

22
2ej 300627



UNIVERSIDAD LA SALLE

INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**INVESTIGACION SOBRE LA ELABORACION DE QUESO
FRESCO, COTTAGE, CHEDDAR Y MOZZARELLA
POR METODOS DE ULTRAFILTRACION**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
MARCO ANTONIO MENDEZ GIRON

MEXICO, D. F.

1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E
G E N E R A L

	PAG.
OBJETIVO.....	1
CAPITULO I	2
1.1.- INTRODUCCION.....	3
1.2.- CLASIFICACION DE QUESOS.....	7
1.3.- METODO TRADICIONAL PARA LA ELABORACION DE QUESOS.....	10
1.3.1.- LECHE DE QUESERIA.....	10
1.3.2.- TRATAMIENTO DE LA LECHE.....	15
1.3.3.- PREFERMENTACION.....	18
1.3.4.- ACONDICIONAMIENTO DE PRODUCTO FINAL.....	31
1.3.5.- MAJURACION.....	37
CAPITULO II	41
PRINCIPIOS FISICOQUIMICOS, MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADOS EN LA ULTRAFILTRACION.	
2.1.- PROCESO DE SEPARACION MOLECULAR.....	44
2.2.- ULTRAFILTRACION.....	50
2.3.- MEMBRANAS USADAS EN LA ULTRAFILTRACION.....	52
2.4.- EQUIPO COMERCIAL USADO CON LAS MEMBRANAS DE ULTRAFILTRACION.....	58

	PAG.	
2.5.- USOS DE LA ULTRAFILTRACION A ESCALA INDUSTRIAL.....	61	
 CAPITULO III	 62	
ASPECTOS TECNICOS DE LA ULTRAFILTRACION ELABORACION DE QUESOS.		EN LA
3.1.- EQUIPO.....	63	
3.1.1.- MODULOS.....	63	
3.1.2.- ELEMENTOS DE DISEÑO DE PLANTAS DE ULTRAFILTRACION.....	68	
3.2.- PROCESO DE ULTRAFILTRACION PARA LA ELABORACION DE QUESOS.....	71	
3.3.- APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS (PERMEADO).....	75	
 CAPITULO IV.....	 79	
 ELABORACION DE QUESOS POR METODOS DE ULTRAFILTRACION		
4.1.-ELABORACION DE QUESO FRESCO MEDIANTE ULTRAFILTRACION.....	80	
4.2.- ELABORACION DE QUESO MOZZARELLA POR ULTRAFILTRACION.....	85	
4.3.- ELABORACION DE QUESO COTTAGE POR ULTRAFILTRACION.....	91	
4.4. ELABORACION DE QUESO CHEDDAR POR ULTRAFILTRACION.....	95	
 CAPITULO V.....	 99	
CONCLUSIONES Y DISCUSIONES.....	100	

INDICE DE DIAGRAMAS, CUADROS, FIGURAS Y TABLAS.

	PAG.
DIAGRAMA No.1: Diagrama de flujo de elaboración de queso tradicionalmente.....	6
DIAGRAMA No.2: Desdoblamiento de aminoácidos en los procesos químicos de la leche.....	38
DIAGRAMA No.3: Representación gráfica de la ultrafiltración.....	43
DIAGRAMA No.4: Representación gráfica de la ósmosis inversa.....	43
DIAGRAMA No.5: Principio de la ultrafiltración.....	51
DIAGRAMA No.6: Equipo de ultrafiltración por medio de cargas.....	64
DIAGRAMA No. 7: Equipo de ultrafiltración de operación continua.....	66
DIAGRAMA No.8: Diagrama de flujo de la elaboración de queso por método de ultrafiltración...	73
DIAGRAMA No.9: Aplicaciones posibles de permeado de ultrafiltración.....	76
DIAGRAMA No.10: Diagrama de flujo de la elaboración de queso fresco por técnica de ultrafiltración.....	84
DIAGRAMA No.11: Diagrama de flujo para la elaboración de queso Mozzarella por métodos de ultrafiltración.....	89
DIAGRAMA No.12: Diagrama de flujo para la elaboración de queso Cottage por técnicas de ultrafiltración.....	94
DIAGRAMA No.13: Diagrama de flujo para la elaboración de queso Cheddar por técnicas de ultrafiltración.....	98
CUADRO No.1: Clasificación de quesos según la norma TLG 7947 de la República Federal Alemana.....	9
CUADRO No.2: Tiempo óptimo de la coagulación según el contenido de SH.....	26

	PAG.
FIGURA No. 1: Pruebas de fermentación.....	11
FIGURA No. 2: Tipos de coagulación.....	13
FIGURA No. 3: Membranas de ultrafiltración en forma de cassette.....	56
FIGURA No. 4: Membranas de ultrafiltración de cartucho.....	57
TABLA No. 1: Factores para el calculo del contenido graso.....	17
TABLA No. 2: Composición posible de los cultivos de quesería.....	19
TABLA No. 3: Duración de la salazón y proporción salina autorizada en algunos quesos.....	36
TABLA No. 4: Tipo de membrana de la marca Nucleopore.....	55
TABLA No. 5: Tipo de membranas de la marca Amicon.....	55

OBJETIVOS

La filtración mediante membranas es un método de producción que en los años recientes ha tenido un desarrollo técnico y comercial, se está usando cada vez mas en la industria lechera, especialmente en la producción de quesos y en el tratamineto del suero de la leche.

El desarrollo de esta tecnología comienza en el año de 1972, y su crecimiento se debe a las siguientes ventajas:

- La filtración por membranas permite mejorar la utilización económica de los nutrientes de la leche, especialmente en las proteínas y en particular las proteínas del suero, albúmina y globulinas, que tienen un alto contenido en aminoácidos esenciales, lo cual hace que los productos que se elaboran con esta tecnología sean de alto valor nutricional.
- Esta tecnología permite aumentar los rendimientos en la utilización de la leche.
- La filtración mediante membranas semipermeables también permite el ahorrar ingredientes, como por ejemplo, ciertos insumos en la elaboración de quesos mediante la ultrafiltración.

C A P I T U L O I

1.1.- INTRODUCCION.

1.2.- CLASIFICACION DE LOS QUESOS.

1.3.- METODO TRADICIONAL PARA LA ELABORACION DE QUESOS.

1.3.1.- LECHE DE QUESERIA

1.3.2.- TRATAMIENTO DE LA LECHE

1.3.3.- PREFERMENTACION

1.3.4.- ACONDICIONAMIENTO DE PRODUCTO FINAL

1.3.5.- MADURACION

1.1.- INTRODUCCION

La elaboración del queso es una habilidad casera que se convirtió en arte, y éste a su vez, en una industria. La mayoría de los quesos ha evolucionado gradualmente a partir de métodos tradicionales de las granjas. Sin embargo, también hay infinidad de quesos rurales poco conocidos que nunca llegan al mercado y que se han elaborado durante siglos en valles remotos y escondidos, o en las altas praderas alpinas.

La evidencia más antigua de elaboración de queso proviene de Mesopotamia (entre el 3500 y el 2800 a.C.). El bello relieve de Al Ubaid de la era Jemdet Nasr muestra como ordeñaban los Sumerios a su ganado y el uso que hacían de la leche. En Egipto, en la tumba de Horus-aha, segundo rey de la primera dinastía (3000 a 2800 a.C.), se encontraron jarros de cerámica que, al ser analizados químicamente, resultaron con restos del queso que habían contenido. El queso también se menciona en textos jeroglíficos. Los descubrimientos arqueológicos más recientes han sido en Africa: pinturas rupestres en cavernas del Sahara de Libia, muy parecidas a las de España y Francia, muestran lo que quizá sea un procesamiento o elaboración de la leche y datan del período 5 500 a 2 000 a.C.

Es posible que los indoeuropeos, venidos probablemente de las estepas asiáticas al valle de Dnieper antes del año 3 000 a.C., introdujeran su conocimiento de la elaboración del queso en Europa, o que las tribus que ahí vivían ya lo dominaran también.

No se puede establecer arqueológicamente la manera que se preparaba el queso en la antigüedad, ni tampoco el equipo que se empleaba, pero sí es posible suponer que en todas las partes del mundo en que se había descubierto la ordeña, el arte de la elaboración del queso se conoció poco después.

Al principio es posible que se haya tratado de queso agrio. En donde quiera que la leche se hubiera agriado espontáneamente, sobre todo en las regiones cálidas y templadas, el aumento de la acidez cuajaba la leche, separando los grumos proteínicos, la grasa y el suero. Esto debió ocurrir innumerables veces de que se diera el pequeño paso siguiente de filtrar canastos y cedazos, o en vasijas perforadas, la leche cuajada.

El líquido sobrenadante podía ser retirado y se lograba entonces una especie de queso ácido cuajado.

Los métodos varían de país en país. Los recipientes de calabaza en los que algunos fabricantes de queso cortaban la leche le daban un sabor particular, así como las canastas empleadas por otros especialistas: los

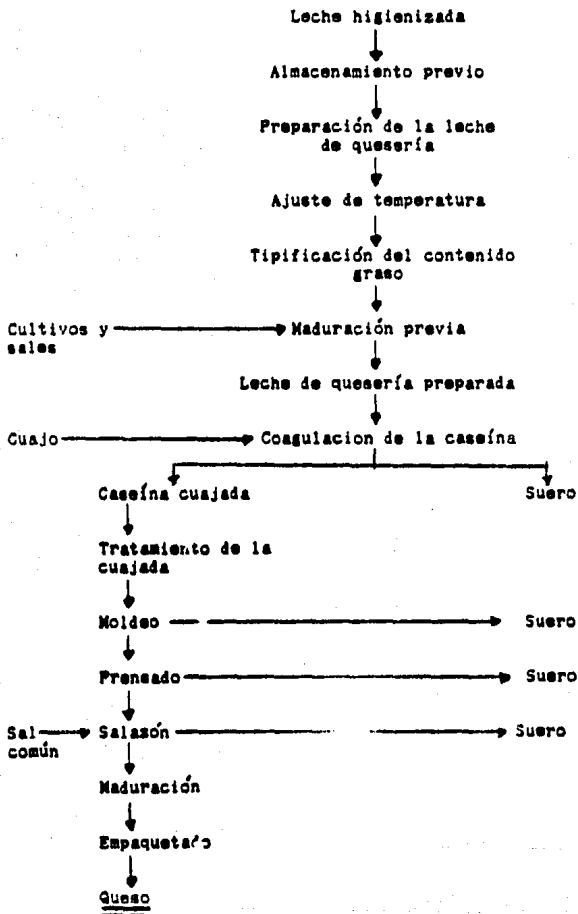
recipientes usados por los mongoles no se limpiaban, de tal forma que las bacterias remanentes agriaban más pronto la leche.

Quizá haya algo en verdad en la leyenda árabe que cuentan como un hombre atravesó el desierto con su caravana y descubrió que la leche que transportaba en un orde seco (hecho con el estómago de un borrego) se había cuajado mejor y más rápidamente que aquella que transportaban en recipientes convencionales.

En la elaboración convencional de queso, la leche es primero coagulada mediante el agregado de cuajo. A continuación tiene lugar una concentración, cuando la cuajada formada es cortada y se facilita la salida del suero. Este suero contiene aproximadamente el 25 % de las proteínas en la leche y aproximadamente el 10 % del contenido de grasa en la leche.

En la elaboración convencional de queso el 75 % de la proteína y el 90 % de la materia grasa contenida en la leche, son utilizadas o pasan al queso final. A esto se agrega, que las proteínas del suero tienen un alto valor biológico desde el punto de vista nutritivo, debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales.

DIAGRAMA No. 1
DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACION DE QUESO TRADICIONALMENTE



1.2.- CLASIFICACION DE LOS QUESOS

En el mundo del queso, con su enorme variedad de tipos, es casi imposible de clasificar. Muchos países tienen su propio sistema, de acuerdo con las condiciones legales. Un queso nacional debe a veces satisfacer distintos requisitos en país distinto, en el que está clasificado de diversas maneras.

Para clasificar un queso hay distintos criterios, estos criterios son los siguientes:

* La leche:

La leche utilizada es un principio de clasificación muy obvio. La leche de vacas es la más común, pero existen muchos quesos preparados con leche de cabra y de oveja, y aun leche de yak y de venado. Sólo la práctica permite desarrollar el paladar para reconocer cada materia prima, aunque en el caso de los quesos de cabra y oveja, el aprendizaje es muy breve.

* La consistencia:

Ha sido utilizada por la federación lechera internacional para ayudar a clasificar a los quesos. Esta consistencia está determinada por la proporción de materia seca (proteínas, grasa, lactosa, minerales)

que contiene cada queso en relación con su humedad.
Mientras menos húmedo sea el queso, éste será más duro.

*** Contenido de grasa:**

Constituye otro buen criterio de clasificación y se calcula de acuerdo con el porcentaje de grasa en la materia seca del queso. Por ejemplo, si el contenido de grasa es del 50 % sobre un total de materia seca del 40 %, significa que cien partes del queso examinado contiene 20 partes de grasa (sobre 40 partes de materia seca y 60 partes de agua). El contenido se expresa como un porcentaje de la materia seca por que si no se hiciera así, un queso al envejecer y perder humedad cambiaría continuamente de porcentaje.

*** La preparación:**

Un queso puede seguir muchos caminos. Existen innumerables recetas y experiencia de distintas regiones ha provocado que se elaboren muchas variantes sobre cada una de ellas.

*** Según la maduración:**

De corta o larga maduración en condiciones húmedas o secas, se dan por resultados agujeros grandes, medianos y pequeños, o ausencia total de agujeros.

*** La forma y el peso:**

La forma y el peso del queso sirven para identificar diversos tipos y procedencias. Estos datos no dicen nada de cualidades intrínsecas del producto, pero son indudablemente elementos que ayudan a clasificarlos e identificarlos (89).

**CUADRO No. 1
CLASIFICACION DE QUESOS SEGUN LA NORMA TGL 7947 DE LA
REPUBLICA FEDERAL ALEMANA**

TIPO	Wff*	CLASE	TGL 7947 HOJA
Queso de pasta dura	50-55	Emmental	2
	54	Tiefland	
	55	Chester	
Queso de pasta firme	56-58	Gouda	
	57	Edam	
	57	Tolene	
Queso de pasta firme	59-61	Queso enmohecido	3
	61	Steinbunsh	
Quesos blandos	62.5	Queso de nata	4
	63.5	Queso blanco engrasado	
	65.5	Camembert	
Quesos no madurados	82.5	Queso fresco	5
	81-84.5	Requeson	
Quesos de leche fermentada	68.0	Queso amarillo	6
		de leche fermentada	
Quesos fundidos	69.0	Queso fundido consistente	7
	73.0	Queso fundido para untar	
Quesos de pasta cocida	76.0	Queso cocido	8

*Wff significa contenido acuoso de la cuajada desgrasada
SPREER, E. LACTOLOGIA INDUSTRIAL, ED. ACRIBIA (1975)

1.3.- METODO TRADICIONAL PARA LA ELABORACION DE QUESO.

1.3.1.- LECHE DE QUESERIA.

Así se llama la leche que sirve de base para la fabricación del queso. Esta leche se prepara antes en marmitas especiales, tinas o cubas para el mismo fin.

Es una leche seleccionada, tipificada, mas o menos higienizada y provista de aditivos, que representan el producto de partida para la elaboración del queso.

Para seleccionar esta leche de quesería ésta debe reunir las debidas condiciones. Entre ellas hay que destacar principalmente la buena predisposición para fermentar, es decir, la cualidad de ofrecer un medio de cultivo apropiado para los microorganismos.

La selección de la leche de quesería debe hacerse, por tanto, con sumo cuidado, a cuyo efecto hay que tener en cuenta principalmente los factores siguientes (89).

- * La naturaleza fisicoquímica de la leche debe ser normal en especial en lo que respecta a su proporción equilibrada de sales minerales.
- * El contenido de proteínas coagulantes debe ser alto.
- * La leche cruda no contendrá sustancias inhibitoras (antibióticos, restos de detergente, etc.).

Los resultados de los controles de recepción, especialmente en los que concierne al índice SH, la prueba de reducción y el contenido proteico (siempre y cuando se realicen rápidamente) informan sobre la aptitud de la leche para transformarla en queso. Las pruebas de fermentación y de la coagulación son enteramente específicas a tal respecto.

Prueba de fermentación:

La leche cruda se incuba en tubos de ensayo durante 24 horas a 37 grados centígrados. Después se observan las modificaciones que haya experimentado (producción de gas, formación de espuma). El hecho de no sufrir cambio alguno denota la presencia de sustancia que inhiben el desarrollo microbiano (antibiótico) (68).

La leche por la prueba de fermentación se clasifica en tres tipos por el olor y aspecto. Esto se puede observar en la siguiente figura:

FIGURA No. 1
PRUEBAS DE FERMENTACION



SPREER, E. LACTOLOGIA INDUSTRIAL, ED. ACRIBIA (1975)

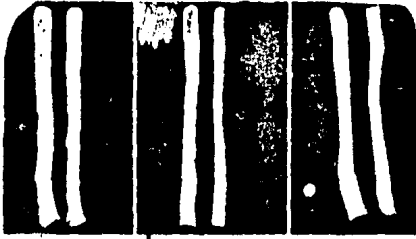
En el tipo I la leche es de condiciones óptimas para la quesería (olor puro a ácido láctico; coagulación gelatinosa uniforme; desprendimiento nulo o escaso de suero; sin producción de gas o solo en cantidades reducidas. El tipo II, leche de aptitud condicionada para quesería (olor ligeramente defectuoso; coágulo contraído, fragmentado por los gases o esponjoso; coagulación en grandes copos, desprendimiento de suero viscoso. Tipo III, leche no apta para quesería (olor defectuoso; coágulo muy fermentado por los gases o desplazado hacia arriba, desprendimiento intenso de suero blanquecino.

Prueba de la coagulación:

Se lleva a cabo como la de la fermentación, pero aquí hay que mezclar con la leche 1.5 ml de solución de cuajo.

La valoración se basa en la imagen que ofrece la cuajada, así como el olor y aspecto del suero. Para ello se coloca la cuajada sobre un papel de filtro, se corta a lo largo y se pone una cara superior junto a la superficie de corte. La clasificación se efectúa como se indica en la siguiente figura (69):

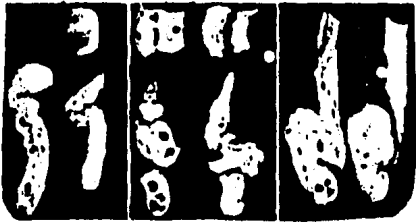
FIGURA No. 2
TIPOS DE COAGULACION



TIPO I



TIPO II



TIPO III

En esta figura se muestra los tres tipos de coagulación. El tipo I es una leche de óptimas condiciones para la quesería (olor puro del suero a ácido láctico, sin formación de espuma; cuajada lisa, recta, sin orificios o casi sin ellos, superficie poco porosa. Tipo II leche de aptitud condicionada para quesería (olor ligeramente defectuoso, formación de espuma, cuajada mas o menos retorcida, orificios pequeños o medianos, superficie porosa o hendida). El tipo III es leche no apta para quesería (olor defectuoso, cuajada retorcida en forma de trombos y desplazada hacia arriba, ahuecadas y esponjosas, fragmentadas y amorfas.

1.3.2.- TRATAMIENTO DE LA LECHE

La pasteurización, aparte de ofrecer la ventaja de destruir los gérmenes y, como fenómeno secundario, la de reducir la capacidad de la grasa para formar nata, tiene también inconvenientes, de los cuales merece citar los siguientes:

- a) Destrucción del complejo calcio-caseína por precipitación de las sales calcicas, lo cual menoscaba la capacidad de la leche para coagularse.
- b) Precipitación parcial de las proteínas del lactosuero (albumina y globulina), por lo que aumenta la viscosidad de este dificultando su separación de la cuajada.

La leche de quesería se calentará por tanto, lo mas moderadamente posible, es decir, debe elegirse un procedimiento de temperaturas relativamente bajas.

El calentamiento de la leche de quesería se realizará según el procedimiento de pasteurización rápida.

La leche de quesería puede tipificarse con nata homogenizada para mantener reducidas las pérdidas de grasa en el suero durante la coagulación, debe elegirse a tal efecto nata con 40 % de grasa y homogenizada a una presión de 180 atm. Si el contenido graso es más bajo, la producción de proteínas homogenizadas resulta tan alta, sobre todo tratándose de quesos de pasta dura, que

puede alargar el tiempo de coagulación. La consistencia de la cuajada es menor; la homogenización mejora la salazón del queso en un baño de salmuera.

La temperatura de refrigeración varía según se vaya a transformar la leche en queso inmediatamente o al día siguiente. Las temperaturas oscilan entre 5 y 10 grados centígrados.

Tipificación del contenido graso:

Deben ajustarse principalmente las proporciones de grasa y de proteínas. Para ajustar el contenido graso se mezclan la leche entera y desnatada lo mismo que si tratamos de obtener la de consumo.

Por otra parte, no toda la grasa pasa al queso, pues el suero también las contiene.

Debido a lo anterior hay que tomar en cuenta dos factores principales:

- * Valor graso del queso que se va a elaborar.
- * Contenido proteico de la leche.

El valor graso esta previsto, el contenido proteico debe determinarse. En la práctica se emplean métodos rápidos para hallarlo, como es la determinación del título proteico. El contenido graso de la leche de quesería se

puede hallar con auxilio de este título y un factor de conversión calculado mediante ensayos. La fórmula es la siguiente (89):

$$F_{km} = ET \times f$$

Donde:

F_{km} = contenido graso de la leche de quesería en %

ET = título proteico en %

f = factor

TABLA No. 1

FACTORES PARA EL CALCULO DEL CONTENIDO GRASO (85)

	Valores grasos, % de grasa del extracto seco.						
	10	20	30	40	45	50	60
Queso de pasta dura.					0.93	1.09	
Queso de pasta firme.		0.28	0.50	0.74	0.90	1.06	
Queso de pasta blanda.		0.24	0.44	0.68	0.84	1.00	
Queso fresco.	0.17	0.33	0.55	0.79	0.96	1.12	1.60

SHULZ M. J. AND H. KAY, KASERITABELLEN. HILDESHEIM: MI. CHWIFSTCHAFLICHR. VARALAG Th. MANN KG. (1957).

1.3.3.- PREFERMENTACION

Durante la premaduración de la leche hay que realizar fundamentalmente tres operaciones: ajuste de temperatura, adición del cultivo y la de materias complementarias y cultivos especiales.

Ajuste de temperatura, la temperatura de la leche se ajusta a la de coagulación de las proteínas antes o durante la premaduración. Esta temperatura es de 28 a 34 grados centígrados para la mayoría de los quesos.

Adición de cultivos, los procesos ligados a la coagulación de las proteínas y a la maduración del queso, dependen en gran medida de la proporción de ácido láctico y, en consecuencia, del pH. Como la leche fresca es poco ácida y el calentamiento destruye la mayor parte de las bacterias acidolácticas, es preciso agregarles los cultivos correspondientes. Las referidas bacterias originan el índice SH que conviene en esta fase para la coagulación de las proteínas. Además inician ya una cierta proteólisis.

Los índices SH al final de la prefermentación son diversos según la clase de queso. En la práctica responden a los siguientes valores aproximados:

Queso para pasta dura.....	7.2
Quesos de pasta firme.....	7.2-7.6
Quesos de pasta blanda.....	7.8-8.6

Esto corresponde a un pH de 6.5 a 6.3.

Hay también combinaciones de cultivos con un poder acidificante diverso, que requieren distintas temperaturas óptimas y permiten una acidificación escalonada.

TABLA No. 2

COMPOSICION POSIBLE DE LOS CULTIVOS DE QUESERIA (84)

Clase de cultivo	Especies bacterianas	Acción	Cantidad que agrega a la leche en %
Cultivo activo	Streptococcus lactis. Streptococcus cremoris.	Acidificación rápida	1 - 3 (quesos de pasta blanda)
Cultivo pasivo	Str. lactis Lactobacillus casei.	Acidificación mas lenta, acelera la proteolisis	2 - 6 (quesos de p.sta firme y dura)
Cultivos termofilos especiales	Streptococcus thermophilus	Acidifica sólo hasta pH 5.0	0.1 (quesos de pasta firme y dura)
	Lactobacillus bulgaricus	Acidificación intensa a temp. > a 40 grados centigrados.	0.02-0.05 (quesos de pasta dura)

SCHULZ M.E. ENTWICKLUNSTENDENZEN IN DER THECHLOGIE DAR KASHERTELLUNG MILCHWISSEN CHAFT, 8(1967) 489 BIS 496.

Coagulación de las proteínas:

Para poder precipitar las proteínas de la leche, especialmente la caseína, es necesario provocar su coagulación. Las micelas de caseína, que están en solución coloidal, se agrupan para transformar el estado sol en un gel.

Los geles se caracterizan por su consistencia semisólida y gelatinosa y están dotados de cierta estabilidad y elasticidad.

La caseína puede coagularse siguiendo dos técnicas distintas: por acción de los ácidos (coagulación ácida) y por medio de enzimas (coagulación enzimática).

La coagulación ácida se emplea para fabricar requesón de la leche fermentada, bebidas de ésta y caseína ácida. La producción de quesos de pasta dura, firme y blanda requiere la coagulación enzimática.

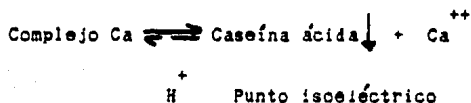
Coagulación ácida:

Las proteínas tienen una carga eléctrica que depende del pH de la solución. Esta carga puede ser tanto positiva como negativa (anfólitos), según que los grupos libres que ostenten sean amínicos o carboxílicos. Las partículas proteicas son capaces de desplazarse en un

campo eléctrico como cationes (pH ácido) o aniones (pH alcalino) o bien se repelen mutuamente a igualdad de carga. De este modo permanecen en solución.

Cuando el valor del pH corresponde al punto isoelectrico (alrededor de 4,65) las partículas de caseína poseen internamente igualdad de carga y externamente son neutras y muestra un mínimo de solubilidad (89).

El complejo formado por el calcio y la caseína se transforma en caseína ácida, que precipita, cuando la reacción corresponde al punto isoelectrico. Los iones de Ca quedan libres y se combinan con el ácido láctico para formar lacteo calcico (lacteos son sales del ácido láctico).



Este proceso es reversible, es decir, la caseína ácida puede solubilizarse añadiendo álcali o ácido mas allá de punto isoelectrico.

La coagulación en sí se realiza en lentitud, pues las distintas fracciones proteicas experimentan ese fenómeno sucesivamente.

La caseína ácida está libre de Ca^{++} y por eso no puede compararse con el paracaseinato cálcico originado en la coagulación enzimática.

Coagulación enzimática.

Como se sabe, la caseína consta de varias fracciones que forman un complejo con el calcio. En su conjunto constituyen las llamadas micelas de caseína.

A la kappa caseína corresponde un papel especial en este complejo. En contraste con las otras fracciones, particularmente con la caseína alfa s, es insensible al Ca y actúa de coloide protector. Esta acción protectora se debe a que una parte de la caseína k, precisamente la integrada por las proteosas (nitrogeno no proteico NPN) llamadas glucomacropeptidos penetra en la fase acuosa de la leche y forma una capa hidratada en virtud de su propiedad hidrófila. La otra parte de la caseína k es insensible al Ca^{++} y está unida a él como todas las demás fracciones (51).

Por tanto, la coagulación enzimática se produce en dos fases:

Fase enzimática o primaria

Fase de coagulación o secundaria

En la fase enzimática, el coloide protector representado por la caseína k disocia los glucomacropéptidos, por lo que desaparece la capa hidratada y cesa la protección.

En la fase secundaria se forman puentes salinos, a temperatura favorable, entre las micelas de caseína sensibles al Ca, gracias a la presencia de iones de este metal, produciéndose rápidamente la coagulación.

Del complejo caseinato cálcico en solución coloidal ha resultado el armazón de paracaseinato cálcico, insoluble en agua, debido a la coagulación enzimática irreversible. Se conoce con los nombres de cuajada o gel de tipo enzimático y representa la caseína propiamente dicha.

La acción del cuajo no afecta a las proteínas del lactosuero. Permanecen hidrosolubles y se llaman proteínas del suero.

El cuajo tiene una acción proteolítica además de la función coagulante.

Cantidad de cuajo

Varia según la clase de queso y la fuerza o título del cuajo.

El título del cuajo expresa las partes de leche con un índice SH aproximado de 7 a 35 grados centígrados de

temperatura, que puede coagular una parte de cuajo en 40 minutos.

El cuajo se suministra en polvo con un título aproximado de 1:100.000 o en estado líquido a la dilución de 1:10.000 o de 1:15.000

El cuajo de origen microbiano se vende a una dilución aproximada de 1:250.000.

El título se puede calcular con la fórmula siguiente:

$$L = \frac{V \times 1000 \times 2400}{m \cdot z} = \text{ml/mgs.}$$

Donde:

L = Título del cuajo en ml/mgs.

V = Volumen de leche en ml.

m = Cuajo añadido en mg.

z = Tiempo de coagulación en segundos

La cantidad de cuajo de título 1:100.000, que se añade por cada 1.000 litros de leche, es de unos 8-12 g (89).

Temperatura de la coagulación enzimática

La temperatura óptima de la coagulación enzimática es de 41 grados centígrados aproximadamente. Con esta temperatura se trabaja sólo en la fabricación de queso de nata. Todos los demás quesos (excepto los no madurados) requieren temperaturas de coagulación de 28 a 34 grados centígrados.

La temperatura influye no sólo sobre el tiempo de coagulación (desde la adición del cuajo hasta la formación del coágulo), sino también sobre la capacidad de hidratación, la concentración de la cuajada y la acidificación.

Acidez

Es el cuarto factor que interviene en la coagulación enzimática. Como hemos dicho ya, la leche debe poseer, para la coagulación, un determinado índice SH o un cierto pH.

Para las cantidades de cuajo que suelen emplearse por cada 1.000 litros de leche, el pH debe alcanzar un valor aproximado de 6.3 que corresponde a un tiempo de coagulación de 15 minutos.

Como se sabe, para acortar el tiempo de coagulación la leche puede someterse todavía a la acción del cuajo cuando su pH es igual a 6.0. Pero esto implica la necesidad de aumentar proporcionalmente la dosis de enzima para conseguir el tiempo óptimo que corresponda en cada caso a la relación cuajo-acidez (15).

Para lograr un tiempo óptimo de coagulación debe elevarse la dosis de cuajo al aumentar la acidez.

CUADRO No. 2
TIEMPO OPTIMO DE COAGULACION SEGUN EL CONTENIDO DE SH
(15)

Indice SH de la leche	Tiempo óptimo de coagulación (min.)
7	18 - 20
10	5
14	3.5

BOCHTLER: TIEFSCHURFENDEN BEHANDLING VON KASEIREPROBLEM IN WORT AND DEMOSTRATION DEUSTECH. MOLKEIRE-ZEITUNG 27 (1969) 5 (1442).

Técnica de la adición del cuajo

- Disolver el cuajo en polvo en agua templada o diluir el cuajo líquido en agua.
- Agitar la leche y añadirle la solución de cuajo sin dejar de remover.
- Dejar reposar la leche.

Durante el tiempo que dura la coagulación no debe moverse la tina o caldera en que tiene lugar el proceso.

pues este se perturbaría en caso contrario y como consecuencia de ello pasaría al suero una cantidad considerable de caseína.

Tratamiento de la cuajada

Hidratación

El gel resultante de la coagulación enzimática fija una gran cantidad de agua (suero). La mayor parte de ella está incluida en los poros o cavidades de la cuajada (agua de las cavidades) y puede ser evacuada con relativa facilidad.

Sinéresis

El gel tiene además la propiedad de contraerse. Fenómeno que se conoce con el nombre de sinéresis. A este respecto intervienen, las siguientes fuerzas (83):

Tensión de contracción (fuerza de contracción de la red de paracaseinato).

Presión de contracción del suero.

Resistencia de la exudación para el suero.

La sinéresis origina en primer lugar la tensión de contracción, que estrecha las cavidades llenas de suero. Esto aumenta la presión (presión de contracción) facilitando el desuerado. A pesar de ello, la exudación del suero encuentra una resistencia por parte de la red de paracaseinato. Esa resistencia depende de la solidez de la cuajada y del camino que tiene que seguir el suero hacia fuera.

La acidez influye también sobre la sinéresis. Cuanto más bajo es el pH, tanto mayor es la contracción de la cuajada y, consecuentemente, la exudación de suero.

En el queso crudo es conveniente controlar ya las constantes fundamentales para que la proporción de grasa del extracto seco y el contenido acuoso de la cuajada desengrasada estén dentro de los márgenes de tolerancia prescritos en la norma para el producto elaborado.

El contenido acuoso (proporción de suero) y el pH dependen en lo esencial de los siguientes factores reguladores:

- a) Fragmentación de gel.
- b) Influencia de la permeabilidad (porosidad) de las capas marginales de los trozos de cuajada.
- c) Efecto de la temperatura.
- d) Lavado de la cuajada.

Fragmentación de gel

Esta operación tiene la finalidad de conseguir mayor superficie libre para facilitar la evacuación del agua de las cavidades y la sinéresis.

A tal objeto se corta la cuajada con el machete, las cuchillas o la lira en tiras o fragmentos iguales de unos 2 a 3 cm de anchura.

La división de la cuajada debe hacerse con cuidado para evitar que se forme polvo en la superficie.

El momento de la fragmentación es muy importante. El gel debe poseer no sólo una buena solidez, sino también una cierta elasticidad y textura al final de la fase de espesamiento. Estas propiedades físicas determinan el momento de la fragmentación.

El momento de la fragmentación puede determinarse de la manera siguiente:

- a) Cuando la cuajada ofrece aspecto de porcelana y se rompe al colocarla sobre un objeto redondo.
- b) Cuando la cuajada se puede separar de la pared del recipiente.
- c) Determinación del índice SH de la cuajada.

Queso de pasta firme: índice SH de 1 a 1.5 mas alto que en el momento de la adición del cuajo. Queso de pasta blanda: índice SH de 1.5 a 2 mas alto que en el momento de la adición del cuajo. Para ello puede colgarse una botella con leche sin cuajo en la cuba de preparación de la cuajada. La leche no se coagula, pero se acidifica. El índice SH se halla entonces por titulación.

d) Determinación del índice SH del suero, que debe ser de 2 a 4 mas bajo que el de la leche al adicionarle el cuajo, a causa de la precipitación de la caseína ácida. Por tanto, los quesos blandos se fragmentan una sola vez, pues la cuajada contiene una proporción acuosa relativamente alta. La fragmentación debe repetirse a determinados intervalos cuando se trate de quesos de pasta firme o dura, hasta lograr el tamaño deseado del grano.

Lavado de la cuajada

Algunos tipos de quesos (Gouda, por ejemplo) requieren el lavado de la cuajada con agua mas o menos caliente una vez extraída una parte del suero exudado. Las temperaturas corresponden aproximadamente a las de la masa de la cuajada.

Esta medida favorece el desuerado y en parte impide que baje el pH prescrito. El queso adquiere además un sabor mas agradable.

1.3.4.- ACONDICIONAMIENTO DEL PRODUCTO FINAL.

El objeto de estas operaciones es deshacer la mezcla de suero y cuajada y dar al queso la forma que corresponda. Algunos tipos de quesos exigen extremar el desuerado y en este caso vienen a regir las mismas leyes que para el tratamiento de la cuajada (contracción o sinéresis, formación de costra, porosidad) (89).

Moldeo

La cuajada, mas o menos trabajada según el tipo de queso, pasa a los moldes preparados con anterioridad. Esta operación debe realizarse con tanto mayor cuidado cuanto mas blanda sea la pasta. Los moldes se riegan amenudo con suero caliente para acondicionar su temperatura. Es importante que en los locales reine una temperatura invariable, adaptada al tipo de queso que se elabore. Los moldes suelen ser de materiales plásticos a base de PVC; de metal o de madera.

Son de base cuadrada o rectangular, pero pueden tener también fondo circular. De ellos depende naturalmente la anchura y la longitud o bien el diámetro del queso. La altura es 2 a 3 veces mayor que la del queso terminado, pues el desprendimiento de suero reduce el volumen de la masa.

El tamaño del queso depende principalmente de su solidez. Así, los quesos de pasta blanda (quesos extracto seco) son pequeños para que puedan desuerar con facilidad, conserven la cohesión y maduren bien. Los de pasta firme y dura (especialmente estos) deben tener un tamaño mucho mayor, ya que, de lo contrario, podrían desecarse durante la maduración.

Volteo

Los quesos se invierten varias veces para favorecer la expulsión del suero, conseguir igualdad en la forma y facilitar la producción de la corteza. Se vuelven aisladamente cuando son grandes y por grupos si son pequeños.

Prensado

Los quesos que se prensan son los de pasta dura y firme. El prensado acelera aún mas la expulsión de suero. Estos quesos tienen un sabor agradable y poco ácido, pues la compresión reduce mucho la acidez.

Hay que cuidar principalmente que la presión sea baja al principio para ir aumentándola después de forma paulatina. Una presión inicial excesiva desagua la zona marginal, que se cierra así en consecuencia. El desuerado es insuficiente en tal caso, aunque la presión supere 10 atm.

Salazón

La salazón contribuye fundamentalmente a dotar al queso del sabor deseado. Además permite regular la proporción de suero y, por tanto, la acidez. La salazón hace que la pasta del queso experimente una inhibición, conserva la caseína y es un factor determinante de la flor de maduración.

Clases de salazón

Hay diversos métodos para llevar a cabo la salazón, la mayoría de los cuales pueden combinarse:

- a) Adición de sal a la leche
- b) Salazón de la cuajada
- c) Salazón seca
- d) Salazón en baño de salmuera

Adición de sal a la leche

En la fabricación de quesos de pasta dura y firme es corriente que se añada ya a la leche un poco de sal común para "habituarse" la flora bacteriana a este aditivo y conseguir la distribución uniforme del mismo.

La cantidad de sal viene a ser de 4 Kg por 1.000 de leche.

Salazón de la cuajada

Algunos tipos de quesos de pasta dura y firme (Cheddar, Chester, en parte también el Tolens, Emmental y Gouda) requieren que se añada a la cuajada una solución de sal poco antes de terminar el tratamiento. A veces se esparce también la sal directamente sobre la pasta.

La cantidad es de unos 2 Kg por cada 1.000 de leche empleada.

La salazón debe favorecer la distribución uniforme de la sal en el queso, acelerar la expulsión del suero e inhibir el desarrollo de los agentes provocadores de la hinchazón del producto.

Salazón seca

Para ello se hacen rodar los quesos en sal o bien se esparce esta sobre ellos de forma que quede adherida en toda la superficie.

El consumo de sal es de 7 Kg por cada 100 de queso.

Este método resulta muy laborioso y requiere mucha sal, sobre todo si se trata de quesos blandos.

La salazón seca tiene la ventaja de favorecer, particularmente el desuerado.

Salazón en baño de salmuera

Es la modalidad más frecuente, pues garantiza la distribución regular de la sal en el queso. Es además de rendimiento elevado y exige poca cantidad de sal (unos 3 a 4 Kg por 100 de queso).

A tal objeto se disuelve sal común con agua y el queso se sumerge en la salmuera obtenida. Para la práctica del método se utilizan recipientes de gres revestidos de azulejos o bien de acero inoxidable. En ellos se introducen los quesos uno por uno o apilados sobre parrillas.

En la salazón se produce un intercambio de suero y sal por ósmosis y difusión.

Duración de la salazón: Depende de la calidad de la salmuera, del contenido salino que deba poseer el queso y de su valor graso.

La tabla No. 3 indica la duración de la salazón de algunos quesos y la proporción salina autorizada de los mismos(89).

TABLA No. 3
Duración de la salazón y proporción salina autorizada de algunos quesos

Quesos	Permanencia en la salmuera	Contenido salino en %
Weisslacker	6 d	6
Emmental	4-5 d	2
Tolens	40-60 h	2.5
Steinbusch	8-12 h	2.5
Camembert	1-3 h	2.5

SPREER, E. LACTOLOGIA INDUSTRIAL, ED. ACRIBIA (1975).

El queso tarda bastante mas tiempo en impregnarse por completo de sal (quesos blandos, unos 4 días, Tolens 4 semanas, d Emmental 4 a 5 meses).

1.3.5.- MADURACION

La maduración del queso es un conjunto de procesos químicos que tienen origen físico, microbiológico y enzimático. La insipidez de las proteínas frescas se tornan en agradable sabor después de la maduración.

Las causas de los procesos proteolíticos residen en el cuajo, en la acción de los enzimas genuinas de la leche y muy especialmente en la actividad metabólica de los microorganismos y de sus enzimas. Los referidos procesos pueden subdividirse en dos clases: los apreciables a simple vista y los puramente químicos:

Procesos apreciables a simple vista:

- a) Formación de una corteza más o menos sólida, que puede ser seca, estar cubierta de grasa o también de moho (parte externa).
- b) Formación de una pasta homogénea y elástica de color entre blanco y amarillento (parte interna).
- c) Formación de orificios (ojos), fisuras o grietas.

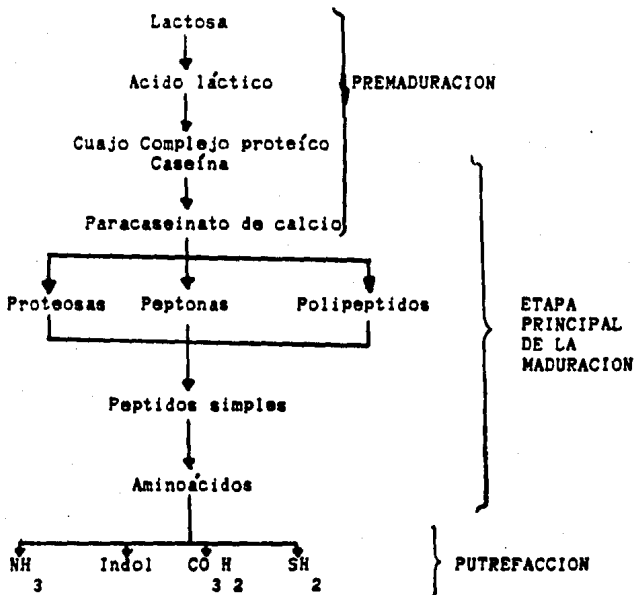
Procesos químicos

La caseína se desdobla por hidrólisis originando sus constituyentes fundamentales, los aminoácidos, a través de

varias etapas. El desdoblamiento de los aminoácidos es una desmólisis. Las etapas mas importantes están representadas en el siguiente cuadro (89) :

DIAGRAMA No. 2

DESDOBLAMIENTO DE AMINOACIDOS EN LOS PROCESOS QUIMICOS DE LA LECHE.



SPREER, E. LACTOLOGIA INDUSTRIAL. ED. ACRIBIA (1975).

Con la adición del cultivo empieza la premaduración. El desarrollo del proceso después de la salazón se denomina etapa principal de la maduración.

La formación de ojos, relacionada estrechamente con la naturaleza de la pasta, es un carácter fundamental para la valoración cualitativa del queso.

La producción de ojos o fisuras depende por una parte, de la forma de elaboración y, por otra, de las influencias microbiológicas.

Control de la maduración:

Los quesos se llevan después de la salazón a las cámaras o cavas de maduración, en las cuales deben reinar condiciones ambientales favorables para ellos.

La humedad relativa del aire debe alcanzar los valores siguientes:

Quesos duros ; pasta firme, frescos.....	75-85 %
Quesos duros y pasta firme y no frescos.....	80-90 %
Quesos blandos.....	80-90 %

La temperatura varía entre 10 y 20 grados centígrados, según el tipo de queso.

Durante la maduración deben invertirse los quesos con una frecuencia que depende también del tipo. De este modo adquieren:

- a) Una buena forma
- b) Se olean uniformemente
- c) se cubren de moho (o grasa) por igual.

Además, los quesos se untan con una solución salina débil, a la que se haya añadido cultivo rojo o colorante, empleando para ello paños y cepillos.

La untura tiene la finalidad de:

- a) Impedir el desarrollo de hongos.
- b) Favorecer el crecimiento de agentes beneficiosos.
- c) Dotar al queso de una superficie uniformemente húmeda.

CAPITULO II

PRINCIPLOS FISICOQUIMICOS. MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADOS EN LA ULTRAFILTRACION

- 2.1.- PROCESO DE SEPARACION MOLECULAR
- 2.2.- ULTRAFILTRACION
- 2.3.- MEMBRANAS USADAS EN LA ULTRAFILTRACION.
- 2.4.- EQUIPO COMERCIAL USADO CON LAS MEMBRANAS DE ULTRAFILTRACION
- 2.5.- USOS DE LA ULTRAFILTRACION EN GRAN ESCALA INDUSTRIAL.

La ultrafiltración es un proceso de separación en el cual las partículas sólidas se separan de la solución por filtración mediante membranas. Involucra tamaños de partículas entre 1000 y 1 000 000 de peso molecular para su separación.

La ultrafiltración y la ósmosis inversa difieren de maneras distintas (16):

* La ósmosis inversa involucra membranas con poro de tamaño mas pequeño que los usados para ultrafiltración, así la solución de moléculas con bajo peso molecular no pueden pasar.

* La ultrafiltración opera relativamente a bajas presiones diferenciales, mientras que la ósmosis inversa opera a ciertas presiones altas.

* En la ultrafiltración, las macromoléculas se separan de sales y agua, y el resultado final es una solución mas concentrada de macromoléculas, mientras que en la ósmosis inversa el agua se separa de las sustancias disueltas, y el resultado final es agua con reducidas concentraciones de soluciones.

* En la ultrafiltración, el producto deseado es el retenido por la membrana (el concentrado), mientras que en la ósmosis inversa el producto deseado es

generalmente el que ha pasado por la membrana y el concentrado es descartado (16).

DIAGRAMA No. 3
REPRESENTACION GRAFICA DE LA ULTRAFILTRACION
SOLUCION
♦♦♦♦♦♦♦♦

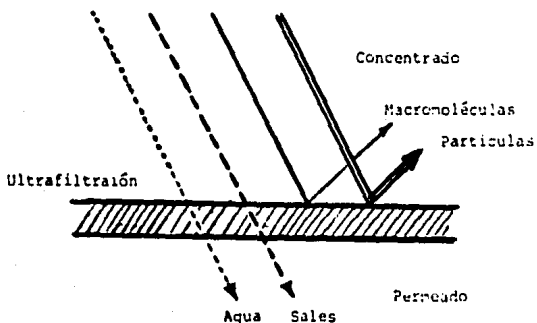
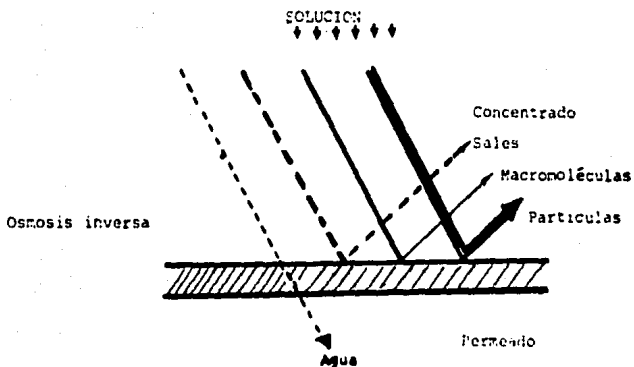


DIAGRAMA No. 4
REPRESENTACION GRAFICA DE LA OSMOSIS INVERSA



2.1.- PROCESO DE SEPARACION MOLECULAR.

DIFUSION.

Es descrita cuantitativamente por la 1a. y 2a. leyes de Fick y están adecuadamente comprendidas en los libros de fisicoquímica. Para nuestros propósitos es suficiente indicar que la proporción del movimiento de cada especie molecular, llama su flujo, es directamente proporcional a lo siguiente (16):

1.- Gradiente de concentración: que es la diferencia en la concentración entre un punto y otro, es el potencial que permite que se lleve a cabo la transferencia de masa.

2.- Difusión constante de la molécula: Este es un valor el cual es primeramente una función del tamaño molecular, y segundo de la forma de la molécula. Las moléculas pequeñas se difunden mas rápidamente que las moléculas grandes, ya que tienen mayor area de contacto superficial las moléculas pequeñas, las moléculas esféricas mas que las fibrosas, ya que su area de superficial es mayor.

3.- Temperatura: Entre más alta sea la temperatura más rápido es el movimiento de las moléculas y más rápido el transporte difusional, ya que favorece la turbulencia del fluido.

4.- Espesor de la membrana: Entre más espesa sea la membrana mas lento es el movimiento, ya que la membrana representa una resistencia al flujo.

5.- El área de la membrana expuesta al fluido; Entre más grande sea el área superficial de la membrana más rápido es el movimiento. Por muchas proposiciones el espesor de la membrana puede ser ignorado, pero el área de la membrana es siempre un factor importante, así que el proceso difusor de la membrana se expresa en términos de unidad del área superficial de la membrana.

Otro fenómeno envuelto en el proceso bajo discusión es el fluido hidrodinámico. El fluido no es un proceso molecular pero envuelve el volumen de movimiento del fluido a través de un medio poroso. La ley básica que gobierna al fluido hidrodinámico es la ley de Darcy, primer desarrollo del movimiento del agua mediante sólidos. Además esta ley está adecuadamente comprendida en libros de texto de reología y de fisico-química.

Para nuestros propósitos, es suficiente indicar que la medida del fluido a través de un medio poroso (como una membrana) es (16):

* Directamente proporcional a la permeabilidad o porosidad del medio. Entre mas grande sea la porosidad, mayor será la velocidad de fluido.

* Directamente proporcional a la diferencia de presiones a través de la membrana. entre más grande sea la diferencia de presión más rápido fluirá.

* Inversamente proporcional a la viscosidad del fluido. Entre más viscoso sea el fluido, será más lenta la velocidad de flujo. La viscosidad del agua es fuertemente influenciada por la temperatura y el agua fría es más viscosa que caliente.

Un fenómeno importante que afecta a la medida de transferir la solución de una membrana es la concentración de polarización.

La concentración de polarización se refiere a un incremento o decremento de la cantidad de solución dentro de una capa límite delgada de la membrana, como resultado de una solución selectiva en el proceso de transporte. Por ejemplo en un proceso osmótico la solución que ha sido rechazada, se acumula cerca de la superficie de la membrana, así su concentración es más alta que en el seno de la solución. Por esta concentración incrementada, el gradiente de concentración que actualmente se está manejando en el proceso es reducido, y afecta adversamente al proceso de transporte.

Bajo algunas condiciones, la concentración en esta angosta película puede aumentar tanto que la película se convierta a una masa muy viscosa y gelatinosa. La difusión mediante esta capa gelatinosa difiere cuantitativamente de la difusión mediante la misma membrana, especialmente en respuesta a la presión diferencial incrementada a través de la membrana. Un requerimiento importante cuando se usa una membrana para un proceso de separación molecular es determinar cuando la difusión del estrato gelatinoso ha reemplazado la difusión de la membrana indicando que la membrana debería ser limpiada o reemplazada. Si no se previene o evita la formación de una capa gelatinosa podría suceder dentro de pocos minutos de la iniciación de la filtración. Una vez que la capa gelatinosa se ha formado, la sustancia coloidal se convierte en factor limitador afectando la medida de fluido antes que la membrana.

Algunas soluciones forman una capa coloidal más fácilmente que otras. La difusión de una molécula es un factor que determina su tendencia a formar una capa gelatinosa, y la difusión es una función de la conformación y peso molecular. Las moléculas más pequeñas se esparcen más rápidamente que las grandes y

las moléculas esféricas mas rápido que las lineales o de peso molecular similar. Con una molécula susceptible para formar una sustancia coloidal, la concentración influenciará la medida de la formación de la solución coloidal. Esto es por que la sustancia que se remueve de la solución, así como está formada una solución coloidal, la concentración está hecha lo suficientemente baja los límites de solubilidad para la substancia no sea alcanzada (16).

En la práctica, la concentración de polarización podría reducirse en varias formas:

- * La mezcla vigorosa induce flujos turbulentos de fluido que pasa la membrana. La influencia de una medida estimulante en transferir a través de una membrana de diálisis.

- * El paso del fluido a través de la membrana en un laminado para fluido tan delgado que los gradientes de la concentración no pueden construirse.

- * Conservar la concentración de la solución baja (menor a 0.5 %).

- * Mantener la presión diferencial tan baja como sea posible.

Otro problema que surge es el efecto de Donnan, el cual resulta cuando una de las soluciones (por ejemplo un

ácido nucleico y proteína) es cargado pero es indifusible (Hwang y kammermeyer, 1975)(48). Como resultado de la difusión de la solución, una distribución desigual de iones a través de la membrana, como resultado. Manteniendo una electroneutralidad se desarrolla una potencia en la membrana. llamada el "potencial de Donnan" el cual tiende a impedir la difusión de mas especies iónicas de tipo opuesto en carga a esas de la especie indifusible.

Con estos principios, puede lograrse un rápido proceso de filtración:

- * Usando una membrana consistente de poros grandes con retentivos de las especies moleculares deseadas.

- * Usando la presión alta que no conduzca a formaciones coloidales.

- * Usando agitación para mantener el fluido en movimiento en la superficie de la membrana.

- * Empezando con la concentración práctica más baja. El deslizamiento de la solución puede ayudar.

- * Incrementar la temperatura compatible más alta con los materiales con que van a ser filtradas.

- * Escoger un pH y una concentración iónica en la cual la solución que ha sido filtrada tiene su máxima solubilidad.

2.2.- ULTRAFILTRACION:

La ultrafiltración es un proceso que mediante una membrana produce una separación, en el cual las moléculas grandes son filtradas de una solución. Hay tres aplicaciones generales para la ultrafiltración (16):

1.- La concentración de una macromolécula por removimiento de disolventes.

2.- Desalado por remoción de microsoluciones, o cambiando la concentración de sal por ultrafiltración contra una solución nueva (esta no es tan diferente como el proceso de diálisis).

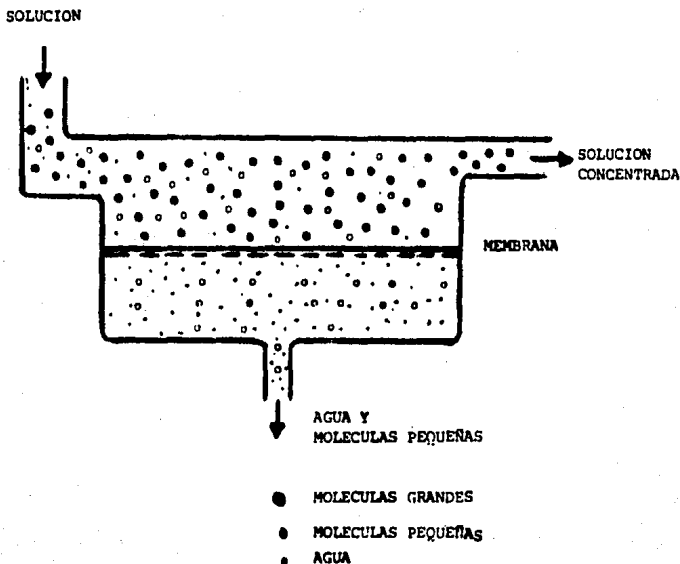
3.- Fracciones de moléculas, separando especies moleculares con base al tamaño. Este último proceso es posible por que las membranas ultrafiltradoras tienen detenido exactamente el valor del peso molecular interrumpido.

En su forma mas simple, para la concentración de macromoléculas, la ultrafiltración envuelve la separación de solventes de una solución. El proceso envuelve el uso de una membrana que es permeable a los disolventes pero impermeable a la solución que va a ser concentrada. La solución fluye a través de los poros de la membrana y es retirada descendiendo por un lado, de

el sistema. El transporte de la solución de moléculas es por convección en el seno de la fase del lado ascendente y la difusión via molecular a través de la membrana. la medida en la cual el disolvente pasa a través de la membrana es un factor determinante a la velocidad en la cual el proceso de ultrafiltración puede seguir. El tamaño del poro de la membrana tendrá una influencia, pero probablemente más importante será la habilidad de la membrana humedecida (en su estado hidrofílico), el espesor de la membrana y la tersura de sus poros.

DIAGRAMA No. 5

PRINCIPIO DE LA ULTRAFILTRACION



2.3.- MEMBRANAS USADAS EN ULTRAFILTRACION.

Los primeros orígenes de las membranas data del año de 1907 que son las originales Bechhold, construidas de nitrato de celulosa. Estando las membranas de ultrafiltración y virtualmente todo el alcance biomédico y tecnológico en membranas antes de la segunda guerra mundial, distribuidas con membranas de este tipo (13).

Esta primera literatura y muchos otros aspectos de la clásica ultrafiltración, ha sido revisada detalladamente por Jacobs (1974).

Las membranas de nitrato de celulosa de este tipo con tamaño de poro de 0.01 micras o mas grandes (peso molecular alrededor de 70 000 o mas), esta disponibles comercialmente varias membranas de filtro (Sartorius, Schleicher, Schuell, M.F.S.).

La mayoría de estas membranas son relativamente isotrópicas, y por el poro abierto son igualmente pequeñas en ambos lados de la membrana, para estas membranas los flujos no son grandes. Con el advenimiento de nueva tecnología para la construcción de membranas anisotrópicas con peso molecular interrumpido en la clasificación de ultrafiltración, se tienen medidas de flujo mucho mas rápido y son generalmente mas controladas para porciones de ultrafiltración.

Estas membranas son fabricadas por Millipore (tipo pellicon), Amicon (hojas Diaflo y fibras concavas o huecas Diaflo), Darr-Oliver (membranas planas) y Nucleopore (membranas U.F., no confundir con membranas de filtro radiación-huella Nucleopore).

El espectro para las membranas de ultrafiltración vendidas por Fisher Scientific está fabricadas por Nucleopore . Para el uso industrial a gran escala, las membranas de fibra concava Amicon se suplen por Romicon, una adopción de las compañías Rohm & Haas y Amicon. Las membranas Romicon también son proporcionadas para la industria en la purificación del agua (49).

Aunque las membranas de ultrafiltración fueron originalmente hechas de materiales de celulosa, hoy en día también las hacen de emicelulosa sintética, tales como, fluoruro polivinilidano, poliacrilonitrilo y polisulfón. Las membranas emicelulóticas son mas resistentes al calor y ataques químicos y son mas ampliamente aplicables en el proceso industrial. Muchas de estas membranas sintéticas son propias y la composición no está en la literatura de la industria. Las membranas de ultrafiltración se caracterizan por su peso molecular nominal interrumpido (M.W.C.O.). Que es

una expresión de la característica de retención de la membrana en términos de moléculas de tamaño conocido. La razón del uso de la palabra nominal es que la forma y carga en la molécula influenciará en su medida de migración a través de la membrana. La retención es medida como M.W.C.O. en el cual 90 % de la moléculas esféricas descargadas del mismo peso molecular debe ser retenido. De cualquier forma, las moléculas lineales con peso molecular mas grande que el M.W.C.O. podría pasar a través de la membrana, mientras que las moléculas cargadas menor que el M.W.C.O. no pueden pasar a través de esta. Las características de la retención de dos líneas extensivas de las membranas de ultrafiltración se dan en las tablas siguientes:

TABLA No. 4
TIPO DE MEMBRANAS DE LA MARCA NUCLEOPOPE (16)

	PESO MOLECULAR	TIPO DE MEMBRANA		
		A	C	F
RO	50	A 0.05		
	100	A 0.1		
UF	500	A 0.5	C 0.5	
	1000	A 1	C 1	
	5000	A 5	C 5	F 5
	10000	A 10	C 10	F 10
	20000		C 20	F 20
	50000	A 50	C 50	F 50
	100000	A 100	C 100	F 100
	300000			F 300
	500000			F 500
	1000000			f 1000

R.O. -> OSMOSIS INVERSA
U.F. -> ULTRAFILTRACION

A.C y F SE REFIERE AL
TAMANO DEL PORO DE MAS
CERRADO A MAS ABIERTO.

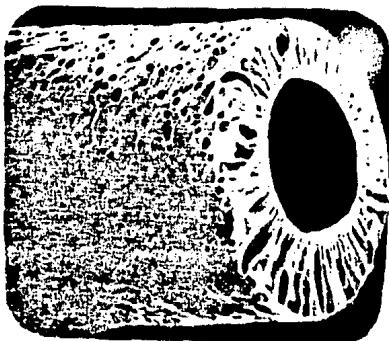
BROCK T.D. 1986 MEMBRANE FILTRATION, SCIENCE TECH.

TABLA No. 5
TIPO DE MEMBRANA DE LA MARCA AMICON (16)

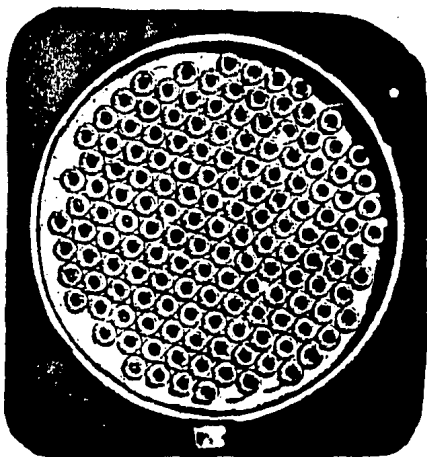
MODELO DE DISCO DE MEMBRANA	PESO MOLECULAR	TIPO DE FIBRA TUBULAR	PESO MOLECULAR
UM05	500		
	1000		
YM5	5000	H1P2	2000
		H5P2	2000
		H1P5	5000
		H10P5	5000
		H1P10	10000
YM10	10000	H5P10	10000
YM10U	10000	H10P10	10000
UM10	10000		
UM20	20000		
PM30	30000		
YM30	30000		
XM50	50000	H1X50	50000
		H10X50	50000
		H1P100	100000
XM100A	100000	10X100	180000
XM300	300000		

BROCK T.D. 1986 MEMBRANE FILTRATION. SCIENCE TECH.

FIGURA No. 3
MEMBRANAS DE ULTRAFILTRACION EN FORMA DE CASSETTE



MEMBRANA EN FORMA DE ESPAGETTI ANTES DE SER COLOCADO EN EL CASSETTE.

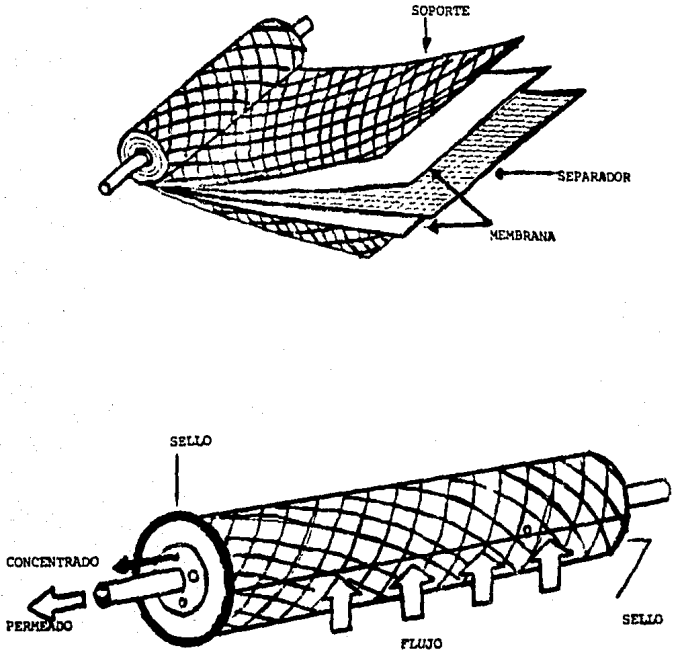


CARTUCHO DE ULTRAFILTRACION EN FORMA DE CASSETTE. OBSERVE LA AGRUPACION DE LAS MEMBRANAS.

BROCK T.D. MEMBRANE FILTRATION. SCIENCE TECH.

FIGURA No 4

MEMBRANAS DE ULTRAFILTRACION EN FORMA DE CARTUCHO DE PELICULA.



BROCK T.D. 1986 MEMBRANE FILTRATION. SCIENCE TECH.

Si se necesita verificar al equipo para ultrafiltración puede hacerse una determinación de la medida de flujo de agua a través de la membrana bajo condiciones estándares de presión diferencial y viscosidad. Así con una medida simple del flujo de agua, podrá probarse y comparar membranas de diferente fabricación o comparar membranas de diferentes lotes o número de la misma fábrica.

2.4.- EQUIPO COMERCIAL USADO CON LAS MEMBRANAS DE ULTRAFILTRACION.

Por muchas proposiciones de industrias, las instalaciones simples pueden bastar, pero para más trabajo con ultrafiltradores, probablemente se deseará un equipo mas completo. Amicon y Nucleopore dan una amplia formación de equipo para el uso de ultrafiltradores, y Millipore vende el sistema Cassette Pellicon. Las presiones necesarias para la ultrafiltración no son altas, así que pueden usarse bombas peristálticas o presión de gas.

Las celdas estimulantes se usan para desalado o concentrado cuando la concentración de la macrosolución no es muy alta. Los factores de la concentración de

100 : 1 pueden obtenerse con una concentración mínima inicial de 0.05 % y una concentración máxima final de 10 % . Estos esquemas dan un sistema cerrado que puede ser puesto a presión y tener provisiones por un estimulante magnético. Un intervalo de medidas se da por varios ensayos usando varios volúmenes, para un volumen mínimo de 0.075 ml a un volumen máximo de varios litros. Estas celdas de estimulación son de presión baja usando alrededor de 5 atm como tolerancia. Para el trabajo a alta presión, el Nuclepore suple una celda estimulante por acero inoxidable de alta presión, que permite la filtración de 400 ml de solución a una presión máxima de 1500 psi (102 atm).

Aminon y Nuclepore ambos surten los ultrafiltros de fibra cóncava y equipo para usarlos con ellos. Los filtros con filtro cóncavo proporcionan una gran área de filtración por unidad de volumen y un eficiente laminado para flujo para reducir los efectos de la polarización. fuera de esto puede permitir flujos de agua mayor y una ultrafiltración mas eficiente.

En el mercado podemos encontrar equipo comercial para ser usado con filtros de fibras cóncava para ultrafiltración, de volúmenes de pocos mililitros (nivel laboratorio), 100 litros (planta piloto), hasta 200 a 1000 litros (nivel industrial).

Las fibras cóncavas son re-usables o pueden ser operadas continuamente por largos periodos de tiempo. El Amicon también ofrece una línea de sistemas de canal delgado los cuales están designadas a minimizar la acumulación de especies de retención en la superficie de la membrana. Los sistemas de canales delgados son particularmente recomendados para filtrar soluciones con concentraciones tan altas como 40 % o para mezclas de fracciones macromoleculares (16).

El sistema Pellicon de ultrafiltración ofrecido por Millipore es de cualquier forma diferente. El ultrafiltro consiste de una membrana delgada semi-permeable adherida a un sustrato poroso. El sustrato tiene estabilidad mecánica, pero ofrece pequeña resistencia de flujo y por el material de filtro activo por sí mismo es muy delgado, se pueden alcanzar medidas altas de flujo. Los ultrafiltros Pellicon se presentan en diferentes formas: discos, hojas, paquetes y en forma de cassette para ser usado en el sistema cassette Pellicon. Están disponibles cinco tipos de filtro con M.W.C.O. valuados de 1 000 a 1 000 000. Los filtros pueden usarse en cualquier clase de instalación y puede operar a presiones arriba de 100 psi.

2.3.- USOS DE LA ULTRAFILTRACION A ESCALA INDUSTRIAL.

La tecnología de la ultrafiltración se ha convertido en una industria extensa.

En la industria láctea la ultrafiltración es ampliamente usada para el proceso del suero y últimamente para la fabricación de quesos. El suero es un líquido que permanece después de que la caseína de la leche ha sido coagulada para la fabricación de quesos; presenta algunos ajustes serios de problemas por la alta demanda de oxígeno bioquímico, pero es difícil usarlo en cualquier proceso práctico por su relativa baja concentración de materiales orgánicos.

La ultrafiltración es usada para separar las proteínas y lactoalbúmina del suero y la lactoalbúmina para su subsecuente utilización (Delaney y Donnelly 1977; Hwang y Kammermeyer 1975) (21) (48).

C A P I T U L O I I I

ASPECTOS TECNICOS DE LA ULTRAFILTRACION EN LA ELABORACION DE QUESOS

3.1.- EQUIPO

3.1.1.- MODULOS

3.1.2.- ELEMENTOS DE DISEÑO DE PLANTAS DE ULTRAFILTRACION

3.2.- PROCESO DE ULTRAFILTRACION PARA LA ELABORACION DE QUESOS

3.3.- APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS (PERMEADO)

3.1.- EQUIPO

3.1.1.- MODULOS.

Los módulos de ultrafiltración consisten en un conjunto de placas abiertas con membranas o de columnas conteniendo en su interior las membranas, que son afirmadas por dos pernos externos semejantes a las de un pasteurizador de placas.

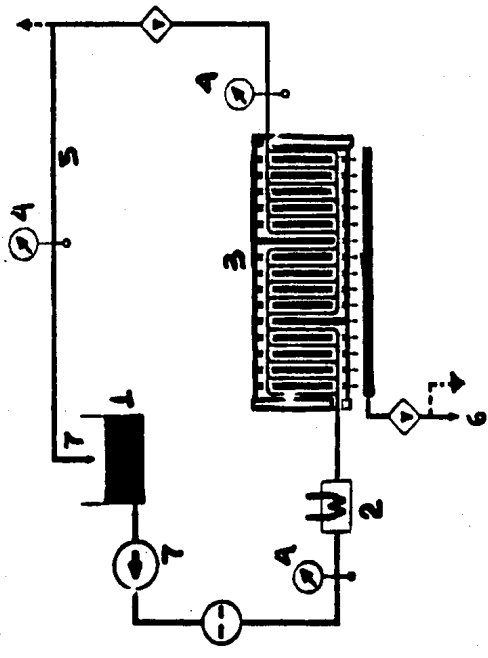
Las membranas se fijan a las placas mediante anillos que van formando los canales de alimentación y de concentrado. El permeado sale por el interior de la placa de soporte, que en realidad es una placa doble.

En el caso de las columnas son equipos en los cuales están constituidos de algún material transparente (acrílico) en el cuyo interior están acomodadas las membranas de tal forma que el flujo va de abajo hacia arriba por medio de presión que se aplica al producto que pasará por esta. Las membranas son de forma larga, delgada y cilíndrica, y están selladas entre sí para no permitir fugas en el proceso.

Estos equipos se pueden colocar o arreglar de acuerdo a las necesidades que se tengan (5).

En las siguientes figuras se puede mostrar los arreglos básicos de operación:

DIAGRAMA No. 6
EQUIPO DE ULTRAFILTRACION POR MEDIO DE CARGAS



CATALOGO ALFA I VAL

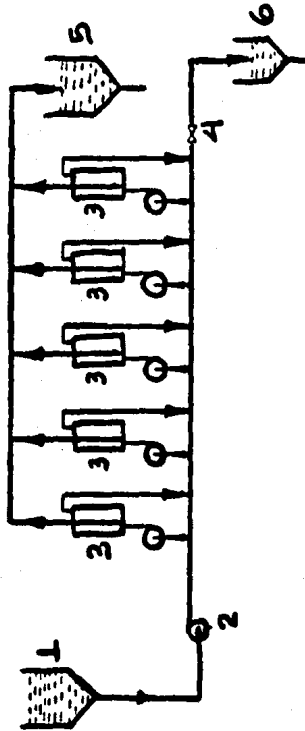
En esta figura se muestra la operación de una planta por medio de cargas; es decir, en ella el producto se recircula hasta que se logra el grado de concentración deseado.

Se distinguen los siguientes elementos:

- 1.- Estanque de balance con producto a concentrar
- 2.- Bomba de alimentación que es la que va a producir la recirculación del producto.
- 3.- Módulo de concentración.
- 4.- Válvula de regulación de la contrapresión.
- 5.- Línea de recirculación.
- 6.- Salida del permeado.
- 7.- Salida del concentrado.

DIAGRAMA No. 7

EQUIPO DE ULTRAFILTRACION DE OPERACION CONTINUA (4)



ANON. ULTRAFILTRATION AND CONTINUOUS COAGULATION IN CHEESE MAKING. FOOD ENGINEERING INTERNATIONAL 6(5) 46-47 (1981).

En esta figura, el esquema muestra una planta de operación continua o de un sólo paso.

En este sistema el líquido a concentrar sólo pasa una sola vez a través del equipo y así se separa un concentrado y un permeado. Este sistema no posee sistema de recirculación como el sistema anterior.

Presenta serias desventajas:

- Todos los permeados de operación del proceso están predeterminados y son fijos.
- El producto a concentrar debe ser muy uniforme a fin de poder tener un concentrado uniforme.
- La limpieza se torna difícil.

En este esquema se distinguen los siguientes elementos:

- 1.- Estanque de balance con producto a concentrar.
- 2.- Bomba de alimentación.
- 3.- Módulo de concentración.
- 4.- Válvula de regulación de contrapresión.
- 5.- Salida del permeado.
- 6.- Salida del concentrado.

3.1.2.- ELEMENTOS DE DISEÑO DE PLANTAS DE ULTRAFILTRACION.

Para poder diseñar o escoger un equipo de ultrafiltración lo que se debe de hacer es calcular el área de membrana necesaria para el proceso de concentración. Para hacer este cálculo es necesario conocer los siguientes factores (14):

- 1.- Composición y cantidad del producto a concentrar.
- 2.- Composición del concentrado que se desea obtener, así como el volumen.
- 3.- Temperatura de operación.
- 4.- Pretratamiento del líquido a concentrar.

El conjunto de estos factores permite calcular las cantidades de membrana y tipo que van a ser utilizados.

Otro factor que interviene es el " Flux " que es flujo por unidad de área (en este caso litros sobre metro cuadrado de membrana durante una hora) el cual se calcula con la fórmula (16):

$$\text{FLUX} = \frac{\rho \pi r^4 \Delta P t}{8 n d}$$

Donde:

ρ = viscosidad

r = radio del poro (cm)

A = área de la membrana (cm²)

P = presión (bar)

t = tiempo (h)

n = número de poros (cm²)

d = longitud de capilaridad (cm)

Una vez que se calcula el flux, es posible calcular el área de membrana necesaria para realizar la concentración, el cálculo se log.a con la fórmula siguiente (26):

$$\text{membrana (m }^2 \text{)} = \frac{\text{Cantidad de líquido permeado (L/h)}}{\text{Flux (L / m }^2 \text{ h)}}$$

Una vez que se conoce el área de membrana requerida, es necesario realizar los calculos para saber el número de módulos que se van a distribuir, para ello hay que considerar el factor de eficiencia igual a uno, para lograr el calculo de número de módulos se realiza

mediante la fórmula:

Número de módulos = Metros cuadrados de membrana

**-----
(Metros cuadrados de membrana que se
desaan por módulo)(Factor de eficiencia**

Para distribuir los módulos en cada circuito hay que considerar:

- Que en la ultrafiltración las secciones de los módulos se alimentan en serie y las pérdidas de presión no sean mayores a 4 - 8 Bar de presión.

La pérdida de presión a través del módulo va a depender del número de secciones, de la viscosidad del producto y a la temperatura de operaci'..

Por lo que en el sistema de ultrafiltración se usan bombas que trabajan en presiones de 4 - 8 Bar.

Una vez que todos estos factores han sido tomados en cuenta, podemos realizar el diseño de una planta de ultrafiltración, para el trabajo que se quiera realizar.

3.2 .- PROCESO DE ULTRAFILTRACION PARA LA ELABORACION DE QUESOS

La ultrafiltración mediante membranas es un método de producción que en los años recientes ha tenido un desarrollo comercial y se está usando cada vez mas en la industria lechera, especialmente en la producción de quesos y en el tratamiento de suero.

El desarrollo comercial de esta tecnología prácticamente comienza en el año de 1972. Tiene dos aplicaciones básicas que son las que van a originar el proceso:

-Cuando tratamos de remover agua exclusivamente, es decir, cuando estamos haciendo una concentración de sólidos que están en solución, tenemos un proceso de hiperfiltración.

-Cuando realizamos una purificación o separación de elementos solubles de la solución, esto es una selección de las proteínas y materia grasa en el caso de la leche, y tenemos un proceso de ultrafiltración.

Cuando se usa la técnica de ultrafiltración en la elaboración de quesos, la leche es primero concentrada por ultrafiltración. luego el concentrado obtenido se coagula mediante cuajo. En este caso al pasar por ultrafiltración, se ha obtenido un permeado equivalente al suero del proceso tradicional, pero al

contrario del suero. el permeado no contiene ni grasa. ni proteínas. sólo una pequeña cantidad de nitrógeno no proteico (NPN). lo anterior significa:

* 100 % de utilización de la grasa = + 10 %

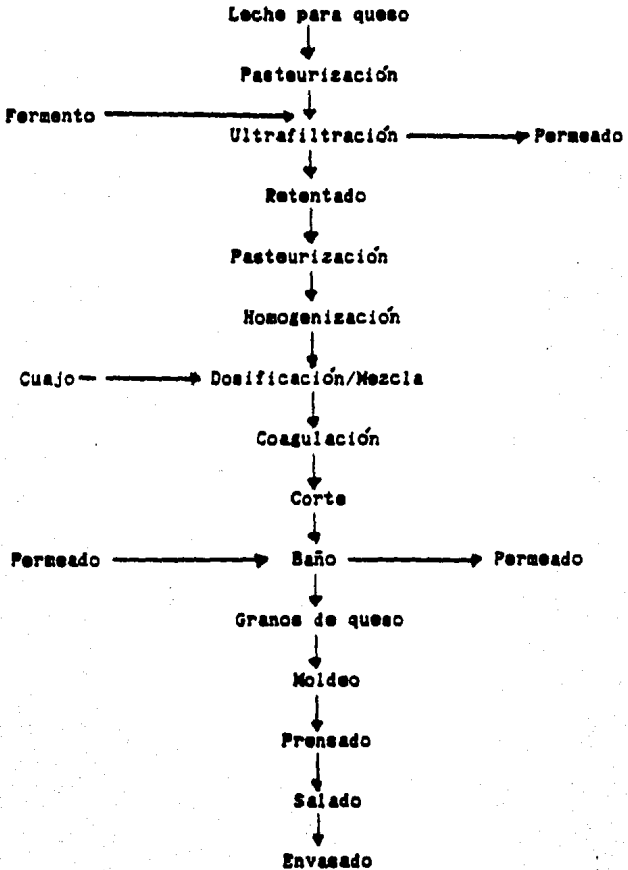
* 95 % de utilización de proteínas de la leche = + 20 %

La leche empleada para la producción de queso se estandariza para poder tener un producto con 50% de grasa en la materia seca. la leche es pasteurizada a 72 grados centígrados durante 15 segundos y enfriando a 50 grados centígrados. luego de este enfriamiento pasa a esta temperatura a el proceso de ultrafiltración. hasta obtener un 40 % de solidos totales (correspondiendo a un Brix de 38). después se pasteuriza el concentrado a 72 grados centígrados durante 15 segundos. luego se enfría a 30 grados centígrados para su maduración.

Después pasará por varios procesos: moldeado. prensado. salazón y envasado. para así obtener el producto final (2).(3).(8).(16).(32).(42).

DIAGRAMA No. 8

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACION DE QUESO POR EL METODO DE ULTRAFILTRACION



La técnica de ultrafiltración permite una mejor utilización económica de los nutrientes de la leche, especialmente del contenido de proteínas, cuando se compara con la elaboración tradicional de quesos:

a) Mayor rendimiento:

Cuando las ganancias de rendimientos suman el 20 % o mas, ello significa que la inversión necesaria para una planta de producción puede ser amortizada rápidamente. Dependiendo del tamaño de la producción de queso y el tipo de queso, el capital invertido en una planta de producción de ultrafiltración, puede ser recuperada dentro de los 12 a 24 meses por ganancias extras en rendimientos.

b) Valor nutricional:

El queso producido por la técnica de ultrafiltración, contiene las proteínas del suero que son muy valiosas y en consecuencia, el producto ultrafiltrado tiene un valor nutricional mas alto que el queso elaborado en forma tradicional.

c) Cantidad de leche:

El uso de la técnica de ultrafiltración en la elaboración de quesos, ofrece la ventaja que mas leche

puede quedar disponible para otros propósitos, o que la producción de quesos pueda aumentarse en un 20 % en base a la misma cantidad de leche. Estos factores deben considerarse especialmente en las áreas de producción bajas en leche.

d) Técnicas de producción:

la nueva técnica de producción, basada en ultrafiltración facilita la elaboración de quesos. Este nuevo proceso es fácil de realizar y de automatizar. El proceso también permite obtener un producto en forma más fácil con una calidad bacteriológica excelente que le otorga una mayor conservación.

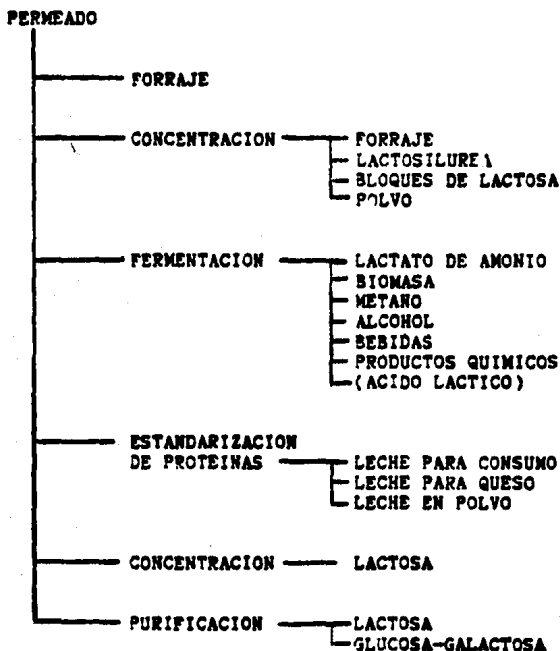
3.3.- APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS (PERNEADO).

El permeado es aquella parte de la leche o de suero que durante la concentración por ultrafiltración pasa a través de las membranas. Su composición es muy similar al suero de queso, pero le falta el contenido de proteína, en su mayor parte es agua, lactosa, sales, ácido láctico y componentes nitrogenados de bajo peso molecular (48)(56).

El permeado es un contaminante bastante fuerte, con un BOD de 25 - 40 000 mg de oxígeno por litro. En consecuencia, se han hecho gran cantidad de investigaciones a fin de buscar una utilización a este permeado.

En la tabla siguiente, se muestran algunas de las aplicaciones posibles del permeado:

DIAGRAMA No. 9
 APLICACIONES POSIBLES DE PERMEADO DE
 ULTRAFILTRACION



FORRAJE ANIMAL:

Una cantidad importante del permeado que se produce hoy en día es usado para alimentar cerdos y bovinos. Dentro de estos compuestos o productos para la alimentación de bovinos, uno de los mas interesantes para nosotros es la lactosilurea y el lactato de amonio.

La urea se usa como una fuente de nitrógeno no proteico para la alimentación de los rumiantes. La descomposición microbiológica de la urea en el rumen de los bovinos pueden producir sin embargo, niveles excesivos de amonia, lo que se constituye en un elemento tóxico para el animal.

Por reacción de la urea con permeado concentrado, se puede producir lactosilurea. Este producto es hidrolizado lentamente en el rumen y en consecuencia se puede aumentar la cantidad de nitrógeno inorgánico que se utiliza en la alimentación.

La misma ventaja puede ser obtenida usando lactato de amonio. Este producto se elabora manteniendo una fermentación anaeróbica controlada del permeado concentrado como por ejemplo: *Lactobacillus bulgaricus*. El ácido láctico así producido es neutralizado continuamente mediante el agregado de amoniaco, con lo

cual se obtiene una alta conversión de lactosa a lactato. El producto fermentado final contendrá alrededor de 60 % de sólidos y puede reemplazar hasta un 25 % del forraje corriente para ganado.

ELABORACION DE ALCOHOL:

En una forma similar, el permeado puede ser fermentado a alcohol mediante una fermentación anaeróbica, obteniendo un alcohol de calidad comestible.

JARABES DE GLUCOSA-GALACTOSA:

La hidrólisis de la lactosa a sus dos componentes monosacáridos, galactosa y glucosa, produce un edulcorante con un dulzor mayor y una solubilidad. Esta hidrólisis puede ser obtenida en un intercambiador de cationes a una temperatura de 95 grados centígrados. La hidrólisis de la lactosa también se puede hacer mediante enzimas.

Cualquiera que sea el sistema puede obtenerse más de un 90 % de hidrólisis y estos jarabes de galactosa-glucosa, han sido probados con éxito como reemplazantes de azúcar o jarabes de maíz, en un sin número de productos que incluyen: mermeladas, gel de pectina, medios de fermentación para cervezas, etc.

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

C A P I T U L O I V

- 4.1.- ELABORACION DE QUESO FRESCO POR METODO DE ULTRAFILTRACION**
- 4.2.- ELABORACION DE QUESO MOZZARELLA POR METODOS DE ULTRAFILTRACION**
- 4.3.- ELABORACION DE QUESO COTTAGE POR METODOS DE ULTRAFILTRACION**
- 4.4.- ELABORACION DE QUESO CHEDDAR POR METODOS DE ULTRAFILTRACION**

4.1.- ELABORACION DE QUESO FRESCO MEDIANTE ULTRAFILTRACION

El método para la elaboración de queso fresco se puede realizar de la siguiente manera:

El nivel de materia grasa en la leche se estandariza en relación al nivel de proteínas, esto es, por ejemplo, con 3.5 % de proteínas. la cantidad de materia grasa será aproximadamente 2.0 % (9).

Después de que se haya estandarizado la leche pasteurizada, entonces el pH de la leche se ajusta si es necesario. Esto puede ser mediante leche fermentada o usando ácidos orgánicos o ácidos minerales de grado comestible. Si se usa leche fermentada, se hace necesaria una segunda pasteurización (9)(53).

La concentración por ultrafiltración tiene lugar a 50 grados centígrados. La leche se concentra al nivel del sólido requerido (35%), en un módulo de ultrafiltración DDS- modulo UF 37 o un equipo PASILAC módulo 37, con membranas de poro para pesos moleculares de 20 000 a una presión de 3.5 Kg/cm² (9)(38)(57).

Después de la concentración, el retentado es pasteurizado, homogenizado y enfriado a la temperatura de coagulación. Luego el cuajo es dosificado al

retentado y mezclado en recipientes de aproximadamente 25 litros. Después de la coagulación, el retentado es cortado en pequeños cubos. Este paso en el proceso es necesario para conseguir la estructura correcta en el queso final. Los granos son recibidos en un baño de permeado, y se llenan los moldes. El queso necesita entonces un corto tiempo de prensado, y no necesita darle vuelta durante el prensado.

Después del prensado el queso esta listo para el salado o el envasado.

Los cálculos del consumo de leche en el queso tradicional contra la producción de queso fresco mediante ultrafiltración son (9):

100 Kg de queso

100 Kg de queso contienen:

Sólidos totales	41.5 %	=	41.5 Kg
Materia grasa (s/ST)	30.5 %	=	12.7 Kg
Sal	1.5 %	=	1.5 Kg
Sólidos no grasos (s/ST)	58.3 %	=	24.3 Kg
Otros	3.0 %	=	3.0 Kg
Agua		=	58.5 Kg

TOTAL			100.0 Kg

retentado y mezclado en recipientes de aproximadamente 25 litros. Después de la coagulación, el retentado es cortado en pequeños cubos. Este paso en el proceso es necesario para conseguir la estructura correcta en el queso final. Los granos son recibidos en un baño de permeado, y se llenan los moldes. El queso necesita entonces un corto tiempo de prensado, y no necesita darle vuelta durante el prensado.

Después del prensado el queso esta listo para el salado o el envasado.

Los cálculos del consumo de leche en el queso tradicional contra la producción de queso fresco mediante ultrafiltración son (9):

100 Kg de queso

100 Kg de queso contienen:

Sólidos totales	41.5 %	=	41.5 Kg
Materia grasa (s/ST)	30.5 %	=	12.7 Kg
Sal	1.5 %	=	1.5 Kg
Sólidos no grasos (s/ST)	58.5 %	=	24.3 Kg
Otros	3.0 %	=	3.0 Kg
Agua		=	58.5 Kg

TOTAL			100.0 Kg

100 Kg de leche descremada

100 Kg de leche descremada contienen:

3.4 Kg de proteínas

4.7 Kg de lactosa

1.0 Kg de cenizas + ácido

9.1 Kg en total de sólidos totales

Procesamiento de queso tradicional

100 Kg de leche descremada daran:

2.55 Kg de proteínas

0.50 Kg de lactosa, cenizas y ácido

3.05 Kg sólidos totales al quec

Procesamiento de queso por ultrafiltración

100 Kg de leche descremada daran:

3.10 Kg de proteínas

1.03 Kg de lactosa, cenizas y ácido

4.13 Kg de sólidos totales al queso

Materia prima para elaborar 100 Kg de queso fresco

incluyendo la grasa :

	Queso fresco tradicional	Queso fresco U.F.	Economía por 100 Kg queso
Kg leche descremada	895.08 (1)	861.02 (2)	234.06
Kg materia grasa	13.50 (3)	13.09 (4)	0.41
Kg de leche entera	908.58	874.11	
% de materia grasa en la leche entera	1.49	1.94	

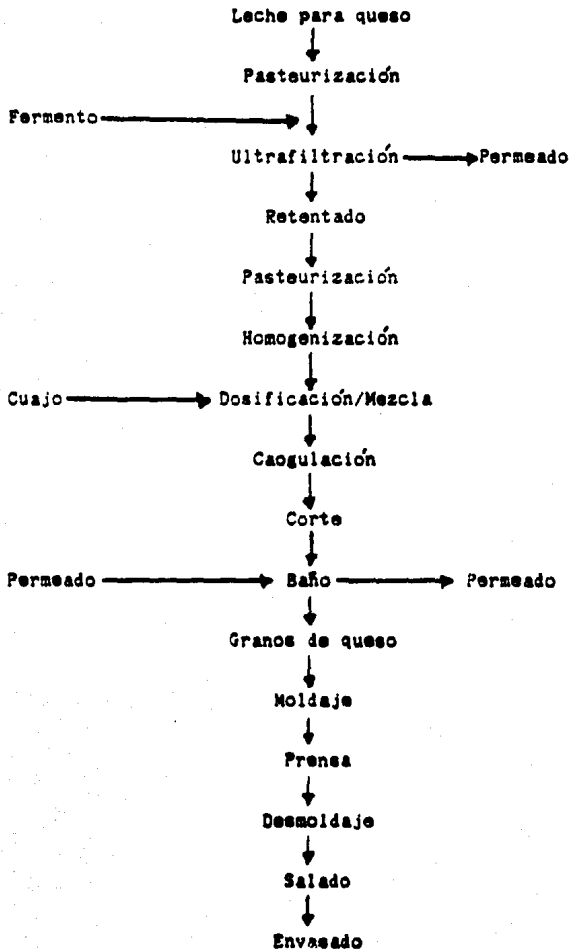
Ahorros en consumo de leche descremada = 26.15 %

Ahorros en consumo de materia grasa = 3.04 %

En otras palabras se puede observar que utilizando la técnica de ultrafiltración en la producción de queso fresco, hará posible aumentar los rendimientos de un 11.4 % a 14.8 % .

DIAGRAMA No 10

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACION DE QUESO
FRESCO POR TECNICAS DE ULTRAFILTRACION



4.2.- ELABORACION LE QUESO MOZZARELLA POR ULTRAFILTRACION.

El queso Mozzarella es muy popular en muchos países, y este queso también puede ser elaborado por la técnica de ultrafiltración.

Generalmente el queso Mozzarella se conoce bajo dos variedades, uno de alta humedad y otro de baja humedad. Ambos tipos en principio son hechos de la misma manera con la única diferencia que la leche entera es ultrafiltrada a 35 - 38 % de sólidos o 48 - 50 % de sólidos totales en el caso de baja humedad (25).

La leche se estandariza y pasteuriza a 72 grados centígrados por 15 segundos. Entonces la leche es preacidificada a fin de cambiar el balance de calcio, de modo que una mayor cantidad de sales de calcio sean removidas durante el proceso de ultrafiltración. La concentración se realiza a 90 grados centígrados, a una presión de 4.5 Kg/cm², en un equipo A/S system ALFA-LAVAL o en un módulo 37/PASILAC, con membranas de ultrafiltración con un poro para moléculas de 20 000 de peso molecular (26).

Después de la concentración final, el retentado es enfriado a la temperatura de acidificación, se le agrega

el cultivo o ácido y entonces, una vez que se logra un cierto grado de acidificación se agrega el cuajo.

El coágulo es acidificado para alcanzar el pH óptimo antes de ser trabajado. El trabajo que se realiza es similar al tradicional, es decir al cortado, calentamiento, filado de la masa, moldeo, enfriado y salado.

El procesamiento de Mozzarella mediante ultrafiltración en un producto con el 47.5 % y un 40.0 % de materia grasa sobre sólidos, da un rendimiento extra del 18.3 % cuando se le compara con el procesamiento tradicional. Este mayor, según cual sean las condiciones que se tomen en cuenta, es suficiente como para producir la recuperación de la inversión de capital en dos años.

Realizando una comparación entre el proceso tradicional para la elaboración de queso Mozzarella y por métodos de ultrafiltración se pueden observar las comparaciones con respecto al consumo de la leche (25)(37):

100 Kg de queso:

100 Kg de queso contienen:

Sólidos totales	40.5 %	= 40.5 Kg
Grasa	40.0 % s/ST	= 16.4 Kg
Sales	0.7 %	= 0.7 Kg
Sólidos no grasos		= 23.4 Kg
Agua		= 59.5 Kg

		100 Kg

Utilizando leche descremada en el proceso obtenemos:

De 100 Kg de queso obtenemos:

	Leche descremada (Kg)	Queso tradicional (Kg)	Queso ultrafiltración (Kg)
Proteínas	3.5	2.6	3.1
Lactosa	4.7	0.5	0.6
Cenizas + ácido	1.0		
	-----	-----	-----
	9.2	3.1	3.7

Comparando 100 Kg de queso Mozzarella por el método tradicional y el de ultrafiltración respectivamente tenemos que:

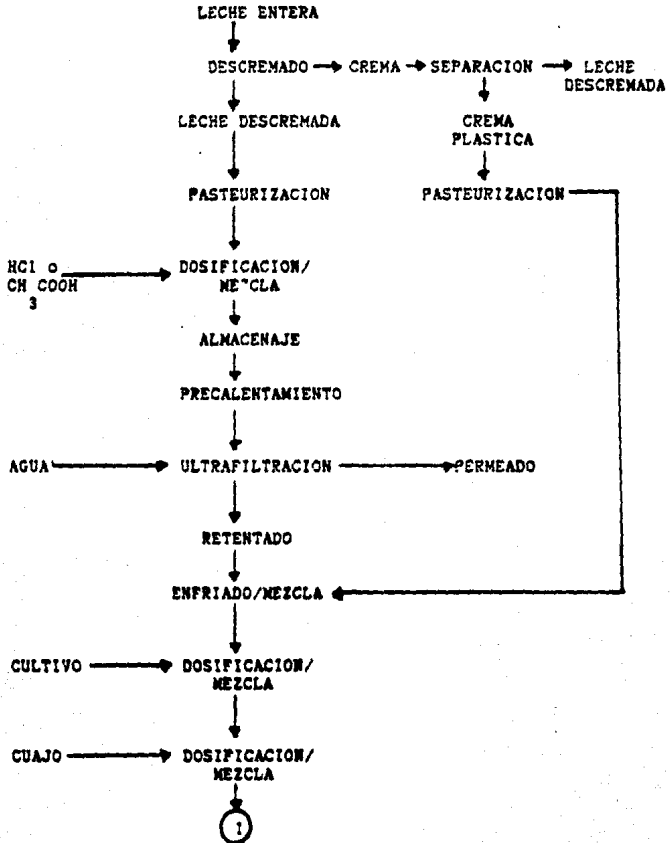
	Tradicional	Ultrafiltración	Ahorro
Consumo de leche	754.84	632.43	122.40
Consumo de grasa	16.77	15.40	0.37
	<u>771.61</u>	<u>648.83</u>	

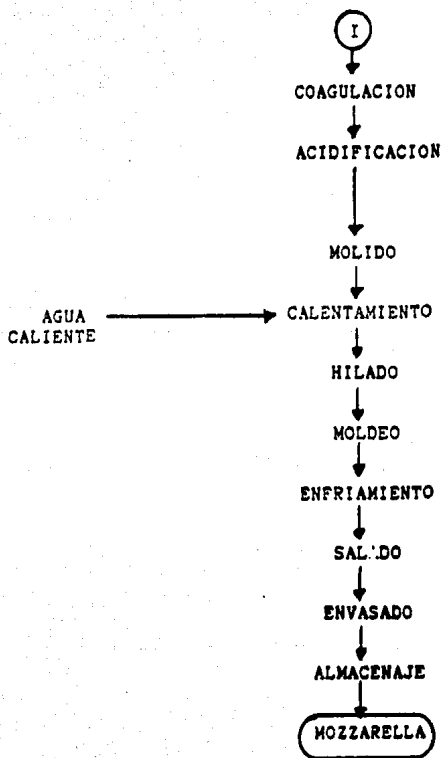
El ahorro de consumo de leche es de un: 16.2 %

Ahorro en el consumo de materia grasa es de: 2.2 %

DIAGRAMA No. 11

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE QUESO MOZZARELLA
POR METODOS DE ULTRAFILTRACION





4.3.- ELABORACION DE QUESO COTTAGE POR METODOS DE ULTRAFILTRACION.

La elaboración de queso Cottage es similar a la del queso Mozzarella por métodos de ultrafiltración., pero con ciertas modificaciones específicas que son necesarias para su elaboración. estas modificaciones son las de humedad y alto contenido en sólidos (57).

En el proceso de fabricación de este queso. se utiliza leche descremada, ya que esta puede afectar a la membrana de ultrafiltración si tiene un alto contenido en grasa ya que puede tapar a los poros. La leche ya descremada y pasteurizada se ultrafiltra a una temperatura de 52 grados centígrados con una presión de 3.4 kg/cm². con un equipo 22S ABCOR y con una membrana de ultrafiltración con poros. para pesos moleculares de 20 000 hasta obtener un concentrado con el 20 % de proteínas o aproximadamente de 48 - 52 grados Brix (57)(24)(23).

Una vez obtenido el concentrado se coloca en tinas de acero inoxidable a una temperatura de 32 grados centígrados y se le agrega un 5 % de iniciador láctico. mezclado con *Leuconostoc cremoris*. Dejando así acidificar el concentrado.

Una vez ácido el concentrado. se le agrega 22 ml de cuajo de origen bovino (1:10 000) por cada 100 kg de concentrado.

Después de haber obtenido la cuajada ya del concentrado, cuando el pH sea de 4.7 aproximadamente se procede a cortar la cuajada con cuchillas de alambre de 1.3 cm² de malla, este proceso es con el objeto de desuerar el poco suero que contiene la cuajada ya que la mayoría de este fue removido durante la ultrafiltración (57).

Se cuecen los trozos de cuajada obtenida a una temperatura de 49 grados centígrados aproximadamente durante una hora, después de esta operación se deja reposar la cuajada ya cocida durante 12 horas a una temperatura de 4.5 grados centígrados una vez ya transcurrida las 12 horas se procede a un ajuste de contenido graso, agregándole aproximadamente el 4.2 % de grasa, y agregando el 1 % de sal.

Una vez ya realizadas las operaciones anteriores, se procede a un moldeado y a un envasado, para el envasado se puede utilizar papel aluminio de poco grosor y cajas. Los resultados obtenidos en la elaboración de 100 kg de concentrado fueron de aproximadamente de 4.25 a 4.84 kg de proteína y de 3.06 a 3.52 kg de sólidos totales y de 4.8 a 4.9 kg de nitrógeno no proteico.

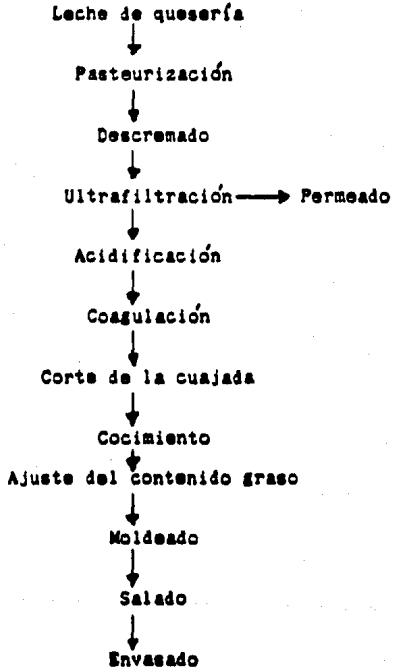
Analizando el producto final ya como queso se obtuvieron los resultados siguientes:

H ₂ O	% Grasa	% Proteína	% Ceniza
78.0	0.58	22.3	0.80

El sabor del queso es aceptable y su apariencia igualmente. Cuando el queso es bajo en su contenido en proteínas generalmente su apariencia es suave, con una textura lisa. Cuando se obtiene un queso con alto contenido en proteínas la textura se mejorará, dando una apariencia similar a la de un queso elaborado en forma tradicional (55).

DIAGRAMA No. 12

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE QUESO COTTAGE
POR TECNICA DE ULTRAFILTRACION



4.4.- ELABORACION DE QUESO CHEDDAR POR METODOS DE ULTRAFILTRACION.

La elaboración de queso Cheddar es similar a las dos anteriores, pero con modificaciones y ajustes necesarios.

Este es uno de los quesos mas difíciles de elaborar por métodos de ultrafiltración, ya que para conseguir una textura y apariencia adecuada es muy difícil de lograrlo.

La leche utilizada para la elaboración de este tipo de queso, es leche entera, y pasteurizada. Esta es ultrafiltrada a una temperatura de 50 grados centígrados y concentrada aproximadamente a un 30 % de su volumen original. En este proceso se utilizan equipos de ultrafiltración PASILAC /DDS 35-9-3, los cartucho utilizados son de PASILAC (GR 61P). (57)(25).

Una vez ya obtenido el concentrado es enfriado a una temperatura de 32 grados centígrados e inoculado con *Streptococcus cremoris* (para 100 Kg de concentrado se utilizan aproximadamente 70 g de este) y se le agrega cuajo de origen bovino con una potencia de 1:10 000 (para 100 Kg de concentrado se utiliza aproximadamente 250 ml), en tinas de acero inoxidable (25).

Después de haber obtenido una cuajada apropiada, se corta en trozos con cuchillas de acero inoxidable con una malla de 1.3 cm².

Una vez desuerado el prequeso, los trozos son colocados juntos y se procede a fundir, una vez ya fundidos se corta en bloques la pasta resultante de este proceso. Se procede con un cheddarizado igual que el método tradicional a una temperatura de 38 grados centígrados durante 80 minutos, una vez chedaarrizada la pasta se corta en trozos, para proseguir con un salado de esta con un 2.0 % de sal, rodeando todos los trozos en sus paredes con sal (57).

Después de haber obtenido ya la pasta salada, se procede a comprimirla, para luego pasar al moldeado y al envasado, para así obtener ya el producto final, para dejarlo madurar adecuadamente (41).

Los resultados obtenidos por B.J.Sutherland y G.W. Jameson, para el producto final ya como queso fueron (90):

% Grasa	% Proteína	% H ₂ O
31.2±0.6	23.4±0.3	39.3±0.6

Uno de los problemas principales que se observan en la fabricación de queso Cheddar por métodos de

ultrafiltración son: la debilidad en su estructura, la pasta tiene una apariencia harinosa y pastosa en algunos casos, pegajoso, húmedo y muy viscoso, en la mayoría de las ocasiones se presenta un sabor muy insípido.

Comparando los procesos de elaboración por ultrafiltración con los tradicionales se observan los siguientes puntos:

Ganancias o ahorros en las materias primas (57):

Consumo de leche: 16.2 %

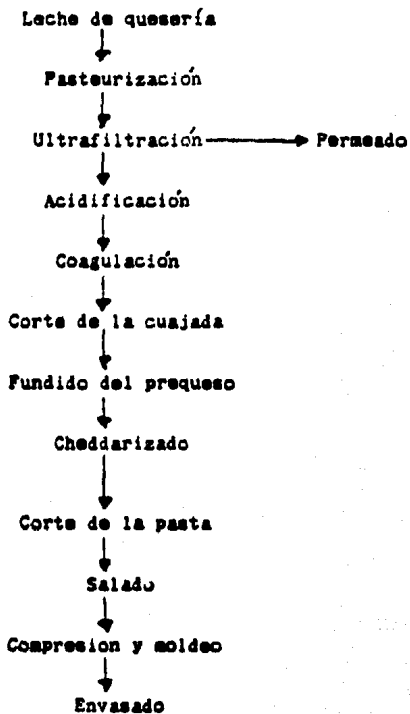
Consumo de grasa: 1.5 %

Cuando se elaboran 100 Kg de queso Cheddar por métodos de ultrafiltración se tiene un gran ahorro de 151.5 Kg de leche y de 0.5 Kg de grasa.

Pero cabe mencionar que este proceso de ultrafiltración es muy complicado para este tipo de queso, por que hay que conservar las características óptimas de elaboración para poder obtener un queso que sea similar o parecido al obtenido por el proceso tradicional, ya sea en textura y sabor que son unos de los puntos más importantes en la calidad de este queso (57).

DIAGRAMA No. 13

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE QUESO CHEDDAR
POR TECNICAS DE ULTRAFILTRACION.



CAPITULO V

CONCLUSIONES

Utilizando las técnicas de ultrafiltración para la elaboración de quesos, se observan puntos importantes, ya que utilizando éstas técnicas, se obtienen quesos de buena calidad nutricional, ya que las proteínas del suero se incorporan al producto. Estas proteínas son de un valor nutricional muy alto por lo que se obtiene un queso con una calidad nutricional muy alta, comparándolo con los procesos tradicionales.

La economía en la producción de quesos por las técnicas de ultrafiltración, permiten disponer de un mayor volumen de leche, ya que con estas técnicas se puede disminuir el consumo de leche y así poder utilizar esta para otros fines o propósitos, y además permite mantener un mayor control sobre las pérdidas de producción.

Las técnicas de ultrafiltración permite obtener un mayor rendimiento hasta de un 30 % y un menor uso de materias primas, por lo cual permite recuperar el valor de la inversión en un periodo muy corto, pero esto dependerá de la cantidad de queso que se elabora y a su vez se comercialice.

Son métodos ya desarrollados las técnicas de ultrafiltración, para la elaboración de queso Fresco, Mozzarella, Cottage y Cheddar.

Con esta técnica en la elaboración de quesos se observó un ahorro en el consumo de materias primas, sobre todo en el consumo de leche que es de un 15 a 30 %, lo cual permite pensar que es posible realizar estos quesos sin ningún problema, ya que la leche se puede usar para elaborar otros productos o aumentar la producción de quesos, teniendo así un volumen mayor de éste.

En la elaboración de estos quesos utilizando estas técnicas de ultrafiltración, se ve la ventaja de obtener un rendimiento mayor en grasa (100 %) y de proteína (95 %) de la leche, que son utilizadas en la elaboración de estos quesos, contra los valores de 40 % en grasa que se obtiene en la elaboración de queso por los métodos tradicionales.

Además todos los quesos elaborados por esta técnica, tienen un valor nutricional muy alto, por la gran concentración de proteínas de leche que se realiza. Las proteínas del suero son además incorporadas al concentrado por lo que se obtiene un concentrado rico en proteínas. La cantidad de proteína en el producto final

varia de acuerdo al tipo de queso y la concentración obtenida. por lo regular están entre un 20 a 30 % contenidas en un queso elaborado por procesos de ultrafiltración. por métodos tradicionales de obtienen aproximadamente 18 % de proteína.

El contenido de grasas es elevado ya que las moléculas de estas son de tamaño grande y a su vez se pueden retener muy bien por las membranas de ultrafiltración y así ser incorporadas en un 100 % al concentrado utilizado en la elaboración de los quesos. Por lo que se puede tener un ahorro del 1.5 al 3.0 % en el consumo de grasa.

Comparando la elaboración de quesos por métodos tradicionales y de ultrafiltración. se observan muchas ventajas las cuales son: el ahorro en el consumo de materias primas, se disminuye el volumen de leche que se va a utilizar en la elaboración y además se pueden trabajar cantidades grandes de leche, ya que estas técnicas ofrecen un manejo sencillo.

Los subproductos obtenidos en la concentración de leche por estas técnicas. se pueden aprovechar en muchas ramas de la industria alimenticia y de fermentación, ya que el alto contenido de lactosa y minerales son altos.

Esta técnica ofrece un consumo de energía menor, ya que no es lo mismo manejar un volumen grande en comparación a un volumen pequeño (concentrado), ya que el volumen disminuye de un 30 a 50 % del inicial.

Uno de los puntos mas importantes que tienen los metodos de ultrafiltración comparadas con las tradicionales, son que se aumenta el volumen de producto terminado ya que tiene grandes rendimientos de producción.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Abb-el-salam, M.J.; El-shibiny, S.; El-koussey.; haggag, H.F. donlati chesese mada with ultrafiltered reconstituted milk and lipolysed recombined cream. urnal of Jairy research 50 (2) 237 - 230 (1983) (Lab. of Food Tech. & Dairing, nat. res. cen., Cairo Egypt.)
- 2.- Anon Ultrafiltration in the cheese factory and what can be currently expecied from it. Technique laitiere No. 921, 9 - 15, 17 - 18 (1978).
- 3.- Anon. Ultrafiltration for cheese manufacture: an example of a complete installation. Technique laitiere No. 954, 13 - 16 (1981).
- 4.- Anon. Ultrafiltration and continuous coagulation in cheese making. Food engineering international 6 (5) 46 - 47 (1981).
- 5.- Anon. New DDS-ultrafiltration module for high-concentration of milk products in ccnection with production of cheese. Nordeuropaeisk Mejeri-Tidskrift 47 (9) 268 - 274 (1981).
- 6.- Anon. Ultrafiltration in cheese manufacture. Deutsche. Molkerei-Zeitung 103 (31) 1061 - 1062 (1981).
- 7.- Anon. Improvements in whey concentration by reserve osmosis. Food technology in new zealand 18 (7) 26 - 27, 31 (1983).
- 8.- Anon. Ultrafiltration in dairy factories. Deutsche milchwirtschaft 34 (12) 377 - 381 (1983)
- 9.- Anon. The pasilac process for queso fresco cheese manufacture using ultrafiltration. Technique laitere No. 973, 19 - 21 (1983).

- 10.- Anon. Quarg manufacture using ultrafiltration. Deutsche milchwirtschaft 35 (300) 1108 - 1109 (1984).
- 11.- Baurle, H. W.; Walenta, W.; Keosler, H. G. Manufacture of skim milk quarg using ultrafiltration. Deutsche molkerei-zeitung 105 (12) 356 - 357, 360, 362 - 363 (1984).
- 12.- Beaton, N.C. Ultrafiltration and reverse osmosis in the dairy industry. Journal of food protection, Vol. 42, No., 7 (1979).
- 13.- Blanc, B. Typical cheese varieties and the technological development of the dairy industry. Revue laitiere francaise No. 399, 22 - 32 (1981) (Sta. Federal de recherches laitierees ch. 3097 liebefeld-berne, Switzerland).
- 14.- Buchwald, M. Planning of ultrafiltration plants for known ultrafiltration processes i: the cheese factory. Deutsche milchwirtschaft 35 (30) 1110, 1112, 1114 (1984).
- 15.- Cercantes, M.A.; Lund, D.B.; Olson, N.F. Effects of salt concentration and freezing on mozzarella cheese texture. Journal of dairy science 66 (2) 204 - 213 (1983) (Dep. of food sci., Univ. of Wisconsin, Madison, Wisconsin 53706, U.S.A.).
- 16.- Cerna, M. Ultrafiltration in the manufacture of some milk products. Prumysl potraviny 34 (6) 302 - 306 (1983) (Vyzkumny ustav. mlekarsky., Prague, Czechoslovakia).
- 17.- Cornell, G.K. Specifications for production of cheese for processing. (In proceedings from the second biennial marshall international cheese conference. PP> 258 - 261 (1981) (Schreiber foods inc. PO. Box 610, Green bay, Wisconsin 54305, U.S.A.).

- 18.- Covacevich, H.R. and F.V. Koskowski. Skim milk concentration for chhese making by alternative ultrafiltration procedures. Journal food science 42: 1359 (1977).
- 19.- Covacevich, H.R. and F.V. Kosikowski. Cream cheese by ultrafiltration. Journal food sciences 42: 1362 (1977).
- 20.- Covacevich, H.R. and F.V. Kosikowski. Cottage cheese making; potential of ultrafiltration conduted at maxima protein concentration. Journal dairy science (in press.) 1978.
- 21.- Covacevich, H.R.: Kolskowski, F.B. Cottage cheese by ultrafiltration. Journal of dairy science 61 (5) 529 - 535 (1978).
- 22.- Covacevich, H.R. Koskowsiki, F.V. Mozzarella and cheddar cheese manufacture by ultrafiltration principles. Journal of dairy science 61 (6) 701 - 709 (1978).
- 23.- Covacevich H. Recent experiences in pasta filata cheesemaking by ultrafiltration in proceedings from the second biennial marchall international cheese conference. PP. 237 - 244 (1981) (FAO, PO BOX 10095, Santiago, Chile).
- 24.- Cheryan, M.; Merin U. A study of the fouling phenomenon during ultrafiltration of cottage cheese whey (lecture) Polymer science and technology 13. 619 - 629 (1980) (Dep. of food sci., Univ. of Illinois, Urbana, Illinois 61801 U.S.A.).
- 25.- Cheryan, M.; Kuo, K.P> Hollow fibers and spiral wound modules for ultrafiltration of whey: energy consumption and performance. J.lournal of dairy science 677 (7) 1406 - 1413 (1984).

- 26.- Danish Dairy. Ultrafiltration in the cheese production nielsen, P.S. Worldwide 4, 12, 14 - 16 (1984) (Pasilac A/S, Denmark).
- 27.- Delespaul, G.; Remars, J. Process for the manufacture of cheese from ultrafiltration retentates and new products thus obtained. French patent application 2 442 592 (1980).
- 28.- Ducruet, P.; Maubois, J.L.; Gouedranche, H.; Pannetier, R. Manufacture of semi-hard cheese involving propionic fermentation by the MMV method. Technique laitiere No. 957, 13 - 15 (1981) (Lab. de Recherches de tech. laitiere, Inra, 65 Rue de Saint-Brieuc-35042 Rennes Cedex France.).
- 29.- Emaldi, G.C.; Carini, S.; Todesco, R.; Marchesi, C.; Rozza, M. Use of milk proteins with addition of lactic acid bacteria in soft cheese manufacture. Industria del Latte 18 (1) 3 - 12 (1982) (Istituto Sperimentale Latteiro-Caseario, Lodi, Italy).
- 30.- Ernestrom, C.A.; Sutherland, B.J.; Jenenson, G.W. Ultrafiltration of whole milk for the manufacture of curd for processing. Journal of dairy science 61 (suppl. 1) 102 - 103 (1978).
- 31.- Ernestrom, C.A.; Sutherland, B.J.; Janenson, G.W. Conversion of ultrafiltered whole milk retentates into curd for making processed cheese. Journal of dairy science 61 (suppl. 1) 103 (1978).
- 32.- Friis, T.L. Ultrafiltration in cheese manufacture. Nordisk Mejeriindustri 8 (1), 5 - 7, (1981).
- 33.- Friis, T. Production of mozzarella cheese based on ultrafiltration. Nordeuropasisk mejeri-tidskrift 47 (7) 220 - 223 (1981).
- 34.- Flueter und Puhm. Ultrafiltration in der herstellung von quark. Deutsche milchwirtschaft 21/1977.

- 35.- Garoutte, C.A. Studies on whey processing and cheese manufacture by ultrafiltration dissertation abstracts international, B 44 (3) 740, order No. DA8313173, 129 pp. (1983) (Univ. of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin 53706, U.S.A.).
- 36.- Gea Ahlborn BmbH & Co. K.G. A complete concentration method of quarg manufacture. Molkerei-Zertung welt der milch 38 (25) 788 - 792 (1984).
- 37.- Hansen, R. Pressing cheddar cheese in the new pasilac/gadan cassette rack system. Nordeuropaeisk mejeri-tideskrift 42 (1) 7 - 14 (1982).
- 38.- Harper, W.J. Factors affecting the application of ultrafiltration membranes in the dairy food industry. Polymer science and technology 13. 321 - 342 (1980) (Dep. of food sci. & nutr., Ohio state Univ., Columbus, Ohio 43210 U.S.A.).
- 39.- Hein, K. Reverse osmosis-an alternativa to hermal evaporators in whey concentration deutsche molkezeitung 103 (31) 1059 - 1061 (1982).
- 40.- Herberitz, G. Production of thyrmo-quarg by a new ultrafiltration technology deutsche milchwirtschaft 35 (44) 1790. 1792, 1795 (1984).
- 41.- Hiddink, J.; Waal, M.J. Vander. Evaluation of hyperfiltration systems for sweet cheese whey. I experimental results with a single pass and recirculation system. Journal of food engineering 3 (3) 225 - 239 (1984).
- 42.- Honer, C.; Hoorwich, A. Cheese and ultrafiltration where we are today. Dairy record 84 (8) 80 - 82 (1983).
- 43.- Huffman, L.M.; Kristofftersen, F. Role of lactose in cheddar cheese manufacturing and ripening. New Zealand Journal of dairy science and technology 19 (2) 151 - 162 (1984).

- 44.- Jaspén, S. Membrane filtration in the manufacture of cultured milk products, yoghurt and cottage cheese. Cultured dairy products Journal, Vo. 14, No. 1 (1979).
- 45.- Knupfer, H. Ultrafiltration and reverse osmosis in the cheesemaking technique *milcherei-zeitung welt der milch* 37 (24) 748 - 753 (1983).
- 46.- Korolczuk, J.; Grzelak, D. Acid curd cheese by MMV method with *Lactobacillus acidophilus*. *Lait* 64 (635/636/637) 1 - 15 (1984).
- 47.- Kosikowski, F.V. Characteristics of cottage cheese from water and permeate reconstituted retentates. *Journal of dairy science* 65 (9) 1705 - 1714 (1982) (Dep. of food sci., Cornell Univ. Ithaca, New York 14853 U.S.A.).
- 48.- Kosikowski, F.V. The use of low heat whole milk powder, concentrates and retentates in cheesemaking. (In proceedings from the second biennial Marshall International Cheese Conference) pp. 385 - 394 (1981) (Dep. of food sci., Cornell Univ. Ithaca, New York 14853, U.S.A.).
- 49.- Madsen R.F. Bjerre, P. Production of cheese-based on ultrafiltration. (In proceedings from the second biennial international cheese conference. pp. 380 - 384, (1981) (Danish sugar corp. 5 Langebrogade, D. 1001 Copenhagen K Denmark).
- 50.- Mahuet, M.; Maubois, J.; Zink, A.; Pannetier, R.; Veyred, R. Manufacture of fresh cheeses by ultrafiltration of curd. *Technique laitière* No. 961, 9 - 13 (1981) (Lab. de recherches de tech. laitière Inra, 65 Rue de Saint Briec., 35042 Rennes Cedex, France).
- 51.- Mann, E.J. Ultrafiltration of milk for cheesemaking (review). *Dairy industries international* 477 (12) 11 - 12 (1982) (Commonwealth bureau of dairy sci. & tech., one end house, Shinfield, Reading RG2 9BB, UK).

- 52.- Maubois. J.L. Recent developments of membrane ultrafiltration in the dairy industry, polymer science and technology 13, 305 - 318 (1980) (Dairy res. Lab., Inra, 65 Rue de St. Brieuc, 35042 Rennes Cedex, France).
- 53.- Maubois, J.L.; Mocquot, G.P. C.B.; Vassal, 1 (France. Institut National de la Recherche Agronomique). Preparation of cheese using ultrafiltration., United states patent 4 205 090 (1980).
- 54.- Maubois, J.L. and G. Mocquot. Preparation of cheese from a concentrate obtained by ultrafiltration of milk. Le Lait 51 (508); 495 (1971).
- 55.- Maubois, J.L. Ultrafiltration of whey. Journal of the society of dairy technology, Vol. 33, No. 2 (1980).
- 56.- Mehanna, N.M.; El Shibiry, .; Abd-El-Salam, M.H. Proteolysis of soft cheese from recombined milk, and made by ultrafiltration techniques. Egyptian Journal of dairying, tanta UUniv.. Kafr-El-Sheikh, Egypt).
- 57.- Mirchev. M.; Ivanov. I. Cheese production by ultrafiltration. I. study of some technological parameters. Nauchni trudove, institut po mlechna promishlenost 010. 81 - 91 (1979) (Inst. po mlechna promishlenost. vidin, Bulgaria).
- 58.- Mocquot, G. Present potentialities of ultrafiltration in cheesemaking. (In proceeding from the first biennial marshall international cheese conference). pp. 603 - 609 (Undated) (Cent. dairy res. Lab. Jpuy-en-Josas France).
- 59.- Moonitigny, J. Process foir producing a dairy raw material, usefull in the manufacture of cheese. British patent 1 572 203 (1980).

- 60.- Olson, N.F.; Amundson, C.J.; C.S.: Garoutte, C.A. Manufacture of washed curd cheeses (Colby, brick from ultrafiltered milk. (In proceedings from the second biennial marschall international cheese). pp. 155 - 165 (1981) (Dep. of food sci. Univ. of Wisconsin, Madison.. Wisconsin 53706, U.S.A.)
- 61.- Olson N. Ultrafiltration and cheese manufacture.d Dairy record 84 (8) 85 - 86 (1983) (Food sci. dep. Univ. of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin 53706, U.S.A.).
- 62.- Ostojic, M.; Prijic, M.; Tintor, M.; Cagaric, A. Ultrafiltration of whole milk. Mljekarstvo 34 (2) 41 - 46 (1984).
- 63.- Piot, M.; Mau7bois, K.L. SchaeGIS, P.; Vedyre, R.; Luccioni Tangential flow microfiltration of cheese whey Lait 64 (638/639) 102 - 120 (1984).
- 64.- Quittek. C.; Hayer H. (Babcock-Beh A G) Process for producing free cheese) Verfahren zur herstellung von froechkase. German Federal Republic patent application de 31 41 914 al (1983) (DE)
- 65.- Qvist, K.B.; Madsend, R.F. (Pasilac A/S). A method for the production of cheese. Uk patent application BG 2 105 167 a (1983).
- 66.- Qvist. K.B. Nielsen P.G. (Pasilac A/S). A method and apparatus for the production of cheese. Uk patent application Bg 2 1005 166 A (1983).
- 67.- Rames Chandan. Can ultrafiltration give cheesemakers the cutting edge? Dairy Record 83 (12) 144 - 145 (1982).
- 68.- Richter, R.L. Exploring ultrafiltration frontiers. Dairy field 166 (7) 62 - 64 (1983).

- 69.- Robichaux, W.; Ellis, R.F. Ultrafiltration plant recovers 35% protein concentrate from whey. Food processing 43 (1) 102 - 103 (1982) (Lugano Cheese Co., Monroe, Wisconsin, U.S.A.).
- 70.- Robinson, R.L.; et al. Dairy microbiology Vol. 11 Microbiology milk products. Applied science publishers, (1981), Essex London.
- 71.- Roiner, F. Manufacture of milk products from ultrafiltration concentrates. Deutsche Milchwirtschaft 33 (20) 738 - 741 (1982).
- 72.- Schaap, J.E.; Nooy, P.F.C.; Boer, R. Manufacture of semi-hard cheese by ultrafiltration. United States patent us 4 355 048 (1982).
- 73.- Sehreuner, J.C. Ultrafiltration systems. Deutsche milchwirtschaft. 31 (6), 178 - 181, (1980).
- 74.- Sinha, N. Reverse osmosis (RO) and ultrafiltration (UF) processes-their differential features and applications in the dairy industry. Indian Dairyman 33 (5) 323 - 327 (1981).
- 75.- Siegaard, J. Membrane filtration. Technology, product quality and economics meier.posten 72 (26) 673 - 679 (1983).
- 76.- Spreer, E. Lactologia Industrial. Ed. Acribia 2o. Edición (1975) Zaragoza España.
- 77.- Utherland, B.JU.; Jameson, G.W. Composition of hard cheese manufactured by ultrafiltration. Australian Journal of dairy technology 36 (4) 136 - 143 (1981) (Cairo Div. of food res., dairy res. Lab., Hightett, Victoria 3190, Australia).
- 78.- Thomas L. Brock. Membrane filtration. Science tech. inc. Madison, WI. (1983).

- 79.- Tratnik, L.; Krsev, L. Yoghurt enriched with proteins of ultrafiltered whey. Mljskarstvo 34 (7) 200 - 203 (1984) (Prehrambeno-Bioteholoski Fak., Zagreb, Yugoslavia).
- 80.- Vitagliano P. Legal aspects of ultrafiltration of milk in cheesemaking. Revista della Societa Italiana di Scienza Dell'alimentazione 12 (2) 129 - 132 (1983).
- 81.- Voss, E.; Prokopek, D.; Thomasow, J. Process for the production of cheese from concentrated cheese milk German Federal Republic patent application 2 545 847 (1977).
- 82.- Wisselshasten, A.A.; Sokolow; Dr. M. Teply; Dr. A. Meyer. Fabricacion de Productos Lacteos. Ed. Acribia 1er. Edición (1983) Zaragoza, España.
- 83.- Zall, R.R. Membrane processing of milk on the dairy farm.. Food technology 38 (12) 88 - 91 (1984) (dep. of food sci., Cornell Univ. Ithaca, New York 14853, U.S.A.).