



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

“Mejora basada en los puntos críticos de control en la elaboración de lácteos”

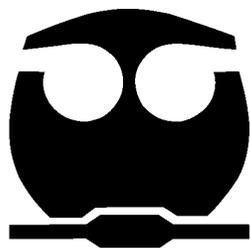
TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:

PAULINA PÉREZ JIMÉNEZ



MÉXICO, D.F.

2009



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.

Jurado asignado:

Presidente: **LUCÍA CORNEJO BARRERA**
Vocal: **MARÍA DE LOURDES GÓMEZ RÍOS**
Secretario: **PABLO HERNÁNDEZ CALVO**
1er. Suplente: **MARÍA DE LOURDES OSNAYA SUÁREZ**
2do. Suplente: **JORGE RAFAEL MARTÍNEZ PENICHE**

SITIO EN DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: CIUDAD
UNIVERSITARIA, Edificio "D", Anexo Facultad de Química, Aula: 323.

Asesor: _____
ING. PABLO HERNÁNDEZ CALVO

Sustentante: _____
PAULINA PÉREZ JIMÉNEZ

Gracias...

A Dios, por permitirme seguir viviendo y poder llegar hasta este momento de mi vida.

Mamá, gracias por estar conmigo en todo momento, por amarme, apoyarme y siempre estar detrás de mí, para poder cerrar este ciclo, tarde, pero aquí estamos.

Papá, gracias por darme todo cuanto pudiste y cuando tuviste sin nunca escatimar, por darme las bases para poder llegar hasta aquí.

Lulú, por ser la mejor hermana del mundo, por darme tu apoyo incondicional y siempre contar contigo. Por confiar en mí.

A mis abuelitos, tíos, primos, sobrinos y amigos, que siempre han estado en todo momento, por apoyarme e impulsarme.

A esas personitas que ya no están físicamente conmigo, pero yo sé que espiritualmente siempre me acompañan y que en su momento siempre estuvieron al pendiente; como me gustaría que estuvieran aquí.

A las maestras Lucy y Lulú Gómez, por ser tan lindas personas, por su tiempo y asesoría incondicional.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. INFORMACIÓN GENERAL	3
II.1 Historia	3
II.2 Producción	5
II.3 Leche	8
II.4 Composición química	9
II.5 Industria láctea	12
II.6 Industria láctea Mexicana	13
II.7 Procesos que han mejorado la calidad de la leche	16
II.8 Formas de conservación	19
II.8.1 Pasteurización	20
II.8.2 Objetivos de la pasteurización	21
II.8.3 Métodos de pasteurización	22
II.9 Historia de la inocuidad de los alimentos	24
II.10 Análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos (ARICPC o HACCP)	25
II.10.1 Los 7 principios del análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos (ARICPC)	26
II.10.2 Peligros en la alimentación	27
II.10.3 Punto Crítico de Control (PCC)	28
II.10.4 Identificación de peligros	29
II.10.5 Identificación de puntos de control	29
II.10.6 Establecimiento de niveles de control	29
II.10.7 Determinación de los puntos de control	30
II.11 Mejora	47

III. DISCUSIÓN	49
IV. CONCLUSIONES	51
V. BIBLIOGRAFÍA	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de la leche de distintas especies mamíferas (%)	10
Cuadro 2. Composición de la leche de vaca	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Posibles rutas de contaminación de la leche Pasteurizada	32
Figura 2. Producción de leche pasteurizada	32
Figura 3. Producción de nata pasteurizada	35
Figura 4. Procedimiento básico para la fabricación de de mantequilla	37
Figura 5. Procedimiento simplificado para la fabricación de de varios tipos de queso	41
Figura 6. Fabricación de yogurt	45

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Producción Nacional 2000-2008 (Millones de Litros) ..	7
Gráfica 2. Producción Nacional 2009 (Millones de Litros)	7

I. INTRODUCCIÓN

La leche ha sido un alimento de gran importancia para el hombre desde la domesticación de los animales y el comienzo de la agricultura para pastoreo. Es el alimento de origen animal más versátil y forma parte de la dieta en muchas formas. Se ha desarrollado una tecnología que permitió la fabricación de queso, leches fermentadas, nata, cremas, mantequilla, helado, leches concentradas y en polvo, yogurt, nuevos postres y nuevos productos funcionales.

Una de las más notables características de la industria láctea tradicional es la forma en la que la tecnología, química y microbiológica, se integraron para permitir la fabricación de productos de alta calidad y sin riesgos para el consumidor.

Hoy en día una de las principales problemáticas de la industria láctea, es que cada vez hay más importación de productos y de mala calidad, quedando así desplazado el ganado nacional. En mayo de 2009, el Presidente de la Comisión de Agricultura y Ganadería, Jesús Dueñas Llerenas, afirmó que el consumidor necesita un producto de calidad y a precio razonable.

Para poder obtener un producto de calidad a parte de seguir buenas prácticas de manufactura, se debe utilizar como una herramienta de mejora a los Puntos Críticos de Control (PCC).

El principal objetivo del presente trabajo es utilizar los puntos críticos de control como una herramienta de mejora en la elaboración de productos lácteos.

INTRODUCCIÓN

Cuando oímos hablar de Puntos Críticos de Control lo relacionamos con el HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points); cabe mencionar que este trabajo solo hace referencia a los PCC como una herramienta de mejora en la industria láctea mas no estamos implementando el sistema HACCP.

Al utilizar los PCC como una herramienta de mejora en la elaboración de lácteos, los resultados se verán reflejados en la reducción de riesgos físicos, químicos y biológicos que vamos a obtener.

II. INFORMACIÓN GENERAL

II. 1 Historia

El uso de la leche como alimento, se remonta a más de 15 000 años a.C. y se ha utilizado de diferentes maneras. Según vestigios arqueológicos en la ciudad de Ur, en Mesopotámia existen bajorrelieves que muestran el ordeño de vacas y la preparación de mantequilla, que eran realizadas por sacerdotes de la diosa Nin-Har-Sag (protectora del ganado) que datan de más de 5 000 años a.C.

En la época de Hipócrates, en Grecia, la leche fue usada como medicina y, curiosamente como cosmética 400 años a.C. Hipócrates, considerado como el padre de la medicina, recetaba leche fresca como antídoto para casos de envenenamiento y mezclaba con otras sustancias, la leche era indicada para curar inflamaciones, fiebre y afecciones en la garganta. En Roma se consideraba que poseía propiedades rejuvenecedoras.

Durante la Edad Media, el ganado era usado para arrastrar instrumentos de labranza o para la producción de carne, aunque la leche era considerada un producto secundario, se reservaba para la subsistencia de sirvientes y artesanos. Si existía el sobrante, se transformaba en manteca o queso para conservar sus propiedades como alimento.

Hasta el siglo XIII, el comercio de leche no era un producto para la generalidad de la población, dado que tenía poco tiempo de vida (entre cinco y seis horas) para que fuera transportada a regiones lejanas de donde había sido producida.

Con el crecimiento urbano, del transporte y del número de cabezas de ganado, mejoraron las perspectivas para la producción y distribución de leche, en ese momento el problema cambió de ser el de la falta de abastecimiento, frente a la demanda creciente, al de tener un insuficiente sistema de transporte de productos frescos. Los adelantos, no ampliaban el período de conservación. El ordeño era manual y en envases que no aseguraban las necesidades sanitarias de conservación y es hasta finales del siglo XIX que se inicia la producción industrial.

Aunque desde 1864, Luis Pasteur descubre lo que hoy llamamos pasteurización, que es el proceso de calentamiento de la leche, que permite conservarla por más tiempo sin perder sus propiedades nutritivas y digestivas. Este proceso se aplicó en la industria de la leche a finales del siglo XIX en Europa, pero hasta los años 30's del siglo XX, se aplica de manera generalizada, a éste se le considera la primera revolución en la industrialización y venta de la leche, ya que la pasteurización hizo a la leche higiénicamente más segura, además de aumentar el tiempo de vida de anaquel.

La pasteurización, el descremado mecánico y el desarrollo de técnicas de enfriamiento, sumados a otros avances permitieron que a finales del siglo XIX se modificara la producción industrial de leche, y para el primer cuarto del siglo XX, se destinan grandes extensiones de tierra para la producción lechera, tanto en Europa como en Norteamérica.

No fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial, que se lograron mayores niveles de productividad del ganado; esto estimuló el establecimiento de nuevas plantas industrializadoras de leche. A partir de 1947 los procesos tecnológicos se fueron perfeccionando, hasta llegar al actual grado de desarrollo de la industria láctea.

El crecimiento del mercado de la leche está ligado con la introducción de leche pasteurizada y ultrapasteurizada (UHT) en envases herméticos; y en los años 60's la leche es sometida por primera vez a esterilización rápida y directamente envasada en sistema aséptico. Este proceso alarga la conservación a temperatura ambiente conservando sus propiedades.

No obstante que la deshidratación de leche fue producida por primera vez desde 1802 por el doctor ruso Osip Krichevsky, no es hasta los años 40's del siglo XX que toma importancia en el mercado, al permitir el manejo más prolongado del producto para consumo humano. Estados Unidos de Norteamérica, Suiza y Alemania, perfeccionaron la deshidratación de la leche de calidad para consumo humano, pero se difundió en plena Segunda Guerra Mundial. Se le considera la tercera gran revolución para la producción de leche. (1)

II. 2 Producción

La producción de leche y sus derivados es importante para cubrir la necesidad básica del ser humano: su alimentación. La leche, alimento producido por hembras de ganado bovino, caprino, ovino, entre otras, sólo se produce en algunas regiones geográficas del mundo. Y debido a que es un alimento de gran valor nutritivo, básico para el adecuado desarrollo físico y mental del ser humano y por el aporte de proteína animal que contiene, se ha hecho necesario estimular su producción, industrialización y comercialización, la cual ha tenido impacto en el desarrollo de los mercados nacionales e internacionales. (2)

La producción de leche representa la quinta parte del valor total de la producción nacional pecuaria, siendo la tercera en importancia

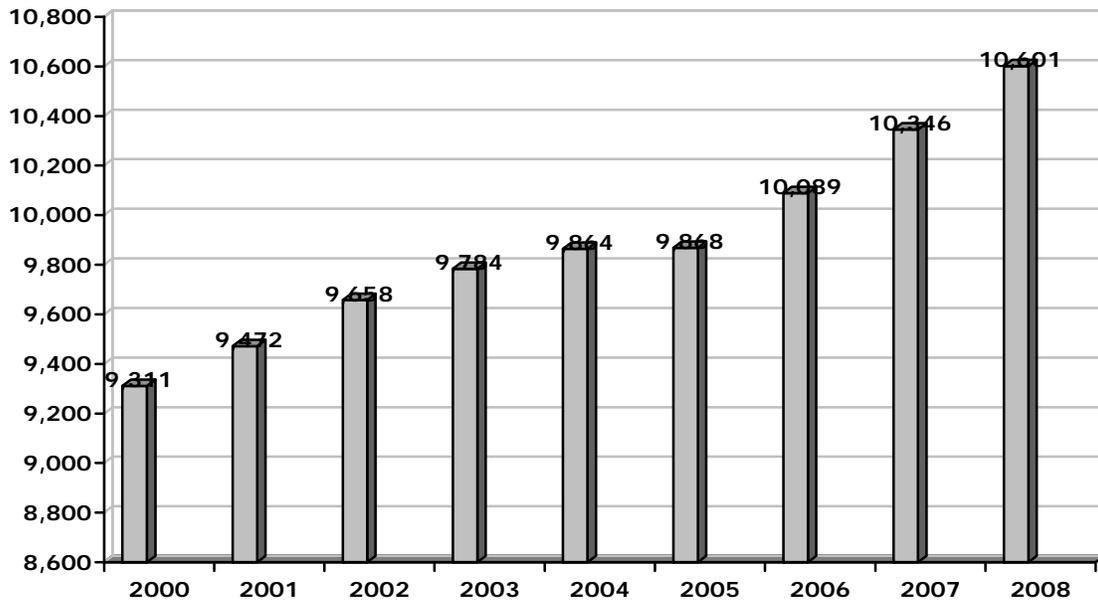
superando a la producción de cerdo y huevo, por lo que se deduce que esta es una actividad rentable, ya que de otra manera no se explica el importante crecimiento que se ha generado.

El crecimiento de la producción primaria, a pesar de ser importante y mostrar índices superiores al crecimiento de la población, no son suficientes para abastecer a una industria que ha logrado una transformación profunda, obtenida en base a calidad y desarrollo de nuevos productos, lo que ha provocado en la población un mayor consumo de productos lácteos.

La estabilidad de la economía mexicana de los últimos lustros ha permitido un crecimiento de la producción de leche, que si bien es importante, es insuficiente para disminuir la brecha entre producción y consumo. (3)

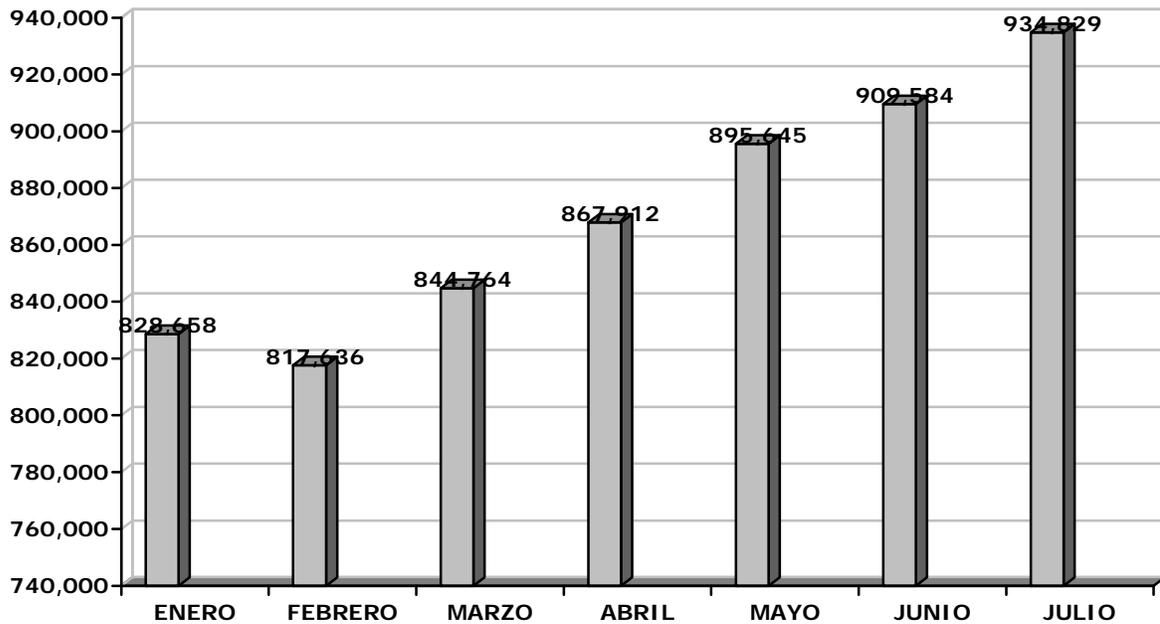
En la gráfica 1 se ilustra la producción nacional en millones de litros de leche hasta el año 2008 y en la gráfica 2 se observa hasta mediados del año 2009.

Gráfica 1. Producción Nacional 2000-2008 (Millones de Litros)



Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), SAGARPA

Gráfica 2. Producción Nacional 2009 (Millones de Litros)



Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), SAGARPA

II. 3 Leche

Se le llama leche al producto destinado para consumo humano, proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas, o de otras especies animales domésticas. Se excluye el producto cuando tenga calostro, cuya presencia en la leche puede esperarse en un periodo de referencia comprendido entre los 15 días previos y los cinco posteriores al parto. (4)

Es el alimento exclusivo del animal recién nacido y contiene todos los nutrientes necesarios para su desarrollo. Desde la antigüedad el hombre ha utilizado como alimento leche de cabra, oveja y vaca. Actualmente se entiende como leche sin más desde el punto de vista comercial, únicamente la leche de vaca. La leche de otras especies se denomina comercialmente leche de oveja, de cabra, etc. (5)

La leche es uno de los productos más importantes en la alimentación de la humanidad y se destaca por varios factores: la facilidad para su obtención, su consumo, su fácil digestión y su aprovechamiento en la generalidad de la población: los estudios hechos por investigadores de varios países indican, por ejemplo, que entre otros beneficios, el consumo de leche mejora la estatura.

La leche es generadora de salud por su alto contenido de proteínas, calcio, minerales y lípidos, entre otros nutrientes que se obtienen, los cuales al ser consumidos, ayudan a desarrollar y mantener sanamente el cuerpo de niños y jóvenes. En el caso de los adultos, por ejemplo, ayuda a restituir el calcio, aporta además de las proteínas y grasas necesarias para mantener el organismo. (2)

En todas las civilizaciones, la leche siempre ha sido considerada como un producto noble por su perfecta adaptación a las necesidades nutricionales y fisiológicas de los niños. Sin embargo, su inestabilidad biológica y fisicoquímica constituye un factor limitante en su utilización como tal. El hombre, en el curso de los siglos y en base a observaciones, ha sabido encontrar los medios para estabilizarla y poder extraer sus componentes esenciales en una forma más estable. (6)

Actualmente, de la leche que se consume, la mayoría es de vaca, aunque en algunas partes del mundo se consume leche de cabra, búfala, oveja o camella. La leche de vaca, según los expertos en nutrición, es un alimento de alto nivel nutritivo, fundamental en el desarrollo físico y mental del ser humano porque contiene niveles significativos de los nutrientes necesarios para la formación de huesos y dientes. Sus características la hacen necesaria en particular en la dieta infantil, ya que apoya su crecimiento después de la leche materna, para mujeres gestantes, en estado de lactancia, es fundamental sobre todo en el período de la menopausia y para los ancianos. (1)

La leche es la materia prima a partir de la cual se obtienen muchos productos distintos que fundamentalmente se elaboran en las centrales lecheras o industrias lácteas. (6)

II.4 Composición química

La composición de la leche refleja que es la única fuente de alimento para el mamífero muy joven. Por consiguiente, está compuesta por una compleja mezcla de lípidos, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. (5)

INFORMACIÓN GENERAL

La composición de la leche varía de modo notable de un animal a otro. En el cuadro 1 y 2 se muestran algunos datos de la composición de la leche. En todos los casos el agua (63-87%) es el principal componente.

Cuadro 1. Composición de la leche de distintas especies mamíferas (%)

Animal	Grasa	Caseína	Lactosa	Proteínas del suero	Ceniza
Vaca	3.9	2.7	4.6	0.6	0.75
Cabra	6.0	3.3	4.6	0.7	0.84
Oveja	9.0	4.6	4.7	1.1	1.0
Búfala	6.0	3.8	4.5	0.7	0.75
Burra	1.4	0.75	6.1	1.2	0.5
Camella	3.0	3.5	5.5	1.7	1.5
Rena	17.1	8.4	2.4	1.2	0.3

(7)

Cuadro 2. Composición de la leche de vaca

Macrocomponentes	% Aproximado	Microcomponentes
Grasa	4.0	Triglicéridos y algunos diglicéridos (C ₄ -C ₁₈ , C _{18:1} , C _{20:2} , C _{20:3})
Fosfolípidos	0.05	Lecitina, cefalina, esfingomielina Caseínas 2.7% α-caseína 1.62% β-caseína 0.60% γ-caseína 0.11% κ-caseína 0.36% Proteínas del suero 0.60% α-lactalbúmina 1.13% β-lactoglobulina 0.35% inmunoglobulina 0.08% albúmina sérica 0.04% Trazas de otras sustancias nitrogenadas
Lactosa	4.6	
Sales (minerales)	0.75	Calcio, magnesio, sodio, potasio, fosfatos, citratos, cloruros, sulfatos (hierro, manganeso, cobre, cobalto)
Agua	87	
Componentes minoritarios		
Pigmentos	Carotenos, riboflavina, xantofila	
Enzimas	Lipasas, proteasas, reductasas, fosfatasas, lactoperoxidasas, catalasa, oxidadasas	
Vitaminas	Liposolubles: A, D, E y K Hidrosolubles: grupo B y C	
Gases	Oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono (como ácido carbónico), amoníaco, sulfuro de hidrógeno	
Volátiles	Volátiles extraños: No volátiles: petróleo, parafinas	
Material citológico	Células epiteliales, leucocitos	
Microorganismos	Bacterias (biota ubre normal), contaminantes (es decir bacterias, levaduras, mohos)	
Contaminantes	Semillas, paja, hojas, desinfectantes, estiércol, urea y tierra	

(Nota: La presencia de estos contaminantes es resultado de la falta de cuidado durante el ordeño). (7)

II.5 Industria láctea

La industria láctea se trata de un sector de la industria que tiene como materia prima la leche procedente de los animales. La leche se trata de uno de los alimentos más básicos de la humanidad. Los sub-productos que genera esta industria se categorizan como lácteos e incluyen una amplia gama que se le denominan derivados lácteos, que van desde los productos fermentados: yogurt, quesos pasando por los no-fermentados: mantequilla, helado, etc.

La industria láctea tiene como primera restricción manipular la leche por debajo de los 7 °C y el plazo de almacenamiento no debe ser superior a tres días. Los procesos específicos de esta industria son el desnatado y la pasteurización (calentamiento a una temperatura de 72 °C durante un intervalo de 15 segundos).

Los productos procesados con mayor tradición histórica son la leche, queso y mantequilla, y en la actualidad son los que más se comercializan mundialmente. (1)

En los casos de personas que no pueden asimilar la leche como producto directo, la industria ha desarrollado especialidades derivadas de la leche, con bajos o sin alguno de sus componentes, en varios productos, por ejemplo, en queso, crema, yogurt, productos lácteos fermentados, o deslactosados y/o especialidades o con altas concentraciones de proteína, dirigidos a atletas de alto rendimiento. (6)

II.6 Industria láctea mexicana

Antes de la llegada de los españoles al Continente Americano no existía ganado mayor. Es hasta después de la conquista, que los españoles traen ganado bovino, ovino y caprino, mismo que se multiplicó rápidamente. En principio la función que desempeñó el ganado vacuno, fue como animales de tiro, abastecimiento de carne y en menor proporción como productores de leche.

No fue hasta el siglo XIX que la ganadería bovina productora de leche se desarrolla en la modalidad de haciendas como unidades de producción, (con posesión de los factores productivos tierra y fuerza de trabajo) pero sin tecnología, destinando la producción de carne y leche al mercado local o de autoconsumo regional.

La lechería se desarrolló alrededor de los principales centros de consumo específicamente en haciendas cercanas a las ciudades.

Las guerras que se originaron con la independencia, las invasiones y otras que culminaron con la Revolución Mexicana de 1919 fueron limitantes para la consolidación de la ganadería en México.

Una vez terminada la Revolución Mexicana se inicia la repoblación del hato ganadero bovino (1917-1928), importando ganado de los tipos Holstein, Jersey y Pardo suizo, lo que impactó beneficiosamente el crecimiento de la producción lechera. La producción de leche en 1917 fue de 154 millones de litros y para el año de 1930 alcanzó 2,615 millones de litros. (8)

Entre 1930 y 1940 se introducen técnicas en la crianza de ganado (selección genética), utilización de praderas inducidas y construcción de vías de comunicación, iniciándose el desarrollo de la industria de leche, lo que permitió la consolidación de la ganadería.

En la década de los 30's se implementó la primera legislación sanitaria para el proceso y comercialización de leche y productos derivados. En la década de los 40's los problemas de conservación e insalubridad de la leche hicieron necesaria la organización de los productores para producir el volumen de leche que demandaba la población y conforman las primeras empresas pasteurizadoras, de los mismos productores, apegándose a las nuevas normas sanitarias mexicanas, que aseguraban la dotación de leche higiénicamente segura para consumo humano.

Es importante hacer mención que en el período de 1946-1954, se dio un brote de fiebre aftosa en México, traída de Brasil, en el que sacrificaron más de 1'000,000 de cabezas de ganado dedicado a la producción de carne y leche; los costos estimados fueron de 250 millones de dólares, en gastos directos de la campaña sanitaria, más las pérdidas indirectas como reposición de crías y líneas genéticas, como consecuencia se reduce la producción lechera, aumenta el costo de producción y el precio de venta; disminuye la oferta de leche causando desnutrición, desempleo y pobreza en la población más vulnerable. La producción de leche en la zona centro y sur quedó devastada a consecuencia de la aplicación del rifle sanitario.

Esta epidemia en México afectó al ganado de los estados de: Veracruz, Puebla, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Estado de México, Querétaro e Hidalgo lo mismo que a la producción agrícola, tanto de semillas como de hortalizas que daban alimento a las regiones

afectadas. Además el comercio se afectó gravemente por el muro sanitario que no permitía el flujo de mercancías entre las zonas norte, centro y sureste del país. Es importante mencionar que en el sureste se concentraba la tercera parte de la población ganadera y la mayor parte era de grupos étnicos. (4)

A partir de los 70's el desarrollo de las empresas busca la integración del sector de la cadena productiva de leche, con la incorporación de la fabricación de envases y máquinas envasadoras; suministros de administración y control de fabricación de derivados lácteos, proveeduría de refacciones; servicios, desinfectantes, germicidas y medicamentos veterinarios. La integración de la cadena productiva de leche se fue haciendo progresivamente más importante y para 1972, la producción de leche tuvo un repunte; este es uno de los períodos importantes pues el crecimiento de la producción nacional llegó hasta el 3.8% anual.

Los establos de la Ciudad de México por la legislación sanitaria del D.F., se vieron en la necesidad de ser reubicados, por lo que los propietarios se organizaron para reubicar en Tizayuca, con ganado estabulado. En este proyecto se invirtió en selección genética y tecnología; pero con graves deficiencias como la falta de agua, tecnología para el secado y aprovechamiento de estiércol y falta de servicios.

En resumen en el periodo de 1990-1998 la producción de leche en México, presentó una tasa de crecimiento media anual de 3.81% mayor a la que se presentó durante 1970-1990 que pasó de 4,483 millones de litros a 6,142 millones de litros, significando el 1.85% de crecimiento anual promedio.

La industria de derivados lácteos en México ha crecido en los últimos años por el cambio en los patrones alimenticios, estimulados por los adelantos tecnológicos (deslactosados, descremados, desmineralizados, con aportes extras como los omegas, vitaminas, minerales y calcio), la oferta de nuevos productos y que la población busca salud en los productos de origen natural. (2)

II.7 Procesos que han mejorado la calidad de la leche

El **enfriado** de leche bronca se ha hecho una necesidad para los productores ya que para entregar leche a la industria exige que las temperaturas deban ser menores a 4 °C, de no enfriar la leche modifica su pH y se acidifica.

Estandarización. Proceso que se le da a la leche para equilibrar sus contenidos fisicoquímicos, ya que la leche de cada vaca es diferente, por lo que de acuerdo a la normatividad ésta debe cumplir con los estándares establecidos.

Homogeneización: el objeto de este proceso es fraccionar en partículas muy pequeñas los glóbulos de la grasa, para que no suban a la superficie cuando la leche esta en reposo.

A la **pasteurización, ultrapasteurización y secado** de leche se le ha llamado primera revolución en la producción de leche, en virtud de que estos dieron por primera vez la oportunidad de ser consumidos por la población que se encuentra alejada de los centros de producción.

Los procesos térmicos de la **pasteurización, ultrapasteurización** y la **deshidratación** son tecnologías para la conservación de leche en

anaquel para períodos más largos, con seguridad para el consumo humano.

Secado: mediante este proceso se realiza la eliminación del agua que contiene la leche. Esta se obtiene previamente concentrada y en su caso descremada.

El **tratamiento térmico y la deshidratación** de leche promovieron la producción, industrialización y consumo a nivel mundial por el aumento de tiempo de conservación sin perder sus atributos nutrimentales, facilidad y rapidez de transporte, venta en mercados externos, reducción del costo de almacenaje, facilidad para la manipulación del producto en las áreas de producción, mejoras constantes en calidad, además de las ventajas económicas de la especialización y fabricación de productos lácteos.

La **leche en polvo** es considerada no-perecedera y puede llegar a regiones de difícil acceso que por sus condiciones geográficas y clima, se produce en cantidades muy pequeñas, o no se produce.

La **evaporación** de la leche se obtiene a partir de la leche estandarizada, pasteurizada y consiste en un tratamiento térmico que elimina una parte de agua sin deteriorar las cualidades nutritivas, esta operación se hace al vacío, que permite a la leche llegar a ebullición a 55 °C, mientras que el aire llega a 100 °C, concentra la leche aproximadamente a la mitad de su volumen. El tiempo de vida en anaquel es de 12 meses.

La **leche condensada azucarada** es una confitura de la leche; ésta se enriquece con azúcar antes de su evaporación, es de gran importancia

pues se puede consumir en cualquier parte del mundo, en lugares donde la producción lechera local es inexistente y lugares donde no hay cadenas de frío. Su caducidad llega hasta 15 meses sin abrir el envase. (7, 1)

Cabe mencionar que otros factores que promovieron la producción de la leche, fueron los sociohistóricos: guerras, crecimiento urbano, mejor transporte y nuevas vías de comunicación; otros debido a la investigación científica como: el descubrimiento de los contenidos nutrimentales de la leche, mejoras en los sistemas de alimentación del ganado, medicina veterinaria, mejora productiva del ganado, mejoras en la genética y la selección de ganado productor de leche y carne; los económicos: censos de productores de leche, integración de la cadena productiva; y tecnológicos: uso de nuevas técnicas en la fabricación de derivados lácteos.

Con lo cual se ofrece al mercado una amplia gama de derivados lácteos, como quesos de diferentes modalidades, yogures y bebidas lácteas fermentadas, a los que se les han añadido fermentos que ayudan a la digestión del consumidor. También se ha generado el desarrollo de la crema para diferentes usos, según la concentración de grasa, media crema para las personas que buscan ingerir menor cantidad de grasa sin perder el sabor de la crema, cremas vegetales donde utilizan menores cantidades de leche y porcentajes también menores de la grasa de leche, mantequilla que se utiliza en la industria de la panificación, leche saborizada, leche semidescremada, descremada, deslactosada, licuados, cajeta, dulce de leche, chocolatería, o para usarla en mezcla con café, etc. (1, 2, 4)

II.8 Formas de conservación

La leche, sea para su venta en cualesquiera de sus tipos, o destinada a la elaboración de cualesquiera de sus sub-productos, debe someterse a un tratamiento térmico.

Es antiguo el conocimiento que, para prolongar la conservación de los alimentos, es necesario someterlos a calentamiento y, en particular, la leche a su punto de ebullición. La causa no se conoció hasta la segunda mitad del siglo XIX con los trabajos de investigación del químico francés Louis Pasteur. Este científico investigó la manera de destruir las levaduras indeseables en la fermentación del vino y de la cerveza, encontrando que, al aplicar un calentamiento de aproximadamente 65 °C por 30 minutos, se eliminaban aquellas levaduras para permitir posteriormente el desarrollo de las levaduras deseables. (6)

El proceso de fabricación de prácticamente todas las leches y productos lácteos, conlleva un tratamiento térmico. El objetivo fundamental del calentamiento es la destrucción de los microorganismos y la inactivación de las enzimas o conseguir algunas otras modificaciones, especialmente de tipo químico. Los efectos dependen de la intensidad del calentamiento, es decir, de la combinación temperatura-tiempo de tratamiento.

En el caso de la leche, el problema de su conservación se centra en que es un producto extremadamente lábil que se altera rápidamente. Cuando ha de aplicarse a la leche un procedimiento cualquiera de conservación, hay que tener en cuenta estas características para definir las condiciones precisas en que el procedimiento debe ser aplicado.

La leche constituye un excelente medio de cultivo. Por ello, las alteraciones de origen microbiano son las más frecuentes y, sobre todo, las primeras en aparecer. *Los métodos de conservación tienden, en primer lugar, a detener la proliferación microbiana. También deben protegerla de las alteraciones de origen químico y físico-químico.* (6)

II.8.1 Pasteurización

El proceso controlado de tratamiento térmico denominado "pasteurización" se designa en honor a Louis Pasteur, el ilustre científico francés, quien, en 1864-1865, desarrolló un método práctico para impedir las fermentaciones anormales del vino, sometiéndolo a una temperatura entre 50 y 60 °C. Este tratamiento térmico destruía los tipos indeseables de microorganismos responsables. Entre 1871 y 1872, Pasteur realizó estudios similares sobre la cerveza. La aplicación de un método semejante al tratamiento térmico de la leche, parece que fue propuesto por primera vez por Soxhlet en 1891, aunque se sostiene que la leche se pasteurizó comercialmente por vez primera en Alemania en 1880 y algo más tarde en Dinamarca. (10)

Un poco después se comprobó que la pasteurización, realizada de una manera determinada, era capaz también de destruir los gérmenes patógenos que frecuentemente contaminan la leche. A partir de este momento, la *pasteurización* no fue sólo un procedimiento de *conservación* interesante desde el punto de vista comercial, sino, también, un procedimiento de *higienización* capaz de garantizar la seguridad de los consumidores frente al contagio de las enfermedades transmitidas por la leche contaminada. (11)

II.8.2 Objetivos de la pasteurización

En 1933, Charles Porcher definió exactamente el objeto de la pasteurización. *"Pasteurizar la leche es destruir en ella, por el empleo apropiado del calor, casi toda su flora banal y la totalidad de su flora patógena, procurando alterar lo menos posible la estructura física de la leche, su equilibrio químico y sus diastasas y vitaminas"*. (11)

Los fines de la pasteurización son hacer la leche sana para el consumo humano destruyendo todas las bacterias que pueden ser peligrosas para la salud y mejorar la calidad de conservación de la leche de forma que no se perjudique su sabor. Estos dos objetivos son bastantes distintos y ligados conjuntamente en la práctica, ya que los tiempos y temperaturas necesarias para destruir las bacterias patógenas matan también los tipos que se hallan más activamente relacionados con el agriado de la leche. La pasteurización moderna obtiene estos resultados sin producir sabores detectables en la leche y sin afectar de manera significativa el valor nutritivo y la línea de nata.

La destrucción de las bacterias patógenas y determinantes del agriado de la leche depende del tiempo y temperatura de tratamiento. Cuando se eleva la temperatura, se acorta el tiempo de tratamiento necesario para obtener los efectos deseados. Así, el tratamiento a 71.7 °C durante 15 segundos, se reconoce actualmente que produce el mismo efecto que 62.8 °C durante 30 minutos. Son posibles muchas otras combinaciones de tiempo y temperatura, aunque estas son las admitidas oficialmente en Gran Bretaña (Regulations, 1963). (10)

Las principales razones por las que la leche se somete a un tratamiento térmico, son:

1. *Garantizar la salud de los consumidores*, mediante la destrucción de patógenos.
2. *Prolongar la conservación*, mediante la destrucción de los microorganismos alterantes y de sus esporos. También es esencial conseguir la inactivación de las enzimas, tanto las nativas de la leche, como las de origen microbiano.
3. *Conseguir unas propiedades específicas en el producto*. Como ejemplos de este objetivo del tratamiento térmico se pueden citar; (a) el calentamiento de la leche antes de la evaporación con el fin de aumentar la estabilidad al calor de la leche antes de la evaporación con el fin de aumentar la estabilidad al calor de la leche evaporada y evitar que coagule durante la esterilización; (b) la inactivación de inhibidores bacterianos como las inmunoglobulinas y el sistema lactoperoxidasa, con objeto de potenciar el crecimiento de las bacterias del cultivo iniciador; (c) obtener una buena consistencia en el yogurt; y (d) precipitar las proteínas del suero junto con la caseína durante la acidificación de la leche. (12)

II.8.3 Métodos de pasteurización

- **LTLT** (low temperatur-long time): 62.8 °C durante 30 minutos.
- **HTST** (high temperature-short time): 71.7 °C durante 15 segundos.
- **UHT** (ultra-heat-treated): 130-150 °C durante 1-4 segundos. El objeto de este método es el de aumentar el tiempo de conservación de la leche aun sin ser necesario mantenerla bajo refrigeración.

- **Leche ultrapasteurizada.** Para obtener una leche ultrapasteurizada puede darse a ésta un tratamiento térmico entre 110-115 °C por un lapso de tiempo corto de 4 segundos y envasarse en recipientes de cartón.
- **Leche para la elaboración de quesos.** La pasteurización de la leche destinada a la elaboración de quesos conviene efectuarla a 70 °C durante 15 ó 20 segundos en el tratamiento rápido, o bien a 65 °C durante 30 minutos si se emplea el tratamiento lento.
- **Leche para elaborar mantequilla.** La leche para elaborar mantequilla puede pasteurizarse primero a 95 °C durante 15 ó 20 segundos, luego enfriarse a 60-65 °C, descremarse, y pasteurizar por separado a la crema a 95 °C durante 15 ó 20 segundos, para luego ser enfriada a 21 °C o a 7-8 °C. Otra manera de efectuar el tratamiento térmico sería precalentar primero la leche a 60-65 °C; descremar, y regresar la leche descremada al pasteurizador, para ser tratada a la temperatura regular para leche fluida, enfriada y luego almacenada para usos posteriores, para estandarizar leche de fabricación para quesos, o bien secarse para leche descremada en polvo. La crema obtenida en el proceso de descremado será pasteurizada a 95 °C por 12-20 segundos.
- **Leche para leche en polvo.** La temperatura y el tiempo de pasteurización en este caso varían de acuerdo con el tipo de leche. Para leche descremada se recomienda precalentar a 88 °C durante 3 minutos, y para leche con materia grasa, a 90 °C durante 20 minutos.

- **Esterilización de la leche.** Esta técnica, utilizada por vez primera en Suiza, fue desarrollada en Francia en 1889. Tiene por objeto la conservación de la leche por *destrucción completa de los gérmenes presentes en ella, tanto las formas vegetativas como esporuladas*. Durante mucho tiempo, la esterilización de la leche consistía en un calentamiento a 115-120 °C en autoclave durante 15 a 20 segundos. (6, 11, 13)

II.9 Historia de la inocuidad de los alimentos

Los microorganismos fueron observados y descritos por primera vez por Leeuwenhoek en 1683, aunque no fue hasta 1837 en que Pasteur asoció por vez primera las bacterias con la alteración de los alimentos. La demostración de que las enfermedades eran transmitidas por alimentos se realizó también en el siglo XIX. Así, la mayoría de los problemas históricos del hombre relacionados con alteración de alimentos y transmisión de enfermedades fueron tratados con ignorancia de los agentes responsables.

Las leyes sobre alimentación pueden remontarse hasta los inicios de la historia e incluyen la prohibición de consumir carne de animales muertos por causas distintas del sacrificio. Las antiguas normas sobre alimentos son recogidas en una publicación de la FAO/OMS (1976) que sigue las huellas del desarrollo del control de los alimentos a través de la Historia Antigua, la Edad Media y la Revolución Industrial hasta los siglos XIX y XX. También sigue el desarrollo del control de los alimentos en las naciones en desarrollo y revisa las implicaciones internacionales. (14)

II.10 Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos (ARICPC o HACCP)

El análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos (ARICPC), conocido también como HACCP por sus siglas en inglés "Hazard Analysis and Critical Control Points" surge en la década de los 60's como un método para controlar los alimentos que se usarían en los programas espaciales; la aplicación de este método debía de garantizar la seguridad de los alimentos que consumían los astronautas.

El método lo desarrollaron, en Estados Unidos, la Corporación Pillsbury, la Armada Naval de los Estados Unidos y la Agencia Aeroespacial (NASA); su objetivo radicaba en establecer un método de control preventivo en lugar de los controles retrospectivos en los que los problemas se detectan luego de acontecidos.

Fue presentado por vez primera en la Conferencia Nacional de Protección de Alimentos en los Estados Unidos de Norteamérica en 1971, con el nombre de "Hazard Análisis Critical Control Points" (HACCP). A partir de esta fecha este método lo adoptaron en todo el mundo grandes empresas de alimentos.

Diversas organizaciones como la FDA (Food and Drug Administration), la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la OPC (Organización Panamericana de la Salud) ha recomendado su aplicación en la elaboración de alimentos.

El Codex Alimentarius ha aplicado este método en el Código de Prácticas para Alimentos Enlatados de Baja Acidez, así como también el Código de

Prácticas de Higiene para Productos Cárnicos Elaborados con Reses y Aves en los Estados Unidos de América.

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. En este método 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 elaboración, distribución y consumo.

En todo el proceso se determinan aquellas operaciones que deben mantenerse bajo estricto control para asegurar que el producto final cumpla las especificaciones microbiológicas y fisicoquímicas que le han sido establecidas. Cada una de estas operaciones que deben mantenerse bajo control, se designan como Punto Crítico de Control. Para diferenciarlas de las demás operaciones en donde no se requiere de un control estricto.

Este método debe ser desarrollado para cada alimento y para cada producto individual, ya que las condiciones de proceso y distribución son diferentes para cada producto. (14)

II.10.1 Los 7 principios del Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos (ARICPC)

El Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos debe realizarse por separado para cada producto que se elabore en la empresa. La aplicación de este método de control de calidad requiere de la participación de personal especializado en alimentos, así como

también todo aquel que conoce el producto, su proceso y distribución.
(14)

Los 7 principios del ARICPC son:

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 acciones correctivas que deben ser tomadas en caso de que ocurra una desviación en el Punto Crítico de Control.
6. Establecer Procedimientos de Registro.
7. Establecer Procedimientos de Verificación.

II.10.2 Peligros en la alimentación

La alta diversidad de productos alimenticios unida a la cada vez más compleja tecnología alimentaria aplicada, hace que la seguridad de los alimentos que llegan a los consumidores se haya convertido en una línea sobre la que actuar de manera lógica, científica, especializada y sobre todo preventiva.

A lo largo de la cadena de producción de alimentos existen multitud de peligros potenciales para la salud del consumidor, por ello, hemos de cuidar cada uno de los eslabones de la cadena alimentaria.

Asimismo, estos peligros biológicos, químicos y físicos, están vinculados con las materias primas, piensos, prácticas ganaderas, prácticas agrícolas, pesca responsable, todo tipo de actividades de procesamiento

de alimentos (corte, empaçado, amasado, moldeado, pincelado, etc.) envasado, almacenamiento, distribución, venta y consumo.

Se debe ganar la confianza del consumidor controlando cada uno de los puntos descritos anteriormente y previniendo los posibles peligros alimentarios que pudiesen afectar a la salud del mismo.

Los procesadores de alimentos han de tener cierto conocimiento de los peligros potenciales que tienen los alimentos con que trabajan y cómo pueden afectar éstos a la salud del consumidor pudiendo ocasionar lesiones o enfermedades en el mismo.

Estos peligros están categorizados en tres clases, biológicos, químico y físicos.

Los **peligros biológicos** incluyen bacterias patógenas, virus y parásitos. Los **peligros químicos** incluyen componentes que pueden causar enfermedades o lesiones debido a la exposición a los mismos tanto a corto como a largo plazo y los **peligros físicos** son todos los elementos u objetos extraños a los alimentos que puedan causar daño cuando se ingieren. (15)

II.10.3 Punto Crítico de Control (PCC)

Es el punto, fase operacional o procedimiento en que puede ejercerse un control para eliminar o reducir a niveles aceptables un riesgo que puede afectar a la seguridad o inocuidad del alimento.

La determinación de los puntos críticos de control definen un punto crítico de control como una fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable. Si se ha identificado un peligro en una fase donde se justifique efectuar un control necesario para salvaguardar la inocuidad, y si no existe ninguna medida de control en esa fase o en cualquier otra, entonces el producto o el proceso deberá modificarse en esa fase, o en cualquier fase anterior o posterior, a fin de incluir una medida de control.

II.10.4 Identificación de peligros

La identificación de peligros requiere un conocimiento profundo de todos los procesos de producción, la naturaleza de los peligros potenciales en cada etapa de producción y las medidas a tomar para prevenir o minimizar su ocurrencia.

II.10.5 Identificación de puntos de control

Consiste en determinar cuáles son los puntos o etapas del proceso que pueden ser controladas para eliminar o minimizar los peligros determinados.

II.10.6 Establecimiento de niveles de control

Hay que establecer los **límites críticos** para cada PCC, es decir, límites que nos permitan diferenciar si un producto es o no aceptable y si un proceso está o no bajo control, identificando todos los factores relacionados con la seguridad en cada PCC.

Los límites críticos han de asociarse a factores que se puedan medir, que puedan ser vigilados de forma rutinaria y que produzcan un resultado inmediato para una toma de decisiones.

Estos límites pueden ser:

- Químicos: como el pH, el cloro libre, etc.
- Físicos: como la temperatura, la humedad o el tiempo.
- Parámetros sensoriales u organolépticos: como el aspecto, el color, el olor y la textura.
- Microbiológicos: criterio bacteriológico.

Habría que evitar la aplicación de límites microbiológicos ya que llegados a este punto, la vigilancia no permitiría actuar rápidamente.

Muchos de los parámetros que se utilizan como límites críticos se encuentran establecidos por ley en la normativa sanitaria vigente por lo que hemos de ceñirnos a ellos.

II.10.7 Determinación de los puntos de control

Un **punto de control crítico (PCC)** es la etapa, operación o práctica en la que se puede realizar un control que sea esencial para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable un peligro para la seguridad alimentaria.

Existen dos tipos de PCC:

- PCC 1: si el riesgo o peligro se elimina totalmente.
- PCC 2: si el riesgo o peligro sólo se reduce hasta un nivel admisible.

La finalidad es precisamente determinar esos PCC. Si se identifica un peligro en una fase en la que el control es necesario para mantener la inocuidad, y no existe ninguna medida preventiva que pueda adoptarse en esa fase o en cualquier otra, el producto o el proceso deberá ser modificado en esa fase, o en cualquier fase anterior o posterior, para poder incluir una medida preventiva.

Si se identifica un peligro en una fase en la que el control es necesario para mantener la inocuidad, y no existe ninguna medida preventiva que pueda adoptarse en esa fase o en cualquier otra, el producto o proceso deberá ser modificado en esa fase, o en cualquier fase anterior o posterior, para poder incluir una medida preventiva. (15)

La leche es la materia prima a partir de la cual se obtienen muchos productos distintos. A continuación se ejemplificarán varios procesos de fabricación de distintos productos partiendo de la leche como materia prima, con el fin de identificar los puntos críticos de control.

En la figura 1 se ejemplifican las posibles rutas de contaminación de la leche pasteurizada.

Las figuras 2, 3, 4, 5 y 6 son algunos ejemplos de procesos de la industria láctea indicando sus puntos críticos.

Los puntos señalados como PCC 1 aseguran la eliminación de un riesgo; los PCC 2 indican puntos en los que el riesgo puede ser controlado pero no eliminado o bien aspectos que deben controlarse para garantizar la adecuada calidad del producto.

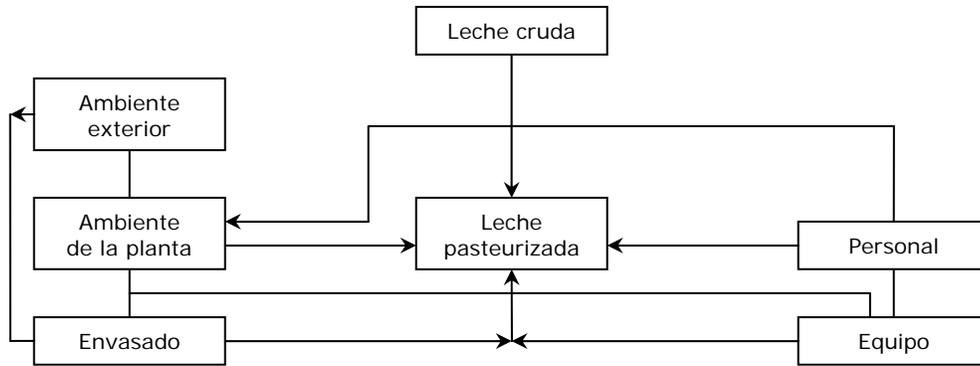


Figura 1. Posibles rutas de contaminación de la leche pasteurizada. (13)

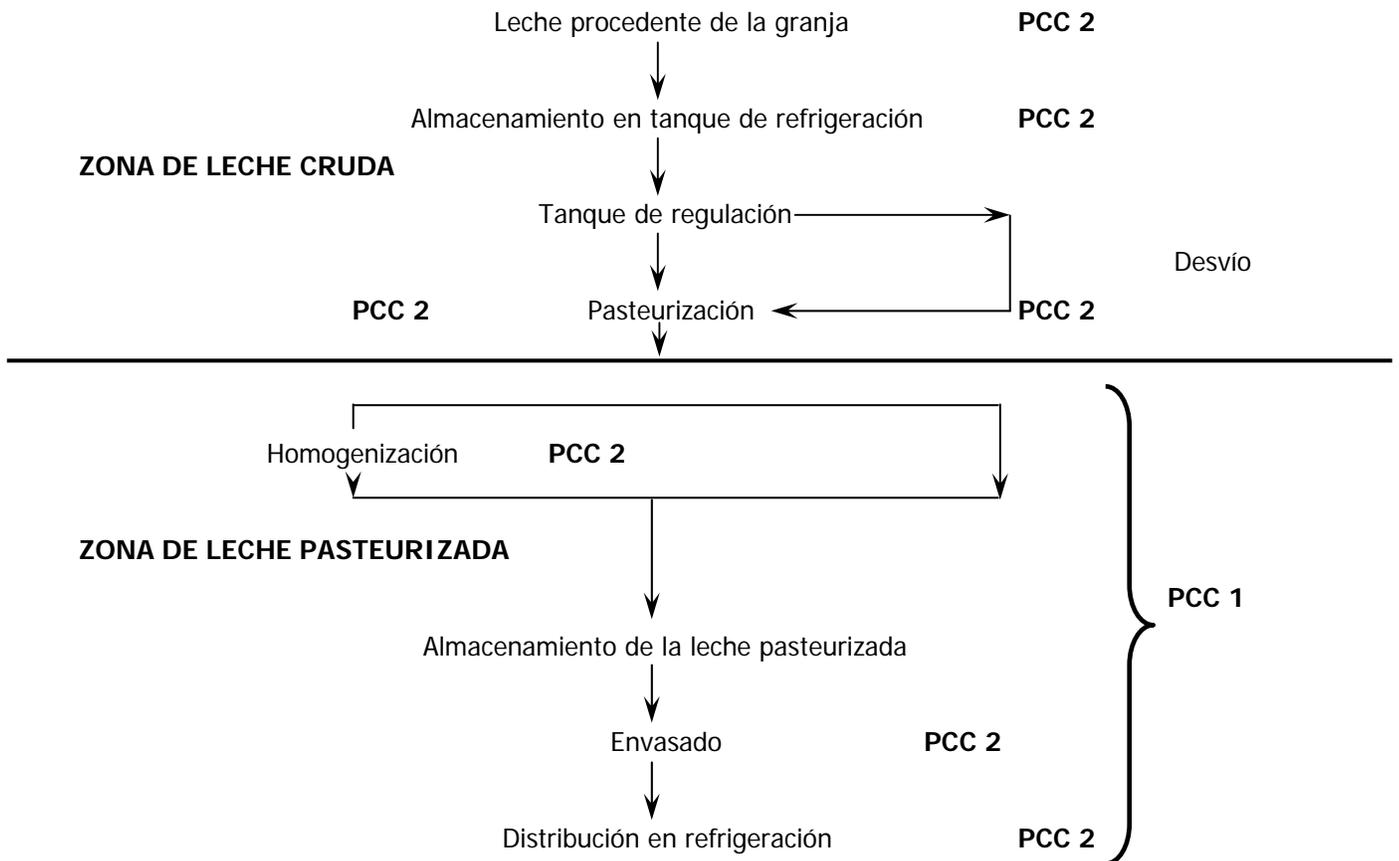


Figura 2. Producción de leche pasteurizada. (13)

Nota: Los procedimientos para evitar la contaminación de la leche pasteurizada con microorganismos patógenos representan conjuntamente un CCP 1.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: LLEGADA DE LA LECHE CRUDA **PCC 2**

Objetivos del control

- La calidad inicial determinada a nivel de la granja
- La organización de las operaciones para asegurar que el almacenamiento antes del tratamiento no sea muy largo y que la temperatura se mantiene a 2-4 °C.

Método de monitorización o vigilancia

Químico

- Garantizar que se cumplen las normas legales de composición.
- Asegurar la ausencia de antibióticos y otros residuos si es necesario.
- Comprobar el valor de pH, que es un dato muy útil para predecir la inestabilidad de la leche UHT durante el almacenamiento.
- Las leches de cabra y oveja pueden estar adulteradas con leche de vaca y si existen dudas, debe de realizarse la determinación de las especies de las que procede la leche.

Microbiológico

- Determinar la calidad microbiológica de la leche a la llegada.
- En la leche UHT la calidad microbiológica debe determinarse también después del almacenamiento en silos si es prolongado. En análisis directo de las enzimas proteolíticas puede proporcionar una información más fiable sobre la adecuación para el tratamiento que el recuento de microorganismos psicrotrofos.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: PASTEURIZACIÓN **PCC 1**

Objetivos del control

- Destrucción térmica de las formas vegetativas de los microorganismos patógenos.

Método de monitorización o vigilancia

- Asegurar la disponibilidad en todo momento de operarios adecuadamente formados.
- Comprobar las condiciones del equipo (desgaste de juntas, etc.) de una forma regular rutinaria.
- Controlar la temperatura de la leche en el tubo de mantenimiento y después del enfriamiento.

Comprobación o verificación del sistema

- Exámenes periódicos realizados por especialistas y mantenimiento de la planta por los fabricantes. Comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas de desviación de flujo al comenzar cada proceso.
- Examen de los registros de temperaturas.
- Test de la fosfatasa

Nota: En la mayoría de los países la legislación señala que se debe instalar un registrador de temperaturas y conservar los registros durante un periodo de tiempo determinado.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: HOMOGENEIZACIÓN **PCC 2**

Objetivos del control

- Reducir el tamaño de los glóbulos grasos para evitar la separación de la nata.
- Higienizar para disminuir la contaminación microbiana.

Método de monitorización o vigilancia

- Asegurar la aplicación de las presiones correctas y revisarlas periódicamente.
- Controlar la adecuada utilización de los procedimientos.

Comprobación o verificación del sistema

- Inspección visual.
- Valoración del estado microbiológico.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: ENVASADO **PCC 2**

Objetivo del control

- Limpieza y desinfección de las botellas de vidrio.

Método de monitorización o vigilancia

- Asegurar el correcto funcionamiento de la lavadora de botellas.
- Inspección visual/automática de todas las botellas antes del llenado.

Comprobación o verificación del sistema

- Comprobar el funcionamiento del equipo de inspección automática.
- Análisis microbiológico de los aclarados de las botellas.

Objetivos del control

- Llenado con un volumen predeterminado.
- Cierre correcto para evitar fugas y contaminación.

Método de monitorización o vigilancia

- Operario para controlar el buen funcionamiento.

Verificación o comprobación del sistema

- Medida del volumen de llenado.
- Examen de los cierres incluyendo las pruebas de apertura (envases termosellados).

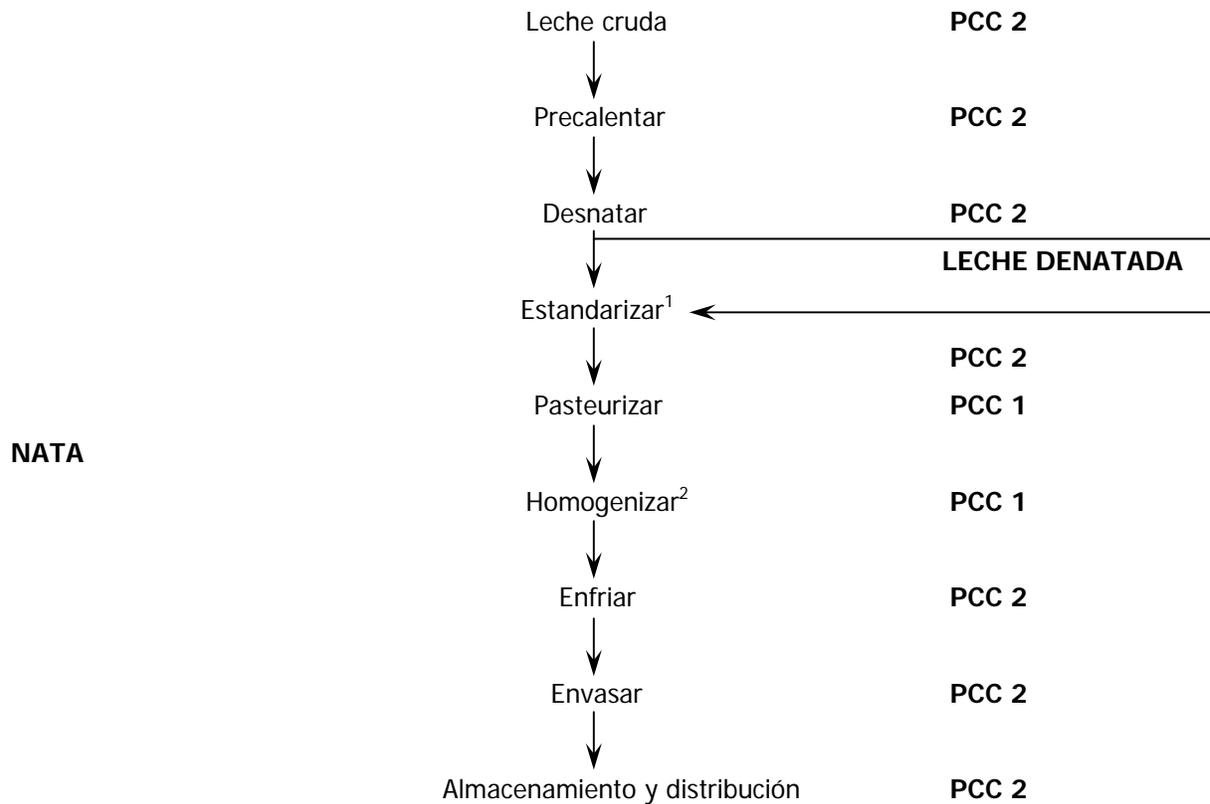


Figura 3. Producción de nata pasteurizada. (13)

Nota: Las manipulaciones de la nata entre la pasteurización y el envasado son susceptibles de contaminación con microorganismos patógenos y con PCC 1.

¹ La estandarización de la nata no es necesaria cuando se controla automáticamente el contenido de grasa.

² El homogenizador puede estar situado antes de la pasterización, en cuyo caso el proceso es PCC sólo con respecto a la calidad del producto. La homogenización no se aplica a todos los tipos de nata.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: RECEPCIÓN DE LA LECHE Y MANIPULACIÓN PCC 2

Objetivos del control

- La leche tiene que ser de buena calidad inicial y no presentar aromas procedentes de la alimentación.
- La leche debe almacenarse durante el mínimo tiempo posible.
- La leche debe sufrir el mínimo daño durante el bombeado, etc.

Método de monitorización o vigilancia

- Análisis de laboratorio de la leche original.
- Evaluación organoléptica cuando los aromas extraños debidos a la alimentación son un problema habitual.

- Establecimiento de un sistema regular para garantizar el uso de la leche en un breve periodo de tiempo.
- Control del funcionamiento del equipo por personal con experiencia.

Verificación o comprobación del sistema

- Calidad del producto final.
- Examen de los registros de planta.
- Revisión periódica y mantenimiento del equipo por un especialista.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: DESNATADO Y ESTANDARIZACIÓN PCC 2

Objetivos del control

- Precalentamiento de la leche a la temperatura correcta.
- Asegurar que la nata tenga el contenido de grasa necesario o superior.
- Ajustar, si se precisa, la nata al contenido correcto de grasa.
- Minimizar el daño durante la manipulación de la nata.

Método de monitorización o vigilancia

Precalentamiento

- El equipo debe de estar provisto de un termómetro-registrador.

Contenido graso

- Supervisión del equipo de control automático.
- Cuando el control es manual, determinar el contenido graso real por análisis.
- La estandarización ha de ser llevada a cabo por personal con formación y experiencia.

Manipulación

- Inspección del equipo para detectar fugas de aire u otros problemas de funcionamiento.

Verificación o comprobación del sistema

Precalentamiento

- Inspección de los registros de temperatura.

Contenido graso

- Comprobar de forma regular la calibración del equipo automático.
- Controlar regularmente la precisión de los análisis de laboratorio.
- Análisis del contenido graso de la nata al final del proceso.

Manipulación

- Mantenimiento del equipo con un planteamiento preventivo.

INFORMACIÓN GENERAL

Los puntos críticos de control de HOMOGENEIZACIÓN Y PASTEURIZACIÓN, ya se describieron con anterioridad en la Figura 2. Producción de leche pasteurizada.

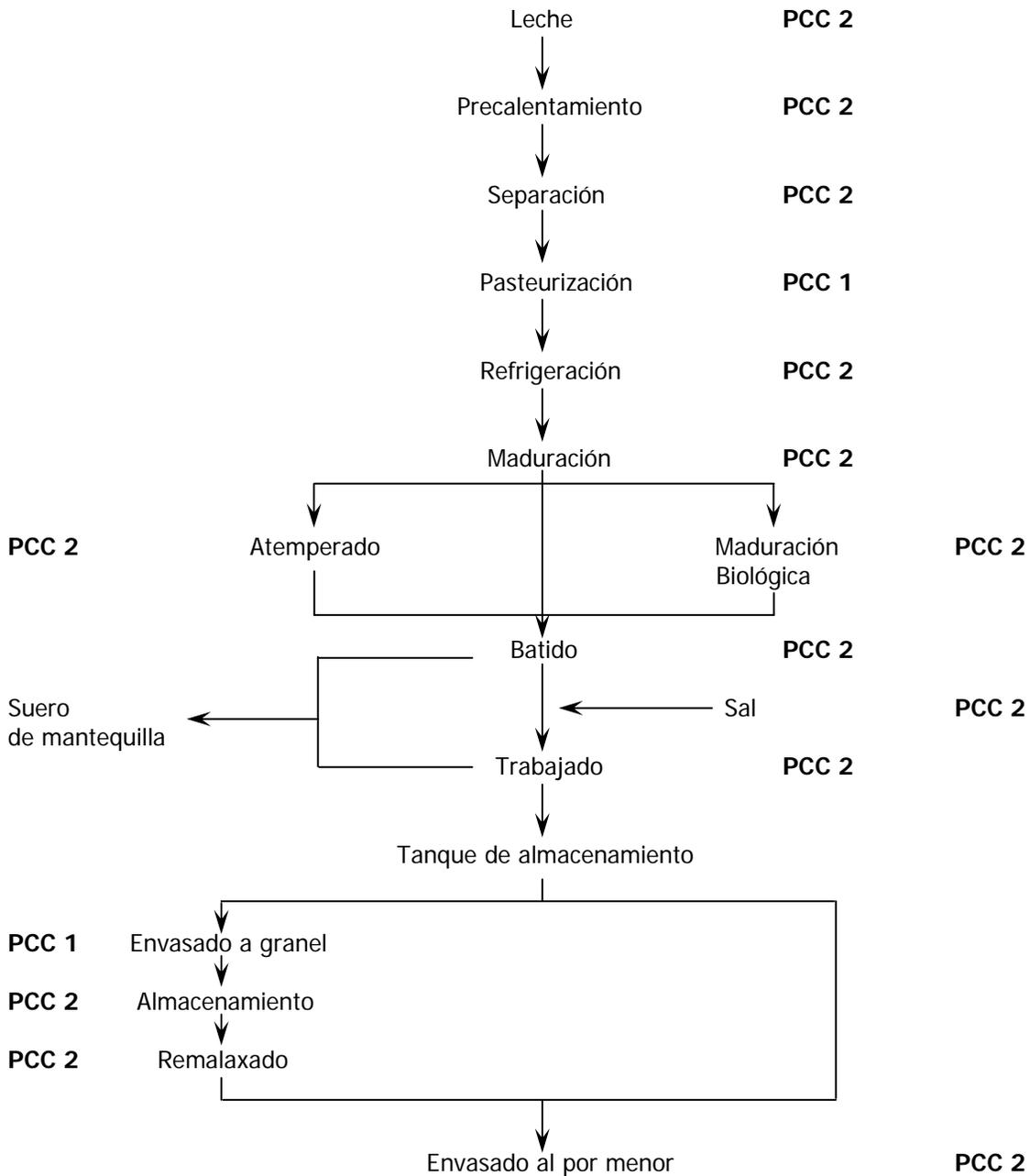


Figura 4. Procedimiento básico para la fabricación de mantequilla. (13)

Los puntos críticos de control de SEPARACIÓN Y PASTEURIZACIÓN, ya se describieron con anterioridad en la Figura 3. Producción de nata pasteurizada.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: CRISTALIZACIÓN DE LA NATA **PCC 2**

Objetivos del control

- Determinar el tratamiento necesario mediante el cálculo del índice de yodo o, preferiblemente, determinando las propiedades de fusión y cristalización.
- El personal responsable debe recibir la formación necesaria y tener experiencia.
- Asegurar la aplicación de las combinaciones óptimas de tiempo-temperatura.
- Instalar un termómetro-registrador en los tanques de cristalización.

Método de monitorización o vigilancia

- Inspección de los registros de temperatura.

Verificación o comprobación del sistema

- Análisis de producto final.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: MADURACIÓN DE LA NATA **PCC 2**

Objetivos del control

Sistema convencional

- Garantizar el buen comportamiento del cultivo iniciador.
- Mantener el tanque de fermentación a la temperatura correcta.
- Interrumpir la fermentación cuando se alcanzan el valor de pH y la cantidad de diacetilo deseados.

Sistema NIZO

- Asegurar la adecuada concentración de ácido láctico y la correcta composición del cultivo.
- Añadir a la nata la cantidad necesaria.

Método de monitorización o vigilancia

Sistema convencional

- Controlar el comportamiento del cultivo fermentador.
- Equipar el tanque de maduración con un termómetro-registrador.
- Control del desarrollo de la fermentación mediante la determinación del pH.

Sistema NIZO

- Determinación analítica de la concentración de ácido láctico.
- Comprobar la concentración del cultivo por examen microscópico directo.
- Adición del cultivo a la nata por personal capacitado y con experiencia.

Verificación o comprobación del sistema

Todos los sistemas

Examen de los registros de la planta.

Calidad del producto final.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: BATIDO, AMASADO Y SALADO **PCC 2**

Objetivos del control

- La mantequilla debe presentar una textura correcta y homogénea, sin agua libre.
- La mantequilla tiene que cumplir la normativa legal sobre el contenido en humedad.
- Asegurar en la mantequilla la adecuada concentración de NaCl y su perfecta distribución (mantequilla salada).
- Evitar la contaminación microbiana de la mantequilla a partir del crecimiento de microorganismos en el suero de mantequería o la papilla de NaCl (proceso continuo).
- Garantizar la pureza química de la sal.

Método de monitorización o vigilancia

Convencional

- Comprobar que la batidora está correctamente llena, eliminar el suero en el tiempo adecuado y amasar durante el periodo necesario.

Continuo

- Asegurar el correcto funcionamiento de la mantequera.
- Determinar el contenido de agua en la mantequilla que sale de la mantequera, bien mediante instrumentos dieléctricos instalados en la mantequera o por análisis con infrarrojos cercanos. Asegurar que los cristales de NaCl son suficientemente finos o que la papilla se ha preparado correctamente. Controlar la dispersión de la sal.
- Establecer esquemas regulares de limpieza para la manipulación del suero de mantequería en los sistemas continuos de fabricación de mantequilla. Controlar el funcionamiento del equipo empleando para el tratamiento del agua utilizada en la preparación de la papilla de sal.
- Adquirir la sal con un buen proveedor y con una calidad química garantizada.

Verificación o comprobación del sistema

- Calidad del producto final.
- Análisis químico del producto final.
- Calibración del equipo de control automático de la humedad.
- Análisis microbiológico del agua utilizada en la preparación de la papilla de sal y del producto final.
- Análisis de la pureza química de la sal.

- Examen de los registros de la planta.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE LA MANTEQUILLA PCC 2

Objetivos del control

- Asegurar que el almacenamiento se realice a la temperatura correcta.
- Proteger la mantequilla frente a cualquier contaminación durante el almacenamiento.
- Evitar las fuerzas de cizalla durante la manipulación.
- Remalaxar la mantequilla en el grado adecuado.
- Garantizar que el envase utilizado (tanto a granel como al por menor) proporciona una buena protección y no es en sí mismo una fuente de aromas extraños.

Método de monitorización o vigilancia

- Controlar continuamente la temperatura real del producto y la temperatura del aire utilizando termómetros-registradores.
- Almacenar la mantequilla separada de alimentos con aroma fuerte, en una cámara especialmente construida y mantenida.
- Comprobar el equipo de manipulación de la mantequilla para garantizar su correcto funcionamiento.
- Controlar el equipo utilizado e la operación de remalaxado.
- Adquirir el material de envasado en un proveedor garantizado y utilizarlo siguiendo sus recomendaciones. Controlar el funcionamiento de la envasadora.

Verificación o comprobación del sistema

- Examen de los registros de temperatura y de todos los demás registros de la planta.
- Conocimiento personal de la cámara fría y su manejo.
- Valoración de la calidad del producto final.
- Valoración en uso del envase.

INFORMACIÓN GENERAL

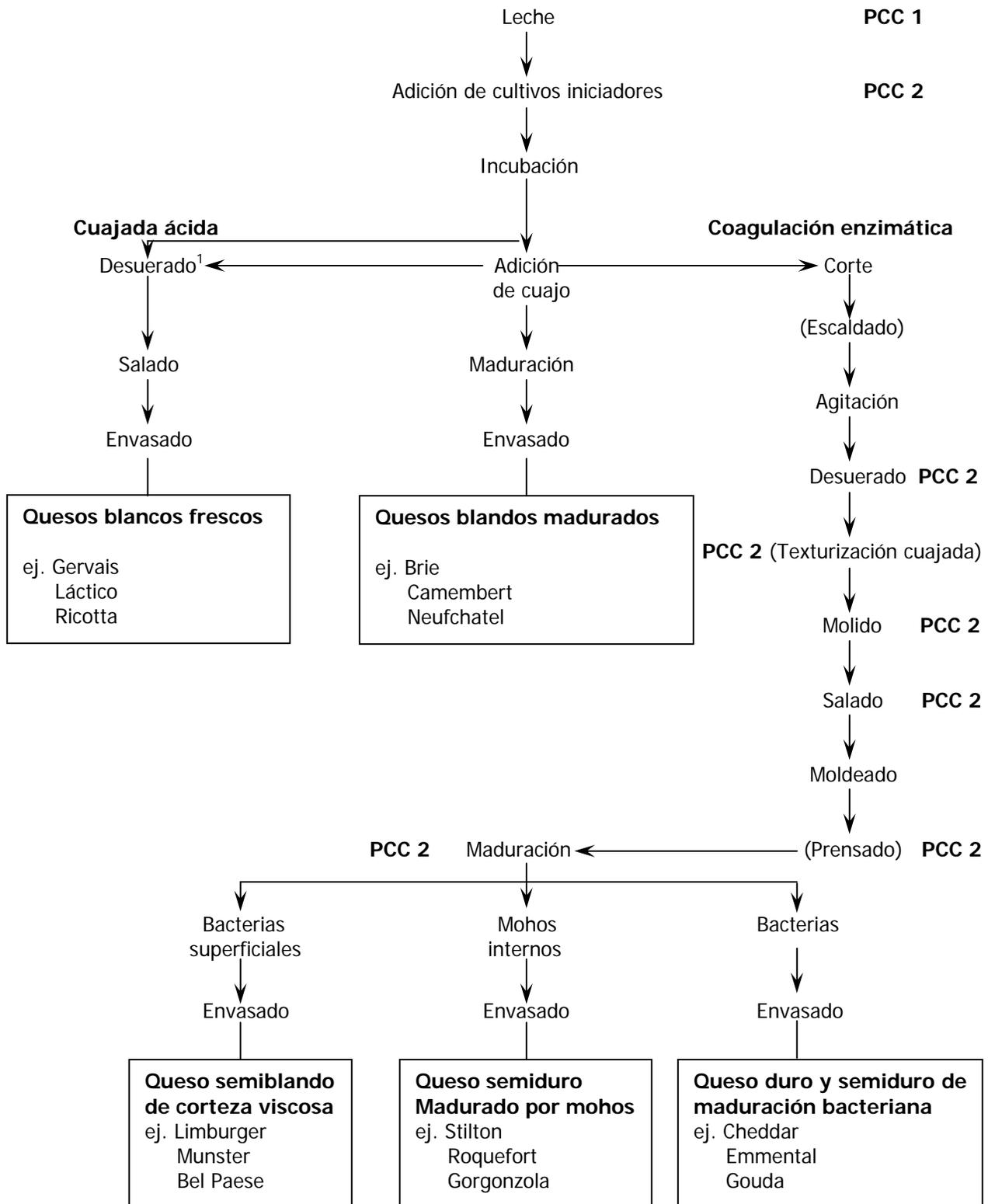


Figura 5. Procedimiento simplificado para la fabricación de varios tipos de queso. (13)

Nota: Las fases entre paréntesis no se realizan en algunas variedades.

¹En la fabricación se puede realizar un ligero cortado y escaldado.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: LECHE DE QUESERÍA PCC 1

Objetivos del control

- Leche de buena calidad inicial y libre de antibióticos.
- La leche debe recibir el tratamiento térmico correcto.
- Asegurar la adecuada estandarización de la leche.
- Controlar los procesos asociados, como la bactofugación y la homogeneización para lograr los objetivos deseados.

Método de monitorización o vigilancia

- Controlar la temperatura de la leche durante el almacenamiento y acortar al máximo este periodo.
- Comprobar la ausencia de antibióticos en la leche antes de aceptarla.
- Controlar las condiciones de tiempo y temperatura del tratamiento térmico.
- Determinar analíticamente la grasa y la proteína y estandarizar en base a la relación proteína:materia grasa o preferiblemente caseína:materia grasa. La normalización debe realizarla personal calificado y con experiencia.

Verificación o comprobación del sistema

- Propiedades de elaboración del queso.
- Examen de los registros de la planta.
- Volver a analizar el contenido en grasa y proteína.

Nota: La relación caseína:grasa es un criterio mejor para la estandarización que la relación proteína:grasa, pero el análisis de las caseínas resulta generalmente más difícil.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: ACIDIFICACIÓN Y FORMACIÓN DE LA CUAJADA PCC 2

Objetivos del control

- La acidificación tiene que producirse a la velocidad adecuada.
- La formación del coágulo debe seguir una pauta correcta.

Método de monitorización o vigilancia

- Determinar la actividad del cultivo iniciador antes de su uso o, si se trata de cultivos de inoculación directa, adquirir el cultivo con un proveedor de garantía.
- Controlar la temperatura de la leche en la cuba de fabricación.
- Controlar el desarrollo de la acidez.
- Utilizar cuajo de buena calidad.

- La adición del cuajo debe ser supervisada por personal con experiencia.
- La formación del coágulo debe estar controlada por personal calificado.

Verificación o comprobación del sistema

- Propiedades del coágulo.
- Inspección de los registros de la planta.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: DESUERADO Y TEXTURIZACIÓN PCC 2

Objetivos del control

- Cortar la cuajada en el momento adecuado.
- Cortar la cuajada al tamaño correcto.
- Evitar la rotura de la cuajada.
- Aplicar el calentamiento preciso.
- Continuar el desarrollo de la acidez a la velocidad óptima.
- Aplicación correcta de los procedimientos de texturización.

Método de monitorización o vigilancia

- Controlar la acidez (valor de pH) para determinar el momento exacto del corte.
- Emplear personal con experiencia para las operaciones de corte manual y texturización.
- Seguimiento de las operaciones de corte automático y texturización por personal exacto.
- Controlar la forma continua del calentamiento aplicado.
- Vigilar continuamente el desarrollo de la acidez.

Verificación o comprobación del sistema.

- Propiedades de la cuajada.
- Inspección de los registros de la planta.
- Calibración y mantenimiento regular de los equipos automáticos.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: MOLIDO, SALADO Y PRENSADO PCC 2

Objetivos del control

- Moler la cuajada al tamaño adecuado.
- Asegurar la buena calidad de la sal y su uniforme distribución.
- Aplicar la presión correcta durante el prensado.
- Producir el suficiente vacío antes del envasado.
- Garantizar la integridad de los cierres.

Método de monitorización o vigilancia

- El molido y el salado tienen que estar supervisados por personal con experiencia.
- La sal debe adquirirse con un proveedor garantizado.
- El prensado debe estar vigilado por personal experto y los parámetros de las operaciones, controlados de forma continua.

Verificación o comprobación del sistema

- Calidad del queso joven.
- Inspección de los registros de la planta.
- Determinación periódica del vacío entre bloques.
- Inspección visual de la integridad de los cierres.
- Calibración automática y mantenimiento regular del equipo.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: MADURACIÓN **PCC 2**

Objetivos del control

- Las condiciones de temperatura y humedad deben permitir el desarrollo normal de la maduración.
- Desarrollo del proceso madurativo durante el tiempo adecuado.
- Deben de realizarse correctamente los tratamientos adicionales como el pinchado de los quesos o el frotado de sus superficies.

Método de monitorización o vigilancia

- Controlar la temperatura y humedad de la cámara de maduración (si están reguladas artificialmente).
- Aplicar un sistema regular de gestión de stocks.
- Inspeccionar los quesos durante la maduración.
- Las operaciones como el pinchado, frotado, etc., deben ser realizadas por operarios con experiencia.

Verificación o comprobación del sistema

- Calidad del producto final.
- Inspección de los registros de la planta.

INFORMACIÓN GENERAL

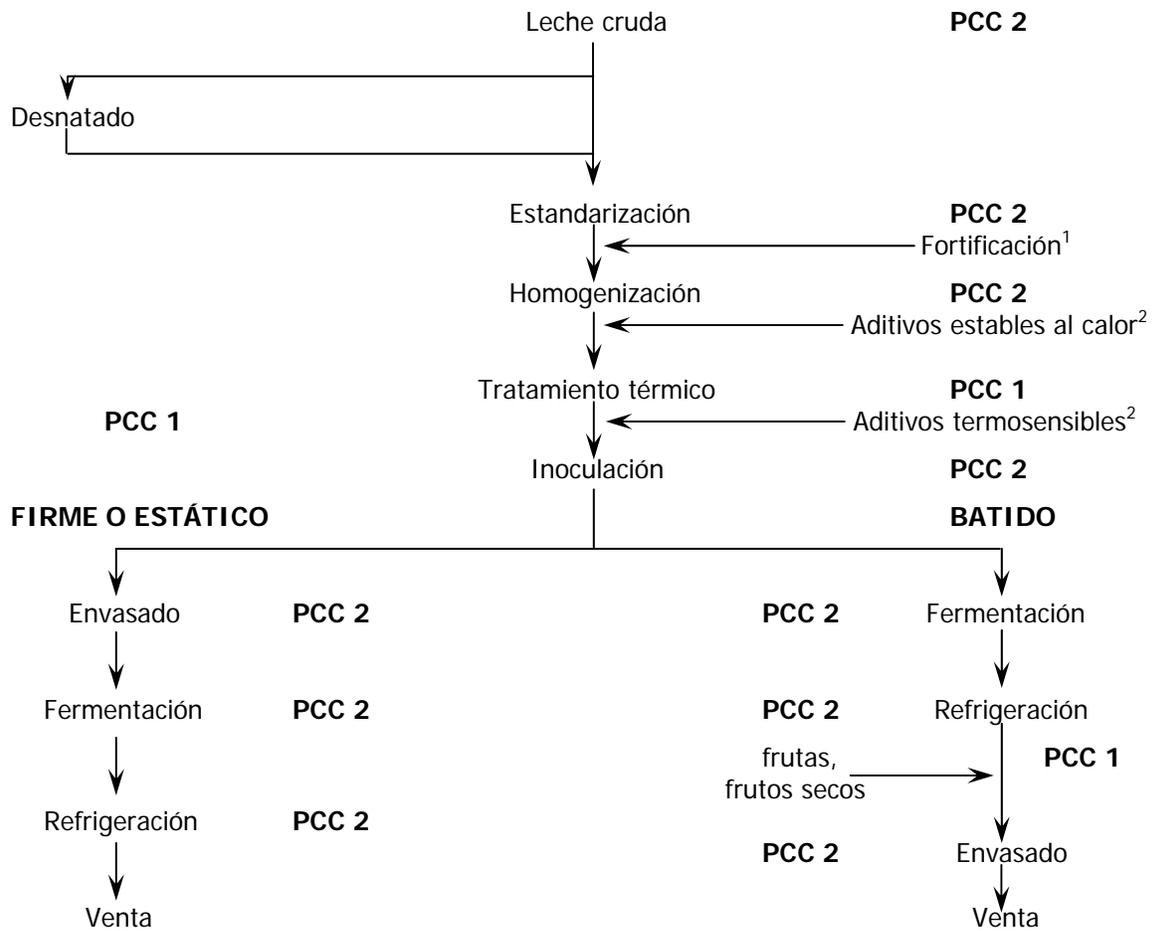


Figura 6. Fabricación del yogurt. ¹Sólo algunos tipos de yogurt. ²Estabilizantes, etc. (13)

Los puntos críticos de control de LECHE Y TRATAMIENTO, ya se describieron con anterioridad en la Figura 2. Producción de leche pasteurizada.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: INGREDIENTES AÑADIDOS **PCC 1** O **PCC 2**

Objetivos del control

- Asegurar que los ingredientes son de buena calidad y apropiados para la elaboración de yogurt.
- Los ingredientes que se van a añadir después del tratamiento térmico deben cumplir unas normas microbiológicas con respecto a la ausencia de patógenos y la calidad general.
- Los ingredientes tienen que almacenarse en buenas condiciones y utilizarse en el periodo de tiempo estipulado.

Método de monitorización o vigilancia

- Adquirir los ingredientes con un buen proveedor y comprobar que cumplen las especificaciones predeterminadas.
- Análisis microbiológico de los ingredientes de “alto riesgo” añadidos después del tratamiento térmico.
- Establecer un plan de inspección para los productos enlatados.
- Inspección de los condiciones de almacenamiento.

Verificación o comprobación del sistema

- Calidad del producto terminado.
- Propiedades físicas del producto final (estabilizantes).
- Inspección de los registros de la planta.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: FERMENTACIÓN **PCC 2**

Objetivos del control

- Llevar a cabo la fermentación hasta que se desarrolle una acidez predeterminada (pH).

Método de monitorización o vigilancia

- Controlar la actividad del cultivo antes de su adición a la leche. La adición debe realizarla personal calificado y con experiencia.
- Controlar la temperatura de la leche a lo largo de la fermentación
- Seguir el curso de la fermentación determinando la acidez.

Verificación o comprobación del sistema

- Calidad del producto terminado.
- Análisis microbiológico para determinar el número de microorganismos iniciadores y la relación entre ellos.
- Inspección de los registros de la planta.

PUNTO CRÍTICO DE CONTROL: TRATAMIENTO POST-FERMENTACIÓN **PCC 2**

Objetivos del control

- Garantizar la eficacia de la refrigeración y el cumplimiento de las pautas de enfriamiento predeterminadas.
- Durante el manejo del producto se deben evitar las fuerzas de cizalla elevadas.
- Asegurar la distribución uniforme de los ingredientes añadidos y el correcto llenado.

Método de monitorización o vigilancia

- El equipo de refrigeración debe estar provisto de registradores de temperatura y la operación debe estar supervisada por personal con experiencia.
- Controlar el funcionamiento del equipo utilizado en la manipulación del yogurt.
- Controlar el funcionamiento del equipo empleado para realizar las adiciones al yogurt y para su envasado.

Verificación o comprobación del sistema

- Calidad del producto terminado.
- Medidas de las adiciones y del llenado.
- Inspección de los registros de temperatura y otros registros de la planta.
- Mantenimiento regular del equipo.

II.11 Mejora

A lo largo de la historia, las personas han desarrollado métodos e instrumentos para establecer y mejorar las normas de actuación de sus organizaciones e individuos. Desde los antiguos egipcios se desarrollaron métodos con el deseo de mejorar sus sistemas.

El mejoramiento más que un enfoque o concepto es una estrategia, y como tal constituye una serie de programas generales de acción y despliegue de recursos para lograr objetivos completos, pues el proceso debe ser progresivo. No es posible pasar de la oscuridad a la luz de un solo brinco.

En la actualidad el Sistema Empresarial se encuentra en un proceso de perfeccionamiento que en sí constituye un programa de mejora, pero en la medida en que este se apoye en enfoques utilizados en la práctica mundial se obtendrán mejores resultados. (2)

La aplicación de la metodología de mejora exige determinadas inversiones. Es posible y deseable justificar dichas inversiones en términos económicos a través de los ahorros e incrementos de productividad que se producirán por la reducción del ciclo de fabricación.

El verdadero progreso en la empresa solo se ha logrado cuando el ejecutivo de más alta jerarquía decide que él personalmente liderará el cambio. En este sentido existen diferentes procedimientos encaminados a centrar la atención en las exigencias que se imponen al proceso o función y lograr convertir los requerimientos en especificaciones técnicas, y estas en un proceso de trabajo definido. (15)

La mejora permite a las organizaciones crecer, sin quedarse estancados en un nivel de desarrollo que se verá afectado por los cambios en el entorno, ya que si un sistema permanece igual seguramente será rebasado por los avances tecnológicos que vayan surgiendo, por el desarrollo que tengan los competidores y por las modificaciones en el mercado.

Los sistemas de calidad tienen como propósito fundamental generar un ciclo que nos permita la mejora. Las organizaciones que solamente se conforman con llegar a mantener requisitos mínimos, tarde o temprano llegarán a la obsolescencia. Hay que darnos la oportunidad de mejorar. No podemos pensar que existe sistema sin mejora. Los elementos para la mejora inician con la medición de los principales aspectos del proceso, del producto, de la satisfacción del cliente; y se completan con las auditorías. Como resultado de las mediciones, se obtienen resultados que se analizan y producen información para la mejora. Esta se da al detectar las no conformidades, efectuar acciones correctivas, acciones preventivas y a través de los proyectos de mejora. (16)

III. DISCUSIÓN

En el caso de las materias primas de origen lácteo, se encuentran asociados riesgos microbiológicos por la presencia de *Salmonella*, *E. coli* O 157:H, *Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella*, razones por las cuales la estrategia mundial para garantizar la inocuidad de estos productos y proteger la salud pública está orientada hacia la adopción y la implementación de una regla definitiva sobre la reducción de patógenos mediante la aplicación del sistema HACCP (Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de Control).

El procesamiento de la leche basado en el tratamiento térmico, logra eliminar los riesgos de microorganismos patógenos y un porcentaje de más del 95 % de la flora normal que tiene la leche como materia prima. Procesos adicionales como la estandarización del contenido de grasa y los procesos de homogenización, pretende entregar al consumidor un producto siempre igual, que se reconoce bajo una marca comercial y los sitúa en un mercado de preferencia. Esto implica que a nivel de procesamiento el cumplimiento de programas mínimos de aseguramiento de la calidad como son las Buenas Prácticas de Manufactura que lo llevará luego a introducir sistemas de Análisis de Riesgos y evaluación de Puntos Críticos de Control (HACCP), como mecanismo para garantizar la inocuidad del producto. (17)

En los procesos de fabricación mostrados en el capítulo II, se observa que todos llevan un tratamiento térmico, el cual generalmente es la pasteurización, ya que es uno de los procesos más importantes en el que se está eliminando algún riesgo de tipo biológico que pueda ser nocivo para la salud del consumidor.

Cabe mencionar que después de la pasteurización existen posibles rutas de contaminación que no debemos dejar de lado.

En el presente trabajo se trata de ejemplificar como los puntos críticos de control pueden ser una herramienta básica para la mejora en la elaboración de lácteos, ya que estos nos ayudarán a tener un proceso mas controlado del producto, con lo cual disminuirémos los riesgos que el producto puedan presentar hacia el consumidor (físicos, químicos y biológicos), así como el número de posibles quejas, debido a que vamos a tener procesos mas controlados.

Además que al tener ya los puntos críticos de control identificados y monitoreados es un gran avance para la implementación de un sistema HACCP.

IV. CONCLUSIONES

- La globalización de los alimentos y los acuerdos establecidos de competitividad establecen exigencias en la calidad de los alimentos que se producen. Sin embargo una de las premisas más importantes que se establece cuando definimos alimento, es que no produzca daño a la salud del consumidor y es por esto que se manifiesta en el mundo la preocupación por la inocuidad de los mismos.
- Los puntos críticos de control son una herramienta para mejorar la elaboración de lácteos, ya que nos ayudan a eliminar o reducir a niveles aceptables un riesgo que puede afectar a la seguridad o inocuidad de un alimento.
- La pasteurización es uno de los principales puntos críticos de control que debe controlarse en la elaboración de lácteos, ya que en este proceso estamos asegurando la salud del consumidor al eliminar el riesgo microbiológico debido a la presencia de *Salmonella*, *E. coli O 157:H*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella*.
- La mejora se verá reflejada en el producto final y en la satisfacción del consumidor.
- Una vez identificados y monitoreados los puntos críticos de control, quizá el siguiente paso sería implementar el sistema HACCP en su totalidad. Cabe mencionar que esto dependería de la infraestructura de la empresa ya que esto generaría un costo mayor.

V. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Alais, C. (1985). *Ciencia de la leche*. Editorial Reverté, España. 873 pp.
- (2) Vargas M. D. (2007). *Leche: Producto estratégico en la alimentación y economía mexicana*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Economía. México: UNAM.
- (3) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), SAGARPA. <http://www.inegi.org.mx>. Accesado el 22 de septiembre de 2009.
- (4) PROYECTO DE NORMA Oficial Mexicana PROY-NOM-243-SSA1-2005, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- (5) Belitz H.-D. (1997). *Química de los alimentos*. 2ª Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1070 pp.
- (6) Jeantet R. (2005). *Ingeniería de los procesos aplicada a la industria láctea*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 183 pp.
- (7) Scott R. (2002). *Fabricación de queso*. 2ª Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 488 pp.
- (8) SAGARPA, Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado vacuno en México 1990-2000.
- (9) Soto C. J. (1998). *Guerra Fría y Guerra Caliente, la fiebre Aftosa 1947*. (Tesis de licenciatura). México: UACH.
- (10) The Society of Dairy Technology. (1971). *Manual de Plantas de pasterización*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 126 pp.
- (11) Ventanas B. J. (1988). *Lactología técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche*. Editorial Acribia. 2ª Edición. Zaragoza, España. 629 pp.

- (12) Walstra P. (2001). *Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 730 pp.
- (13) Varnam H. A., Sutherland P. J. (1994). *Leche y productos lácteos. Tecnología, química y microbiología. Serie Alimentos básicos 1*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 451 pp.
- (14) Miembros del ICMSF. (1991). *El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos. Su aplicación a las industrias de alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 322 pp.
- (15) De las Vuevas I. V. (2006). *APPCC Avanzado. Guía para la Aplicación de un Sistema de Peligros y Puntos de Control Crítico en una Empresa Alimentaria*. Editorial Vigo. España. 174 pp.
- (16) Nava C. VM., Jiménez V. AM. (2003). *ISO 9000:2000. Estrategias para implantar la norma de calidad para mejora continua*. Editorial Limusa. México. 138 pp.