínas del suero (7 y 13).

### Caseínas

Son un conjunto de polipéptidos sintetizados en la glándula mamaria de la vaca, que forman la fracción proteica más importante de la leche, porque forman el 85% de las proteínas totales. Es una fosfoproteína debido a que posee grupos fosfato fuertemente ligados y además, establece enlaces con algunos minerales como el calcio en cantidades notables, y en menor grado, citratos y magnesio.

Estas precipitan a un pH de 4.6 a 20°C y su estabilidad se ve afectada a valores de pH más bajos y por la presencia de cationes divalentes, por el contrario son estables a la mayor parte de los tratamientos térmicos empleados (7 y 13).

### Proteínas del suero.

Llamadas también proteínas séricas o del lactosuero, participan con un 20% en la proporción total de las proteínas de la leche, En éste grupo se encuentran las albúminas y las globulinas, las primeras se encuentran del 16-18% y las segundas del 2-4%. Al contrario de las caseínas, estas proteínas no contienen nada o casi nada de fósforo, tampoco son sustancias únicas, sino que más bien representan

una serie de grupos de sustancias que se subdividen según su capacidad de precipitación con sulfato amónico (15).

Estas proteínas son compactas, globulares, con un peso molecular que varía entre 14000 y 1 000 000 daltones. Son solubles a un intervalo de pH muy amplio. Constan de por lo menos 8 diferentes fracciones, entre las cuales las más importantes son la lactoglobulina, la lactalbúmina, las inmunoglobulinas, la albúmina bovina y las proteosas peptonas.

En general, son muy sensibles al calor y menos al ácido, al contrario del las caseínas.

Las proteínas del suero contienen aminoácidos azufrados muy lábiles al calor y las temperaturas de pasteurización desnaturalizan una fracción de ellas con la consecuente producción de grupos sulfhidrilo muy reactivos, los cuales actúan como antioxidantes para productos lácteos que hayan recibido tratamientos térmicos (7).

## AZÚCARES

En este grupo se encuentra la lactosa como el único glúcido libre que existe en cantidad importante en todas las clases de leche; es también el componente más abundante, el más simple y el más constante en proporción. La lactosa es el monosacárido más lábil frente a la acción microbiana, ya que la leche es fácilmente presa de bacterias de diversos tipos, que transforman la lactosa en ácido láctico y en otros ácidos alifáticos (1).

La lactosa es un azúcar que presenta 15% de dulzura de la sacarosa (su poder edulcorante es seis veces menor que el azúcar ordinario) y junto con las sales constituye al sabor global de la leche, aunque el sabor dulce de ésta esta enmascarado por la caseína (1).

## SALES MINERALES

La leche contiene sales tanto disueltas (moléculas o iones) como en estado coloidal. La mayoría (conocidas como sales de la leche) son de tipo mineral, por ejemplo fosfatos de calcio, cloruros y citratos de calcio, magnesio, sodio y potasio. El azufre proviene de las proteínas que tienen aminoácidos azufrados y el hierro no se encuentra más que en estado de trazas, aunque también los hay de origen orgánico (15, 7 y 13).

El calcio y fósforo condicionan la estabilidad de la fase coloidal, particularmente el calcio (aproximadamente el 65% del calcio total de la leche actúa en tal fase y el resto en forma iónica en solución) y son los más importantes desde el punto de vista biológico, en especial el calcio, ya que es necesario que exista en cantidades suficientes para que pueda producirse la coagulación de las proteínas (15).

El magnesio, es tan importante como el calcio, interviene en la estabilización de la micela y el resto se encuentra disuelto.

El ácido cítrico es característico de la leche, al formar quelatos con el calcio, permite que la leche tenga mucho calcio disuelto en forma de citrato. Es sintetizado por la mama a partir de la glucosa o de sus derivados.

El potasio, sodio y cloro; junto con la lactosa, permiten que exista el equilibrio entre la presión osmótica de la leche en la mama y la sanguínea (13).

La relación de concentraciones de las sales de la leche desempeña un papel importante en la estabilidad térmica de los productos lácteos, de tal forma que los iones calcio y magnesio tienden a inestabilizar el sistema proteico, mientras que los citratos y el fósforo lo estabilizan.

## ENZIMAS

Se encuentran distribuidas en la leche, ya sea unidas a las micelas de caseína, a la membrana del glóbulo de grasa o en forma libre en el suero, las más importantes son: lipasa, proteasa, fosfatasa, catalasa, lactoperoxidasa y xantina oxidasa.

La leche también contiene enzimas de menor importancia como: lisozima, amilasa, y ribonucleasa, fosfatasa ácida, aldolasa, fosfodiesterasa y amilasa (7).

Las enzimas presentes en la leche provienen en parte de la sangre y otra parte provienen del metabolismo de los microorganismos que han llegado a la leche (15).

Las funciones que tienen algunas enzimas en la leche son las siguientes:

Algunas enzimas que se encuentran naturalmente en la leche son las lipasas y proteasas; que pueden considerarse como factores de degradación de los constituyentes originales (grasa) de la leche, pueden inducir modificaciones en el plano tecnológico (pérdida de rendimiento) y sobre las cualidades organolépticas de los productos transformados (modificación de la textura, mal sabor, etc.).

Otras enzimas de la leche son la lactoperoxidasa y la lisozima que tienen actividad antibacteriana y aportan una protección limitada a la leche (13).

Las enzimas que tienen mayor importancia comercial debido al daño que pueden provocar en productos son las siguientes:

Lipasa.-	Causa las reacciones de rancidez hidrolítica.
Fosfatasa alcalina.-	Se usa como índice de pasteurización de la leche.
Catalasa.-	Usada como índice de mastitis en vacas.
Proteasa.-	Es la causante de la inestabilidad del sistema proteico en productos lácteos almacenados por períodos muy largos (7).

## VITAMINAS

La leche contiene la mayoría de las vitaminas; las liposolubles se encuentran interactuando con la fase lípida, mientras que las hidrosolubles se localizan en el suero (7).

El contenido de ellas en la leche cruda depende fundamentalmente de la alimentación y del estado de salud de los animales. Los tratamientos y transformaciones a los que se somete la leche pueden rebajar su contenido vitamínico (15).

## GASES

Poco después de que se produce la ordeña, la leche contiene aproximadamente un 5-10% en volumen de anhídrido carbónico, un 2-3% en volumen de nitrógeno y un 0.5-1.0% en volumen de oxígeno; mismos que van reduciéndose en el transcurso del almacenamiento (15).

## SUSTANCIAS EXTRAÑAS.

Estas sustancias son aquellas que por su naturaleza o cantidad son impropias de la leche, que no aparecen en ésta de forma natural ni debido a los tratamientos físicos habituales (15).

Las sustancias extrañas tienen un amplio uso en forma de productos químicos, que se aplican a nivel agrícola para combatir las plagas, proteger los cultivos y para evitar las enfermedades del ganado (productos quimioterapéuticos), provocan que estas sustancias o sus metabolitos estén presentes en la leche. A esto se une la contaminación ambiental de origen industrial o de otros factores que conlleva el grado de desarrollo alcanzado por la sociedad.

## 1.2 PRODUCCION NACIONAL DE LECHE

La producción nacional de leche se desarrolla en sistemas de explotación heterogéneos en cuanto a tenencia de la tierra e infraestructura en general. En términos simplificados, se distinguen dos clases de explotación que se forman de acuerdo con las características del nivel tecnológico, el tamaño y el rendimiento: el sistema intensivo con ganadería especializada y el sistema de producción con ganadería no especializada; dentro de la ganadería especializada se encuentran dos categorías: la estabulada y la semiestabulada. La ganadería no especializada se constituye por la ganadería de doble propósito y la de pastoreo familiar (3 y 12).

La importancia del sector lechero radica, en primer lugar, en que genera alrededor de 1.5 millones de empleos y contribuye con el 1.3% del Producto Interno Bruto del país. Del valor de la producción ganadera nacional, la lechera aporta el 22.8% y se ubica en el segundo lugar de importancia (12).

La mayoría de las fincas especializadas se ubican en el altiplano, en los estados de Chihuahua, Durango y Coahuila (La Laguna), en las cuencas lecheras de Jalisco, Guanajuato, Puebla, Querétaro, Estado de México y de Hidalgo.

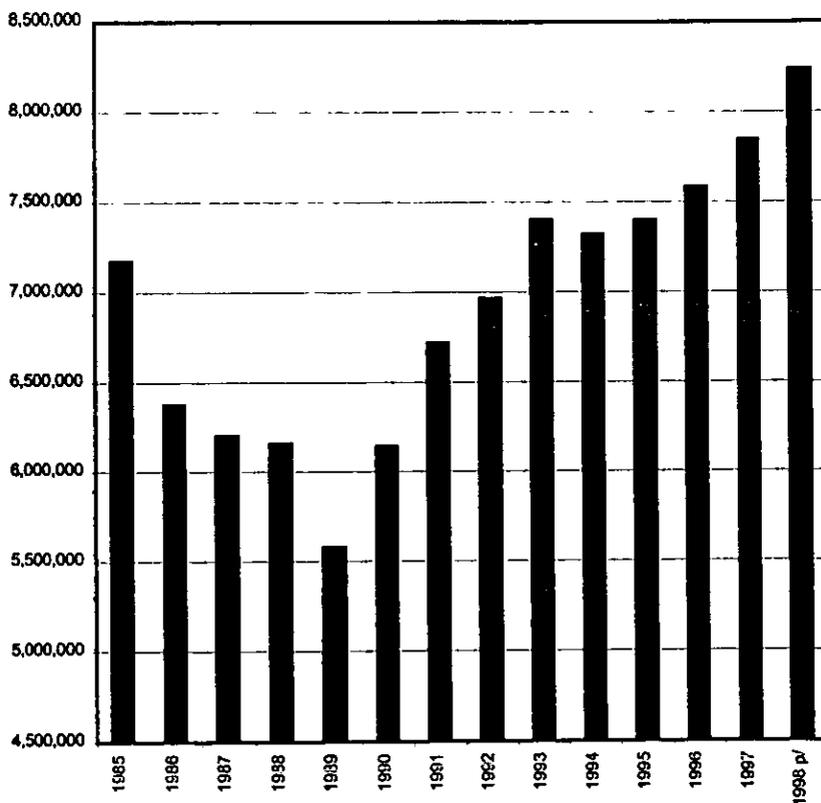
La ubicación del sistema semiespecializado se localiza en Veracruz, Chiapas, Michoacán, Sinaloa y Jalisco (3).

Las regiones mayores de la producción lechera en la República Mexicana son los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Puebla en las zonas áridas y templadas, y las zonas tropicales de Chiapas y Veracruz (3). En otras regiones es menor la producción de leche debido principalmente al clima.

En la gráfica Núm. 1 se muestra la información sobre la producción nacional de leche fluida de vaca que para el año de 1998 fue de 8,365,825 miles de litros.

### GRÁFICA NÚM. 1

#### PRODUCCION NACIONAL DE LECHE DE VACA 1985-1998 (miles de litros)



Fuente: SAGAR, 1999

En la tabla Núm. 1 se muestra la producción total de leche de vaca en México, para los años de 1992-1998, observándose su distribución de acuerdo a los estados de la República.

**TABLA NÚM. 1**  
**PRODUCCION TOTAL DE LECHE DE VACA 1992 - 1998**  
(miles de litros)

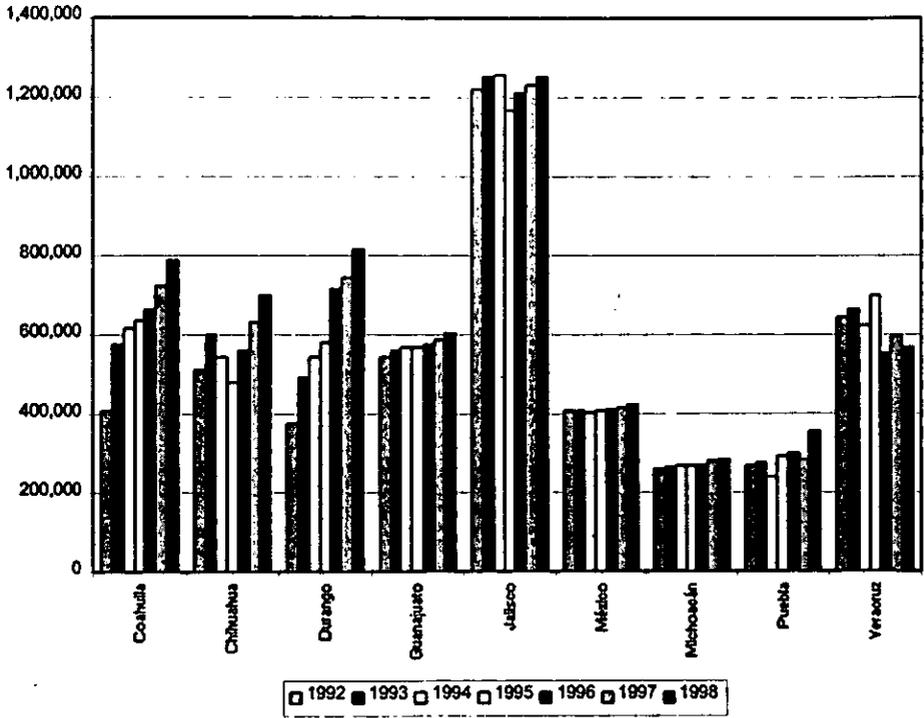
Estado	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Aguascalientes	217,599	256,603	273,608	290,055	348,303	348,013	372,822
Baja California	172,525	151,596	160,542	163,690	176,591	185,061	196,878
Baja California Sur	18,793	19,884	20,334	24,205	23,981	25,509	27,758
Capeche	11,112	12,541	16,654	17,851	18,449	18,730	18,982
Coahuila	407,153	575,722	616,388	635,364	662,510	723,711	789,904
Colima	34,596	35,910	35,934	36,742	36,968	36,701	37,240
Chiapas	217,380	222,244	175,380	202,500	193,834	192,046	275,760
Chihuahua	510,370	601,520	544,723	479,490	559,942	630,103	698,310
Distrito Federal	18,337	13,922	14,846	13,730	11,958	11,352	17,283
Durango	376,140	491,111	545,016	579,913	715,536	743,440	817,256
Guanajuato	543,830	560,000	569,340	566,150	574,230	586,475	605,364
Guerrero	59,555	61,432	54,343	61,133	58,773	58,714	69,472
Hidalgo	313,732	345,392	347,567	323,430	331,782	335,273	345,998
Jalisco	1,220,779	1,251,324	1,257,392	1,169,586	1,211,028	1,231,283	1,251,504
México	409,250	409,878	403,229	408,365	412,480	416,608	423,085
Michoacán	259,737	264,230	268,088	266,520	267,559	279,543	283,995
Morelos	19,105	19,013	19,145	17,999	11,612	12,866	12,869
Nayarit	54,957	57,275	58,065	51,671	54,963	51,067	42,825
Nuevo León	25,000	28,277	28,020	30,877	27,417	31,766	36,573
Oaxaca	144,178	134,393	127,219	130,002	130,212	132,254	143,463
Puebla	266,470	274,551	240,299	291,674	299,824	283,292	355,812
Queretaro	152,910	157,534	159,684	155,090	141,025	158,853	172,803
Quintana Roo	2,740	2,695	3,203	2,708	2,940	3,567	3,965
San Luis Potosi	278,705	277,258	278,646	285,048	256,106	264,229	269,694
Sinaloa	181,345	115,230	54,300	57,068	57,208	55,091	82,690
Sonora	92,272	83,564	77,155	98,795	92,857	87,751	102,101
Tabasco	87,320	84,540	90,114	87,954	83,730	85,800	83,978
Tamaulipas	23,832	23,090	24,953	30,160	26,172	23,895	22,591
Tlaxcala	75,390	81,109	104,326	78,885	100,845	89,988	91,774
Veracruz	644,160	665,290	624,752	699,216	551,519	598,024	566,187
Yucatan	12,857	17,535	18,104	15,337	15,903	13,752	12,505
Zacatecas	118,281	109,415	108,844	127,390	130,155	135,348	134,584
<b>Total Nacional</b>	<b>6,966,210</b>	<b>7,404,078</b>	<b>7,320,213</b>	<b>7,398,598</b>	<b>7,586,422</b>	<b>7,848,105</b>	<b>8,365,825</b>

Fuente: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR, 1999

La producción nacional de leche de vaca se concentra en nueve estados de la República siendo el mayor productor el estado de Jalisco como se muestra en la gráfica Núm. 2.

GRÁFICA Núm. 2

PRODUCCION TOTAL DE LECHE DE VACA, 1992 - 1998  
(miles de litros)

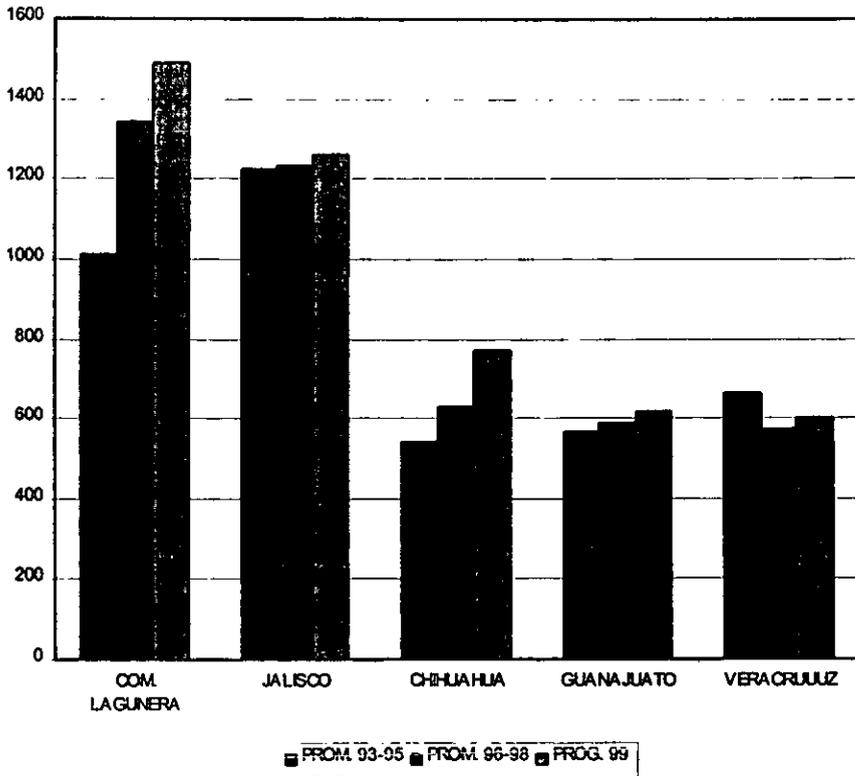


Fuente: SAGAR, 1999.

Sin embargo si se considera de manera conjunta la producción de leche de los estados de Coahuila y Durango en la llamada Comarca Lagunera, ésta es la región de México con mayor crecimiento y producción de leche.

GRÁFICA NÚM. 3

**PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACA EN LOS PRINCIPALES ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA, 1993-1999**  
(millones de litros)

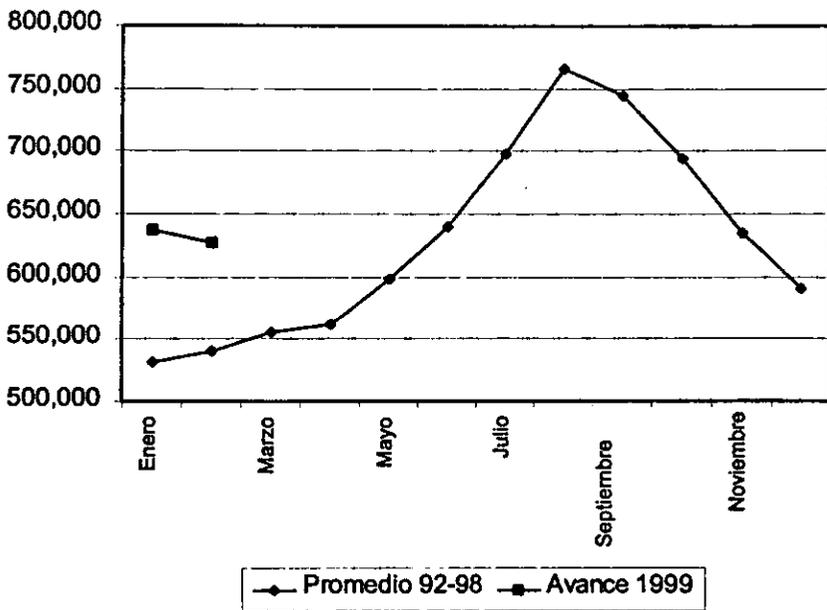


Fuente: SAGAR, 1999

La producción de leche en México como en otros lugares del mundo tiene variaciones durante el año; el período anual donde se eleva la producción va de Mayo a Octubre, que corresponde a la estación de lluvias en el país y por lo tanto hay más disponibilidad de pastos y forrajes frescos para el ganado en las zonas antes mencionadas. La gráfica Núm. 4 muestra la tendencia en la producción de leche que se presentó en México durante el año de 1998 y el avance hasta febrero en 1999.

**GRÁFICA NÚM. 4**

**PRODUCCIÓN MENSUALIZADA DE LECHE DE VACA**  
(miles de litros)



Fuente: SAGAR, 1999.

Por otro lado en la tabla Número 2, se muestra el promedio mensual y anual para la producción de leche de vaca durante los años 1992-1999, como puede observarse en los meses de agosto y septiembre se presenta la mayor producción de leche en México.

**TABLA NÚM. 2**

**PRODUCCION MENSUALIZADA DE LECHE DE VACA 1992-1999**  
(miles de litros)

MES	Prorn. 92-98	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 a/
Enero	531,783	473,612	481,094	520,497	521,759	560,505	561,012	603,999	637,898
Febrero	540,815	483,783	492,700	513,111	529,750	572,082	584,212	610,067	627,782
Marzo	554,840	490,838	499,342	522,946	540,422	598,632	584,784	646,919	
Abril	561,785	493,669	545,164	523,955	536,111	603,273	588,481	641,839	
Mayo	598,048	520,701	587,323	578,359	579,838	637,203	628,289	654,625	
Junio	639,298	641,238	641,557	602,579	614,154	630,637	648,357	696,561	
Julio	698,015	712,422	715,072	676,115	635,133	664,974	722,114	760,278	
Agosto	765,633	740,959	856,013	760,085	719,545	702,466	771,387	808,979	
Septiembre	744,951	669,919	780,416	739,871	740,316	704,794	778,025	801,111	
Octubre	693,799	611,372	673,846	705,791	704,510	675,724	712,391	772,962	
Noviembre	635,409	605,959	610,051	597,914	654,125	633,430	651,227	695,155	
Diciembre	591,260	521,738	521,500	578,990	622,935	602,702	617,826	673,130	
<b>TOTAL</b>	<b>7,555,636</b>	<b>6,966,210</b>	<b>7,404,078</b>	<b>7,320,213</b>	<b>7,398,598</b>	<b>7,586,422</b>	<b>7,848,105</b>	<b>8,365,625</b>	<b>p/</b>

p/ preliminar a/ avance

Fuente: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR, 1999

En relación a los países desarrollados se considera que México presenta un crecimiento "relativamente lento" en la producción de leche lo cual es también el resultado de varias circunstancias como escasez de agua, deficiencia de apoyo en los ámbitos técnico, político, económico, de información y de infraestructura al sector lácteo.

Los costos de la producción de leche en México varían sustancialmente entre regiones, dependiendo en gran parte de la disponibilidad y costo de alimentos, ya que para incrementar la producción se necesita más atención al manejo de pastos y forrajes. Se requiere de granos y forrajes que demandan el cultivo de más de 350,000 hectáreas con cuotas de riesgo, en regiones con ventajas comparativas y resultados rentables, puesto que no se les otorgan subsidios como ocurre en otros países (3 y 5).

Existen prácticas inadecuadas de manejo y alimentación y uso extensivo de ganado de baja calidad genética y doble propósito ( sistema semiespecializado)(3). Este último se caracteriza por tecnología media, sanidad deficiente, estacionalidad marcada y productividad indefinida. Su explotación está sujeta a la disponibilidad de forrajes y a una comercialización insegura; éste sistema compite indiscutiblemente con el especializado y enfrenta el riesgo de no alcanzar en los próximos 15 años su consolidación y participación rentable en el mercado.

En cuanto a la ganadería de doble propósito, está orientada a producir carne, sin que su tecnología y calidad cumplan con las exigencias de la ganadería lechera. Este ganado representa el 30% de la oferta total en México. Por el contrario, la ganadería lechera especializada, se destina a la pasteurización. aporta aproximadamente el 25% de la oferta total. Es una producción con tecnología, sanidad y productividad similar a la de Estados Unidos y Canadá, pero tiene la desventaja que depende de la importación de vaquillas de material genético y se encuentra limitada por la escasez de recursos financieros (5).

Debido a la apertura comercial con Estados Unidos y otros países de Europa, la cual ha facilitado el ingreso de productos lácteos, que resultan una competencia desfavorable par la producción nacional lechera y una disminución de esfuerzos para mitigar la dependencia externa (5).

México se comporta como un buen productor de leche a nivel mundial con un volumen equiparable con otras naciones como Canadá, como se observa en la tabla número 3 y en la gráfica número 5.

**TABLA NÚM. 3**

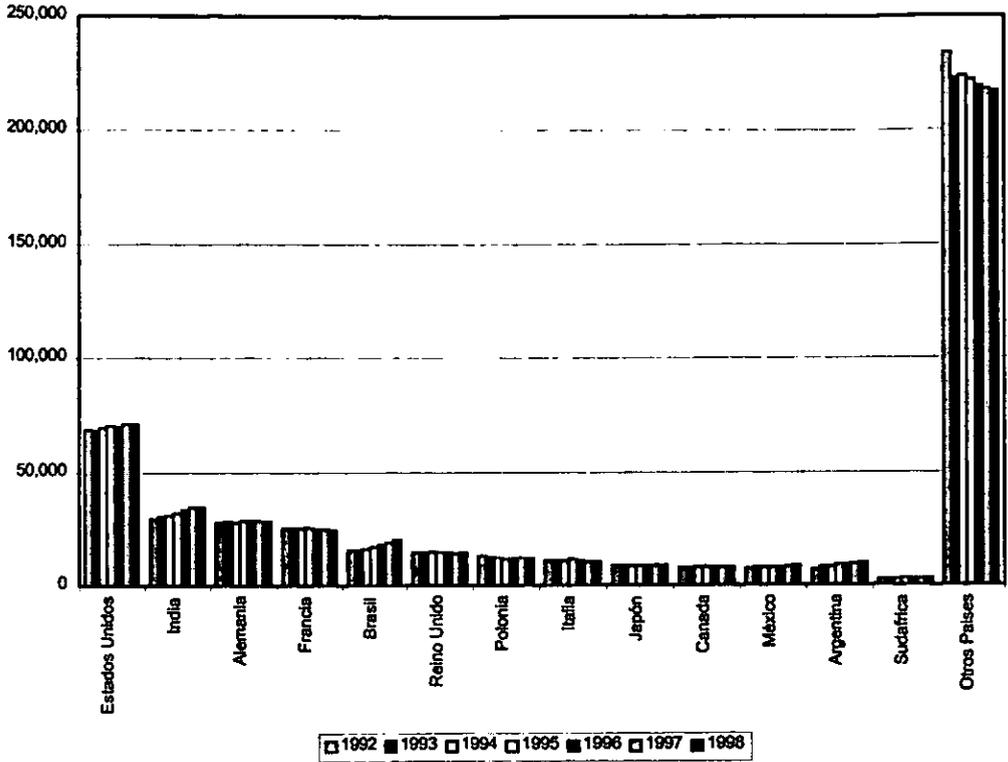
**PRODUCCION MUNDIAL DE LECHE DE VACA ENTERA FRESCA 1992 - 1998**  
**(miles de toneladas)**

<b>Estado</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
Estados Unidos	68,831	68,300	69,701	70,500	70,003	71,500	71,260
India	29,400	30,600	31,000	32,000	33,500	34,500	34,500
Alemania	27,991	28,100	27,866	28,621	28,779	28,702	28,500
Francia	25,315	25,320	25,320	25,491	25,109	24,917	24,500
Brasil	15,465	15,670	16,273	16,985	18,300	19,100	20,213
Reino Unido	14,701	14,740	14,934	14,844	14,808	14,163	14,650
Polonia	13,153	12,640	12,222	11,642	11,696	12,123	11,800
Italia	10,898	10,650	10,674	11,259	10,746	10,200	10,200
Japón	8,576	8,626	8,389	8,382	8,657	8,645	8,595
Canadá	7,633	7,500	7,750	7,920	7,890	7,800	7,700
México	7,204	7,657	7,547	7,628	7,822	8,091	8,494
Argentina	6,600	7,716	8,018	8,792	8,947	9,405	9,750
Sudáfrica	2,390	2,341	2,450	2,794	2,592	2,720	2,800
Otros Países	233,881	222,542	223,544	221,803	219,177	217,911	216,89
<b>Total Mundial</b>	<b>472,038</b>	<b>462,402</b>	<b>465,688</b>	<b>468,661</b>	<b>468,026</b>	<b>469,777</b>	<b>469,85</b>

Fuente: SAGAR 1999

GRÁFICA NÚM. 5

PRODUCCION MUNDIAL DE LECHE DE VACA ENTERA FRESCA, 1992 - 1998  
(miles de toneladas)



Fuente: SAGAR, 1999

### 1.3. CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA LACTEA MEXICANA.

La producción de leche en México oscila alrededor de 7 600 millones de litros de leche anuales sin embargo la industria láctea mexicana debe cubrir un consumo de 11,000 millones de litros por año, por lo que se tiene un déficit del 30% aproximadamente, el cual se ha mantenido en ese rango en los últimos años.

Para el año 2000 la demanda del lácteo crecerá, según estimaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) en 13,800 millones de litros, lo cual obligaría a un crecimiento real de la producción de poco más de 10% anual hasta el año 2003 (12), por lo tanto el panorama histórico de la producción lechera mexicana en la última década, no ha sido lo suficientemente alentador (3 y 5).

La demanda comercial para leche fresca es fuerte. Sin embargo, mucha de ésta demanda es satisfecha con leche fluida sin procesar (leche bronca) que acapara el 28% por razones de conveniencia, preferencia del consumidor y disponibilidad limitada de leche pasteurizada y ultrapasteurizada, el abasto social se eleva al 18% y el 54% restante corresponde a la leche comercial. De esta última, el 75% es leche pasteurizada UHT y el resto leche en polvo, concentrada y evaporada (5).

Entre las pasteurizadoras cabe destacar que las tres más importantes aportan poco más del 50% de la producción nacional; estas empresas son en general cooperativas de ganaderos o que cuentan con un cierto tipo de organización que les permite estar integradas a la agroindustria. No obstante, las industrias que poseen capacidades de transformación elevadas (sobrepasando en ciertos casos el millón de litros diarios), registran una capacidad de utilización industrializada de apenas 45%. En el caso de las leches condensadas, evaporadas y en polvo, participan empresas de carácter transnacional como Nestlé, las cuales se ubican precisamente en el segmento de los productos con alto valor agregado.

En la industria láctea mexicana, la producción de leche pasteurizada esta limitada, sobre todo por los bajos márgenes de utilidad debido a los precios máximos permitidos de venta al menudeo.

Lo anterior está íntimamente relacionado con los precios de compra de la leche cruda de la empresa industrial láctea a los productores. En la tabla número 4 se muestran los precios pagados a los productores de la leche cruda de 1992 a 1997 en los diferentes estados de la República.

**TABLA NÚM. 4**  
**PRECIO MEDIO RURAL DE LECHE DE VACA, 1992-1997**  
**(pesos/litro)**

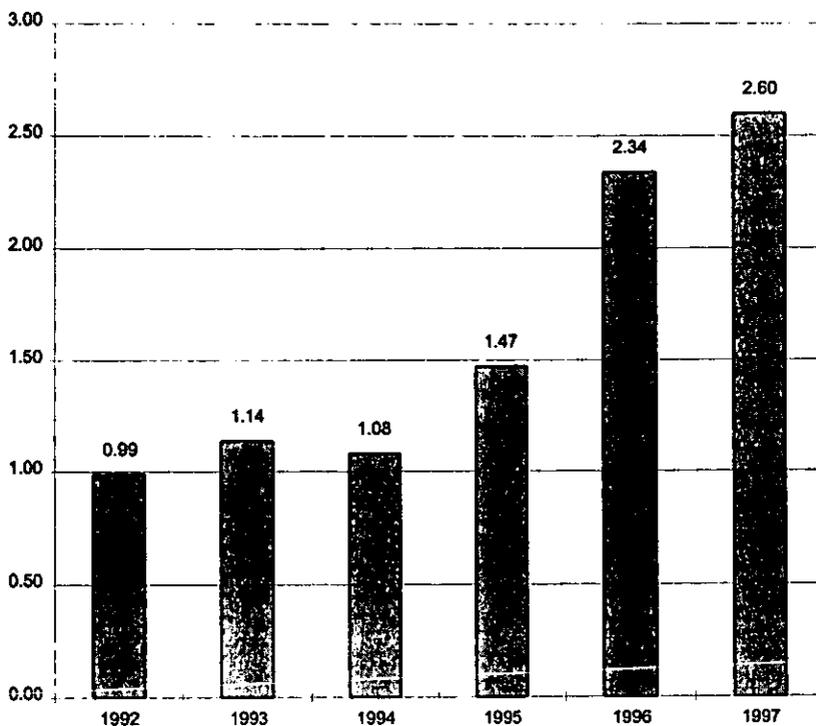
Estado	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Aguascalientes	0.99	0.95	0.97	1.53	2.05	2.18
Baja California	1.05	1.01	1.13	1.68	2.48	3.39
Baja California Sur	1.14	1.16	1.10	1.59	2.00	2.26
Coahuila	0.94	0.92	1.02	1.63	1.65	2.78
Colima	1.04	0.93	1.09	1.57	1.77	2.14
Colima	1.03	1.02	1.00	1.51	2.50	3.12
Chiapas	0.94	1.00	1.09	1.30	1.71	2.43
Chihuahua	1.04	0.96	1.00	1.18	2.19	2.38
Distrito Federal	0.94	0.99	1.00	1.83	2.35	2.39
Durango	1.04	1.10	1.10	1.58	2.61	2.82
Guanajuato	0.97	0.95	1.08	1.24	2.54	2.65
Guerrero	0.95	1.02	1.14	1.29	2.41	2.64
Hidalgo	1.04	1.00	1.02	1.37	2.13	2.30
Jalisco	0.97	1.14	1.15	1.49	2.75	2.80
México	0.97	1.00	1.05	1.71	2.31	2.59
Michoacán	0.97	1.04	1.04	1.70	2.87	2.96
Morelos	0.95	1.00	1.00	1.65	2.41	3.00
Nayarit	1.03	1.10	0.97	1.42	2.08	2.09
Nuevo León	1.04	1.05	0.96	1.43	2.00	2.22
Oaxaca	0.97	1.06	1.12	1.28	2.23	2.80
Puebla	0.96	1.00	0.95	1.65	2.09	2.50
Querétaro	0.98	1.01	1.10	1.23	2.33	2.62
Quintana Roo	0.99	1.00	1.00	1.54	1.87	2.75
San Luis Potosí	0.97	1.05	1.04	1.80	2.04	2.78
Sinaloa	1.04	1.03	1.00	1.51	2.43	2.94
Sonora	0.98	1.04	1.15	1.48	2.18	2.54
Tabasco	0.94	1.16	0.92	0.93	1.74	2.09
Tamaulipas	0.94	1.08	1.12	1.79	2.54	3.35
Tlaxcala	0.99	1.07	1.06	1.28	2.06	2.37
Veracruz	0.94	1.08	1.14	1.35	2.48	2.61
Yucatan	0.94	0.95	1.05	1.68	2.83	3.47
Zacatecas	0.99	1.13	1.00	1.77	2.41	2.59
Promedio Ponderado Nacional	0.99	1.14	1.08	1.47	2.34	2.60

Fuente: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR, 1999

De acuerdo a los datos de la SAGAR, de 1992 a 1997 el precio promedio pagado por la leche cruda paso de \$ 1.00 a \$ 2.60, como se muestra en la gráfica número 6.

### GRÁFICA NÚM. 6

#### PRECIO POR LITRO DE LECHE CRUDA ("BRONCA") (pesos/litros)



Fuente: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR, 1999

## CAPITULO 2

### METODOLOGIA

#### 2.1. OBJETIVOS

1. Conocer los volúmenes de importación y sus valores de los principales derivados lácteos y usos en la Industria Alimenticia Mexicana.
  - a. Conocer importaciones (valores y volúmenes) de los productos lácteos: leche en polvo y lactosuero.
  - b. Explicar las aplicaciones de diversos derivados lácteos en la Industria Alimenticia Mexicana.

#### 2.2. RECUPERACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

“ La recopilación de la información se hizo con base al tipo calidad y tiempo de la misma. En el plano tecnológico se recabó información en textos especializados de lactología en diferentes bibliotecas de la ciudad de México D.F.

Para información actualizada se recurrió a instituciones que tienen catálogos de revistas científicas especializadas, folletería o trabajos científicos en alimentos donde se pudo hallar algún artículo referente al tema en estudio. Esta información se pudo hallar también en dependencias gubernamentales como S.A.G.A.R (Secretaría de Agricultura y Ganadería Rural) y además en la Cámara Nacional de la Industria Láctea.

Con respecto a la obtención de los valores de importación de los derivados lácteos en estudio, se consultó la información disponible en el Centro de Atención a Clientes de Bancomext (Banco de Comercio Exterior).

Para obtener esta clase de datos en dicha institución, fue necesario ubicar en que capítulo(s) de la “Ley del impuesto general de importación recopilada”(8); se encuentran los productos a investigar. Por ejemplo; para el caso de la leche y sus derivados, se consultó el capítulo 4; “Leche y productos lácteos” con excepción de

la lactosa, que aunque es un derivado lácteo, se encuentra incluida en el capítulo 17, "Azúcares y Artículos de Confeitería".

Cada capítulo; clasifica por fracciones arancelarias los productos que se describen, haciéndose más específica la búsqueda, (ejemplo: 04.04 Lactosuero; 04.04.10 Lactosuero concentrado, azucarado). Para las exportaciones se usan fracciones de 6 números, pero para importaciones se usan 8 números.

Una vez obtenidas las fracciones, se procedió a buscar por computadora en el sistema de Bancomext vinculado a Secofi; cada producto.

## CAPITULO III

### ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS

#### 3.1. DEMANDA NACIONAL DE LECHE.

Adicionalmente otro factor que no ha hecho posible que la industria láctea cumpla con la demanda de productos de parte de los consumidores mexicanos, es el aumento de la tasa demográfica, que aunque se ha desacelerado en los últimos años, combinada con la insuficiente producción lechera (ver tabla Núm. 5) hacen inviable cubrir dicha demanda.

**TABLA NÚM. 5**  
**PRODUCCIÓN NACIONAL DE LECHE DE VACA 1985 - 1998**

<b>AÑO</b>	<b>Miles de Litros</b>	<b>Variación (%)</b>	<b>Índice</b>
1985	7,172,955		100.00
1986	6,373,406	-11.15	88.85
1987	6,200,980	-2.71	86.45
1988	6,159,171	-0.67	85.87
1989	5,577,309	-9.45	77.75
1990	6,141,545	10.12	85.62
1991	6,717,115	9.37	93.65
1992	6,966,210	3.71	97.12
1993	7,404,078	6.29	103.22
1994	7,320,213	-1.13	102.05
1995	7,398,598	1.07	103.15
1996	7,586,422	2.54	105.78
1997	7,848,105	3.45	109.41
1998 p/	8,238,216	4.97	114.85

p/ Pronóstico al inicio del año

Fuente: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR, 199

La situación para 1999 es que México es un país con deficiencia de abastecimiento de leche, los productores de leche de los diversos estados que se dedican a ésta actividad en el país, prometieron invertir 600 millones de pesos por los siguientes 5 años para ganar la autosuficiencia, esperando un crecimiento de entre el 6 y 7%; pero según "U.S. Dairy Export Council" de los Estados Unidos en un reporte de 1998, indicaba que dichas cifras pueden ser extremadamente optimistas ya que ellos esperan un crecimiento de 0.4%, entendiéndose por esto que México seguirá reflejando la deficiencia de producción de leche y como resultado abriendo las posibilidades de negocio de importaciones provenientes de E.U. (16).

La consecuencia de todo esto ha provocado que México se convierta en uno de los principales países importadores de derivados lácteos (5 y 12) especialmente de leche en polvo y con lo cual se soluciona el déficit en la producción, ya que este tipo de leche es importada a nuestro país con el fin de transformarla principalmente en leche fluida (leche reconstituida) por la paraestatal Liconsa, que distribuye el producto a familias de bajos recursos económicos.

Así pues, con la creación del ya bien conocido tratado de libre comercio, México llega como el socio comercial más débil en cuanto a productor, aunque como comprador es bastante importante, sobre todo para Estados Unidos, y logra establecer algunas medidas perfeccionistas en términos de cuotas de transición para ciertos productos importantes como maíz, frijol y por supuesto la leche. Así, la región de América del norte se encuentra en una situación privilegiada, ya que poseen sistemas de alta innovación tecnológica al contrario de México, con atraso y dependencia en el mismo rubro.

## 3.2. IMPORTACIONES DE DERIVADOS LACTEOS.

### 3.2.1. Leche en polvo deshidratada.

Existen dos tipos de leche en polvo importadas por México: la primera con un contenido de grasa en peso superior a 1.5%, sin endulzar; y la segunda con un contenido de grasa no mayor a 1.5%, endulzada, por lo que se considera leche en polvo descremada..

Las importaciones son adquiridas por Liconsa y empresas privadas como Nestlé. Pero la primera es la que compra leche en mayores volúmenes.

En México se prefieren las importaciones de leche sin endulzar. Las importaciones de leche en polvo endulzada disminuyeron en 1998, y la tendencia en lo que va de 1999 es decreciente.

En la tabla Núm. 6 se muestran los valores de importación de leche en polvo descremada sin endulzar (LPD, mayor a 1.5% de grasa), como puede observarse en el año de 1998 se importó más del 50% de LPD (1.5% de grasa) que en 1996. Las cifras preliminares de 1999 confirman un crecimiento sólido de las importaciones de éste tipo de leche (ver gráfica Núm. 7). El principal vendedor de LPD (1.5% de grasa) para México es Nueva Zelanda, siguiéndole en segundo lugar la República de Holanda (ver gráfica Núm. 6).

**TABLA NÚM. 6**

**IMPORTACIONES DEFINITIVAS A MÉXICO DE LECHE EN POLVO CON  
CONTENIDO EN GRASA EN PESO SUPERIOR A 1.5% SIN ENDULZAR**

(Kilogramos)

	1996	1997	1998	1999	TOTALES
Alemania		1,200,000			1,200,000
Argentina		26	1,100,000	1,000,000	2,100,026
Australia				2,191,280	2,191,280
Belgica	10				10
Com. Ec. Europea		400,000			400,000
Dinamarca	78,700	135,960	121,422		336,082
Estados Unidos	184				184
Francia		1,500,000	59,200	51,500	1,610,700
Rep. Irlanda	3,960,000		750,000		4,710,000
Nueva Zelanda	25,650,055	31,071,576	36,796,078	20,157,875	113,675,584
Países Bajos	8,775	1,875,000	1,479,656	29,154	3,392,585
Reino Unido (e Irlanda)	17,712	4,936,856	5,159,500	3,009,912	13,123,980
Uruguay		6		2	8
<b>TOTAL</b>	<b>29,715,436</b>	<b>41,119,424</b>	<b>45,465,856</b>	<b>26,439,723</b>	<b>142,740,439</b>

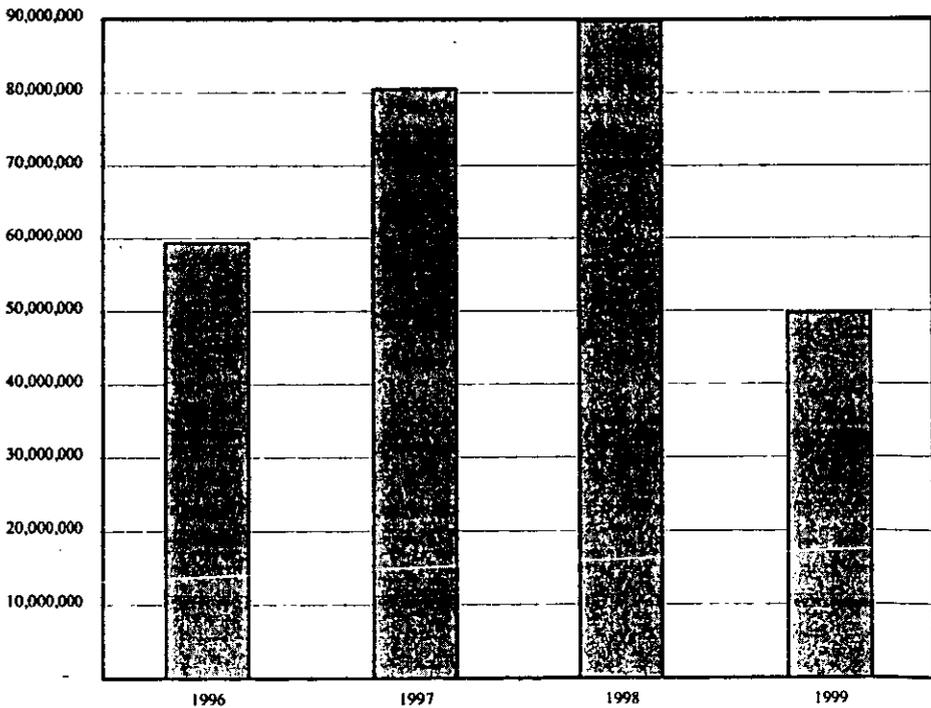
FUENTE: BANCOMEXT, 1999

Por el contrario en la tabla Núm. 7 se observa que las importaciones de leche en polvo descremada con un contenido menor a 1.5% sin endulzar (LPD menor a 1.5% de grasa) han disminuido progresivamente de 1996 en el cual se importaron 126,690,933 Kilogramos a 92,826,572 Kilogramos en 1998, es decir hubo un decremento del 26.7%, como es más notable en la gráfica Núm. 8.

### GRÁFICA NÚM 7.

#### IMPORTACIONES DEFINITIVAS A MÉXICO DE LECHE EN POLVO CON CONTENIDO DE GRASA EN PESO SUPERIOR A 1.5%. SIN EDULZAR

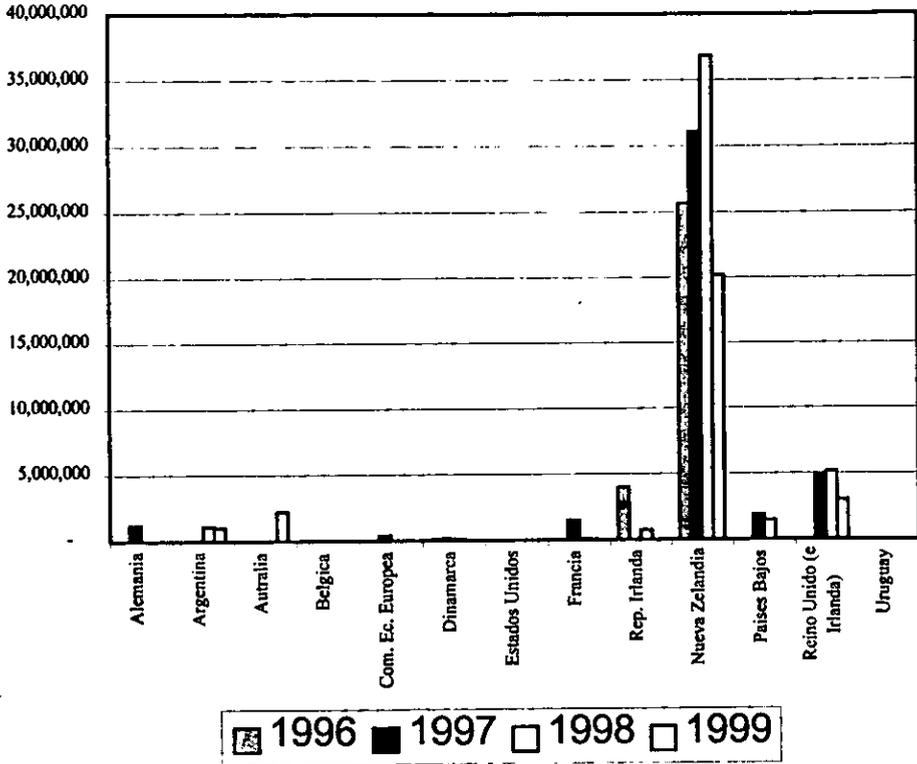
(Kilogramos)



**GRÁFICA NÚM. 8.**

**IMPORTACIONES DEFINITIVAS A MÉXICO DE LECHE EN POLVO CON CONTENIDO DE GRASA EN PESO SUPERIOR A 1.5%. SIN EDULZAR**

(Kilogramos)



**TABLA NÚM. 7**

**IMPORTACIONES DEFINITIVAS A MÉXICO DE LECHE EN POLVO CON  
CONTENIDO DE GRASA EN PESO NO MAYOR A 1.5% ENDULZADA**

(Kilogramos)

	1996	1997	1998	1999	TOTALES
Alemania	52,588,175	43,904,327	10,006,975	7,188,200	113,687,677
Argentina				3,957	3,957
Australia	9,907,180	2,439,000	4,699,950	1,039,726	18,085,856
Austria	379,500	353,500			733,000
Belgica	650,000	3,050,004	300,000	825,000	4,825,004
Canada	16,698,275	5,710,000	18,147,100	13,004,750	53,560,125
Estados Unidos	6,607,266	21,622,504	44,766,742	23,364,296	96,360,808
Finlandia		4,000,000	5,132,000	2,350,000	11,482,000
Francia	15,700,000	11,874,800	3,700,002	400,000	31,674,802
Rep. Irlanda	10,705,662	10,955,525	1,200,000	697,000	23,558,187
Nueva Zelandia	3,296,875	3,279,325	1,798,950	31,501	8,406,651
Países Bajos	1,035,000	2,467,200	1,150,000	200,000	4,852,200
Reino Unido (e Irlanda)	5,828,000	18,220,175	1,924,800	3,221,000	29,193,975
Suiza	3,295,000			1,625,000	4,920,000
Uruguay		6	53	1	60
<b>TOTAL</b>	<b>128,690,933</b>	<b>127,876,368</b>	<b>92,826,572</b>	<b>53,950,431</b>	<b>401,344,302</b>

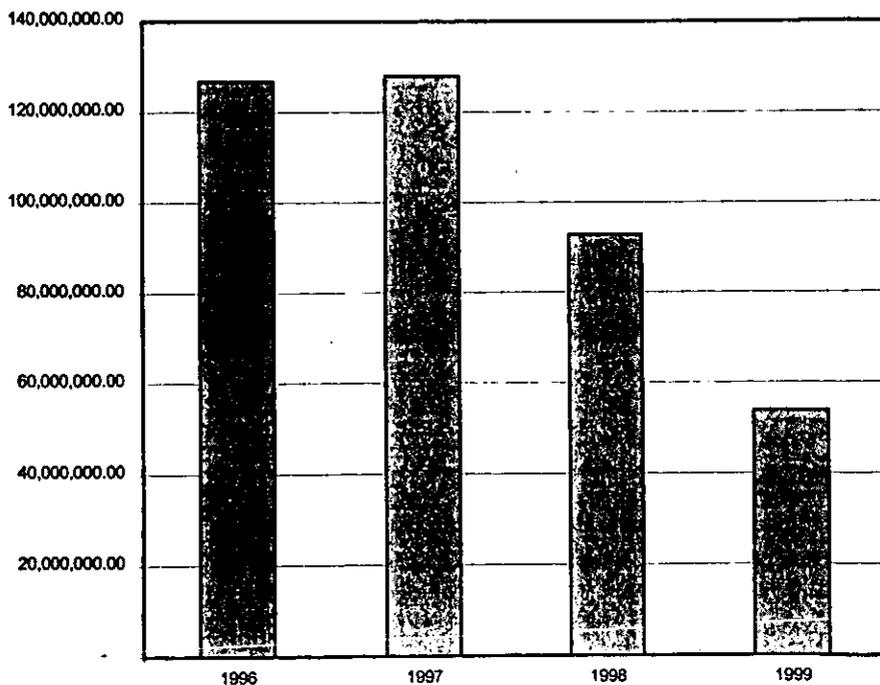
FUENTE: BANCOMEXT, 1999

En la gráfica Núm. 9 se observan los principales países vendedores (exportadores) de LPD (menor a 1.5% de grasa) observándose decrementos importantes, a excepción de E.U., que considerando el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica, ha sido favorecido con mayores importaciones de esa clase de leche a México.

**GRÁFICA NÚM. 9**

**IMPORTACIONES DEFINITIVAS A MÉXICO DE LECHE EN POLVO CON  
CONTENIDO DE GRASA EN PESO NO MAYOR A 1.5% ENDULZADA**

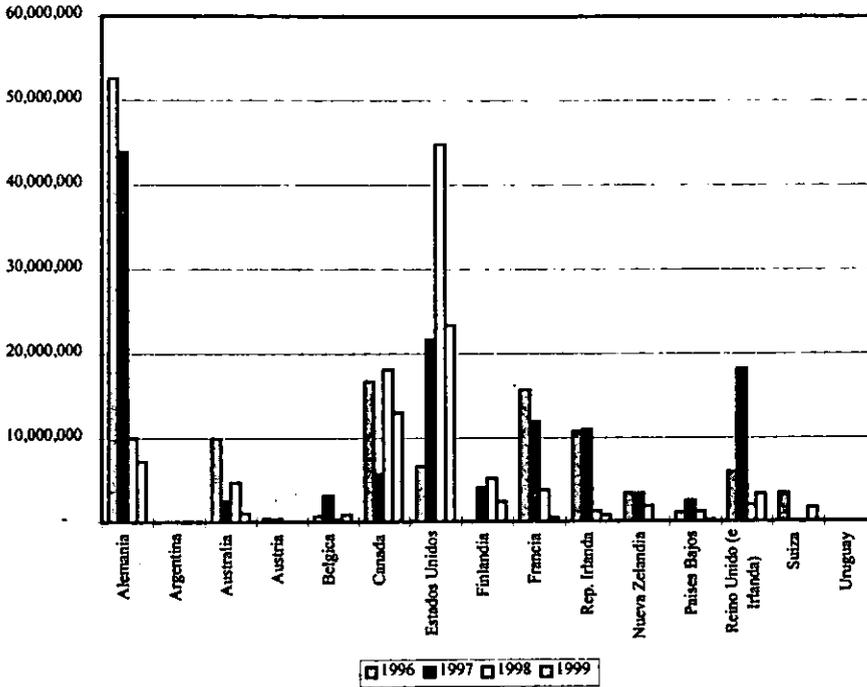
(Kilogramos)



GRÁFICA NÚM. 10

IMPORTACIONES DEFINITIVAS A MÉXICO DE LECHE EN POLVO CON  
CONTENIDO DE GRASA EN PESO NO MAYOR A 1.5% ENDULZADA

(Kilogramos)



### 3.2.2 Lactosuero.

Este derivado lácteo es utilizado en México para diferentes usos pero como se observa en la gráfica Núm. 10, las importaciones no son tan significativas como para la leche en polvo, la tendencia es a disminuir las importaciones para el año 1999.

México importó lactosuero en polvo, principalmente de los Estados Unidos (1996-1997) aunque en los últimos años, la Comunidad Económica Europea es nuestro principal exportador de ese producto (ver gráfica 11).

TABLA NÚM. 8

#### IMPORTACIONES DEFINITIVAS DE LACTOSUERO A MEXICO 1996-1999

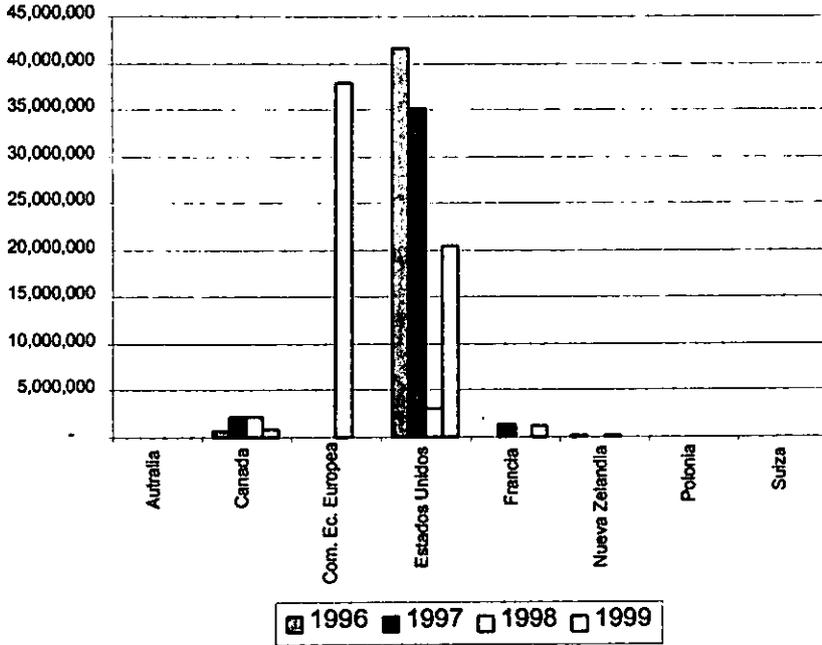
(kilogramos)

	1996	1997	1998	1999	TOTALES
Australia		460			460
Canada	692,094	2,250,602	2,251,200	898,369	6,092,265
Com Ec. Europea		25,000	37,956,480		37,981,480
Estados Unidos	41,618,607	35,243,301	3,104,000	20,509,479	100,475,387
Francia		1,403,375		1,248,000	2,651,375
Nueva Zelanda	144,150		185,000		329,150
Polonia					
Suiza				1,080	1,080
<b>TOTAL</b>	<b>42,454,851</b>	<b>38,922,738</b>	<b>43,486,680</b>	<b>22,665,928</b>	<b>147,531,197</b>

### GRÁFICA NÚM. 10

#### IMPORTACIONES DEFINITIVAS DE LACTOSUERO A MEXICO

(kilogramos)



Fuente: BANCOMEXT, 1999

### 3.3 PROCESOS DE ELABORACIÓN DE LECHE EN POLVO.

Se entiende por leche en polvo, a los componentes desecados de la leche a los que se les ha extraído el agua por deshidratación mediante una corriente de aire caliente o mediante rodillos calientes (15).

Al compararla con la leche fluida; éste tipo de leche permite un almacenamiento eficiente, es decir; el espacio que necesita es menor en comparación con el que ocupa la leche líquida al igual que su transporte es más económico porque no requiere de un sistema de refrigeración costoso (11).

Existen dos tipos de leche en polvo, entera y descremada, pero la mayor parte de la producción de leche en polvo que se consume a nivel mundial es la descremada que se obtiene al eliminar la humedad de la leche fluida pasteurizada descremada (2 y 11). Esta clase de leche no contiene mas de 1.5% de grasa (9).

En la tabla Núm. 9 se muestra la composición de la leche entera y de la leche descremada en polvo (2)

**TABLA NÚM. 9**

#### **COMPOSICION DE LECHE ENTERA Y DESCREMADA EN POLVO**

<b>COMPOSICION</b>	<b>LECHE ENTERA EN POLVO (%)</b>	<b>LECHE DESCREMADA EN POLVO (%)</b>
AGUA	3.50	4.00
GRASA	27.00	1.00
PROTEINA	26.00	35.00
LACTOSA	37.50	52.50
SALES MINERALES	6.00	7.50

Fuente: SEP, 1985

Las características de calidad de la leche en polvo dependen del método de desecación, por ejemplo, el método mediante cilindros secadores, somete a la

leche a un tratamiento térmico tal, que modifica la estructura físico-química de la leche, por lo tanto resulta una leche difícil de disolver, Este método es usado para elaborar leches en polvo destinadas a usos industriales y a la alimentación del ganado.

Para obtener leche en polvo de calidad, se aplica el método por atomización, sin embargo tiene el inconveniente que consume más del doble de la energía que el anterior, ya que con éste se obtiene una extrema finura de las gotas pulverizadas y la desecación es muy rápida, pero por el contrario se consigue un polvo poco modificado en cuanto a su estructura físico-química ya que el calentamiento del producto se limita por la evaporación instantánea del agua.

El tamaño de las partículas del polvo influye notablemente en sus características de solubilidad y conservación. Un polvo compuesto de partículas pequeñas se disuelve mal, se apelmaza fácilmente y se altera más rápido por oxidación. Por otro lado, los aglomerados de partículas se disuelven fácilmente, por ésta razón, los aglomerados se separan para obtener un polvo que tenga una buena solubilidad en agua fría.

En general; el polvo de leche entera se disuelve mal por la presencia de grasa libre en las partículas. Durante la desecación, una parte de los glóbulos grasos se descomponen, por lo tanto la grasa se acumula en la superficie de las partículas, repeliendo el agua y dificultando la disolución (2).

El proceso de obtención de las dos clases de leche en polvo consiste en las siguientes operaciones:

1. Almacenamiento de la leche estandarizada y descremada, pasteurizada y homogeneizada.
2. Concentración hasta un 40% del extracto seco total, en un concentrador de doble efecto.
3. Deshidratación de la leche concentrada en cilindros calentados hasta aproximadamente 150°C. Las escamas de leche deshidratada se mezclan por la acción de un tornillo sinfín y a la vez son tratadas por un flujo de aire.
4. Molido de las escamas en un molino de martillos.
5. Envasado de la leche en polvo en bolsas grandes para uso industrial o para ganadería
6. Deshidratación de leche por atomización de la leche concentrada en aire a 150° C. Enfriamiento de polvo en un transportador vibrador. Una corriente de aire atraviesa la capa de polvo enfriando el producto.
7. Cribado del polvo en una criba rotativa.
8. Envasado del polvo en botes (2).

En el anexo 1 se informa sobre la tecnología aplicada al proceso de descremado

#### PROCESO DE OBTENCION DE LACTOSUERO.

El lactosuero es el líquido claro de color amarillento que se obtiene por la coagulación de la leche en la elaboración del queso tras la separación de la mayor parte de grasa. Representa alrededor del 90% del peso de la leche utilizada para la fabricación del queso.

El suero es uno de los subproductos de la industria láctea más codiciado por su cantidad y valor nutricional, aunque durante mucho tiempo se le consideró como un desecho sin ninguna utilidad; Como componentes principales del mismo se encuentran la totalidad de las proteínas solubles de la leche, alrededor de un 4-5% de lactosa y sales minerales.

Existen dos clases de lactosuero que dependen del método utilizado para separar la cuajada del queso: el suero dulce (por el cuajo) que se obtiene por la coagulación enzimática y el suero ácido (suero de Quark) obtenido de la coagulación ácida.

El emplear uno u otro método para separar la cuajada del queso determina que el lactosuero tenga una composición diferente.

**TABLA NÚM. 10**

#### **COMPOSICION DE LACTOSUERO DULCE Y ACIDO**

	<b>SUERO DULCE</b>	<b>SUERO ACIDO</b>
AGUA	93-94%	94-95%
EXTRACTO SECO	6-7%	5-6%
LACTOSA	4.5-5%	3.8-4.2%
ACIDO LACTICO	TRAZAS	Hasta 0.8%
PROTEINAS	0.8-1%	0.8-1%
ACIDO CITRICO	0.15%	0.1%
CENIZAS	0.5-0.7%	0.7-0.8%
Ph	6.45	Alrededor de 5

Fuente: Spreer, 1991

El lactosuero dulce, contiene una cantidad mayor o menor de calcio dependiendo de que la coagulación de las caseínas se haya realizado en mayor o menor medida por la acidez o por el cuajo. Este carece de calcio y no forma lactatos.

El lactosuero ácido, contiene lactato de calcio que se forma en la coagulación de la leche realizada por el cuajo. En este caso el complejo caseína-calcio se desdobra en paracaseinato de calcio y proteínas del suero, por lo que el calcio permanece unido a las proteínas coaguladas (15).

La fabricación del suero desecado o en polvo es parecido al de leche en polvo. También se aprovechan las proteínas y la lactosa separadas del líquido (2, 15 y 18).

En el Anexo 2 se presentan algunas características físicas y químicas de diferentes tipos de suero en polvo y el proceso de obtención de suero dulce en polvo.

### 3.4 USOS Y APLICACIONES DE LECHE EN POLVO Y LACTOSUERO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.

Existen diferentes aplicaciones tanto de la leche en polvo como del lactosuero, orientados a generar diferentes características a los productos en los que son utilizados a niveles industriales y dentro de cada campo.

En términos generales la leche en polvo tiene múltiples aplicaciones en la industria alimentaria y alimentación animal. También ofrece otras ventajas, ya que da la posibilidad de aprovechamiento de cantidades residuales de leche; por ejemplo en las mantequeras, y de creación de reservas para poder cubrir necesidades constantes.

La leche entera en polvo se utiliza fundamentalmente para la alimentación infantil y para la preparación, (previa de redisolución en agua) de leches de consumo.

El lactosuero se utiliza en la alimentación del ganado ya sea en forma natural o concentrada además de ser la materia prima para varios ingredientes alimentarios.

El suero líquido concentrado o en polvo se utiliza en la elaboración de productos como galletas, queso procesado, piensos concentrados y productos farmacéuticos.

Sin embargo también se le ha empleado al suero de quesería como agente adulterante en la producción de la leche fluida o en polvo con el objetivo de aumentar el rendimiento y que constituye una clara violación a leyes tanto nacionales como internacionales.

Los demás productos lácteos desecados tienen aplicaciones limitadas y se producen en pequeñas cantidades, por ejemplo, la nata en polvo para blanquear café (15).

Existen diferencias y similitudes en los mercados y productos de E.U.A. y de México.

Los productos lácteos son populares en ambos mercados y el costo de ingredientes es un punto importante. La elaboración de los productos lácteos puede ser diferente, pero los procesos son similares. Por tanto es factible una transferencia de tecnología por ejemplo, en E.U.A. el lactosuero se utiliza en mezclas para helados, mezclas para helados de textura suaves, y yogurt con el fin de substituir parcialmente sólidos no grasos de leche, extra relación de substitución esta controlada en E.U.A. no por calidad sino por regulación.

El ingrediente más apropiado para substituir parcialmente los sólidos no grasos de leche en yogurt es el concentrado de proteína de lactosuero. Probablemente éste mismo pudiera substituir una porción considerable de los sólidos no grasos de leche en leche fluida, sin alterar el sabor ni el valor nutritivo. Pudiera parecer que las bebidas lácteas formuladas con concentrado de proteína de lactosuero representan una oportunidad para introducir al mercado mexicano bebidas nutritivas a un precio económico; dichas bebidas pueden procesarse y venderse como bebidas lácteas pasteurizadas refrigeradas o como bebidas de larga vida de anaquel procesadas por UTH (Ultra High Temperature).

En México se añaden sólidos de lactosuero a productos a base de queso procesado. Se ha informado que los niveles de uso están limitados por cristalización de lactosa, oscurecimiento durante la cocción y cambios de textura. Debe ser posible lograr sustitución parcial de la leche descremada en polvo restante o de los sólidos de queso con concentrado de proteína de lactosuero, dado que el contenido menor de lactosa y de nitrógeno protéico debería de controlar los problemas de cristalización y de color. Con el fin de ajustar la textura se puede añadir almidón.

A continuación se explica a detalle las diversas aplicaciones industriales de estos dos derivados lácteos, debidas a sus diferentes propiedades funcionales.

## PANADERÍA

### Leche en Polvo

- Crea y estabiliza emulsiones.
- Mejorar la ligadura de agua, así como la mecanicidad.
- Mejorar textura y conservar frescura.
- Formación de adornos y burbujas de aire más uniformes.
- Mejora la estructura de los productos horneados.
- Contribuye al oscurecimiento y color mas presentable.
- Contribuye a un tenue y placentero sabor y aroma lácteo.
- Incrementa el valor nutricional

### Lactosuero

- Aumenta los atributos sensoriales.
- Aumenta el perfil nutricional con aminoácidos indispensables y biodisponibles.
- Contribuye a un alto contenido de calcio, aproximadamente 100g de suero dulce contiene 770mg de calcio y 100g de acido seco del suero contiene 2,280mg de calcio.

## BEBIDAS

### Leche en Polvo

- Crea y estabiliza emulsiones, especialmente en mezclas secas que combinan ingredientes aceitosos con agua como por ejemplo la cocoa.
- Liga agua rígidamente, como lo hacen los geles.
- Mejora la textura y apreciación de bebidas en la boca.
- Crea espumas en bebidas como las que se observan en las malteadas (14).

### Lactosuero

- Aumenta los atributos sensoriales.
- Aumenta el perfil nutricional con aminoácidos indispensables y biodisponibles, por ejemplo en bebidas para deportistas que requieren de pH bajo en sustitutos alimenticios líquidos, así como en mezclas secas.
- Contribuye a un alto contenido de calcio, aproximadamente 100g de suero dulce contiene 770mg de calcio y 100g de ácido seco del suero contiene 2,280mg de calcio.
- Muchos ingredientes del lactosuero se mantienen solubles en pH 4.5, punto en donde otras proteínas son insolubles, por ello se considera como un reforzador proteico de preferencia en bebidas ácidas (14).

## CONFITERIA

### Leche en Polvo

- Provee sabor y funcionalidad al caramelo glaseado y al fudge.
- Ayuda a la combinación agua - aceite a formar y estabilizar emulsiones.
- Forma geles rígidos que retienen agua y grasas así como provee soporte estructural en la confitería.
- Incrementa el ligado de agua para reducir costos en la confitería (entendiendo que el agua es un ingrediente barato).
- Liga agua para producir la textura chiclosa en varios tipos de confitería (14).

### Lactosuero

- Provee emulsificación y funcionalidad de espumas batidas en confituras tales como mousses, merengues y nougats.
- Ayuda en la estabilización de cremas y espumas.
- Mejora propiedades importantes de las espumas y del batido (14).

## CARNES Y AVES

### Leche en Polvo

- Mejora la estabilidad de las emulsiones.
- Forma geles rígidos que retienen agua y grasas así como proveer soporte estructural en la confitería.
- Incrementa el ligado de agua para reducir costos en la comida (entendiendo que el agua es un ingrediente barato).
- Intensifica el sabor de la carne.
- La grasa de la leche actúa como un portador del sabor a los ingredientes de grasa soluble como especias y hierbas, su bajo punto de fusión asegura la liberación completa del sabor del alimento (14).

### Lactosuero

- Mejora los atributos sensoriales de la carne como en los casos de salchichas y de roast beef.
- Aporta valores nutricionales excepcionales a las carnes, incluyendo aminoácidos indispensables.
- Es una fuente excelente de calcio, un nutriente no necesariamente disponible en otro tipo de alimentos, aproximadamente 100g de suero dulce contiene 770mg de calcio y 100g de ácido seco del suero contiene 2,280mg de calcio.
- Debidamente procesado provee una excelente distribución de grasa en productos de carne (14).

## LACTEOS

### Leche en Polvo

- Provee sabor y funcionalidad al queso, crema agria, helados y yogurt.
- Mejora la estabilización de emulsificaciones.
- Forma geles rígidos que retienen agua y grasas así como provee soporte estructural.
- Incrementa el ligado de agua para reducir costos en el alimento (entendiendo que el agua es un ingrediente barato).
- Aumenta los atributos sensoriales. (14)

## Lactosuero

- Mejora la apariencia general del producto en áreas como sabor y textura, así como estabilizar espumas y retener humedad.
- Ayuda en la dispersión de la grasa de leche, la cual reduce niveles de grasa en algunas formulaciones, así como previene defectos de cremosidad, incorporación y desgrasado.
- Aporta un alto contenido de calcio, aproximadamente 100g de suero dulce contiene 770mg de calcio y 100g de ácido seco del suero contiene 2,280mg de calcio.
- Reincorpora algunos de los sólidos de la leche perdidos durante la fabricación de queso (14).

## ADEREZOS PARA ENSALADAS

### Leche en Polvo

- Mejora la estabilización de las emulsiones.
- Las proteínas desnaturalizadas son capaces de formar geles rígidos que retienen agua y grasas así como proveen soporte estructural en los aderezos, especialmente en aderezos altamente viscosos y estilo cremoso (14).
- Liga agua en la formación de aderezos bajos en grasa y contribuyen con sus atributos en la lubricidad y sensación en la boca.
- Mejora la apariencia de los aderezos al presentarlos más opacos (14).

### Lactosuero

- Forma emulsiones estables de periodos prolongados de tiempo y bajo una gran variedad de condiciones de almacenado, inclusive en emulsiones ácidas como lo son los aderezos para ensaladas.
- Debido a la formidable habilidad para la formación de geles y retención de agua del lactosuero, éste actúa como un componente de un sistema mimético de grasa.
- Aporta valores nutricionales excepcionales, incluyendo aminoácidos indispensables.
- Provee una fuente excelente de calcio, un nutriente no necesariamente disponible en otro tipo de alimentos, aproximadamente 100g de suero dulce contiene 770mg de calcio y 100g de ácido seco del suero contiene 2,280mg de calcio.

## SOPAS Y SALSAS

### Leche en Polvo

- Mejora la estabilización de las emulsiones.
- Las proteínas desnaturalizadas son capaces de formar geles que retienen agua y grasas así como proveen soporte estructural en las sopas y salsas.
- Provee propiedades de ligado de agua que son importantes en la formación de salsas y sopas bajas en grasa.
- Mejora el color y la apariencia de sopas y salsas, al dejar una más opaca.
- La grasa de la leche actúa como un portador del sabor a los ingredientes de grasa soluble como especias y hierbas, su bajo punto de fusión asegura la liberación completa del sabor del alimento (14).

### Lactosuero

- El lactosuero puede remplazar total o parcialmente la proteína de huevo incluida en algunas salsas, reduciendo costos así como aumentando la salud de las personas, adicionando beneficios de seguridad microbiológica.
- Aporta valores nutricionales excepcionales, incluyendo aminoácidos indispensables.
- Es una fuente excelente de calcio, un nutriente no necesariamente disponible en otro tipo de alimentos, aproximadamente 100g de suero dulce contiene 770mg de calcio y 100g de ácido seco del suero contiene 2,280mg de calcio.
- Las propiedades emulsificantes del lactosuero ayudan en la dispersión de grasas en salsas y sopas, ésta dispersión eficiente puede reducir los niveles de grasa de algunas formulaciones, previendo defectos como cremosidad, coalescencia y grasosidad.

Adicionalmente de las industrias previamente mencionadas (panadería, bebidas, confitería, carnes y aves, lácteos, aderezos para ensaladas, sopas y salsas) existe la combinación de algunas de ellas dentro de un ramo de especialidad como son el caso de:

- Formulaciones para alimentos de bebés.
- Alimentos especializados para apoyo y tratamiento de enfermedades (comida clínica)
- Alimentos orientado a incrementar las capacidades en deportistas (comida deportiva)
- Alimentos específicos para dietas y nutrición

Dicho ramo de especialidad, combina las propiedades de las anteriores, orientándolo a un sector específico de mercado (14).

Finalmente es deseable aclarar que para E.U.A., los productos de lactosuero aparecen como ingredientes de algunas marcas o sabores de la mayoría de las categorías de alimentos.

Por poner algunos ejemplos de la aplicación de lactosuero dentro del mercado estadounidense podemos mencionar (17):

- Frituras de tortilla Doritos sabor "Cooler Ranch".
- Waffles congelados estilo casero Eggo-Kellogg.
- Panecitos Harvest Day
- Sándwich de pan inglés de Weigh-Watchers.
- Dulce de chocolate Perfait de Pearson.
- Sopas de crema Campbell.
- Tartas para tostar Pillsbury.
- Aderezo cremoso de ajo bajo en calorías de WishBone.
- Galletas de miel y mantequilla Nabisco.
- Yogurt bajo en calorías original Yoplait.
- Paletas de chocolate originales Fudgesicle.
- Mezcla para preparar chocolate caliente Carnation.
- Filete Lean Cuisine-Salisbury de Stouffer con macarrón y queso.
- Harina preparada para pastel de chocolate alemán Betty Crocker.
- Avena con miel de Post (Cereal).
- Queso amarillo procesado para untar de Kraft Cheez Whiz.

## CAPITULO 4

### CONCLUSIONES

México ha sido en los últimos años un país deficitario en la producción de leche y por consiguiente en productos lácteos, aun cuando la producción nacional ineficiente se incrementa anualmente, la demanda del líquido aumenta en mayor proporción, por consiguiente no se logra abastecer las necesidades del pueblo mexicano.

Los cambios económicos así como apertura comercial han creado diversas expectativas que han afectado de cierto modo a este sector lechero tan importante para el país, ya que se depende en gran medida de la importación de leche en polvo para su consecuente transformación en líquida y así poder abastecer la demanda del líquido. Esto nos convierte en el principal importador de leche en polvo a nivel mundial.

La apertura comercial también ha provocado que el sector lechero mexicano no se desarrolle o modernize, simplemente basta checar el siguiente dato, de acuerdo con lo establecido en el TLCAN, Estados Unidos puede internar a México una cuota de 30 millones de toneladas de leche sin arancel en tanto que con la Unión Europea la cifra es de 40 millones de toneladas sin arancel. Por lo tanto es más atractivo el traer este producto que invertir en recursos para modernizar al sector lechero.

La utilización de lactosuero es una innovación revolucionaria en la industria alimenticia, ya que anteriormente se desechaba en las plantas procesadoras de lácteos en especial queso, hasta que finalmente se le descubrió como una excelente materia prima para ingredientes alimentarios y con base en este derivado se elaboran productos de alta calidad que suministran propiedades funcionales y nutritivas de alto valor a los alimentos a precios económicos.

## CAPITULO 5

### BIBLIOGRAFIA

- 1 Alais Ch. (1984). Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. México, D.F. Ed. Cía. Editorial Continental S.A. de C.V. Págs. 1-50
- 2 Anónimo (1985) Manuales para la educación agropecuaria. Elaboración de productos lácteos. México, D.F. Ed. SEP-Trillas. Págs. Págs. 41-46, 120-122.
- 3 Anónimo (1992). Informe final. Estudio de la cadena de comercialización de leche en polvo en México de Agrobiotec S.C.  
Con el apoyo de la Universidad de Wisconsin, Madison  
Sometida a la consideración de la SARH de México  
Dirección General de Asuntos Internacionales  
Págs. 1-135.
- 4 Anónimo. (1999). Boletín bimestral de leche de bovino. México, D.F. Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR  
Págs. 1-57.
- 5 Anónimo. (1993). Carne y Leche. Ganadería intensiva. México, D.F. Edición especial, proyecciones 1993. 1er número. SAGAR  
Págs. 37-40.
- 6 Anónimo. (1999). Boletín mensual de leche. México, D.F. Vol. VII, No, 1 y 2. Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR  
Págs. 1-25.
- 7 Badui, S. (1988). Química de los alimentos. México, D.F. Ed. Alhambra Mexicana. Págs. 121-150.

- 8 Capacitación Aduanera y Asesoría S.C. (1999) Ley Del Impuesto General Recopilado de Importaciones Y Exportaciones. TLCAN.  
Capítulos 4 y 17  
Integrada Hasta La Remesa 5  
Nuevo Laredo, Tamaulipas
- 9 Capacitación Aduanera y Asesoría S.C. (1999) Notas Explicativas del Sistema Armonizado de Designación y Codificación De Mercancías.  
Capítulos 4 Y 17  
Tomo I  
Integrada Hasta La Remesa 5  
Nuevo Laredo, Tamaulipas
- 10 Centro de Servicio al Comercio Exterior (1999), Bancomext  
Banco de Datos Bancomext-Secofi, México, D.F.
- 11 Dairy Management Inc., Xtraordinarydairy.  
WWW.traordinarydairy.com. 1999. Internet.
- 12 García, L.A., Alvarez, A., Martínez, E., Del Valle, C. (1999). La globalización del sistema alimentario y el comportamiento del mercado mundial y regional de productos lácteos. En: García, L. (Coordinadores). Dinámica del sistema lechero mexicano en el marco regional y global. México, D.F. Ed. Plaza y Valdes. Págs. 23-42.
- 13 Luquet, F. (1991). Leche y productos lácteos, Vaca, Oveja y Cabra.  
Tomo I. Zaragoza, España. Ed. Acribia. Págs. 1-78.
- 14 Mahaan Group.  
WWWmahaangroup.com. 1999. Internet
- 15 Spreer, E. (1991). Lactología Industrial. Zaragoza, Esp. Ed. Acribia. Págs. 1-239.
- 16 U.S: Dairy Export Council, Export Profile.  
Www.exportprofile.com. Vol. 7, No. 2. 1997. U.S: Dairy Export Council  
Internet.

- 17 U.S. Dairy Export Council  
Aplicaciones de productos de lactosuero en EUA; Aplicaciones Posibles en México.  
Notilácteos.15: Octubre-Noviembre,  
Pág. 1-8.
  
- 18 Urias, V. Detección de adulteraciones con agregados de suero de quesería en leches descremadas UHT y maternizadas mediante electroforesis.  
México: Universidad Simón Bolívar, 2001  
(Tesis: Licenciatura en Ingeniería en Alimentos)

## ANEXO I

### TECNOLOGIA DEL PROCESO DE DESCREMADO.

La leche descremada se obtiene por descremado manual o mecánico a partir de la leche entera, leche enriquecida, leche doblemente enriquecida o leche estandarizada, siempre y cuando no hayan sido homogeneizadas, el descremado o separación también produce crema. La separación mecánica frecuentemente se utiliza para eliminar un excedente de grasa del suero que queda de la elaboración de quesos, pero en este caso no se obtiene leche descremada.

La separación deberá dar una leche descremada que contenga hasta 0.01% pero no más de 0.5% de grasa de leche. Los componentes restantes de la leche descremada son sustancias no grasas o fracción no grasa.

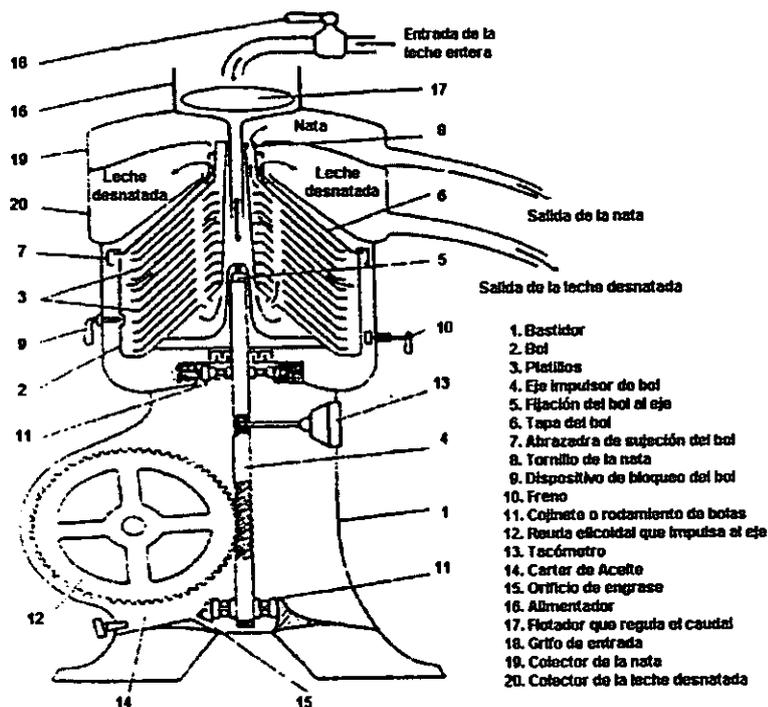
Son dos los fenómenos que hacen posible la separación de la grasa: por una parte el hecho de que la grasa se encuentre en un sistema polidisperso que es la leche en emulsión y, por otra parte, la diferencia relativamente amplia, de densidad entre la grasa de la leche y la leche descremada.

### DESCREMADORAS CENTRIFUGAS.

Funcionamiento de una descremadora abierta.

El aparato consta básicamente de un tambor o bol rotatorio, donde tiene lugar la separación de la nata, de los mecanismos de arrastre del bol, de los colectores de la nata y de la leche descremada y del amazón que sostiene todos los elementos. (Figura 2)

FIGURA 2. ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA DESCREMADORA INDUSTRIAL ABIERTA.



Fuente: Urias, 2001

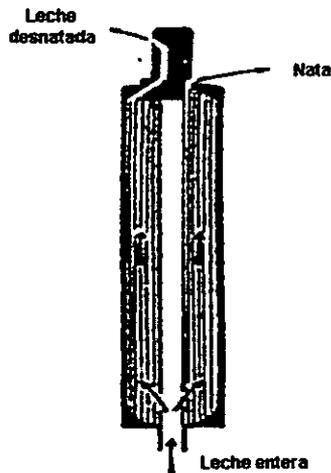
## BOL

Generalmente es de forma más o menos cilíndrica. Un tubo central conduce la leche hasta la base del bol. Este último está provisto en su interior de platinos ensartados en el tubo central y separados entre sí unos 2 milímetros por los pequeños salientes de su cara superior.

La leche completa penetra en el bol por los orificios situados en la base del tubo central de alimentación. La leche descremada y crema salen por los colectores de la parte superior del bol. Un tornillo de regulación, situado en el orificio de salida de la crema, permite variar a voluntad el contenido en grasa de la misma al modificar su distancia al eje del bol. En efecto cuando más cerca se halle de este último más rica y espesa será la crema.

El bol de la desnatadora es siempre de acero inoxidable. En la descremadora de tipo tubular, el bol constituye un tubo largo y estrecho sin platillos. La alimentación se efectúa por la aspiración en la parte inferior y la crema y la leche descremada salen por el extremo superior. (Figura 3)

FIGURA 3. UN BOL TUBULAR



Fuente: Urias, 2001

## TUBERÍAS

Son las Siguietes:

- Alimentador, constituido por un dispositivo conectado a la parte superior del tubo central del bol, que lleva un flotador y un regulador caudal;
- Colector de crema, recipiente circular provisto de una tubería de evacuación por la que sale la crema procedente del bol.
- Colector de la leche descremada, idéntico al precedente, excepto en volúmen, que generalmente es un poco mayor.

## BASTIDOR

Los colectores están fijados sobre un bastidor en hierro esmaltado protegiendo el bol y los mecanismos. En algunas pequeñas descremadoras cerradas, el bastidor es corto y puede fijarse sobre una tabla. Los aparatos más importantes soportan un bastidor de 3 o 4 pies.

## DESCREMADORAS SIN ESPUMA.

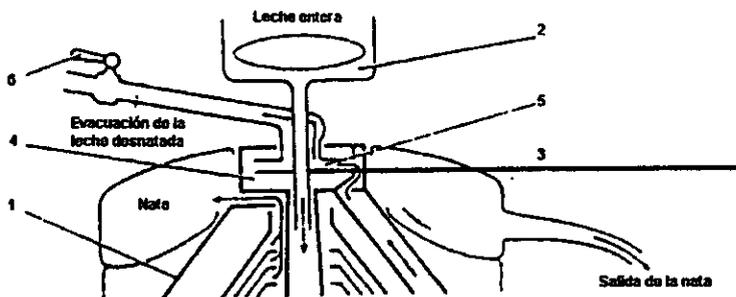
En éste tipo de desnatadoras, la leche descremada, al salir con la fuerza del colector, provoca la formación de gran cantidad de espuma por incorporación del aire. Esta espuma es extraordinariamente molesta en la industria, porque disminuye la capacidad de los recipientes, dificulta el buen funcionamiento de las bombas, etc.

Descremadoras semi-cerradas o semi-herméticas.

Para eliminar la espuma se tiene que evitar agitar la leche al aire libre. Esto se consigue evacuándola a presión (2.5 - 3.5 bares) mediante una pequeña cámara situada en la parte superior del bol y pegada a él. Esta cámara desemboca en un canal de evacuación que forma cuerpo con el alimentador, y que, por tanto es fijo. La leche descremada es aspirada por este canal hasta el espacio anular que separa el tubo de ajuste de la evacuación, siguiendo canales helicoidales dispuestos en éste último. La leche penetra en la tubería por lo que es evacuada al exterior. La crema es recogida mediante un tornillo en un colector.

La regulación de la cantidad de crema obtenida puede realizarse mediante este tornillo y también mediante un grifo situado en la tubería de evacuación pues cuando disminuye la cantidad se obtiene una crema más rica y a la inversa. (Figura 4)

**FIGURA 4. DISPOSITIVO DE SALIDA DE LA LECHE DESCREMADA Y DE LA CREMA EN UNA DESCREMADORA SEMIHERMÉTICA SIN ESPUMA.**



1. Bol , 2. Alimentador, 3. Colector de nata, 4. Cámara de evacuación unida al bol, 5. Brida fija, 6. Grifo de regulación

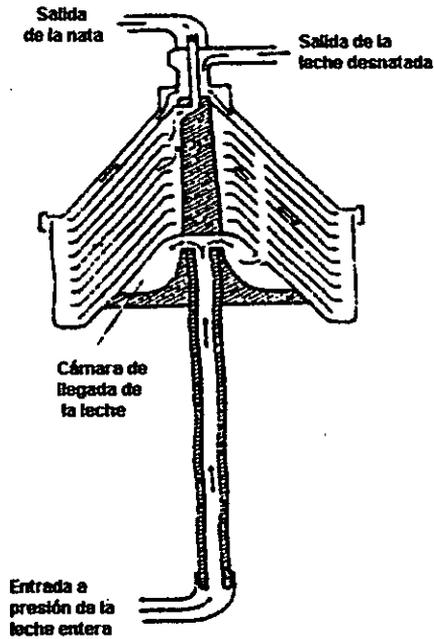
Fuente: Urias, 2001

#### Descremadoras Herméticas.

En éste tipo de descremadoras, cuando la leche completa llega al bol, animado por su movimiento de rotación, se produce un choque violento que provoca una homogeneización parcial de la grasa de la leche por ruptura de los glóbulos, pero en cuanto más pequeños son estos, más difícilmente se separan de la leche. El desnatado o descremado es, pues, menos eficaz y se producen pérdidas de grasa de la leche descremada.

Por el contrario en estas desnatadoras herméticas, la leche completa es dirigida a presión por una bomba hasta el centro del bol, donde la velocidad lineal es casi nula. Los glóbulos de grasa chocan con poca fuerza y no se produce la homogeneización, con lo que las pérdidas de grasa en la leche desnatada son escasas. Por otro lado, al ser completamente hermético siempre trabajará lleno de leche, no pudiendo formarse espuma al no entrar aquella en ningún momento en contacto con el aire (18). (Figura 5)

FIGURA 5. CIRCUITOS DE LA CREMA Y DE LA LECHE EN UNA DESCREMADORA HERMÉTICA ALIMENTADA POR LA PARTE INFERIOR.



Fuente: Urias, 2001

Las descremadoras herméticas no llevan colectores. La alimentación según los distintos modelos tienen lugar por la parte superior o por la inferior mediante una canalización abierta en el árbol del bol. La regulación de la cantidad de crema es efectúa mediante una llave que lleva al conducto de salida de la crema.

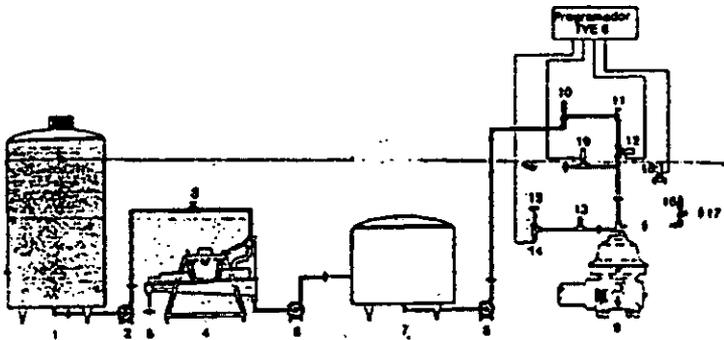
## ANEXO 2

### PROCESO DE OBTENCION DEL LACTOSUERO DULCE EN POLVO.

Una vez que el suero se ha separado de la cuajada, se tiene un producto a una temperatura de 25-38°C y con unos nutrientes (lactosa, proteínas y sales) donde los microorganismos pueden crecer con rapidez en pocas horas.

Lo primero que se hace es recuperar los finos de caseína y la grasa que aún contiene el suero. La figura 6 muestra una instalación usada para ese propósito.

FIGURA 6. INSTALACIÓN DE RECUPERACIÓN DE FINOS DE CASEÍNA Y GRASA DE SUERO.



1. Depósito de suero, 2. Bomba centrífuga, 3. Válvula de regulación manual, 4. Tamiz vibratorio, 5. Descarga de los finos, 6. Bomba centrífuga, 7. Depósito de regulación, 8. Bomba centrífuga, 9. Centrífuga desnatadora, 10. Medidor de caudal, 11. Limitador de caudal, 12. Válvula automática, 13. Manómetro, 14. Válvula de presión constante, 15. Salida del suero desnatado, 16. Medidor de caudal, 17. Salida de la nata, 18 y 19. Válvula automática.

Fuente: Urias,2001

El suero pasa al depósito (1), y mediante la bomba centrífuga (2), cuyo caudal es regulado por la válvula (3), se le envía a un tamiz (4), donde tiene lugar la separación de los finos de caseína (6). Otra bomba centrífuga (6), envía el suero a un nuevo depósito de regulación (7), que almacena el suero hasta su centrifugación. Para ello una bomba (8) alimenta a la centrífuga (9) que separa tres fases:

- a) Suero desnatado (17)
- b) Nata (17)
- d) Finos y otras partículas que aún pudieran quedar en el suero.

La separación de suero desnatado y nata se produce de forma continua. Los pocos finos y otras partículas que aún pudiesen quedar en el suero después de su paso por el tamiz (no más del 0.1-0.3%) se van acumulando en la periferia de la máquina y se pueden descargar manual o automáticamente según modelos de esta forma queda así un suero desnatado listo para tratamientos posteriores de evaporación, desmineralización, ultrafiltración, secado, etc.

## CONCENTRACIÓN Y SECADO DEL SUERO.

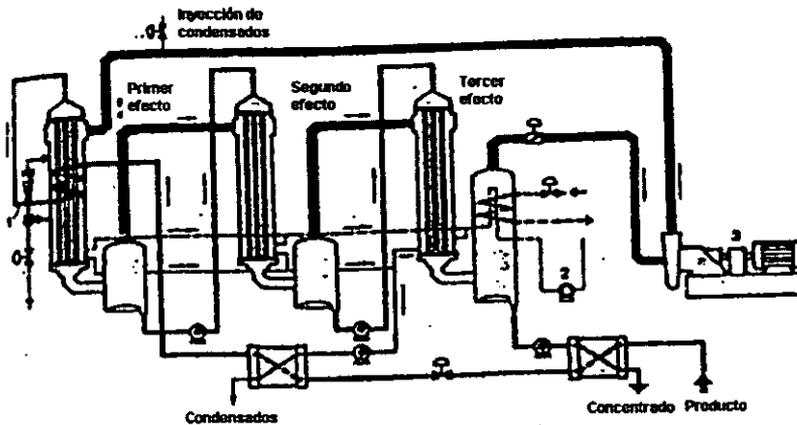
El suero después de ser tamizado y centrifugado por la recuperación de finos de caseína y grasa aún contiene de un 6 a 7% de sustancias sólidas. Esto significa la mitad de las contenidas en la leche originalmente utilizadas en la elaboración del queso. Para recuperar estos sólidos el procedimiento que tradicionalmente se ha venido utilizando es su concentración y secado hasta obtener suero en polvo.

El suero es concentrado en evaporadores de capa descendente, de tres a siete efectos, hasta alcanzar un nivel de sustancias sólidas del 45-65%. Este concentrado obtenido pasa a un depósito de cristalización habiendo sido enfriado hasta 30°C. En tal depósito se agita el concentrado durante 6 a 8 horas, enfriándose a 15-18°C. De este forma, la lactosa cristaliza al encontrarse en una solución sobresaturada, además la solubilidad disminuye al bajar la temperatura.

En estas condiciones de agitación, concentración y temperatura, se obtienen cristales de lactosa de pequeñas dimensiones, lo que favorece la obtención posterior por secado de un suero en polvo que no formará grumos ni absorberá humedad.

El secado se puede efectuar por tambores rotativos calentados o por atomización. El primer procedimiento apenas si se utiliza en la actualidad, ya que el suero se suele pegar en la superficie de los tambores, siendo muy difícil de separar. El secado por atomización da un producto en polvo de calidad, que no forma grumos y no absorbe humedad siempre y cuando se haya realizado una cristalización correcta de la lactosa proveniente (Figura 7).

FIGURA 7. INSTALACIÓN DE EVAPORACIÓN DE CAPA DESCENDIENTE CON TRES EFECTOS Y COMPRESIÓN MECÁNICA DE VAPOR.



En éste proceso, el producto a concentrar entra por abajo pasando primero por un intercambiador de placas, donde se precalienta en contracorriente con el producto concentrado que sale de la planta, Pasa después por un segundo aparato, donde se calienta a contracorriente con los condensadores que salen de la instalación. Entra entonces en el 1er efecto, donde se inicia su concentración, al pasar por tubos calentados por vapor. Pasa después al segundo y tercer efectos, donde sigue el proceso de evaporación de agua a temperaturas superiores. La planta va provista de un compresor de vapor (3), que lo comprime mecánicamente y lo envía a la primera etapa, donde se utilizan nuevamente para evaporar al suero entrante. En dicho compresor la temperatura de condensación pasa de 60 a 71°C, lo que no es suficiente para la pasteurización del producto en esa primera etapa. Por ello si se quiere lograr esa pasteurización, se instala un termocompresor (2) que aumenta la temperatura por encima de 72°C. La termocompresión consiste en comprimir el vapor que sale del condensador del primer efecto y volverlo a usar en parte en ese mismo efecto para evaporar el producto entrante nuevamente. Esto se consigue gracias al uso de un eyector de vapor, que al comprimir vapor, eleva su presión y temperatura de forma que puedan utilizarse otra vez (18).

## TIPOS DE SUERO EN POLVO Y DERIVADOS.

A partir del lactosuero, se producen varios derivados que tienen amplia aplicación en la industria alimentaria, entre ellos están: lactosuero en polvo dulce y ácido, lactosuero bajo en lactosa, lactosuero bajo en minerales y concentrados proteicos de lactosuero con 34, 50 y 79% de proteínas, su composición se muestra a continuación.

**TABLA NÚM. 11**  
**COMPOSICIÓN DE LACTOSUERO Y SUS PRODUCTOS DERIVADOS**  
 (valores expresados por 100 gramos de producto)

Tipos	Proteínas (g)	Lactosa (g)	Grasa (g)	Calorías (kcal)	Calcio (mg)	Sodio (mg)	Colesterol (mg)	Humedad (%)
Lactosuero dulce	12	73	1	354	594	876	22	4
Lactosuero ácido	12	68	0.5	339	1958	928	23	4
Lactosuero bajo en lactosa	23	56	2	326	852	2495	57	4
Lactosuero bajo en minerales	13	80	2	381	80	24	31	4
Concentrado de proteínas de suero 34%	65	51	3	377	536	551	97	4
50%	50	35	4	373	498	472	127	3.5
79%	79	4	5	380	637	183	151	3

Fuente: Urias,2001