



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

INDUSTRIALIZACION DEL LACTOSUERO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
JUAN GABRIEL CRUZ ESPINOSA

ASESOR: M. EN C. CARLOS MANZANO CARAS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

EXAMEN
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Industrialización del lactosuero"

que presenta el pasante: Juan Gabriel Cruz Espinosa
con número de cuenta: 8523590-6 para obtener el TITULO de:
Médico Veterinario Zootecnista .

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 27 de Noviembre de 1996

PRESIDENTE	MVZ. Hiram Gutiérrez Renovato	
VOCAL	M. en C. Carlos Manzano Cañas	
SECRETARIO	MVZ. Dora Luz Pantoja Carrillo	
PRIMER SUPLENTE	MVZ. Antonio Gómez Alcántara	
SEGUNDO SUPLENTE	MVZ. Raúl Radillo Rodríguez	

Dedicatoria

Para mis padres:

Por todo lo que me han enseñado a lo largo de mi vida. El apoyo incondicional que siempre me han dado, no se les puede pagar nunca, solo agradecerlos de por vida.

A mis padres con todo respeto y cariño.

A mis hermanos:

Por toda su comprensión y apoyo para con todos y cada uno de mis proyectos. Su cariño es fundamental para mí.

Juan Gabriel.

INDICE

I.-Resumen.....	1
II.-Introducción.....	3
III.-Objetivos.....	5
IV.-Procedimiento basico para la elaboración de un queso, y derivación del lactosuero.....	6
V.-Generalidades sobre el lactosuero.....	12
VI.-Conservación del lactosuero.....	15
VII.-TECNICA # 1:Descremado del lactosuero.....	19
Evaluación práctica de la metodología y rendimientos, en la técnica de obtención de cremado de lactosuero.....	24
VIII.- TECNICA # 2 : Obtención de proteína del lactosuero.....	26
- Tratamiento ácido-térmico.	
- Ultrafiltración.	
Evaluación práctica de metodología y rendimiento, en la obtención de proteína desnaturalizada del lactosuero.....	30
IX.- TECNICA # 3 : Fermentación del lactosuero (bebida fermentada).....	32
X.- TECNICA # 4 : Lactosuero evaporado (concentrado).....	35
XI.- TECNICA # 5 : Lactosuero en polvo.....	38
-Procedimiento por nebulización o atomización.	
XII.-Higiene del proceso y personal.....	41
XIII.- Discusión.....	43

XIV.- Conclusiones.....	44
XV.- Sugerencias.....	45
XVI.- Bibliografía.....	45

I.-RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo central:

Describir el aprovechamiento del lactosuero de quesería , através de los cinco procesos técnicos más empleados (descremado de lactosuero , obtención de requesón, lactosuero fermentado, lactosuero concentrado y lactosuero en polvo) ; para lograr la recuperación de los nutrientes contenidos en el lactosuero; evitando de esta forma su desperdicio, y mostrándolo como una excelente fuente de nutrientes de alta calidad para la alimentación humana y/o animal

Comenzaremos, por describir la elaboración básica de un queso, para de esta forma comprender como se origina el lactosuero , como subproducto de la quesería y además entender su naturaleza y comportamiento químico.

Posteriormente se describe en forma general la composición química en proteínas , grasas, carbohidratos y minerales , presentes en el lactosuero. Además se describen las dos formas de conservación del lactosuero , que son la pasteurización y refrigeración, para de esta forma protegerlo de la actividad microbiana .

La descripción de las técnicas, se inicia con las dos más sencillas y fundamentales, que son: descremado de lactosuero y obtención de requesón; cada una por su parte extrae en esencia alguno de los nutrientes de lactosuero; en el caso del descremado, la grasa será el componente principal del producto obtenido. En la obtención de requesón el principal componente del producto será la proteína. En ambos productos se encontraran en menor proporción otros nutrientes del lactosuero.

Para evaluar estas dos técnicas se llevaron acabo dos mediciones prácticas de metodología y rendimiento; tanto para descremado como la obtención de requesón, en este último se utilizo un proceso ácido-térmico.

Los resultados son los siguientes :

- Técnica de descremado : -Rendimiento promedio 591.1 g/60 litros de lactosuero procesado.**

-Técnica de obtención de requesón: -Rendimiento promedio : 150 g/ 5 litros de lactosuero procesado.

Estos rendimientos coinciden con los rangos señalados en la literatura .

La tercera técnica fundamenta su desarrollo , en la utilización de la lactosa como sustrato, por parte de microorganismos lacto-fermentativos (bacilos); para obtener de esta forma una bebida fermentada.

Por último, se señalan las técnicas más utilizadas en la industrialización del lactosuero; y son: la concentración de lactosuero y la elaboración de lactosuero en polvo, estas dos técnicas son similares en su fundamento, que es la eliminación parcial o casi total de la humedad presente en el lactosuero; esto de acuerdo a cual de las dos técnicas sea empleada . El producto final contará de todos los nutrientes presentes en el lactosuero, de forma concentrada.

De manera complementaria al presente trabajo se menciona en forma general, normas higienicas básicas para el personal e instalaciones, con el fin de proteger la calidad del producto elaborado.

II.-INTRODUCCIÓN :

La deficiencia de alimentos entre la población mundial, causada en gran parte por el acelerado crecimiento poblacional , provoca en grandes sectores la existencia de hambre y desnutrición ; sobre todo en países en desarrollo, siendo ésta la llamada crisis alimentaria , fenómeno al cual se lo suma la crisis económica , acentuando así más el problema. (6,17)

En México, la crisis alimentaria no es un fenómeno correspondiente a los últimos años, entendiéndola a ésta como la existencia de hambre y desnutrición para grandes masas de la población, presentándose paradójicamente al mismo tiempo, con el exagerado consumo de ciertas minorías, factores que han sido siempre un componente inevitable del colonialismo ,neocolonialismo y subdesarrollo . El hambre es un problema moral para los países capitalistas , mientras que es un problema lacerante y cotidiano que se debe de afrontar y resolver en los países pobres. México ingresa con enormes cifras a este panorama con más de 5 mil millones de habitantes que no consumen las 2000 calorías al día . recomendadas por la Organización para el Fomento Alimentario. Mientras la dolorosa realidad es que el hambre no sólo persiste , si no es fomentada. (15)

La leche es uno de los alimentos más importantes para el hombre , y precisamente su carácter nutritivo ha determinado que en las diferentes sociedades sea considerada como mercancía, y se le conceda un valor de cambio , un precio; que además de determinar formas y niveles de consumo altamente diferenciados y desiguales, acordes con los niveles de ingresos y los hábitos alimenticios, también esté estrechamente vinculado con el desarrollo y organización de los sistemas de producción y a la tecnología agroalimentaria de cada país. (9,13, 15)

La problemática actual del sistema de producción de la leche en México hace suponer que las deficiencias del producto y su elevado costo serán difíciles de resolver, sin modificar las políticas de fomento de importaciones; ya que en el año de 1990 se importaron casi 320 mil toneladas de leche de larga duración , de la cual se considera un 17% dentro del grupo de la leche en polvo , 70% leches evaporadas , 8% fórmulas infantiles y 6% en leches condensadas . Es urgente desarrollar los sistemas de producción a formas eficientes que permitan una oferta del producto más accesible a las clases populares.(3,5,15)

La industria de la leche en México se ha visto en la necesidad de diversificar los productos obtenidos de ella, ya que al haber un precio controlado de ésta como leche fluida hace que no sea la producción de la misma. Entre los productos que son elaborados o derivados de la leche se encuentran los siguientes ejemplos:

- Quesos
- Crema y mantequilla
- Leches acidificadas
- Helados y mezclas de helados
- Cajetas, dulces y postres
- Suero de quesería. (24)

El presente trabajo tiene como fin, el aprovechar el lactosuero mediante las diferentes técnicas, con el objetivo de rescatar los nutrientes de alta calidad que aún conserva; para alimentación humana, y de esta manera dar una fuente alternativa de nutrientes de alta calidad a la población de bajos recursos económicos.

Considerando que por cada kilogramo de queso producido se obtiene un volumen de 9 litros de lactosuero, esto da como resultado un alto rendimiento de lactosuero por tonelada de queso producido: De el total de los nutrientes de la leche, el lactosuero retiene un 50% al ser procesada como queso (proteínas solubles, grasas, lactosa, vitaminas y sales minerales). (6,17)

III.- OBJETIVOS :

-Objetivo central :

-Describir el aprovechamiento del lactosuero de quesería a través de los 5 procesos técnicos más empleados (descremado de lactosuero , obtención de requesón , lactosuero fermentado, lactosuero concentrado y lactosuero en polvo); para lograr la recuperación de los nutrientes aun contenidos en el lactosuro; evitando de esta forma su desperdicio, y mostrándolo como una excelente fuente de nutrientes de alta calidad para la alimentación humana.

-Objetivos secundarios :

-Conocer el procedimiento básico en la elaboración de un queso; para de esta manera comprender el origen y naturaleza del lactosuero como un derivado de la quesería .

- Evaluar en forma práctica la metodología y el rendimiento; para las técnicas de descremado y obtención de requesón.

- Describir las condiciones higiénicas indispensables para mantener una buena calidad sanitaria dentro del proceso de elaboración del producto.

-Señalar algunos factores de mercado que pueden determinar la factibilidad de comercialización del producto.

IV.- PROCEDIMIENTO BASICO EN LA ELABORACIÓN DE UN QUESO Y DERIVACIÓN DEL LACTOSUERO

Es necesario el desarrollo de la técnica básica de la elaboración de un queso, para ver através de su procedimiento , el momento en el cual se origina un subproducto derivado de la quesería , el lactosuero ; y de esta forma mostrar la relación entre ambos productos .

La elaboración de un queso se inicia a partir de la selección, en cuanto a calidad de la materia prima ; en este caso leche , de esta calidad dependera la obtención de buenos rendimientos de producto final. El cuadro 1, muestra la variación de rendimientos de acuerdo a la calidad de la leche empleada.

CUADRO No.1: RENDIMIENTO DE DOS LECHEES DE DIFERENTE CALIDAD

TIPOS	LECHE			QUESO		
	MG	Pt	ES	MG	MG de ES	Rt
LECHE RICA	3.40	3.40	42.5	20	47.5	15.4
LECHE POBRE	2.91	2.91	42.5	20	47.5	13.1
	DIFERENCIAL :					1.18

Alais ,C . 1991

MG: grasa g /100 l. Pt: proteina: g / 100 l. ES: extracto seco g / 100 l.

Rt: Rendimiento en queso kg / 100 kg de leche.

La seleccion de una buena materia prima , permitira lograr un buen nivel de rendimiento de producto final, en este caso la leche a emplear debe tener por lo menos los parámetros que se señalan para la leche en sus componentes químicos; el cuadro 2 , indica los parámetros químicos de la leche.

CUADRO No. 2 : COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

HUMEDAD	%	87.5
SÓLIDOS TOTALES	%	13.0
GRASA	%	3.9
PROTEÍNA	%	3.4
LACTOSA	%	4.8
MINERALES	%	0.8

a-LAVAL 1990

Después de verificar la buena calidad de la leche, el siguiente paso es eliminar la mayor cantidad de microorganismos patógenos y saprofitos de la leche a emplear. La pasteurización en cualquiera de sus variantes, da la seguridad de eliminar estos microorganismos ; o por lo menos disminuirlos en cantidad en el caso de los saprofitos o comunes de la leche. Las constantes de la pasteurización deben ser cumplidas , para asegurar un buen resultado.

En general las personas creen , que para obtener queso a partir de la leche, solo se debe integrar cuajo, más sin embargo en la actualidad la elaboración de queso es un proceso más complejo, que solo adicionar cuajo; y requiere de un trabajo ordenado y sistemático.

Existen otras sustancias de adición comun a la leche para queso, y son: Cloruro de calcio, nitrato de potasio o sodio y colorante; estos dos ultimos son de adición no obligada. (2)

A continuación se mencionan estos productos y su uso:

CLORURO DE CALCIO : La leche en forma natural puede presentar deficiencia en la cantidad de calcio contenido, o bien en el proceso de

pasteurización se provoca la deficiencia del ión calcio; este ión es de suma importancia para la formación de las micelas , en las cuales tiende una red con enlaces similares y caseínas formando redes o mallas . Cuando el ión calcio es deficiente , es de esperar, desde un retraso en el tiempo de coagulación hasta la total falta de ésta en la cuajada . Una cuajada pobre en calcio presenta una alta fragilidad que permite una alta pérdida de la misma en el momento de desuerar. El empleo común del cloruro de calcio es a una dosis de 10-30grs de cloruro de calcio por cada 100 kg. de leche. (1,17)

NITRATO DE POTASIO O SODIO : Este producto es empleado como un inhibidor del crecimiento bacteriano ; y solo es recomendado en condiciones, en las cuales se presentan problemas continuos de contaminación. En otras ocasiones el proceso de pasteurización no se realiza en forma correcta lo cual permite la continuidad de colonias bacterianas activas. En otros casos se requiere de integrar cultivos bacterianos especiales, para dar sabores y aromas definidos al producto , por lo cual es necesario eliminar la competencia de microorganismos no deseados. La dosis máxima para el nitrato de potasio o sodio , es de 20 grs por 100 kg de leche ; en este producto se debe tener cuidado en las dosificaciones pues un exceso puede inhibir los cultivos agregados y causar una intoxicación severa en los consumidores de ese producto.(1)

COLORANTES: Este es un aditivo no indispensable para crear un queso de buena calidad ; más sin embargo , una gran cantidad de consumidores se inclina hacia un producto; por presentación y color ; es una de las razones por las cuales se encubre la palidez del queso , por medio de la adición de colorantes para dar una tonalidad amarillenta , comunmente relacionada con alta cantidad de grasa en el producto , por parte de los consumidores .

La coagulación de la leche incluye los siguientes pasos:

- Adición del cuajo
- Coagulación
- Cuajada madura (sinóresis)
- Corte del cuagulo
- Agitación previa
- Drenado del lactosuero

La coagulación de la leche es el fundamento, en la elaboración del queso. El principio activo del cuajo es la enzima renina , la cual descompone (hidroliza) el complejo k-caseína , en una caseína hidrófoba. Después la

paracaseína absorbe iones de calcio , que a su vez ligan la paracaseína a una malla . El proceso de coagulación es controlado por la temperatura, acidez, concentración iones calcio y otros parámetros . La temperatura óptima de trabajo para la renina es de 40°C, y la temperatura óptima técnica de la actividad enzimática es de 30-33°C.

La fuerza usual del cuajo líquido varia de entre 1:10000 y 1:15000,es decir, una parte de cuajo pude cuagular 10000-15000 partes de leche en 40 min. a 35°C.

Corte de la cuajada .- La cuajada es cortada cuidadosamente en pequeños trozos , de un tamaño aproximado a 1-3 cm cúbicos; esto se lleva a cabo cuando la cuajada ha llegado a un buen grado de firmeza, los cortes se realizan mediante utensilios de cuchillas o alambres. Las liras son los utensilios más comunes para realizar estos cortes . Cuanto más fino sea el corte mayor será la la superficie total de cuajada y por lo tanto, mayor cantidad de lactosuero sera eliminado . (2)

Agitación previa: Posteriormente al corte de la cuajada, se da un masaje mecánico por agitación, para promover la separación más rápida entre el grano y el lactosuero. La agitación debe ser suave, pues la cuajada es tierna y fácil de desmembrar, más adelante la fuerza de agitación puede aumentar de acuerdo a el grado de madurez del cuagulo.

Separadamente del proceso, cabe destacar a este punto, como el momento exacto en que son separadas las fases sólida y acuosa (pasta del queso y lactosuero) , siendo la segunda parte, el tema central del presente trabajo.

Drenado del lactosuero : La separación entre las dos fases antes mencionadas, se puede realizar en una forma variada de acuerdo a la infraestructura que se tenga, pero cualquier forma tiene un mismo fin, que es, la separación satisfactoria entre ambas fases; evitando en lo más posible la pérdida de cuajada en el lactosuero. Por lo comun se utiliza una malla o red con orificios de pequeño diámetro para retener la cuajada.

Una vez separada la cuajada, se deposita en la mesa de trabajo en donde reposa para permitir eliminar el lactosuero aún presente; Se puede manipular manualmente para lograr una sineresis más rápida del lactosuero.

Salado de la cuajada: La sal común es un aditivo que en el queso proporciona características organolépticas deseadas. Se tiene diferentes

formas de integrar la sal en la cuajada y las más comunes son: salmuera y boleó. La salmuera consiste en diluir la sal en agua y sumergir los quesos en ella. En el boleó, la sal es agregada cuando ésta se encuentra en la mesa de trabajo totalmente desuerada, la sal se espolvorea sobre la cuajada y después es mezclada. La integración de sal no tiene una norma en cuanto a cantidad, por lo cual se deja ad-libitum.

Moldeado de la cuajada: Una vez salada y desuerada la pasta, el siguiente paso será depositarla en moldes que le darán su presentación final. El material de los moldes es variado, pueden ser de madera, plástico o acero inoxidable; también tienen variación en cuanto forma y tamaño. Para evitar el desperdicio de la pasta, los moldes son cubiertos con una manta en su interior; posteriormente son llenados excediendo un poco su capacidad, cubiertos totalmente por la manta y se coloca una tapa rígida en cada uno de ellos, para después ser prensados.

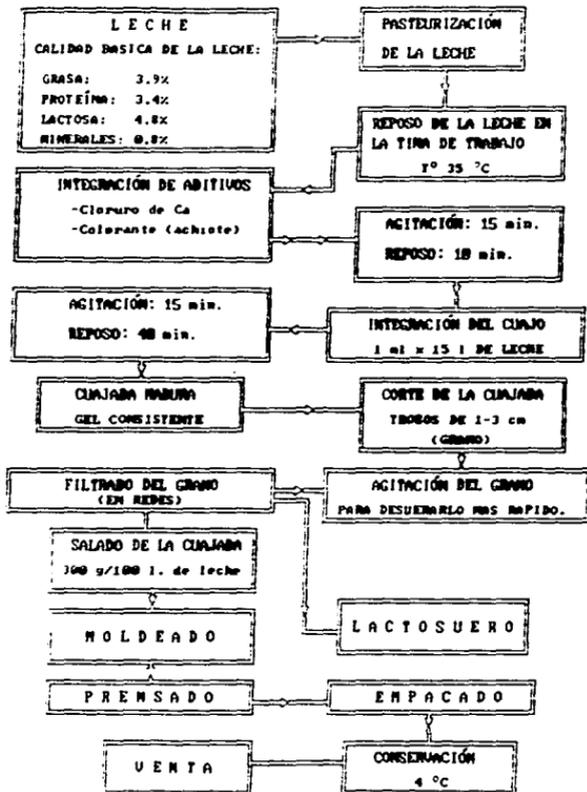
Prensado.- una vez moldeada la pasta se somete a un prensado, para comprimir el contenido del molde y contribuir a un desuerado final; el prensado tiene una duración aproximada de 4 hrs.

Maduración: En la maduración se permite un periodo de reposo, al producto; este reposo es con el fin de permitir el desarrollo de características organolépticas de sabor y aroma. El tiempo empleado mínimo es de 24 hrs. y puede prolongarse por meses; la temperatura de maduración es de 4°C .

Empacado: Después de reposar el producto, el siguiente paso es el empacado, este proceso tiene el fin de aislar el producto de cualquier tipo de contaminación, que se pueda dar después de su elaboración; el empacado es acompañado antes, durante y después de una temperatura de conservación de 4°C .

El diagrama 1: sintetiza la elaboración de queso.

DIAGRAMA # 1 ELABORACION BASICA DE UN QUESO



FUENTE: CRUZ, E.J., 1995.

V.- GENERALIDADES SOBRE EL LACTOSUERO

El lactosuero es la fase acuosa separada de la cuajada en el proceso de elaboración de queso y en la fabricación de caseínas. Representa el 80 a 90 % del volumen total de la leche que entra en el proceso y contiene alrededor del 50% de los nutrientes contenidos en la leche original: proteínas solubles, lactosa, grasas, vitaminas y sales minerales. El lactosuero, como un subproducto de la elaboración de quesos y caseínas, es conocido como lactosuero dulce o ácido: (21 , 27)

Lactosuero dulce: Producto de la elaboración de quesos de pasta fresca y pasta blanda, así como de la fabricación de caseína láctica. (21)

Lactosuero ácido: Producto de otro tipo de quesería (pastas prensadas y pastas cocidas). (21)

CUADRO No. 3: COMPOSICIÓN EN % DE LOS TIPOS DE LACTOSUERO

CONSTITUYENTES	SUERO DULCE	SUERO ÁCIDO
HUMEDAD %	93-94	94-95
GRASA %	0.2-0.7	0-0.4
PROTEÍNA %	0.8-1.0	0.8-1.0
LACTOSA %	4.5-5.0	4.5-5.0
MINERALES %	0.5	0.4

a-LAVAL 1990

El lactosuero es un alimento de gran interés, no solo por la presencia de lactosa sino también por su contenido en proteínas solubles, y por la presencia de numerosas vitaminas del grupo B: tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cianocobalamina y ácido ascórbico.

por otra parte, el contenido relativamente alto de minerales es una limitante, en algunos casos para el consumo humano, del producto en bruto. (16, 17, 27)

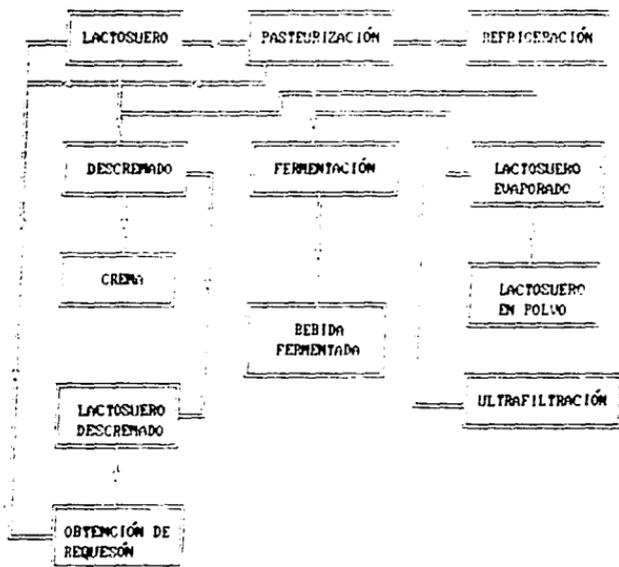
Hasta hace poco tiempo, la utilización industrial de lactosuero, se limitaba, por la tecnología existente; por lo que un volumen considerable de este producto, terminaba en ríos y canales de drenaje.(6, 28)

La utilización actual del lactosuero tiene como fin el aprovechar todos los sólidos que se encuentran inmersos en él. La industria actual permite la extracción de estos nutrientes por medio de la utilización de equipo altamente especializado; esto representa una limitante para los productores artesanales queseros, que deben aprovechar el volumen obtenido de lactosuero por técnicas clásicas de implementación sencilla.

El diagrama # 2: agrupa los procesos de utilización del lactosuero.

DIAGRAMA # 2

TRABAJO GLOBAL DEL LACTOSUERO



FUENTE: ALFA-LAVAL, 1990.

En el presente diagrama, se agrupan las cinco principales técnicas, desarrolladas para orientar la forma en que se puede manipular el lactosuero dentro del taller de trabajo. De manera similar se plantea el flujo más adecuado para el lactosuero.

VI.- CONSERVACIÓN DEL LACTOSUERO

PASTEURIZACIÓN DEL LACTOSUERO: La pasteurización se constituye como un proceso básico al cual debe someterse el lactosuero, para mantener la calidad del mismo. Dada su derivación original a partir de la leche, el lactosuero tiende a transformar su composición; debido a la carga bacteriana común en el.

La pasteurización es definida como un proceso térmico, consistente en elevar la temperatura del líquido (leche, lactosuero u otros), con el fin de eliminar gérmenes bacterianos patógenos y después bajar rápidamente esta temperatura para eliminar otros microorganismos, este proceso no elimina en totalidad las bacterias comunes de la leche; pero si disminuye su cantidad. (1, 2, 7, 27)

Las especificaciones técnicas para la pasteurización dependen del tipo de ésta, y son tres:

CUADRO No. 4: Tipos de pasteurización y sus limitantes.

TRATAMIENTO	T°C	DURACIÓN	RESULTADO
PASTEURIZACIÓN LENTA	63°C	30 min.	REDUCCIÓN
PASTEURIZACIÓN ALTA	72°C	15 seg.	REDUCCIÓN
ULTRA PASTEURIZACIÓN	140°C	4 seg.	ESTERILIZACIÓN

a. LAVAL. 1990.

La leche destinada a la elaboración de queso, es pasteurizada antes de entrar al proceso, pero esto no significa su esterilidad total, pues continúan presentes colonias bacterianas comunmente encontradas en la leche.

Cuando la leche entra en proceso, para elaborar queso, debe mantenerse a temperatura de 35-37°C , para lograr que la cuajada se obtenga de forma óptima; las temperaturas alcanzadas es la cuajada son ideales para reactivar las bacterias latentes en la leche empleada, provocando su proliferación.

La división de la cuajada en dos fases, también influye en el crecimiento y desarrollo bacteriano. Estas fases son: líquida y sólida; la fase sólida origina la pasta del queso, debido a la desecación y prensado, que dan una consistencia sólida al queso, limitan el desarrollo bacteriano, después de la elaboración del mismo. La fase líquida que da origen al lactosuero, ya libre de la cuajada, es un medio ideal para la multiplicación bacteriana, dadas sus condiciones de temperatura, contenido en nutrientes y su naturaleza líquida. Las bacterias basan su desarrollo, tomando como sustrato el carbohidrato principal del lactosuero (lactosa), la cual es convertida a través de un proceso metabólico en ácido láctico, presentando en pocas horas un pH fuertemente ácido.

Otro factor adicional, es la utilización de los cultivos bacterianos, que son agregados en forma artificial en la leche; para producir quesos con aromas y sabores especiales, como en el caso del queso manchego. Estos cultivos promueven a un más el consumo de lactosa que contiene el lactosuero.

La lactosa es el carbohidrato que predomina en el lactosuero; factible de ser rescatado; pero cuando es transformado por microorganismos, baja por mucho los rendimientos de este azúcar. (2,6,27,28)

El cuadro # 5: Indica la elaboración de ácido láctico por las bacterias comunes en leche.

Una pasteurización inmediata del lactosuero al separarlo de la cuajada trae los siguientes beneficios:

- Mantener los niveles de lactosa utilizable (1,2, 27,28)
- Se puede refrigerar el lactosuero, con la seguridad de que su acidificación no será tan inmediata(1,2,27)
- El lactosuero puede ser utilizado para bebidas fermentadas.

La limitante más importante para pasteurizar el lactosuero radica en la acidez que esto guarda después de la cuajada; pues en la elaboración de algunos quesos, se requiere acidificar la cuajada hasta un pH de 5.4 a 5.8, como ocurre con el queso tipo oaxaca. Por la acidez de este lactosuero no podrá ser sometido al cambio térmico, ya que la proteína se precipita, provocando la pérdida de su estado de suspensión en el líquido del lactosuero. (1, 27)

CUADRO No. 5: PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LACTICO POR BACTERIAS
COMUNES DE LA LECHE

ESPECIE	T° OPTIMA	TRANSFORMAN LACTOSA EN ÁCIDO LÁCTICO %
<i>Str. thermophilus</i>	40-45°C	0.7
<i>Str. lactis</i>	25-30°C	0.7
<i>Str. cremoria</i>	25-30°C	0.7
<i>Str. diacetylactia</i>	25-30°C	0.7
<i>Leuc. citrovorum</i>	25-30°C	0.7
<i>Lb. casei</i>	30°C	1.5
<i>Lb. lactis</i>	40-45°C	1.5
<i>Lb. helveticus</i>	40-45°C	2.0
<i>Lb. bulgaricus</i>	40-45°C	1.5

Str.: Streptococcus Leuc.: Leuconostoc Lb.: Lactobacilos
a-LAVAL 1990

REFRIGERACIÓN: Cuando el lactosuero no es empleado o procesado inmediatamente, se recomienda conservarlo en refrigeración, para disminuir la actividad microbiana.

Como se ha dicho, la temperatura es un factor determinante para la proliferación bacteriana.

Aunque la pasteurización disminuye la carga bacteriana, en el lactosuero, proporcionando una mayor duración; la refrigeración a 4°C, permite mantener aún por más tiempo la calidad del lactosuero. (1, 7, 27)

En conclusión los dos procedimientos: pasteurización y refrigeración , se complementan, permitiendo mantener un producto de buena calidad en cuanto a su valor nutricional; para un proceso posterior.

VII.- TECNICA # 1: DESCREMADO DEL LACTOSUERO (OBTENCIÓN DE CREMA)

Para lograr la separación de la crema del lactosuero, se somete a un proceso de fuerza centrífuga la cual desplaza los componentes del lactosuero de acuerdo a su peso molecular, desplazando los componentes más pesados y reteniendo el más ligero (grasa).

CUADRO No.6: COMPOSICIÓN DE LA CREMA OBTENIDA DEL LACTOSUERO:

SOLIDOS TOTALES %		37.76
GRASA %		33.20
PROTEÍNA %		0.67
LACTOSA %		3.62
MINERALES %		0.27
SÓLIDOS NO GRASOS %		4.56

CABRERA. 1995

Equipo: Se debe tomar en cuenta, que mucho del equipo que se señala para esta técnica, es común encontrarlo, en un taller que trabaja la quesería.

- Depósito de almacenamiento para el lactosuero.
- De ser posible, se recomienda planear una tubería, que permita desplazar el lactosuero hasta la descremadora o cualquier otro proceso que se le quiera dar, si no es posible se pueden emplear cubetas, o botes de 20 litros para movilizarlo.
- Fuente calórica (vapor o quemadores de gas).
- Termómetro de 10- 150°C.
- Descremadora .
- Recipientes de medio o un kilogramo, o en su defecto, bolsas de plástico, para envasar el producto.

- Báscula.
- Refrigerador o cámara de refrigeración.

Una vez que el lactosuero ha quedado libre de la cuajada (pasta del queso), es trasladado hasta el lugar en donde se encuentra la descremadora. La temperatura del lactosuero es importante, para lograr un buen descremado; la temperatura ideal es de 37-39°C. (1,2,13,28).

En ocasiones, cuando el lactosuero arrastra una alta cantidad de residuos de cuajada, es recomendable hacer una filtración previa del lactosuero, para lo cual se pueden usar mantas lavadas. Cuando no se realiza esta filtración del lactosuero, se provoca que los discos de la descremadora se bloqueen, lo cual causa detener el proceso y desmontar el equipo para limpiarlo. (1,2,27).

No es necesario una descremadora, solo para descremar el lactosuero, sino que la misma que se emplea para descremar leche, se usa en el descremado del lactosuero; esto debido a que las constantes de descremado para estos dos productos son las mismas. (1,27).

En general, el fundamento de trabajo de una descremadora, es igual para cualquier marca o modelo. Las especificaciones del proveedor deben ser tomadas en cuenta, para evitar el deterioro temprano del equipo. (1, 27)

Una descremadora requiere trabajar a una velocidad de 5000 a 7000 rpm. para lograr así desplazar los sólidos más pesados y lograr un buen descremado. Realizado el proceso obtendremos dos productos , por un lado se tendrá la crema y por el otro lactosuero descremado, el segundo de los productos no debe ser desechado pues contiene aun más nutrientes que pueden ser aprovechados por otros procesos industriales. (1, 27).

Centrifugación: Todas las descremadoras se fundamentan en el uso de la fuerza centrífuga, para lograr la separación de la grasa. Las descremadoras se dividen en dos tipos: las de centrifugación abierta y de centrifugación cerrada; la diferencia entre estos dos procesos es básicamente, la presencia de aire en el momento de centrifugar; en el caso de la descremadora abierta el aire presente durante la centrifugación, provoca la presencia de espuma. En el caso del proceso cerrado la espuma no se presenta en el lactosuero descremado. (1)

En el esquema 1, se muestra un corte transversal de una descremadora clásica, y se señala el flujo de la crema y el lactosuero descremado a través de ella.

La espuma procede del aire que entra en el proceso y los gases contenidos en el lactosuero; la espuma tiene muchos inconvenientes: como la disminución en la capacidad de los recipientes o irregularidad en la pasteurización.(1)

La crema extraída como tal, es un producto final; pero debe reposar por lo menos 24 hrs y de preferencia ser mezclada con crema obtenida de la leche, para darle una calidad estandar; después de esto se debe tener una buena presentación en su envasado, con envases de cristal, plástico o en su defecto con bolsas de plástico; debe cuidarse que los recipientes estén perfectamente limpios para evitar una posible contaminación en el producto; se recomienda una etiqueta en el envase, que indique: tipo de producto, contenido, fecha de elaboración, fecha de caducidad y composición química.

RENDIMIENTO ESPERADO: El rendimiento promedio que se obtiene del descremado del lactosuero es de 1% , es decir que de cien litros de lactosuero que se descrema , se obtendrá un kilogramo de crema. Existen varios factores que afectan los rendimientos esperados:

-Temperatura de descremado: Cuando se descrema a bajas temperaturas, las moléculas de los sólidos y del mismo líquido, se encuentran en un estado de inercia molecular que no permite la separación activa y rápida de los mismos, lo cual limita la liberación de las grasas, de los demás componentes.

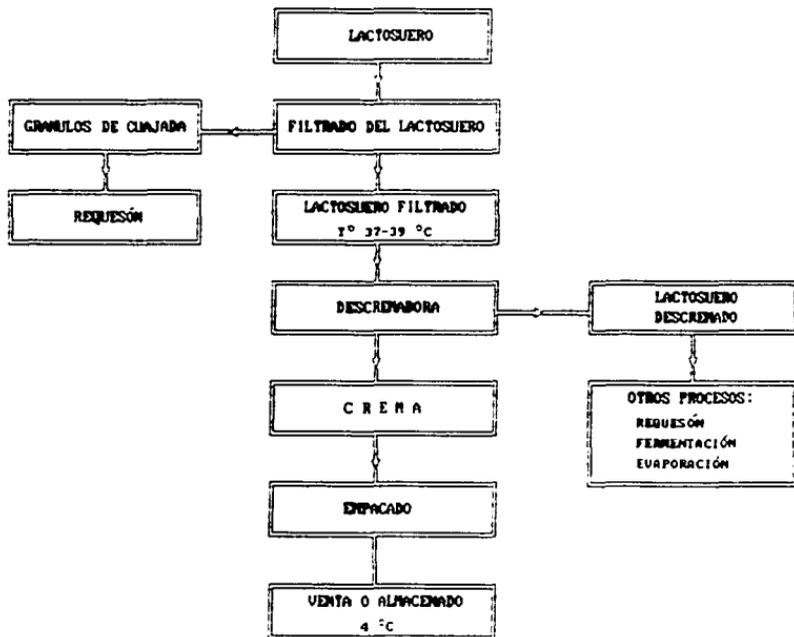
-Cantidad de grasa en la leche original: Cuando la materia prima (leche destinada a la quesería), trae un bajo contenido de grasa, esto se refleja en un lactosuero pobre en la misma, lo cual se verá en el rendimiento al descremar.

-Calidad de la cuajada: Cuando una cuajada se realiza correctamente, el promedio del descremado del lactosuero se mantiene, pero cuando la cuajada es defectuosa por errores como mala dosificación de cuajo o cloruro de calcio, o cuando es realizado el corte en una cuajada tierna; se provoca que el gel no retenga los sólidos esperados, dejando escapar muchos de éstos sólidos para el lactosuero.

-Volumen descremado de leche para realizar el queso: Cuando se realiza un queso por lo común una parte de la leche se descrema, este porcentaje varía de 20 a un 30 % del volumen total, de la leche a utilizar, dependiendo de cual sea el porcentaje descremado, la cantidad de grasa presente en el lactosuero, será afectado en un aumento o disminución de la misma. El diagrama # 3, en forma de resumen, la obtención de crema del lactosuero.

DIAGRAMA # 3

OBTENCIÓN DE CREMA A PARTIR DE LACTOSUERO



FUENTE: CRUZ, E.J., 1975.

En este diagrama se muestra la forma esquemática en que se obtiene la crema a partir del lactosuero, además se puede observar como el lactosuero descremado puede ser utilizado en otros procesos.

VALORACIÓN PRÁCTICA DE METODOLOGÍA Y RENDIMIENTOS EN LA OBTENCIÓN DE CREMA DE LACTOSUERO

Con el fin de evaluar la técnica y rendimientos, en la obtención de crema de lactosuero; se planeó el desarrollo práctico de la misma; en el taller de lácteos de la FES- Cuautitlán.

El material empleado es similar al ya descrito en la técnica de descremado, la metodología y el rendimiento obtenido se describe a continuación:

Se tomaron quince muestras de lactosuero fresco, de un volumen de 60 litros cada una; en un periodo aproximado de dos meses; este lactosuero fué puesto a una temperatura aproximada de 38°C, lo cual fué facilitado debido al origen reciente de la cuajada. Después de alcanzar esta temperatura, se filtró con una manta, para después procesarlo através de la descremadora del taller, para obtener por un lado, lactosuero descremado, y por otra parte la crema; terminado el proceso se procedió a su pesado, envasado y etiquetado, por último se mantuvo en reposo en las camaras de refrigeración, con el fin de obtener una buena consistencia en el producto final.

Los rendimientos obtenidos para cada una de las muestras descremadas, se indica en la tabla # 1, en la página siguiente, así como el rendimiento promedio obtenido; este último fué de 591.1 gr / 60 litros de lactosuero procesado; este resultado concuerda con el encontrado en la literatura. (23)

TABLA # 1

**RENDIMIENTOS OBTENIDOS EN EL DESCREMADO
DEL LACTOSUERO**

No. DE MUESTRA	VOLUMEN EMPLEADO (LITROS)	RENDIMIENTO EN CREMA (GRAMOS)
1	60	594
2	60	588
3	60	600
4	60	589
5	60	595
6	60	582
7	60	600
8	60	587
9	60	581
10	60	594
11	60	588
12	60	595
13	60	587
14	60	600
15	60	594
		X: 591.1 g

FUENTE: CRUZ, E.J., 1995.

Estos resultados son obtenidos del desarrollo práctico de la técnica descrita.

VIII.- TECNICA # 2: OBTENCIÓN DE LA PROTEÍNA DEL LACTOSUERO

- Extracción de las proteínas desnaturalizadas
- Extracción de las proteínas por ultrafiltración

De forma general, podemos decir que las proteínas del lactosuero no pueden ser precipitadas por la enzima del cuajo o por ácidos. Sin embargo, es posible precipitar dichas proteínas con ácidos, si en primer lugar son desnaturalizadas con calor. (2, 17)

Las proteínas del lactosuero son de excelente calidad, ya que como ocurre con las proteínas del huevo no son deficientes en ningún aminoácido; además su elevado contenido de lisina , lo hacen un complemento ideal para la alimentación de cualquier ser en desarrollo. En el plano nutritivo, las proteínas del lactosuero tienen un valor biológico igual al de las caseínas. De estas consideraciones se deduce que su extracción es de gran interés. (2, 17)

CUADRO No.7: PROTEÍNAS DEL LACTOSUERO

PROTEÍNAS DEL LACTOSUERO	GRAMOS POR LITRO
Inmunoglobulinas (euglobulinas y pseudoglobulinas)	0.7 grs
Albúminas:	
β -lactoglobulinas	3.0 grs
α -lactoalbuminas	1.2 grs
Seroalbuminas	0.4 grs
proteasas y peptonas	0.6 grs
proteínas menores	0.3 grs

Veisseyro, R. 1988

Cuantitativamente la albúmina es la fracción más importante, pues representa el 75% de las proteínas del lactosuero y el 15% del total de las proteínas de la leche. (2,28)

Proteína desnaturalizada: El lactosuero se recoge en un depósito y mediante una bomba se le envía a un intercambio calorico por placas en donde se calienta en forma regenerativa.(17)

El calentamiento sube hasta 92-95°C por medio de una inyección directa de vapor esta temperatura se mantiene por unos 3 a 4 minutos para provocar la desnaturalización de las proteínas por calor. Procedente de un depósito, mediante una bomba dosificadora se introduce ácido para tener un valor de pH de 4.8 a 5.2 el ácido se deja que actúe durante un minuto. El ácido utilizado puede ser orgánico o inorgánico; cuando el agente precipitante es el ácido clorhídrico, se emplea una concentración de una parte de ácido clorhídrico por 3000 de lactosuero. Cuando se emplea otro tipo de ácido, se debe recordar que el fin de su uso es, buscar un pH de 4.8 a 5.2, para lo cual se busca la dosis correcta, por medio de pruebas piloto continuas que permitan encontrar el pH indicado, esto permitirá un ajuste continuo a las características variables del lactosuero trabajado. (2,17)

Se procede a un enfriamiento de 40°C en un intercambiador de placas y se continua a separar la proteína en una centrifuga de eyección de sólidos; del lactosuero se obtienen dos fases:

- Concentrado de proteínas
- Lactosuero desproteínizado

El concentrado proteico se enfría en un aparato de placas a 4°C. (17)

Posteriormente al proceso de obtención de proteínas se procede a agregar algunos condimentos al producto final como sal, almendras o nueces para finalmente empacarlo y refrigerarlo a 4°C.

El producto final presenta un ph de 5.6 a 6.0, humedad de 77%, 16% de proteína, 3.5% de lactosa, 2.5% de grasa y 1% de cenizas. (28)

En condiciones normales el rendimiento esperado por medio de esta técnica es de 3 a 5.5 % (4)

Las variaciones que se pueden encontrar se ligan a un mal proceso en el tratamiento descrito para la obtención de la proteína. Otra variante se puede tener a partir de una mal cuajada que permita la pérdida marcada de proteínas del queso. (17)

El diagrama #4 : muestra la síntesis del proceso descrito.

Ultrafiltración: La técnica se fundamenta en la aplicación de membranas semipermeables; esta película se convierte en una barrera selectiva para ciertas moléculas. El procedimiento se apoya en la aplicación de una presión externa sobre el lactosuero a filtrar.

El procedimiento comienza cuando el lactosuero pasa a un depósito de regulación y una bomba lo envía a la instalación de ultrafiltración, compuesta por unos cartuchos de material polimérico sintético, de una fina porosidad, donde se separan dos fases:

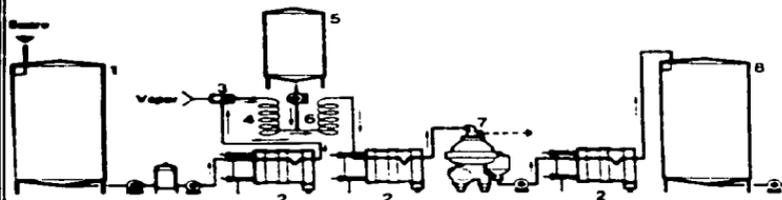
-Un concentrado proteico que no puede pasar por los finos poros de las membranas de ultrafiltración. Este producto representa el 5% del volumen total de lactosuero. (17)

-Un permeado, rico en sustancias solubles (lactosa y sales minerales) que sí han podido atravesar las membranas. Este producto representa el 95% del volumen total de lactosuero. (17)

El permeado es recogido en un depósito para utilizarse su lactosa .El concentrado se recoge en otro depósito.(17)

El diagrama #5 : muestra un sistema de ultrafiltración.

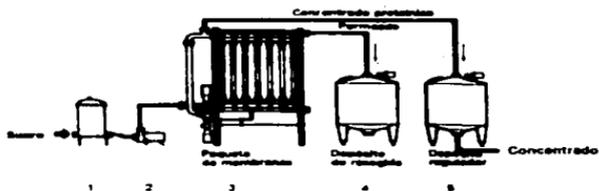
DIAGRAMA # 4
RECUPERACIÓN DE PROTEINA DESNATURALIZADA DEL LACTOSUERO



- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Depósito regulador. | 6. Sección tubular de mantenimiento. |
| 2. Intercambiador de calor de placas. | 7. Separadora centrífuga con eyección de sólidos. |
| 3. Inyector de vapor. | 8. Depósito para el concentrado proteínico. |
| 4. Sección tubular de mantenimiento. | |
| 5. Depósito para ácido. | |

FUENTE: MADRID, A. 1989

DIAGRAMA #5
ULTRAFILTRACIÓN DEL LACTOSUERO



- | |
|---------------------------------------|
| 1. Depósito de regulación. |
| 2. Bomba de impulsión. |
| 3. Instalación de ultrafiltración. |
| 4. Depósito de recogida del permeado. |
| 5. Depósito regulador. |

FUENTE: MADRID, A. 1989

EVALUACIÓN PRÁCTICA DE METODOLOGÍA Y RENDIMIENTOS EN LA OBTENCIÓN DE DE PROTEÍNA DESNATURALIZADA DE LACTOSUERO

Con el fin de evaluar en general el procedimiento de obtención de proteína desnaturalizada (requesón) y la confirmación de rendimientos, se planteó el desarrollo práctico de un procedimiento ácido-térmico, en el taller de lácteos de la FES-Cuautitlán.

Material empleado:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| -Mechero Bunsen. | -Ácido acético glacial |
| -recipiente de 5 l. | solución 95% |
| -Mantas lavadas | -5 l. de lactosuero |
| -Medidor de pH | |
| -Pipeta de 20ml. | |

Metodología: Se tomaron 15 muestras, de lactosuero de 5 l. cada una, en un periodo aproximado de dos meses y se procedió a calentar cada muestra a una temperatura aproximada de 95-98°C; para realizar un ajuste de pH aproximado de 4.6, con ácido acético glacial; las muestras se enfriaron y fueron filtradas con mantas, para obtener el concentrado y drenar el excedente de líquido, las muestras drenadas fueron pesadas, registradas y envasadas, como término del proceso de obtención de requesón.

El rendimiento obtenido para cada una de las muestras trabajadas es señalado en la tabla de resultados #2 de la página siguiente así como el rendimiento promedio.

El rendimiento promedio obtenido fué de: 150g de concentrado por cada 5 litros de lactosuero procesado; lo cual coincide dentro de los rendimientos señalados por la literatura (4). Se debe señalar que aunque los rendimientos alcanzados se encuentran dentro de los parámetros consultados, estos son ligeramente bajos.

TABLA # 2

RENDIMIENTO OBTENIDO EN REQUESON POR TRATAMIENTO TERMICO Y ACIDO.

No. DE MUESTRA	VOLUMEN USADO (LITROS)	REQUESON OBTENIDO (GRAMOS)
1	5	178
2	5	138
3	5	158
4	5	168
5	5	148
6	5	168
7	5	158
8	5	148
9	5	138
10	5	148
11	5	158
12	5	158
13	5	168
14	5	178
15	5	158
		x : 158 g

FUENTE: CRUZ, E.J., 1995.

Estos resultados son obtenidos del desarrollo práctico de la técnica descrita.

IX.- TECNICA # 3 : FERMENTACIÓN LÁCTICA DEL LACTOSUERO (BEBIDA FERMENTADA)

El lactosuero fermentado, resulta de la actividad metabólica de algunas bacterias que en su proceso de desarrollo utilizan como sustrato, lactosa, el azúcar presente en el lactosuero, transformandola a ácido láctico, en consecuencia el lactosuero sufre una modificación en su composición química.(1,28)

El microorganismo comunmente empleado para la fermentación lactica de productos comerciales:Lactobacillus bulgaricus; es una bacteria láctica homofermentativa que se desarrolla optimamente a los 45-50°C acidificando fuertemente el medio. (24,28)

El procedimiento se inicia con la preparación del cultivo comercial que será añadido en el lactosuero. El cultivo comercial viene liofilizado por lo cual es más cómodo su manejo. La preparación del cultivo tiene dos finalidades, la primera es evitar la destrucción total o parcial de las bacterias del cultivo, esto debido a un cambio de ambiente brusco; se debe recordar que esta etapa debe ser gradual. En segundo lugar la reconstitución del cultivo busca crear un desarrollo adecuado en el número de microorganismos, para tener una población capaz de fermentar en el tiempo deseado (1, 24,28)

Preparación del cultivo: Se desarrolla un proceso de simplificado y funcional en la práctica; el cultivo comercial se diluye en un volumen de 6 l. de leche esterilizada; esto con el fin de evitar cualquier competencia por sustrato; el cultivo diluido y homogenizado es incubado a temperatura de 25°C , durante 15 horas. Después de este tiempo se tiene un cultivo en plenitud para ser empleado. La proporción de cultivo en volumen que se debe utilizar es de 2-5% del volumen de lactosuero a fermentar, para lograr la fermentación en el tiempo proyectado.(1,28)

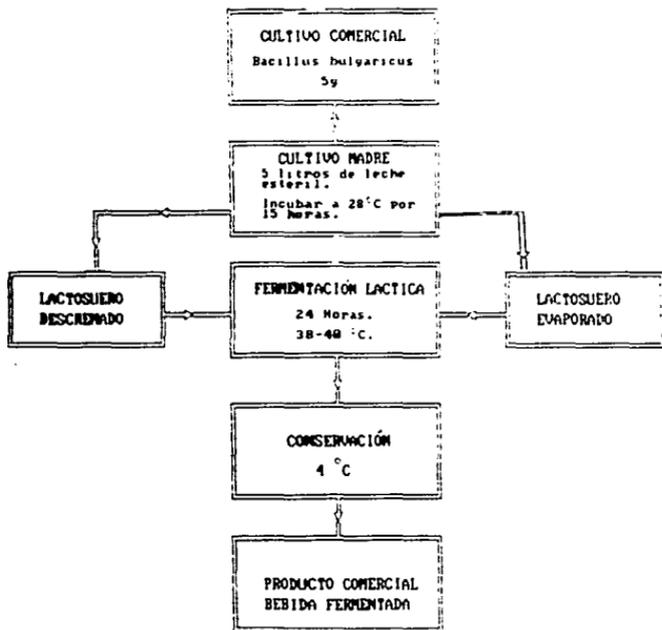
Con el cultivo preparado, podemos planificar la preparación del lactosuero. El lactosuero se pasteuriza para eliminar en lo más posible la competencia del cultivo con otros microorganismos y eliminar algunos otros que se presenten por contaminación. El lactosuero empleado puede ser concentrado para obtener más concentración de sólidos en porcentaje.

Después de la pasteurización del lactosuero, se procede a inocular con el cultivo ya preparado anteriormente; para esto debe tener una temperatura de 20-25°C, y el lactosuero debe estar contenido en los recipientes en los que fermentará; finalmente se procede a incubar a 38°C durante 24 horas. (1,28)

Una vez obtenida la bebida fermentada se disminuye la temperatura a unos 4°C, para lograr una estabilidad del producto. (28)

El diagrama #6: sintetiza la elaboración de la bebida fermentada.

DIAGRAMA # 6
FERMENTACION LACTICA EN LACTOSUERO



FUENTE: CRUZ, E.J., 1995.

X.- TECNICA # 4 :LACTOSUERO EVAPORADO

La evaporación es un proceso, que busca concentrar en un menor volumen los sólidos dispersos que se encuentran en el lactosuero, de esta forma antes de iniciar un proceso de evaporación, el lactosuero tiene una concentración de sólidos de 6-7%, y un alto nivel de humedad; por medio del proceso de evaporación se logra una concentración en sólidos hasta de un 65%, esto se logra por medio de eliminar humedad del suero. (2,17,28)

La evaporación se fundamenta en un proceso térmico que provoca en el líquido a concentrar, la pérdida de moléculas de agua en forma de gas por una ebullición constante. (2, 17,28)

En los procesos industriales, la evaporación se realiza por medio de evaporadores de capa descendente y de varias etapas. (2,17)

La evaporación de capa descendente es la más empleada en la industria láctea, los tubos son verticales y el lactosuero forma una capa delgada sobre el interior de dichos tubos, los cuales se encuentran rodeados de vapor lo cual genera la ebullición del lactosuero. (2,28)

Evaporación de varias etapas: Normalmente se recurre a la evaporación de productos en varias etapas. La teoría consiste en la conexión de dos evaporadores en serie. El vaho del lactosuero en la primera etapa puede ser entonces utilizado como medio de calentamiento en la segunda etapa. De esta forma, se puede evaporar un kg de agua del producto a concentrar, con una entrada primaria de vapor de unos 0.6 kgs de vapor, incluida la pérdida de calor. (2)

El vaho generado por el lactosuero es comprimido y utilizado para el calentamiento en el propio evaporador y de esta forma se mejora la eficacia térmica del mismo. Para este propósito se utiliza un termocompresor. (2,17,28)

En el diagrama # 7 ,se muestra el sistema de evaporación; en un evaporador de dos etapas con termocompresor. El lactosuero se bombea desde el depósito regulador hasta un primer precalentamiento (1), donde se calienta a 40°C, pasando entonces al segundo precalentamiento (2), así su temperatura sube hasta los 75°C. El suero pasa entonces a la primer etapa (3), que se encuentra a un vacío correspondiente a una temperatura de ebullición de 70°C. El agua se evapora y el suero se concentra a su paso através de los tubos en forma de una capa delgada.(2,17)

El concentrado se separa de los vahos en el ciclón (4) y se bombea a la segunda etapa(5) . En ella, el vacío es mayor y corresponde a una temperatura de 50°C. (2,17)

Después de una nueva evaporación en la segunda etapa, el concentrado es separado de los vahos en el ciclón (6), y bombeado fuera de la planta. Parte del concentrado vuelve a la entrada de la segunda etapa, con objeto de aumentar el caudal del líquido através de la misma, ya que si las superficies no se encuentran mojadas, se pueden producir incrustaciones. (2,18)

Una moderna instalación de evaporación de capa descendente con dos efectos y termocompresión necesita unos 0.45 kgs de vapor para evaporar 1 kg de agua y si se tratara de un evaporador de 3 efectos se necesitaría unos 0.25 kgs de vapor. Sin la termocompresión sería necesario 0.60 ó 0.40 kg de vapor respectivamente. (2,28)

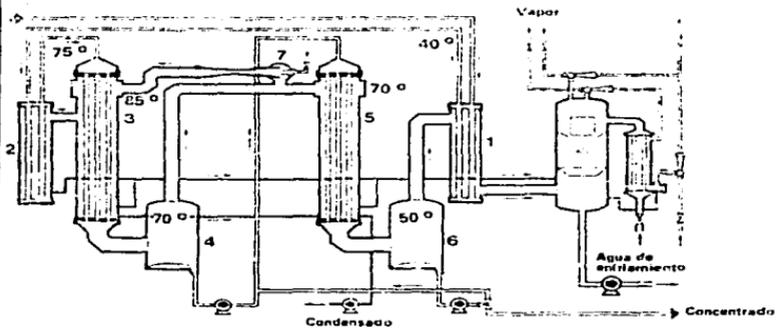
El rendimiento obtenido del proceso se toma como la concentración final del producto, que es de aproximadamente 45 a 65% de materia seca (2,17,28)

El concentrado obtenido pasa a un depósito de cristalización, habiendo sido enfriado rápidamente hasta 30°C. En dicho depósito, se agita el concentrado de 6 a 8 horas, enfriándose de 15 a 18°C. De esta forma la lactosa cristaliza al concentrarse en una solución sobresaturada. Además, su solubilidad disminuye al bajar la temperatura. En estas condiciones de agitación, concentración y temperatura, se obtienen cristales de lactosa de pequeñas dimensiones, los que favorecen la obtención posterior por secado de un suero en polvo que no formará grumos, ni absorberá humedad. (17,28)

Si se alcanza una concentración cercana al 65% en materias sólidas, el producto puede ser muy viscoso y difícil de secar. Para ello se recomienda no pasar del 50-55 % de sólidos antes del secado. (17)

DIAGRAMA # 7

EVAPORADOR DE CAPA DESCENDENTE DE DOS EFECTOS Y CON
TERMOCOMPRESOR



1. Pre calentador 1.
2. Pre calentador 2.
3. Primera etapa de evaporación.
4. Separador de vahos. 1.ª etapa.
5. Segunda etapa de evaporación.
6. Separador de vahos. 2.ª etapa.
7. Termocompresor.

XI.- TECNICA# 5: LACTOSUERO EN POLVO

Como ocurre con el proceso de evaporación del lactosuero, el procedimiento de lactosuero en polvo es limitado a las industrias de alto desarrollo tecnológico (3, 17,28)

La diferencia entre un proceso de evaporación y uno de pulverización, radica en la cantidad de agua evaporada del producto final; siendo el lactosuero en polvo el que contiene una humedad menor, de solo: 5% aproximadamente.(3,28)

La técnica se fundamenta en el paso del lactosuero previamente concentrado, por el interior de una torre de secado en donde se aplica una corriente de aire caliente con una temperatura de entre 150-260°C, provocando una eliminación inmediata de la humedad del lactosuero.(28)

Procedimiento: El lactosuero antes de entrar en la torre de secado tiene que pasar por un proceso previo de concentración como el descrito para la técnica de lactosuero evaporado, pero debe cuidarse que la concentración no alcance un 65% de materia sólida , ya que el producto puede ser muy viscoso y difícil de secar. Por ello se recomienda no pasar del 50-55% de sólidos antes de secar. (17)

La deshidratación del lactosuero concentrado puede realizarse mediante cilindros rotatorios o en una cámara de atomización. La primera técnica rinde un polvo colorido e higroscópico, de mala calidad. La segunda técnica permite la obtención de un polvo de calidad satisfactoria. (2,17,28)

Procedimiento de atomización o nebulización:

- 1.- En la cámara de nebulización, el lactosuero es enviado a gran presión a través de un disco provisto de finos orificios.
- 2.- El lactosuero es proyectado a la cámara a través de estos orificios por medio de un flujo de aire comprimido.
- 3.- El disco gira a una velocidad de 25000 rpm. lo cual proyecta el lactosuero violentamente en forma de niebla dentro de la cámara .

4.- Por la cámara circula una corriente de aire filtrado a una temperatura aproximada a los 150 a 260°C, esta corriente pasa cerca del sistema de pulverización.

5.- La cámara mantiene un movimiento que facilita el descenso del polvo formado a la base de la cámara, de donde se aspira la mezcla de aire y polvo.

6.- La mezcla pasa a un separador ciclónico en donde se decanta el lactosuero en polvo, a cajas metálicas.

CUADRO No. 8 : COMPOSICIÓN DEL LACTOSUERO EN POLVO:

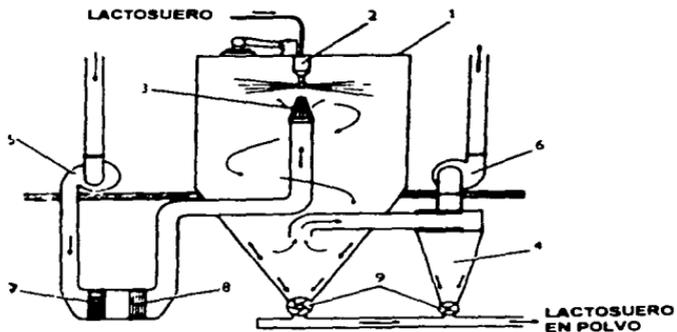
HUMEDAD :	4%
MATERIA SECA :	96%
PROTEÍNA :	14.14%
GRASA :	3.60%
LACTOSA :	71.86%
CENIZAS:	6.05%

Lab. Bromatología, UNAM, FES-C, FMVZ. 1996

En el esquema #2: se muestra un corte transversal de una cámara de secado.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

ESQUEMA #2
CAMARA PARA NEBULIZACION



- | | |
|--|--------------------|
| 1. Cámara de deshidratación | 5. Ventilador. |
| 2. Atomizador. | 6. Aspirador. |
| 3. Distribuidor de aire caliente. | 7. Filtro. |
| 4. Ciclón que permite recuperar el polvo arrastrado por el aire. | 8. Calorifero. |
| | 9. Distribuidores. |

XII.-HIGIENE DEL PROCESO Y PERSONAL

En general en la elaboración de cualquier alimento, la Secretaría de Salud difunde una metodología de prevención y control, de contaminaciones: químicas, biológicas o físicas. El control de dichas contaminaciones se fundamenta en la aplicación de un programa denominado: Aplicación de Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos. El método proporciona una metodología que se enfoca hacia el modo en como deben evitarse o reducirse los peligros asociados a la producción de alimentos. Para ello es necesario realizar una evaluación cuidadosa de todos los factores internos y externos que intervienen en el proceso de un alimento, desde los ingredientes o materia prima hasta el producto terminado, incluyendo la elaboración, la distribución y el consumo.(25)

El método de Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos, se basa en identificar y evaluar los riesgos o peligros que pueden generarse en cada una de las operaciones del proceso de alimentos, y en definir las medidas preventivas o los medios necesarios para que esos riesgos o peligros no se generen o presenten.(25)

El Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos proporciona 7 principios que son la base en la cual puede apoyarse el industrial de alimentos para aplicar este método de control de calidad en el proceso de su alimento. Cada principio es una etapa dirigida hacia la obtención de productos con calidad: (25)

- 1.- Identificar los riesgos o peligros.
- 2.- Determinar los puntos críticos de control.
- 3.- Establecer especificaciones para cada Punto Crítico de Control.
- 4.-Monitorear cada Punto crítico de Control
- 5.-Establecer medidas correctivas que deben ser tomadas en caso de que ocurra una desviación en el Punto Crítico de Control
- 6.-Establecer procedimientos de riesgo
- 7.- Establecer procedimientos de verificación

La variación de procesos descritos en este trabajo, limita la aplicación concreta del método de Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos, para cada uno de ellos.

En general existen medidas recomendadas para todo el personal que trabaja en la industria alimentaria:(26)

- Uso de ropa limpia (incluyendo calzado)**
- Lavarse las manos con agua y jabón, sanitizar con una solución al 2% de yodo, antes de iniciar el trabajo, y después de cada ausencia del mismo y en cualquier momento en que las manos se ensucien o contaminen.**
- Utilizar cubre bocas.**
- Mantener las uñas cortas, limpias y libres de pinturas.**
- Evitar el uso de cosméticos en general.**
- Usar protección que cubra totalmente el cabello, la barba los bigotes. Los protectores se recomiendan sean de colores claros. (26)**
- Fumar, comer o beber solo se permitira en areas preestablecidas.**
- Se prohíben, chicles, dulces u otros objetos en la boca durante el trabajo.**
- Prescindir de objetos desprendibles en la vestimenta de trabajo.**
- No se debe escupir en ningun lugar de la planta, que puede generar contaminación.**
- Mantener como una regla que el empleado se presente aseado al trabajo.**
- Todo el personal debe ser sometido a un examen médico general rutinario.**
- No debe laborar personal con síntomas de cualquier enfermedad.**

XIII.-DISCUSIÓN:

En la actualidad el aprovechamiento del lactosuero, es una realidad de las industrias lácteas, las cuales fundamentan su industrialización, principalmente a través de las 5 técnicas descritas en este trabajo: Descremado del lactosuero, obtención de proteína, elaboración de bebidas fermentadas, lactosuero evaporado y lactosuero en polvo; dichas técnicas son implementadas de acuerdo a los intereses de cada industria para elaborar un producto final específico.

Las 5 técnicas de aprovechamiento del lactosuero, generalmente son empleadas de forma combinada en industrias altamente tecnificadas; con el fin de recuperar todos los nutrientes del lactosuero. Para pequeñas industrias, los altos costos que implica la tecnología industrial, limitan el aprovechamiento global de este subproducto. De las técnicas de aprovechamiento descritas, dos de ellas fueron evaluadas de forma práctica, en el taller de lácteos de la FES-Cuautitlán y con los recursos existentes en el mismo. Estas técnicas fueron: Descremado del lactosuero y obtención de proteína (requesón). En el desarrollo de ambas técnicas influyeron factores que afectaron los rendimientos obtenidos:

En el caso del descremado en forma concreta, las condiciones de trabajo de la descremadora no fueron las óptimas, debido al deterioro del paquete de platillos de la misma; pero pese a esta limitante se obtuvieron resultados promedio acordes con la literatura(23).

La obtención de proteína se vio afectada por el uso de un ácido, que tenía mucho tiempo de almacenamiento en malas condiciones, lo cual afectó su poder de acción; otra limitante fue la utilización de equipo para pesar las muestras, ya que este no contaba con la precisión adecuada. El rendimiento obtenido fue de 3%, el cual se puede considerar bueno en forma general, pero al ser comparado con literaturas de trabajos de investigación que lograron rendimientos de hasta un 5%, nuestros resultados se vuelven moderadamente bajos.(4)

El cuidado continuo por medio de prácticas higiénicas durante el proceso de investigación de las técnicas permitió eliminar o disminuir riesgos de contaminación.

XV: CONCLUSIONES

El lactosuero es un producto que al ser procesado por cualquiera de las técnicas descritas en el presente trabajo, permite recuperar y aprovechar los nutrientes presentes en él, para alimentación.

El lactosuero procesado se debe considerar como una alternativa alimentaria de alta calidad para la población más humilde.

De las técnicas descritas, las más viables de ser empleadas en talleres de modesta producción son: descremado y obtención de requesón; pues los otros procesos descritos se limitan, no solo para los pequeños talleres, sino también en pequeñas industrias, debido a su alto costo y sofisticada implementación.

La utilización inmediata del lactosuero, después de ser separado de la cuajada, elimina problemas que se pueden presentar cuando se deja reposar por algunas horas.

La variedad de procesos concluye en la obtención de productos diferentes del lactosuero; con diferencias en su composición, pues cada una de las técnicas descritas se fundamenta en la captación de alguno de los nutrientes del lactosuero, solo técnicas como la evaporación o pulverización del lactosuero retienen todos los nutrientes en forma concentrada.

El utilizar leche de alta calidad en la elaboración de queso, es fundamental para lograr un buen rendimiento y obtener un lactosuero de excelente calidad nutritiva.

El mantener un buen control sanitario de los recursos humanos y materiales, empleados en cualquiera de los procesos, garantiza la calidad del producto y la salud del consumidor.

El implementar tecnología de punta en los procesos de industrialización del lactosuero, permite el mejoramiento total del proceso y repercute en los resultados obtenidos tanto en el producto como en lo económico.

El aprovechamiento del lactosuero en menor o mayor cantidad, da al productor de queso, mejoras económicas en general.

XV.- SUGERENCIAS

Se debe desarrollar en forma preventiva un dispositivo que asegure el mantenimiento correcto de la limpieza y sanidad de todo el proceso, por lo cual se recomienda la implementación de un programa de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos, para cada uno de los procesos descritos de aprovechamiento del lactosuero, con el fin de prevenir y controlar cualquier desvío en el proceso.

Es recomendable difundir en todo el personal, normas de higiene y limpieza para contribuir a mantener buena sanidad del proceso.

Se debe buscar procesar volúmenes grandes de lactosuero con el fin de bajar costos y aumentar las ganancias monetarias, esto debido a la regla productiva que a mayor volumen procesado menor costo de producción y mejores utilidades.

Se recomienda implementar tecnología de punta, no sólo para procesar lactosuero, sino para cualquier proceso industrial; con el fin de lograr buenos productos y resultados.

En la cuestión comercial se recomienda, dar al consumidor siempre un producto de excelente calidad en todos los aspectos, para mantener su preferencia y confianza.

Para la comercialización del producto es recomendable mantener más la variedad en mercados de consumo, y de esta forma prevenir un posible colapso de consumo de un mercado único.

En el momento de seleccionar un proceso para el lactosuero, es recomendable, tomar en cuenta los recursos humanos y materiales de los que se puede hacer uso.

XVI.-BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alais, C.: Ciencia de la leche, 1th de. CECSA, México 1991.
- 2.- ALFA-LAVAL: Manual de lácteos 2th de. Mundi Prensa, Madrid, 1990.
- 3.- Bartolomai, A.: Fábricas de alimentos (procesos, equipos y costos) 1 edición. Acribia, España,1987.
- 4.- Cabrera, M. C.: Obtención de requesón a partir de suero de queso de bufala. Alimentaria.#260: pag. 75-76. 2995.
- 5.- FAO: Boletín trimestral de estadísticas. FAQ 3, pag.85-86 1992.
- 6.- FAO: Como mejorar la eficiencia de su queso. FAQ 2, pag. 198-205,1989
- 7.- Gasques, R.: Zootecnia lechera concreta, 1th de, CECSA, México, 1987.
- 8.-Goded, A.: Industrias derivadas de la leche, 1 edición, Salvat, México, 1954.
- 9.- González, G.: La industria de la leche, industrias 4, pag. 29-35 ,1992
- 10.- INEGI: Boletín de información oportuna del sector alimentario, INEGI 52, pag. 52-55, 1990.
- 11.- INEGI: Cuaderno de información oportuna regional. INEGI 22, pag. 29-34, 1989.
- 12.- INEGI: Encuesta industrial mensual. INEGI 3, 147, 1991.
- 13.- INEGI: Encuesta industrial mensual. INEGI 4, 362-363, 1992.
- 14.- Kelling, J.: Leche y producción de lácteos. 1edición, Acribia, España,1989.
- 15.- Ku, B. B.: La utopia de la autosuficiencia lechera momento economico, UNAM 5Q, pag. 18-19, 1990.

- 16.- Madrid, A.: Manual de industrias alimentarias. 3 edición, Acribia, España, 1984.
- 17.- Madrid, A.: Manual de tecnología quesera. 5th de. Mundi Prensa, España, 1989.
- 18.- Madrid, V.: Sistemas de producción de caseína láctea. Lácteos y cárnicos mexicanos 30., pag.6-10 (1992).
- 19.- Muñoz, M.: Límites y potencialidades del sistema de la leche en México. Comercio Exterior 40., 886-893.(1990).
- 20.- Potter, N. N.: Ciencia de los alimentos. 1th. de Haria, México, 1978.
- 21.- Reviller, A.: Tecnología de la leche: procedimiento, manufactura y análisis. 1th de, LICA, Costa rica, 1985.
- 22.- Roa, C. F.: Mercado mundial de lácteos. Memorias del congreso panamericano de la leche, México, 1991.
- 23.- Rodríguez, H. T.: Utilización de la crema del suero de queso en la elaboración de mantequilla. Alimentaria #250: 47-49 (1991).
- 24.- Solorza, J.: La utilización de bacterias lácticas en productos de leche fermentadas. Lácteos Mexicanos 6, 8-18 (1991).
- 25.- S.S.A.: Aplicación de Análisis de Riesgo, Identificación y control de Puntos Críticos en la industrias de la leche pasteurizada. S.S.A. (1994).
- 26.- S. S. A.: Manual de buenas prácticas de higiene y sanidad, S.S.A. 46 . 1992.
- 27.- Schirmeister, E.: Aproveche la leche. 1th de. Alfagrafica, México, 1992.
- 28.- Veisseyre, R.: Lactología técnica. 1th de. Acribia, España, 1988.