




**AINIA<sup>®</sup>**

INSTITUTO TECNOLÓGICO  
AGROALIMENTARIO

**MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES EN  
LA INDUSTRIA LÁCTEA**



 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Introducción.</b>

## **A. INTRODUCCIÓN**

El pasado 24 de septiembre de 1996, el Consejo de la Unión Europea aprobó la **Directiva 96/61**, relativa a la *prevención y control integrado de la contaminación*, que afecta entre otros sectores productivos a la industria agroalimentaria.

El objetivo de esta Directiva es **Reducir y Prevenir** los impactos que las actividades industriales producen en el medio ambiente en su conjunto (*atmósfera, agua y suelo*).

Esta Directiva supone un importante cambio de enfoque en el tratamiento de la prevención y control de la contaminación industrial basado en el concepto de "**Mejores Técnicas Disponibles**" (comúnmente conocidas como MTD's o BAT's).

De un lado, se produce un cambio de punto de vista en la relación entre industria y medio ambiente, ya que tiene en cuenta las particularidades y posibilidades de cada proceso productivo de forma independiente (las MTD's, lo son para cada proceso en particular). De otro, puede suponer para las empresas afectadas la necesidad de realizar un esfuerzo a la hora de adaptarse a la Directiva.

La Directiva IPPC 96/61/CE, se diferencia de las anteriores normativas sobre protección medioambiental en la forma de abordar la prevención y el control público de la contaminación industrial, ya que introduce nuevos enfoques para resolver estos problemas:

- La mejor forma de reducir la contaminación es reducirla en origen, es decir, en el proceso productivo.
- Considerando el medio ambiente en su conjunto, debe evitarse que la contaminación pueda pasar de un medio receptor a otro (p.e. del agua al suelo).
- Para cada proceso, los valores límite de emisión tendrán como referencia aquellos producidos con el uso de las Mejores Técnicas Disponibles y éstos variarán con el tiempo a medida que evolucione la tecnología disponible.

Las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's) para cada proceso productivo son aquellas técnicamente relevantes por su eficacia, comercialmente disponibles y que se puedan encontrar tanto en instalaciones existentes como futuras.




Los parámetros considerados para la identificación de estas técnicas son:

- generar pocos residuos
- utilizar sustancias menos peligrosas
- fomentar la recuperación
- reducir el uso de materias primas
- aumentar la eficacia del consumo de energía
- disminuir el riesgo de accidentes

Según la lista que aparece en el Anexo I de la Directiva, las actividades de la industria agroalimentaria afectadas por la Directiva IPPC son las siguientes:

- Instalaciones para el **curtido de cueros** con una capacidad de producción de más de *12 Tm/día*.
- **Mataderos** con una capacidad de producción de canales superior a *50 T/día*.
- Tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de:
  - **Materia prima animal** (que no sea leche) de una capacidad de producción de productos acabados superior a *75 T/día*.
  - **Materia prima vegetal** de una capacidad de producción de productos acabados superior a *300 T/día (valor medio trimestral)*.
- **Tratamiento y transformación de la leche**, con una cantidad de leche recibida superior a *200 T/día (valor medio anual)*.
- Instalaciones para la eliminación o el **aprovechamiento de canales o desechos de animales** con una capacidad de tratamiento superior a *10 T/día*.
- Instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral y cerdos que dispongan de más de:
  - *40.000 emplazamientos para aves de corral.*
  - *2.000 emplazamientos para cerdos de cría (de más de 30 Kg)*
  - *750 emplazamientos para cerdas.*

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Introducción.</b>

Además de estos hechos, la puesta en práctica de los principios de ésta norma requiere una importante fase previa de recopilación de información, con el fin de establecer cuales son las Mejores Tecnologías Disponibles, desde el punto de vista medio ambiental, para cada proceso productivo en particular y, lo que no es menos importante, en la situación específica de cada país miembro de la UE.

El presente documento forma parte de la documentación final correspondiente al proyecto "Difusión, Promoción e Intercambio de Información acerca de las Mejores Tecnologías Disponibles en los Sectores Industriales Agroalimentarios y Afines afectados por la Directiva IPPC 96/61/CE", que bajo el criterio de aunar esfuerzos de las entidades, administraciones públicas, industrias y asociaciones implicadas en esta problemática, ha sido promovido por AINIA. Desde 1998, la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB) participa junto a AINIA en el desarrollo del proyecto.

El proyecto está financiado por el MINER a través de la iniciativa ATYCA y el programa ADAPT del Fondo Social Europeo, y ha sido incluido en una iniciativa global para todo el conjunto de sectores industriales afectados en la que participa también la Fundación Entorno.

Para el desarrollo del proyecto, es de importancia capital la participación de técnicos de industrias y asociaciones industriales del sector, conocedores de la problemática tecnológica y medioambiental de la industria, así como la de técnicos de Centros Tecnológicos, que pueden aunar conocimientos específicos en el campo medio ambiental y en el de nuevas tecnologías.

Las mesas de trabajo subsectoriales, que comenzaron su andadura durante 1997 para alguno de los subsectores agroalimentarios, formadas por técnicos de empresas y asociaciones han permitido obtener información de primera mano y contrastar los datos obtenidos de otras fuentes.



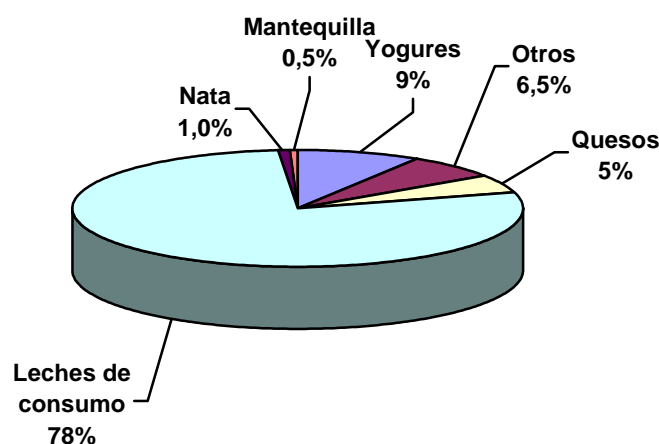
## **B. LA INDUSTRIA LÁCTEA EN ESPAÑA**

Las cualidades nutritivas y la imagen de salubridad han convertido a los productos lácteos en el segundo de los alimentos más adquiridos por los consumidores, por detrás de la carne.

Existe una amplia legislación que define las características que deben poseer la leche y los productos lácteos en general, así como reglamentos técnico-sanitarios que se deben cumplir. Destacar el Real Decreto 1679/1994, que establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos (entendemos por *tratamiento térmico*, cualquier tratamiento por calentamiento que inmediatamente después de su aplicación tenga como consecuencia una reacción negativa a la prueba de la fosfatasa).

Según este mismo decreto, *los productos lácteos son productos "derivados exclusivamente de la leche, teniendo en cuenta que se pueden añadir sustancias necesarias para su elaboración, siempre y cuando estas sustancias no se utilicen para sustituir total o parcialmente, alguno de los componentes de la leche y los productos compuestos de leche, en los que la leche o un producto lácteo es la parte esencial, ya sea por su cantidad o por el efecto que caracteriza a dichos productos, en los que ningún elemento sustituye ni tiende a sustituir a ningún componente de la leche"*.

La producción española de leche y productos lácteos fue de 5.104.000 toneladas en 1997, distribuida según se muestra en la figura 1.



**Figura 1.- Distribución de la producción en el sector lácteo. ALIMARKET dic.1998**



La leche de consumo es el principal producto del sector (78% del total), seguido del yogur y en menor medida del queso. Dentro de la leche de consumo tenemos los siguientes tipos: leche UHT, leche esterilizada, leche pasteurizada, leche aromatizada, leche concentrada y leche en polvo. La leche U.H.T. es la más consumida con diferencia, ya que supone un 86% de la leche de consumo y un 67% del consumo total de los productos lácteos.

Las tecnologías de transformación y tratamiento de la leche dentro del sector son bastante uniformes en cuanto a la forma de operación, centrándose las diferencias más notables en el nivel de la automatización.

El subsector de producción de quesos constituye quizás el más heterogéneo en cuanto a tecnologías de producción, debido a la especificidad de elaboración de cada tipo de queso.

Las empresas lácteas están repartidas por todo el estado, aunque destacan algunas comunidades autónomas por el número de empresas existentes. Según datos de la encuesta Industrial de Empresas del INE (1995), las cuatro comunidades con mayor número de empresas lácteas son: Castilla-León, Andalucía, Cataluña y Galicia (Tabla 1).

**Tabla 1. Distribución de las empresas lácteas en el Estado Español (Fuente: INE 1995)**

<b>NOMBRE</b>	<b>Nº empresas</b>
ANDALUCIA	55-70
ARAGON	5-20
ASTURIAS	24-51
BALEARES	16-28
CANARIAS	15-36
CANTABRIA	15-27
CASTILLA Y LEON	69-87
CASTILLA-LA MANCHA	25-43
CATALUÑA	44-68
COMUNIDAD DE MADRID	32-47
COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA	10-25
COMUNIDAD VALENCIANA	17-38
EXTREMADURA	3-12
GALICIA	41-59
LA RIOJA	2-8
PAIS VASCO	9-36
REGION DE MURCIA	5-20
<b>TOTAL ESTATAL</b>	<b>387-675</b>



De todas las empresas lácteas solamente están afectadas por la Directiva IPPC aquellas empresas de tratamiento y transformación de leche con una cantidad de leche recibida superior a 200 t/día (valor medio anual).

Tras un periodo de contraste entre los datos del MAPA y los disponibles por AINIA procedentes de las asociaciones e industrias del sector, se ha determinado que el número de establecimientos industriales afectados por la directiva IPPC en este sector es de 48, tal como queda reflejado en el siguiente cuadro:

**Tabla 2. Establecimientos industriales afectados por la Directiva IPPC dentro del Epígrafe 6.4 c.**

Fuente: INE 1994, MAPA, AINIA

<b>COMUNIDAD AUTÓNOMA</b>	<b>Tto.y transf. de leche:</b> cantidad leche recibida >200 t/día (valor medio anual)
ANDALUCÍA	7
ARAGÓN	0
ASTURIAS	4
ISLAS BALEARES	0
CANARIAS	0
CANTABRIA	1
CASTILLA-LEÓN	4
CASTILLA-LA MANCHA	2
CATALUÑA	8
CEUTA	0
COMUNIDAD DE MADRID	3
COMUNIDAD VALENCIANA	3
EXTREMADURA	1
GALICIA	13
LA RIOJA	0
MELILLA	0
NAVARRA	0
PAÍS VASCO	2
MURCIA	0
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>

El número total de empresas afectadas por la directiva IPPC es de 48, siendo las Comunidades de Galicia, Cataluña y Andalucía las que mayor número de empresas afectadas presentan.

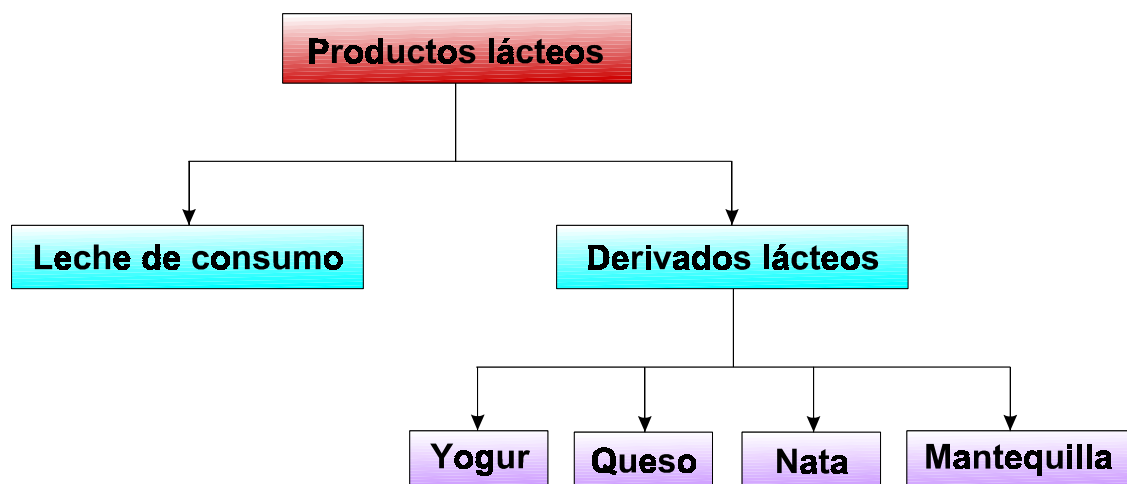


### **C. DESCRIPCIÓN GENERAL DE PROCESOS INDUSTRIALES**

Dentro del sector lácteo, vamos a estudiar las tecnologías de producción asociadas a las actividades de mayor consumo, que son las siguientes:

- Leche de consumo (en particular leche UHT)
- Yogur
- Quesos
- Mantequilla
- Nata

En la siguiente figura se representan los subsectores estudiados:



**Figura 2.- Diagrama de los productos lácteos**

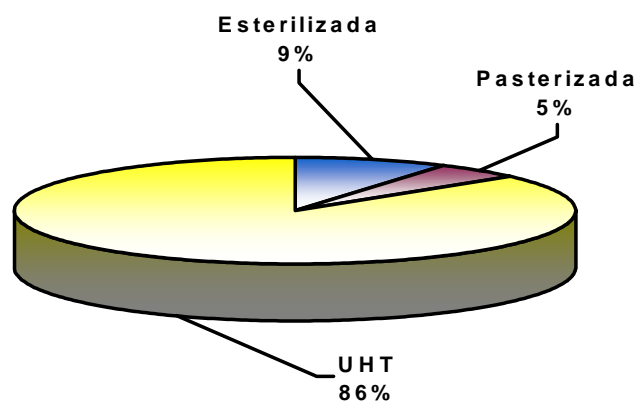


### **C.1. LECHE DE CONSUMO**

Según el RD 1679/1994, la leche cruda es “*la producida por la secreción de la glándula mamaria de vacas, ovejas, cabras o búfalas, que no haya sido calentada a una temperatura superior a 40°C ni sometida a un tratamiento de efecto equivalente*”. Este mismo Decreto especifica que la *leche de consumo tratada térmicamente* destinada a la venta al consumidor final y a las colectividades se presenta en las siguientes formas:

- Leche UHT
- Leche esterilizada
- Leche pasteurizada
- Leche pasteurizada sometida a alta pasteurización

De todas ellas, la leche UHT es la que supone la mayor parte de la producción de leche de consumo. Como se muestra en la siguiente figura, la leche UHT representa el 86% de la producción total de leche de consumo, en el año 1997 (3.980.000 Tm).



**Figura 3.- Distribución de la producción de leche en España (Alimarket, Diciembre 1998)**



La leche UHT se define como *"la leche natural, entera, desnatada o semidesnatada, sometida a un proceso de calentamiento en condiciones tales de temperatura y tiempo que asegure la destrucción de los microorganismos y la inactividad de sus formas de resistencia, y envasada posteriormente en condiciones asépticas"* (Orden de 11 de Febrero de 1987). El tratamiento térmico debe ser obtenido por calentamiento en flujo continuo a una temperatura elevada durante un corto lapso de tiempo (como mínimo +135°C durante por lo menos un segundo), con el fin de destruir todos los microorganismos, de modo que se reduzcan a un mínimo las transformaciones químicas, físicas y organolépticas.

La calidad de la leche viene definida por sus aspectos químicos, microbiológicos y organolépticos (color, sabor, olor y aspecto) así como por su valor nutritivo.

El proceso general de obtención de leche UHT es el siguiente:

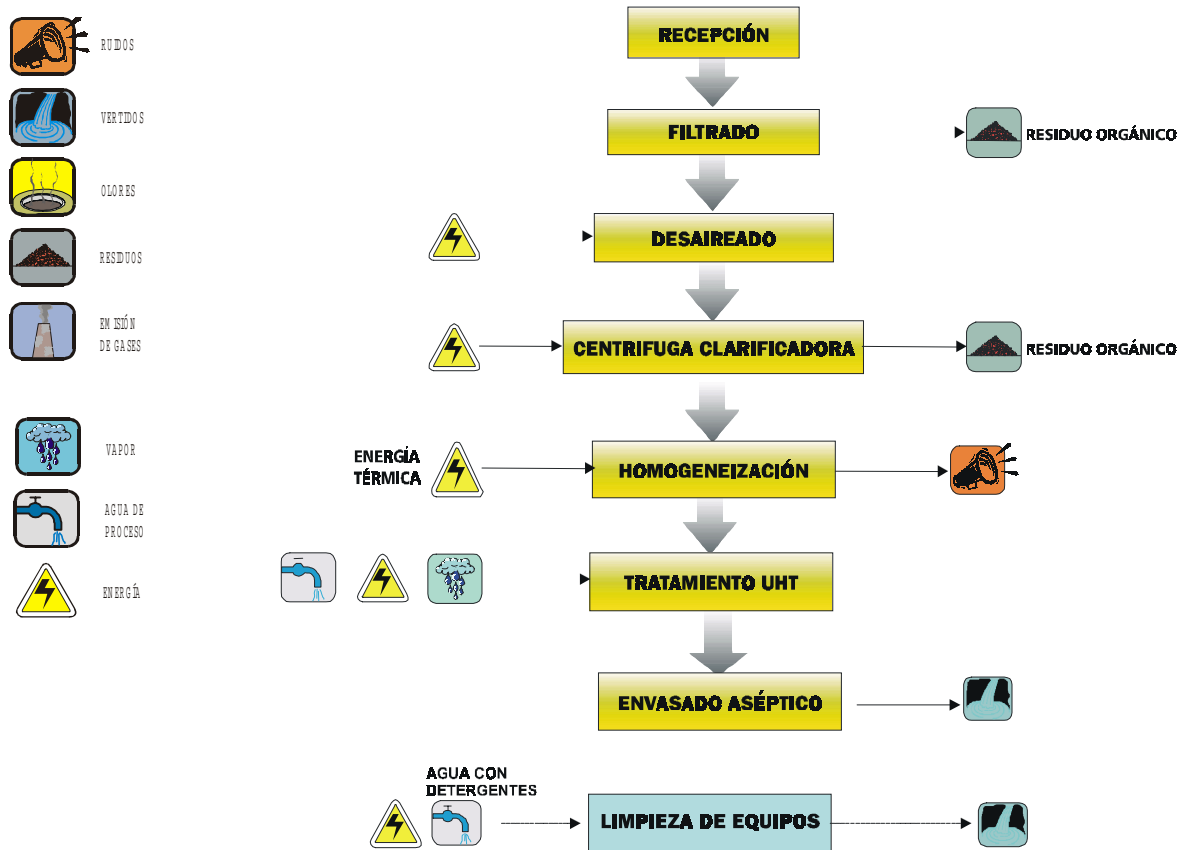
En el proceso de recepción, la leche es bombeada a través de un filtro, que recoge las materias extrañas visibles, para llegar a un desaireador donde se elimina el aire. En ocasiones existe otro desaireador en zonas posteriores de la instalación. Después se procede a eliminar la suciedad y células de la leche cruda mediante la clarificación y se realiza en su caso la normalización, en la que se ajusta el contenido graso final de la leche. En ocasiones, la leche debe permanecer un cierto tiempo hasta que se realiza la esterilización y el envasado, periodo en el cual debe almacenarse refrigerada. Antes o después de la operación de esterilización, se realiza la homogeneización, en la que se rompen los glóbulos de grasa reduciendo la tasa de formación de nata, mejorando la emulsión de la grasa y el sabor.

Tras el proceso UHT, la leche se enfría y se envasa de forma aséptica en recipientes estériles opacos a la luz. Tras el envasado, los envases deben quedar herméticamente cerrados y ser estancos tanto a líquidos como a microorganismos.


A continuación se describe el diagrama de flujo para el procesado de la leche U.H.T.:



**FABRICACIÓN DE LA LECHE U.H.T.**



**Figura 4.- Diagrama de flujo de la fabricación de leche U.H.T**

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

### **C.1.1. Recepción**

Tras la llegada de la leche a la central, se determina la cantidad recibida (midiendo el volumen o el peso) y su calidad tanto físico-química como higiénica.

Posteriormente se realiza un filtrado de la leche con filtros de acero inoxidable de diámetro de paso de 0.2 a 1mm, para eliminar las partículas más groseras.


En la zona de descarga, se realiza la limpieza de las cisternas que han sido utilizadas para el transporte de la leche.

### **C.1.2. Desaireación**

Esta operación es necesaria debido al alto porcentaje de aire que contiene la leche cruda, y al aumento de éste durante el manejo de la leche en la instalación (puede llegar al 10% del volumen total). Si no se elimina el aire se pueden producir incrustaciones en equipos, falta de precisión en el desnatado, en la homogeneización, etc.

La desaireación se realiza en primer lugar en un tanque a presión atmosférica y posteriormente, antes de la esterilización, con equipos a vacío (sólo en algunos casos). Los primeros se colocan en distintos lugares de la instalación (cisternas, tuberías, bombas, etc.), mientras que los segundos se emplean antes de la llegada de la leche al esterilizador y en caliente.

El tratamiento a vacío consigue eliminar tanto el aire disperso como el disuelto. La leche, previamente calentada se introduce en la cámara de expansión, donde se ha creado un vacío equivalente a un punto de ebullición de unos 7-8 °C menos que la temperatura de la leche, de tal forma que la caída de presión provoque la salida del aire. Los vapores pasan a un condensador, donde la leche condensada vuelve con el resto y los gases son separados.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

En la siguiente figura se muestra un esquema de un desaireador a vacío y las distintas corrientes que intervienen:

### **C.1.3. Clarificación**

La clarificación tiene por objeto la eliminación de partículas orgánicas e inorgánicas y aglomerados de proteínas. Este tipo de equipos se basa en la separación por centrifugación, que permite separar partículas de hasta 4-5 $\mu$ m de diámetro.


Las clarificadoras de leche están formadas por un cuerpo cónico relleno de un cierto número de aletas con una inclinación determinada. La leche entra por la parte exterior de las aletas, y al subir entre ellas las partículas de mayor densidad (impurezas) van yendo hacia abajo por la fuerza centrífuga. Existen dos tipos de clarificadoras: las autolimpiables y las que deben desmontarse para su limpieza.

Equipos similares se utilizan para la normalización del contenido en materia grasa, aunque éstos disponen de distintas salidas para las impurezas, leche desnatada y nata. Se les denomina desnatadoras o centrífugas-separadoras.

Las desnatadoras pueden ser semiabiertas (en la zona de entrada de la leche hay presión atmosférica) o herméticas, siendo estas últimas las que tienen una mayor precisión en el desnatado.

### **C.1.4. Homogeneización**

La homogeneización evita la separación de la nata y favorece una distribución uniforme de la materia grasa. Durante esta operación, el diámetro de los glóbulos grasos se reduce de 10 a 1 $\mu$ m. Este efecto se consigue haciendo pasar a la leche por pequeñas ranuras a alta presión. En los sistemas UHT directos, la homogeneización se realiza después del tratamiento térmico.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

### **C.1.5. Tratamiento UHT**

El proceso térmico UHT consiste en la aplicación de altas temperaturas durante cortos espacios de tiempo (por lo menos 135°C durante 1 segundo). Existen varias formas de realizar este tratamiento térmico:


- Sistemas directos, en los que el producto entra en contacto con el líquido empleado en la esterilización
- Sistemas indirectos, en los que el calor se transmite a través de una superficie de intercambio y el producto no entra nunca en contacto con el fluido caloportador.
- Sistemas mixtos, consistentes en una combinación de los dos anteriores

### **C.1.6. Limpieza**

Los niveles de higiene en las instalaciones y equipos de las industrias lácteas son muy elevados debido a las características de la materia prima utilizada y los productos fabricados. Por ello, las operaciones de limpieza de equipos e instalaciones deben ser minuciosas y frecuentes, debiendo asegurar los niveles de higiene mínimos exigibles. Las operaciones de limpieza poseen una tecnología propia y cuentan con una gestión independiente. La determinación de los puntos críticos de contaminación dentro del proceso y una buena programación son fundamentales para conseguir limpiezas efectivas.

### **C.1.7. Envasado**

Es la última etapa del proceso, y consiste en el llenado de los envases con el producto. El factor más importante es el mantenimiento de las condiciones asépticas del proceso.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

## **C.2. YOGUR**

Los yogures, tienen una captación en el mercado creciente, lo que se explica por su variedad de sabor, presentación y textura.


El yogur natural, se define como *"el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus a partir de leche pasteurizada, leche concentrada pasteurizada, leche total o parcialmente desnatada pasteurizada, leche concentrada pasteurizada total o parcialmente desnatada, con o sin adición de nata pasteurizada, leche en polvo entera, semidesnatada o desnatada, suero en polvo, proteínas de leche y/u otros productos procedentes del fraccionamiento de leche"* (Orden de 1 de Julio de 1987).

Existen distintos tipos de yogures, dependiendo de sus componentes:

- Yogur natural: el anteriormente definido
- Yogur azucarado: el anterior al que se han añadido azúcar o azúcares comestibles
- Yogur edulcorado: el yogur natural al que se han añadido edulcorantes autorizados
- Yogur con fruta, zumos y/o productos naturales: el yogur natural al que se han añadido frutas, zumos y/o otros productos naturales
- Yogur aromatizado: el yogur natural al que se han añadido agentes aromáticos autorizados

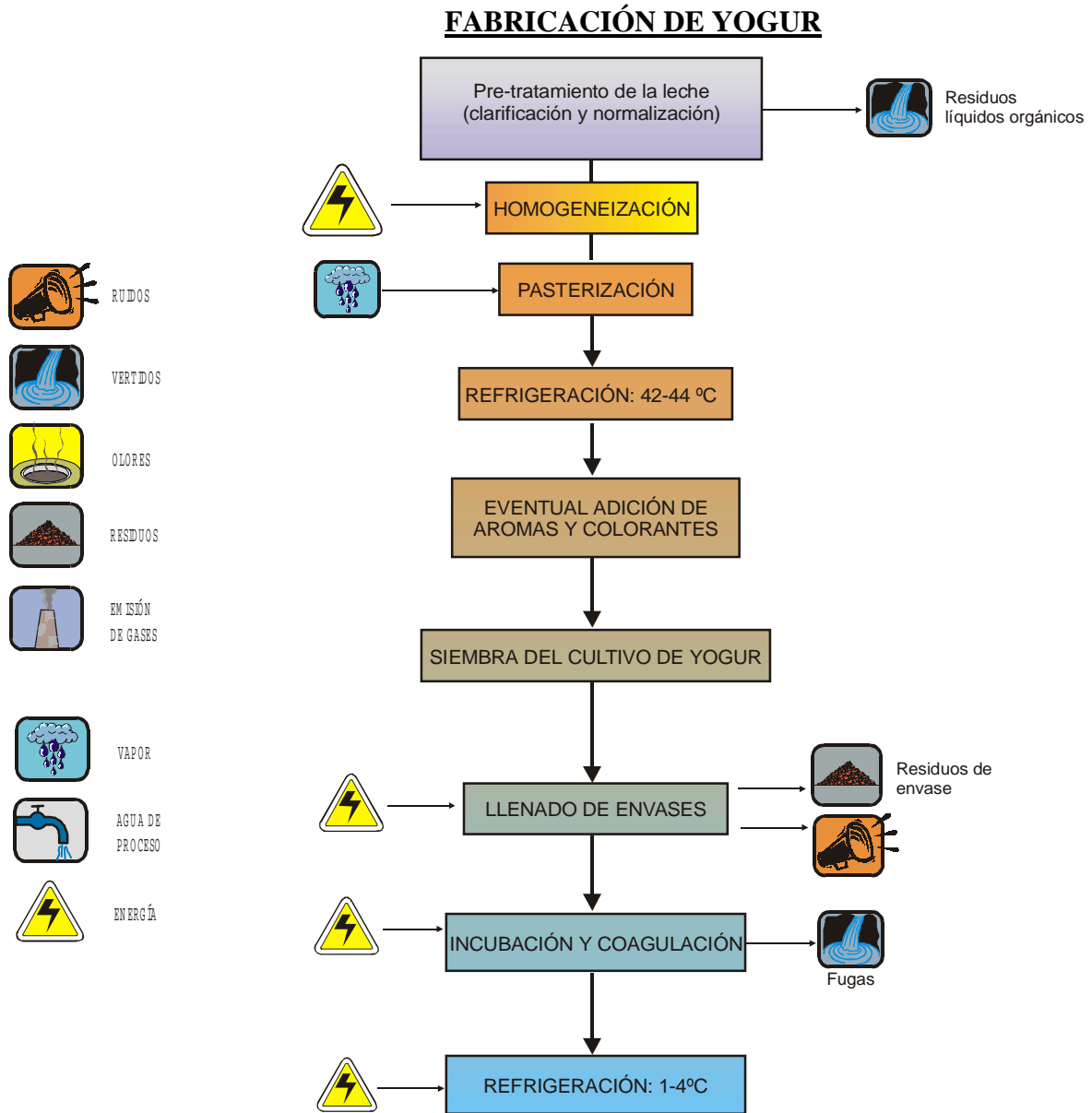
El proceso de elaboración de estos productos es muy similar y las diferencias se centran en el momento de la adición de las sustancias añadidas o del envasado, según sea yogur líquido o firme.

Las etapas de recepción, desaireación y purificación de la leche cruda, coinciden con las descritas anteriormente para el proceso de leche UHT. Tras estas operaciones, se procede a


 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

la normalización de la materia grasa y de los sólidos solubles no grasos de la leche para obtener un producto uniforme y de propiedades organolépticas adecuadas. Posteriormente, la leche se homogeneiza, se pasteuriza, se ajusta la temperatura a la de incubación y se añade el cultivo bacteriano. Terminada la coagulación se enfrían los yogures a temperatura de almacenamiento.

A continuación se describe el diagrama de flujo de la fabricación de yogur:



**Figura 5.- Diagrama de flujo de la fabricación del yogur firme.**

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

### **C.2.1. Recepción**

En esta etapa la leche llega a la central, se determina el volumen y la calidad de la leche y se filtra con tamices de acero.

### **C.2.2. Desaireación**

Se realiza en varios puntos del sistema, siendo los más comunes la entrada de la leche en la instalación y antes de la pasteurización. Los equipos son los utilizados en el procesado de leche U.H.T.

### **C.2.3. Clarificación**

En la clarificación se eliminan impurezas por centrifugación. Se puede realizar, cuando el proceso productivo lo demande, la separación de la nata con equipos adaptados para esta doble función. Los equipos son los utilizados en el procesado de leche U.H.T.

### **C.2.4. Normalización**

La etapa de normalización consiste en el ajuste tanto de la materia grasa como de los sólidos solubles no grasos. El contenido en grasa de los yogures desnatados es menor del 0.5%, mientras que en el resto de yogures es mayor del 2%, y el contenido en sólidos solubles no grasos de la leche debe ser por lo menos del 8.5%

El ajuste de la materia grasa se realiza con desnatadoras, bien eliminando nata hasta obtener el porcentaje graso requerido o bien mezclando en la proporción adecuada leche entera y leche desnatada. Para el ajuste de los sólidos solubles no grasos, se concentra la leche por evaporación, mediante adición de leche concentrada, o por adición de retenidos del lactosuero. El aumento de sólidos solubles no grasos incrementa la viscosidad y estabilidad de la cuajada de yogur.



### **C.2.5. Homogeneización**

Se realiza como en la leche U.H.T. En esta operación, además de los beneficios anteriormente descritos, se induce un cambio en las micelas de caseína que mejora sus propiedades de retención de agua.

### **C.2.6. Almacenamiento**

Es frecuente el paso de algún tiempo entre la recepción de la leche y el comienzo de la fabricación del yogur. En función del tiempo que vaya a transcurrir, se somete a una termización o una pasteurización antes del almacenamiento refrigerado.


### **C.2.7. Pasterización**

La pasterización se realiza antes de la coagulación, para eliminar las bacterias patógenas y conseguir una coagulación perfecta. Se realiza con intercambiadores indirectos.

### **C.2.8. Incubación**

Después de la pasterización se enfría la leche a la temperatura óptima para el desarrollo de las bacterias lácticas, se añaden los aromas y colorantes en función del yogur a obtener y se inocula el cultivo (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*). La cantidad sembrada varía entre el 1,5 y el 2,5%. Según el tipo de yogur (firme o líquido), la incubación se realiza en el envase o en tanques de coagulación, y en el caso de los yogures líquidos el producto se homogeneiza tras la incubación. En el caso de los yogures con frutas, los distintos o complementos (cereales, estabilizantes, etc.) se añaden previamente a la homogeneización.

.Tras el envasado se mantiene refrigerado a una temperatura cercana a los 4°C para reducir la actividad bacteriana y asegurar su conservación.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

### **C.2.9. Limpieza**

Las operaciones de limpieza son muy similares a las descritas en el Apartado correspondiente de leche U.H.T.



### C.3. QUESOS

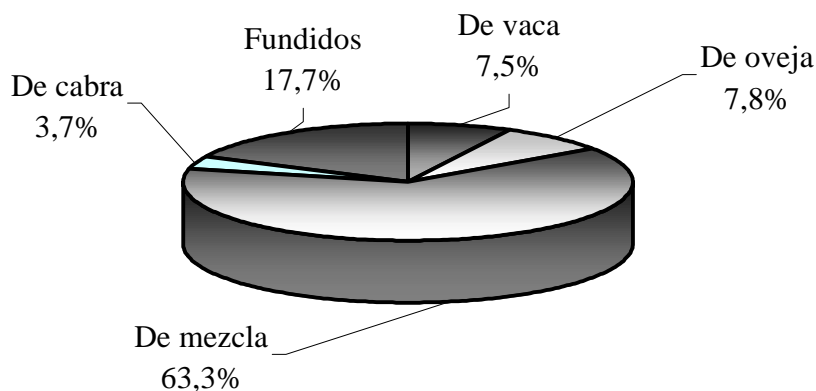
Se entiende por queso *"el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, de la desnatada total o parcialmente, de la nata, del suero de la mantequilla o de alguna mezcla de algunos o de todos estos productos por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin hidrólisis previa de lactosa"*.

Asimismo, también se entiende por queso *"el conseguido mediante técnicas de elaboración que comprendan la coagulación de la leche y/o de materias obtenidas de la leche y que den un producto final que posea las mismas características del producto definido anteriormente y siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche"*. Orden de 29 de Noviembre de 1985 (B.O. 6 de Diciembre de 1985).

Es difícil clasificar los quesos de forma clara, ya que se pueden seguir varios criterios para su clasificación: según la leche con la que han sido elaborados, el método de coagulación empleado, el contenido graso del queso, etc. Para el desarrollo del documento, se va a hacer la distinción entre quesos frescos y blancos pasteurizados, y los quesos curados.

#### QUESOS CURADOS

La producción de quesos en el año 1997 fue de 271.300 toneladas, quedando repartido de la siguiente forma según la procedencia de la leche:



**Figura 6.- Producción de quesos curados según procedencia de la leche (Fuente: Alimarket)**



Existen unos criterios esenciales de composición y calidad, que hacen referencia a los ingredientes esenciales, ingredientes facultativos y características físico-químicas, y que vienen especificados en la *Orden de 29 de noviembre de 1985*. Otras características no esenciales de los quesos como son el sabor y aroma, cuerpo y textura, color o aspecto (acabado) determinadas constituyen también parámetros sobre los que también se define la calidad del queso.

El esquema básico de fabricación del queso curado es el siguiente:

La leche es filtrada, clarificada, desaireada y normalizada (se regula el cociente caseína-grasa en función del tipo de queso para superar las variaciones estacionales en la composición de la leche). Es frecuente el almacenamiento intermedio refrigerado por exigencias de producción.

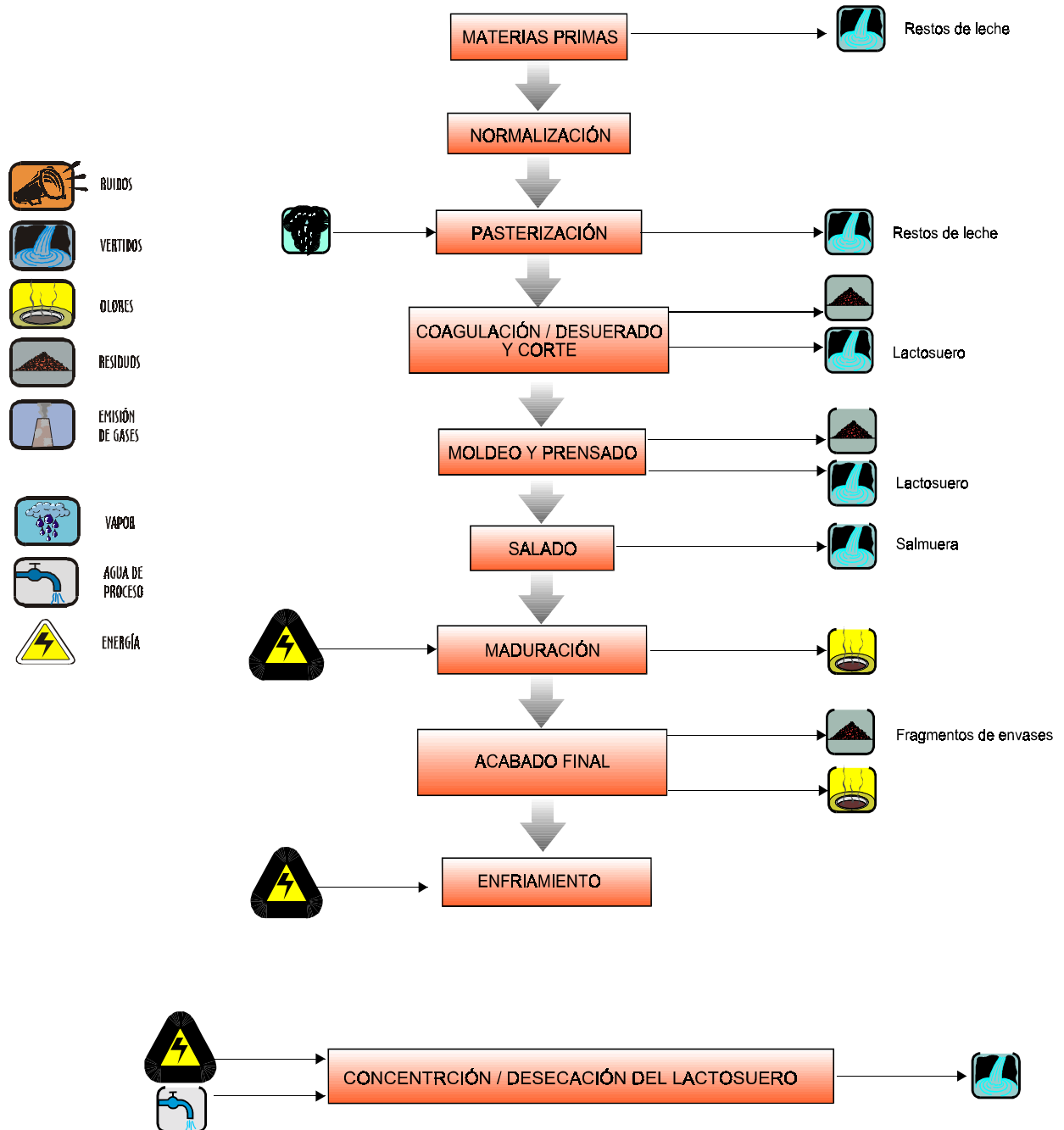
En buena parte de los quesos curados la leche se pasteuriza previamente a la adición de los fermentos lácticos y/o el cuajo, mientras que en los fabricados a partir de leche “cruda” no se realiza esta operación. En este último caso, el producto debe consumirse por lo menos dos meses después de la fabricación.

Una vez lista la leche para iniciar la etapa de coagulación se lleva a la temperatura adecuada y se añaden los fermentos y/o el cuajo. Terminada la coagulación, se corta la cuajada en pequeños cubos para favorecer el desuerado. Después de separar el suero, se introduce la cuajada en los moldes y en algunos casos se prensa. Una vez estabilizada la forma del queso, se sala y se procede a la maduración.

A continuación se describe el proceso de fabricación del queso:



**FABRICACIÓN DE QUESO CURADO.**



**Figura 7.- Diagrama de flujo de la fabricación del queso curado.**



## QUESOS FRESCOS Y BLANCOS PASTERIZADOS

El queso fresco es *“aquel que está dispuesto para el consumo al finalizar el proceso de fabricación”*, mientras que el queso blanco pasterizado es *“aquel en el que el coágulo obtenido se somete a un proceso de pasterización de 72°C durante dieciseis segundos u otras combinaciones de temperatura y tiempo de efecto equivalente, quedando dispuesto para el consumo al finalizar su proceso de fabricación”*.

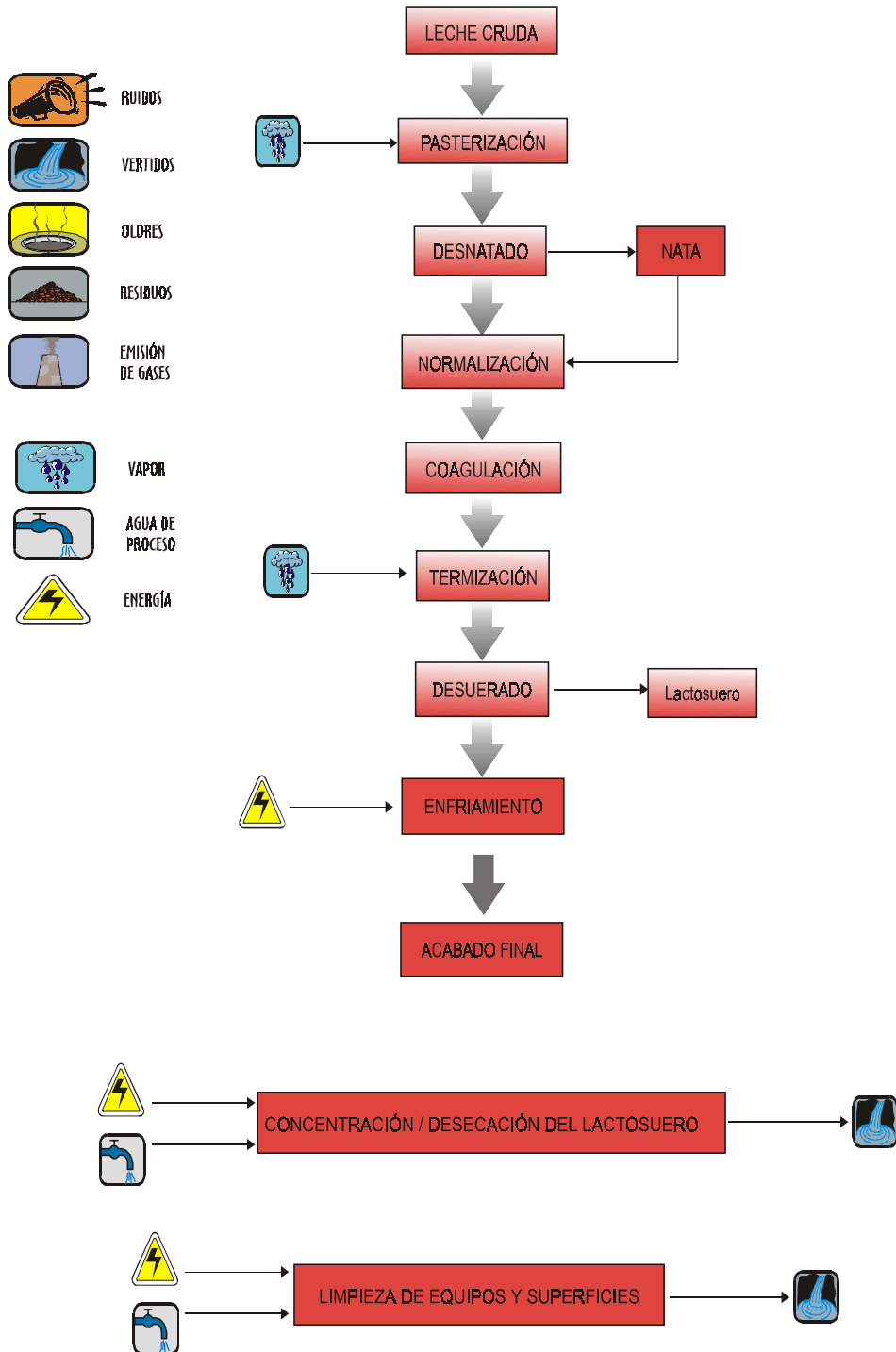
La producción de este tipo de quesos está en auge en los últimos años, debido al aumento del consumo de los productos frescos. En el año 1997, la producción de quesos frescos fue de 49.000 toneladas, mientras que la de queso blanco pasterizado fue de 9.000 toneladas.

El proceso de estos tipos de quesos comienza con la filtración, clarificación y desaireación de la leche cruda. Posteriormente se pasteriza y se normaliza la leche, quedando así lista para comenzar la coagulación. Ésta se realiza con bacterias lácticas y cuajo.


Una vez concluida esta fase, se procede a dar un tratamiento térmico, que será una termización en el caso de los quesos frescos y una pasterización en el caso de los quesos blancos pasterizados. Después se procede al desuerado y al enfriamiento de la masa para seguir con el acabado final.



**FABRICACIÓN DE QUESO FRESCO**



**Figura 8.- Diagrama del proceso de fabricación del queso fresco.**

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

A continuación, se describen las operaciones de elaboración, en las que se incluyen tanto las comunes como las específicas de cada tipo de queso (curados y frescos).

### **C.3.1. Recepción**

En esta etapa la leche llega a la central, se determina el volumen y la calidad de la leche y se filtra con tamices de acero.

### **C.3.2. Desaireación**

Esta etapa se suele realizar en uno o más puntos del proceso (desde la entrada de la leche a las instalaciones a la entrada de la leche al pasteurizador). Los equipos empleados son los mismos que los descritos en el apartado de leche de consumo.

### **C.3.3. Clarificación**


En la clarificación se eliminan impurezas por centrifugación. Se puede realizar, cuando el proceso productivo lo demande, la separación de la nata con equipos adaptados para esta doble función. Los equipos son los utilizados en el procesado de leche U.H.T.

### **C.3.4. Normalización de la leche**

En función del tipo de queso a elaborar, se procede a la normalización de la leche recibida consistente en estandarizar la relación materia grasa/materia proteica de la leche. Esta operación también se realiza para corregir las variaciones estacionales que se puedan presentar.

### **C.3.5. Almacenamiento**

El almacenamiento de la leche se realiza en todos los casos en condiciones de refrigeración.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

En los algunos casos en los que por motivos de fabricación, pueda transcurrir un periodo de tiempo prolongado desde la recepción de la leche hasta su entrada en proceso, ésta debe sufrir un tratamiento de termización intermedio para asegurar su perfecta conservación durante este tiempo.

### **C.3.6. Pasterización de la leche**

La leche utilizada para la elaboración de queso se puede utilizar cruda o pasterizada, en función del tipo de queso a elaborar. En el primer caso, el producto elaborado no puede comercializarse antes de dos meses para garantizar el estado sanitario del producto.

La operación de pasterización para eliminan del queso las bacterias patógenas se realiza generalmente de forma continua y las alternativas tecnológicas existentes a dicha operación son las mismas que se estudian en el proceso del yogur (intercambiadores de placas y de tubos concéntricos)

En algunos tipos de quesos, es posible realizar una ultrafiltración de la leche previa a la coagulación. Este sistema permite reducir el volumen de leche a tratar, y por tanto el tamaño de las cubas de coagulación. Por otra parte, el suero obtenido es “dulce”, más apto para su revalorización que el suero ácido. Es necesario comentar que esta técnica no se puede emplear en todos los tipos de quesos, siendo más apta en quesos frescos y blandos.

### **C.3.7. Coagulación/desuerado y corte**

La operación de coagulación se basa en provocar la alteración de la caseína y su precipitación, dando lugar a una masa gelatinosa que engloba a todos los componentes de la leche. La coagulación puede provocarse por tres vías: vía ácida (generalmente ácido láctico producido por bacterias), enzimática (adición de cuajo), mixta (combinación de las anteriores). En el caso de los quesos frescos, la coagulación se realiza mediante adición de bacterias lácticas y cuajo.

Una vez terminada la coagulación, se corta la cuajada en cubos de tamaño variable para favorecer el desuerado.



### **C.3.8. Tratamiento térmico**

En el caso de los quesos frescos y blancos pasterizados, se realiza una termización (65° durante unos segundos) o una pasterización (72°C durante por lo menos dieciseis segundos o tratamiento equivalente), respectivamente.

### **C.3.9. Moldeo y prensado**

En la etapa de moldeo, se introduce la cuajada en los moldes que servirán para definir la forma final del queso. En algunos quesos, se aplica un prensado para favorecer la expulsión del suero de la cuajada y obtener un queso de mayor extracto seco.

### **C.3.10. Salado**

El salado es una fase fundamental de la fabricación del queso, ya que favorece el desuerado, disminuye la actividad enzimática y aporta gusto al queso.


Esta operación se puede realizar sobre la leche (en la cuba) o sobre el queso, empleando salmueras (al 18 y un 21% de sal) o sal seca. El tiempo y la cantidad o concentración de sal depende del tipo de queso y del método de salado. Cuando se busca la formación de costra se añade un 0.2% de calcio en la sal.

### **C.3.11. Maduración**

La actividad enzimática del cuajo y de los microorganismos originales de la leche o añadidos durante el proceso de fabricación en determinadas condiciones de humedad y temperatura, actúan sobre proteínas y lípidos, originando con el tiempo el aroma, sabor y textura característicos de los quesos.

### **C.3.12. Limpieza**


Ver Apartado C.1.6

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

### **C.3.13. Concentración/desecación del lactosuero**

La gran cantidad de lactosuero que se produce en una empresa de elaboración de quesos (80-90% de la leche recibida) y las características de elevada DQO y conductividad, recomiendan recuperar el lactosuero y evitar su vertido al colector de aguas residuales. Sin embargo, dado el elevado porcentaje de agua del lactosuero, es posible eliminarla en parte mediante concentración/desecación para disminuir los costes derivados del transporte.

La concentración se puede realizar en evaporadores a baja presión u ósmosis inversa, mientras que el secado del lactosuero se realiza en secaderos consistentes en una serie de rodillos por los que circula el suero en su superficie, aumentando de esta manera la superficie de contacto entre el aire caliente y el suero.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

#### **C.4. NATA**

Se entiende por nata en general el producto lácteo rico en materia grasa separado de las leches de vaca, oveja, cabra o una mezcla, que toma la forma de emulsión de grasa en agua (Orden, de 12 de julio de 1993).

La nata se puede comercializar como tal (nata de consumo) o como producto intermedio para la fabricación de mantequilla.

En el año 1997, la producción de nata de consumo llegó a 56.000 toneladas, siendo el 1.1% de la producción total de productos lácteos.

Por su composición, se distingue:

- Doble nata: La que contiene un mínimo de materia grasa del 50%.
- Nata: La que contenga un mínimo del 30% de materia grasa y un máximo del 50%.
- Nata ligera o delgada: La que contenga un mínimo del 12% y un máximo del 30% de materia grasa.

Por las distintas incorporaciones, vamos a tratar:

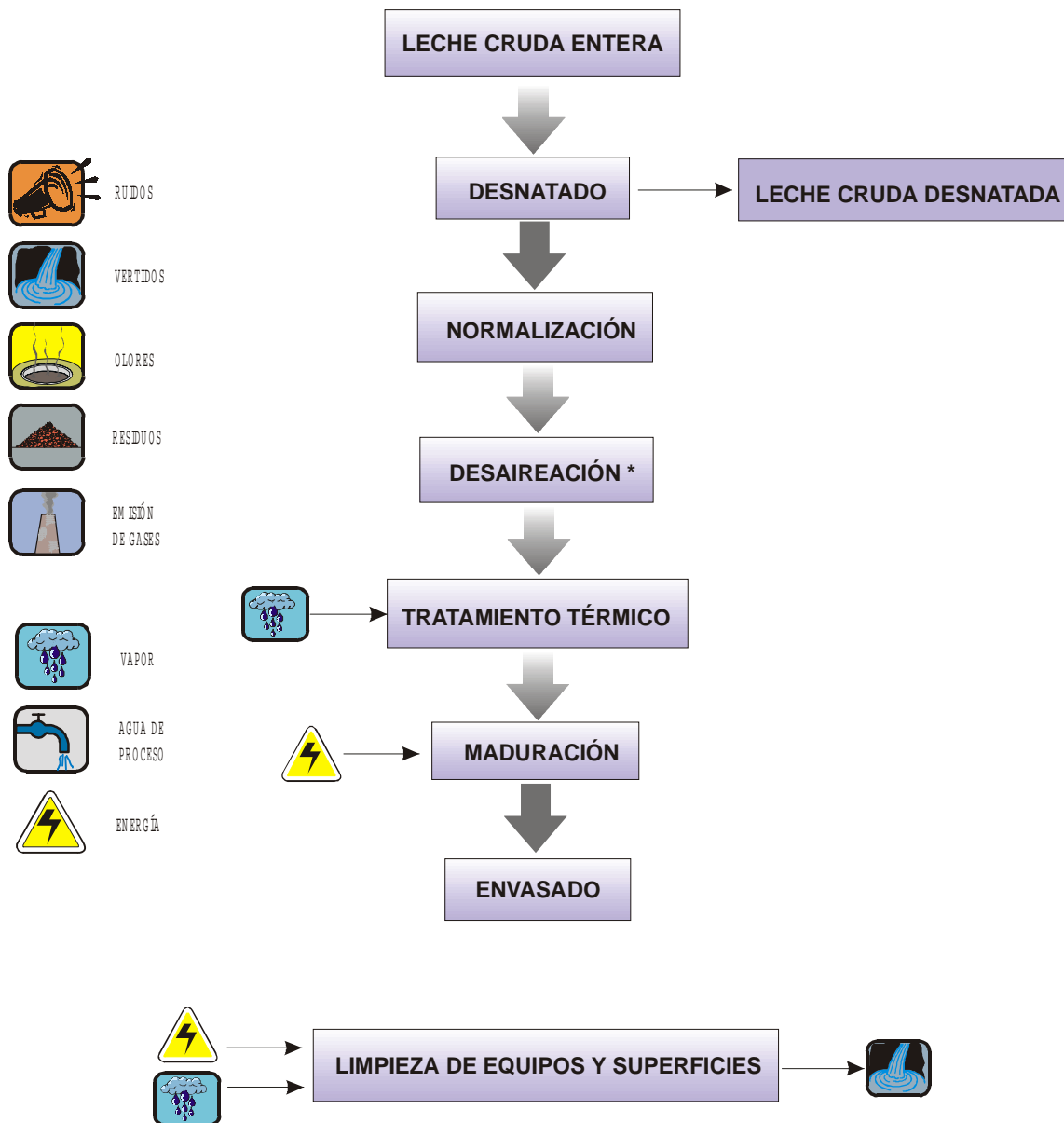
- Nata batida o montada: Con adición de aire o gases inocuos.
- Para batir o montar: La acondicionada para tal fin.
- Ácida o acidificada: La acidificada por adición de fermentos lácticos.
- Azucarada: con adición de azúcares
- Aromatizada: con adición de aromas
- Con frutas u otros alimentos naturales

El proceso de obtención de la nata es común en todos los tipos, ya que se realiza con centrífugas desnatadoras. En este mismo equipo se ajusta el contenido de materia grasa, corrigiendo las ligeras desviaciones añadiendo leche entera o nata con un mayor contenido de grasa. Posteriormente se homogeneiza para mejorar la estabilidad de la emulsión y controlar la viscosidad del producto, realizándose en ocasiones una desaireación para




eliminar problemas de malos olores, ya que las moléculas productoras de éstos se acumulan en la grasa. Una vez estabilizada, se realiza el tratamiento térmico, variando entre la pasteurización y los tratamientos U.H.T. El diagrama de fabricación de la nata es el siguiente:

**FABRICACIÓN DE NATA.**



\*Esta operación no siempre se realiza.

**Figura 9.- Diagrama de fabricación de la nata**

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

A continuación, se describen las operaciones más relevantes de la elaboración de la nata:

#### **C.4.1. Normalización**

En esta operación se procede al ajuste del contenido graso de la nata (según sea su destino) mediante centrífugas.


#### **C.4.2. Homogeneización**

Se realiza en algunos tipos de nata para aumentar la dispersión de los glóbulos grasos.

#### **C.4.3. Tratamiento térmico (pasterización o esterilización)**

En función del destino final de la nata, se procederá a un tratamiento térmico de pasterización, esterilización o tratamiento UHT, seguido de un enfriado rápido.

Existen, además, otras operaciones como el batido, la maduración, la fermentación que permiten obtener las diferentes formas de presentación de la nata y que no se describen por su poca relevancia medioambiental en general.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Descripción general de procesos industriales.</b>

## **C.5. MANTEQUILLA**

La mantequilla se define como el producto graso obtenido exclusivamente de leche o nata higienizada de vaca. En realidad, el proceso de fabricación de la mantequilla consiste en obtener una emulsión de agua en grasa, que es la mantequilla, de una emulsión de grasa en agua, como es la nata.

El proceso de elaboración es el siguiente:

Una vez obtenida la nata, debe sufrir un tratamiento térmico para asegurar la destrucción de los gérmenes patógenos y de los enzimas tanto lipolíticos como proteolíticos.

La nata tratada térmicamente, se somete a un periodo de maduración, tras el cual se somete a un batido para formar los grumos de mantequilla. Finalizada la formación de grumos, se separan los granos de mantequilla y la disolución acuosa (mazada o suero de mantequilla), y en algunos casos después del batido los granos de mantequilla se lavan con agua o con la propia mazada. A fin de obtener una masa compacta y homogénea en la que el agua esté uniformemente distribuida, los granos de mantequilla se someten a un amasado final.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de elaboración de la mantequilla:



**FABRICACIÓN DE MANTEQUILLA**

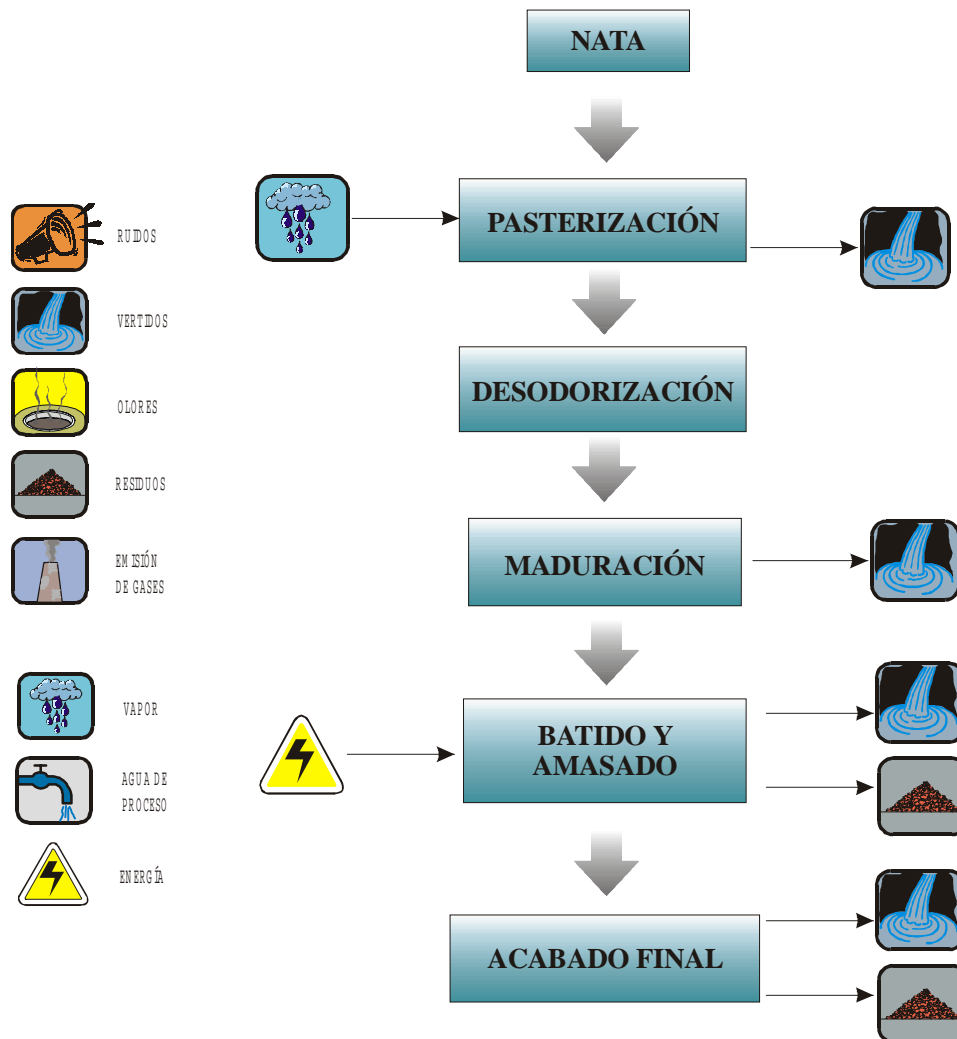


Figura 10.- Diagrama de flujo de la fabricación de la mantequilla.



### **C.5.1. Desodorización**

Antes de la pasteurización es aconsejable la desodorización de la nata, ya que las sustancias aromáticas se encuentran en la grasa, por lo que pueden transmitirse olores extraños a la mantequilla. También se reduce la oxidación de los ácidos grasos y el crecimiento de microorganismos aerobios indeseables.

La desodorización se realiza en evaporadores a vacío, en los que hay una presión tal que la temperatura de ebullición es de 7-9 grados menos que la temperatura de la nata, evaporándose así las sustancias volátiles. Este proceso se realiza en caliente para aumentar su efectividad, empleándose para ello intercambiadores de calor indirectos (de placas o tubulares de superficie rascada)

### **C.5.2. Pasterización de la nata**

Se emplean intercambiadores de calor indirectos, bien de placas especialmente diseñados para la nata, bien tubulares de superficie rascada.

### **C.5.3. Maduración de la nata**

La maduración de la nata tiene por objeto la cristalización de los glóbulos de grasa y la formación de aromas. Se producen una serie de cambios físicos y bioquímicos que dependen del sistema empleado en su fabricación:

- **Maduración sin acidificación**

En el periodo de maduración no hay aporte de fermentos lácticos, produciéndose únicamente cambios físicos. Para ello se mantiene la nata durante un cierto tiempo en condiciones de temperatura determinadas.

- **Maduración con acidificación**

La nata sufre, con esta técnica, tanto cambios físicos como bioquímicos, ya que los fermentos lácticos añadidos transforman la lactosa en ácido láctico (entre otras sustancias), acidificando el medio.



La técnica tradicional consiste en la adición de los fermentos en el tanque de fermentación, procediéndose a la fase de batido una vez obtenido el pH deseado. Existe otro procedimiento (denominado Nizo), en el que la adición de los fermentos se realiza en la segunda sección del cuerpo de la amasadora continua, siendo la acidificación más rápida y obteniéndose mazada dulce.

#### **C.5.4. Batido-amasado**

En esta fase la emulsión de grasa en agua se transforma en la emulsión de agua en materia grasa, mediante batido mecánico.


El batido produce una gran fuerza de cizallamiento, que rompe la envoltura de los glóbulos grasos y permite su unión. Se forman dos fases: una fase grasa compuesta por grumos de mantequilla y una acuosa compuesta por lo que se denomina *mazada* o suero de mantequilla.

Una vez se han formado los granos de mantequilla, se separan las dos fases (desuerado), y se lava (en algunos casos) la mantequilla con agua fría para eliminar los restos de mazada.

Posteriormente se somete a la mantequilla a un amasado para formar una masa compacta, distribuir en toda la masa las gotas de agua restantes y normalizar el contenido en humedad y otras sustancias (sal, posibles aromas).

#### **C.5.5. Limpieza**

Ver apartado C.1.6

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Análisis general de la contaminación producida.</b>

**D. ANÁLISIS GENERAL DE LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA.**  
**OPERACIONES CON IMPACTO MEDIO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO**

En este apartado se analizan los principales efectos medioambientales en cada uno de los procesos productivos estudiados, así como las operaciones que verdaderamente son responsables del impacto medioambiental producido por el conjunto. De esta manera, como se explica en el Apartado F, podemos realizar un primer cribado que permite concentrar nuestra atención en aquellas operaciones del proceso en las que será más importante determinar las Mejores Técnicas Disponibles tal como están descritas en la Directiva IPPC.

Este cribado se realiza mediante la clasificación de cada una de las operaciones básicas de cada proceso productivo según el impacto medio ambiental producido sea de 1<sup>er</sup> orden, de 2<sup>o</sup> orden o no significativo. Posteriormente, sólo se identificarán alternativas tecnológicas para las operaciones con impacto medio ambiental de 1<sup>er</sup> orden o de 2<sup>o</sup> orden, dejando sin tratar aquellas operaciones dentro de cada línea de producción cuya contribución sobre el impacto total producido es clasificada como poco significativa.

### D.1. LECHE UHT

Los principales efectos medioambientales de las industrias del sector se localizan en unas pocas operaciones básicas que son comunes a la mayoría de los procesos. Dichos efectos son:

- **Consumo de agua:** Los mayores consumos se producen en la operación de limpieza. La cantidad de agua total empleada supera varias veces el volumen de leche tratada (entre una y cuatro veces), dependiendo del tipo de instalación y del sistema de limpieza empleado.
- **Consumo de energía:** En cuanto a la energía térmica, se produce un gran consumo tanto en la esterilización como en la limpieza, pudiendo suponer hasta un 80% del consumo global. El consumo en el precalentamiento de la leche es importante, aunque menor que en las dos etapas anteriores.

Respecto a la energía eléctrica, el máximo consumo se produce en el enfriado, seguido de las operaciones homogeneización, desaireación, clarificación, etc.

En la siguiente tabla se muestran algunos datos orientativos acerca de los consumos térmicos y eléctricos producidos en las diferentes etapas:

<b>Etapas</b>	<b>Energía térmica (MJ/t)</b>	<b>Energía eléctrica (MJ/t)</b>
Esterilización	60-420	
Limpieza	200-600	
Enfriado		55-70
Homogeneización		6-10

**Fuente:** Alimentación, equipos y tecnología



- **Vertidos de aguas residuales:** En la industria láctea se produce una gran cantidad de aguas de vertido, especialmente en las operaciones de limpieza. El volumen de aguas residuales en las plantas de leche es varias veces el volumen de leche procesada, con una carga orgánica generalmente elevada.
- **Residuos sólidos:** Se producen por restos de plásticos, cartones y envases defectuosos.

En el siguiente cuadro se muestran los efectos contaminantes de cada etapa y su orden de importancia:

<b>Operación Básica.</b>	<b>Efecto</b>	<b>Orden</b>
Recepción	Vertidos de limpieza de las cisternas	2°
Desaireado	Consumo de energía eléctrica.	2°
Centrifuga - clarificadora	Consumo de energía eléctrica.	2°
	Producción de residuo orgánico.	NS
Enfriado	Consumo de energía eléctrica	1°
Almacenamiento	Consumo de energía eléctrica para refrigeración	2°
Homogeneización	Consumo de energía	2°
Tratamiento UHT	Consumo de energía térmica	1°
Refrigeración	Consumo de agua de enfriamiento	1°
	Consumo de energía eléctrica	2°
Limpieza	Consumo de agua	1°
	Consumo de energía térmica	2°
	Vertidos con elevada carga orgánica y productos de limpieza y desinfección	1°
Envasado aséptico	Residuos de envase	NS

## **D.2. YOGUR**

Los efectos medioambientales en este proceso son bastante similares a los producidos en el proceso de elaboración de leche U.H.T.

- **Consumo de energía:** Dentro del proceso de elaboración de yogur, la operación con mayor consumo de energía térmica es la pasteurización. También se produce un alto consumo de energía eléctrica en la refrigeración.
- **Vertidos de aguas residuales:** Son producidas principalmente en la fase de limpieza. También pueden producirse derrames accidentales durante la fabricación.
- **Residuos sólidos:** Son los procedentes de los residuos de los envases defectuosos.

En el siguiente cuadro se muestran los efectos contaminantes de las distintas etapas y su orden de importancia:



<b>Operación Básica.</b>	<b>Efecto</b>	<b>Orden</b>
Recepción	Vertido de limpieza de las cisternas	2°
Desaireado	Consumo de energía eléctrica.	2°
Centrifuga - clarificadora	Consumo de energía eléctrica.	2°
	Producción de residuo orgánico.	NS
Almacenamiento	Consumo de energía eléctrica para refrigeración	2°
Homogeneización	Consumo de energía	2°
Pasterización	Consumo de energía térmica.	1°
Refrigeración	Consumo de energía eléctrica.	1°
	Consumo de agua de refrigeración	
Adición de aromas y colorantes	Posibles fugas	N.S.
Llenado de envases.	Residuos de envase	NS
Incubación y coagulación	Consumo de energía térmica.	2°
	Posibles fugas.	
Refrigeración	Consumo de energía eléctrica.	1°*
	Consumo de agua de refrigeración	
Limpieza de superficies	Consumo de agua	1°
	Consumo de energía térmica	2°
	Vertidos con elevada carga orgánica y productos de limpieza y desinfección	1°

\* Sólo en los casos de no recirculación de las aguas de enfriamiento.



### D.3. QUESOS

Los efectos medioambientales en este proceso son los indicados a continuación:

- **Consumo energético:** El más importante es el producido en la pasteurización, aunque es variable debido a la poca uniformidad en los tratamientos según el tipo de queso. También hay que citar el gasto producido en la refrigeración y el almacenamiento.

En la tabla siguiente se presentan los consumos energéticos en la fabricación de queso tipo Cheddar:

**Tabla 3. Consumos energéticos en la fabricación de queso “Cheddar” Fuente: Energy in world agriculture**

<b>Etapas</b>	<b>Energía térmica (%)</b>	<b>Energía eléctrica (%)</b>
Almacenamiento	34.8	26.3
Pasteurización - normalización		6.5
Cultivos lácticos	10.9	0.5
Coagulación	23.1	1.2
Cortado		0.1
Cocido		7.5
Desuerado		5.7
Cheddaring	31.2	2.9
Salado		2.3
Prensado		8.5
Limpieza CIP		18.3
Cortado	-	0.3
Empaquetado		0.8
Refrigeración		19.1




- **Vertidos de aguas residuales:** La parte más importante de volumen de aguas residuales procede de la limpieza de equipos e superficies. Como dato orientativo, se puede consumir un volumen de agua de 1 a 4 veces el volumen de leche procesada. En este tipo de instalaciones, los vertidos procedentes de restos de leche, lactosuero y salmueras aumentan de forma considerable la carga contaminante del vertido final (fundamentalmente carga orgánica y conductividad).

El lactosuero representa entre un 80 y un 90% del volumen total de la leche utilizada en la fabricación de queso, y contiene alrededor del 50% de los nutrientes iniciales de la misma. El volumen de lactosuero que no se recoja, pasará a formar parte de las aguas residuales

Los vertidos de salmueras son puntuales, y su volumen y frecuencia son muy variables ya que depende de la capacidad de almacenamiento de los tanques de salado, del tiempo de utilización, del nivel de reutilización, etc. Contienen un importante contenido orgánico fundamentalmente proteico (caseína), lactosa y ácido láctico, además de una alta conductividad eléctrica.

- **Residuos sólidos orgánicos:** Son los producidos por los restos de cuajada después de la coagulación.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Análisis general de la contaminación producida.</b>

A continuación se presentan las etapas del proceso con el impacto ambiental producido y su orden de importancia:

<b>Operación Básica.</b>	<b>Efecto</b>	<b>Orden</b>
Recepción	Vertidos de limpieza de las cisternas	2°
Desaireado	Consumo de energía eléctrica.	2°
Centrífuga-clarificadora	Consumo de energía eléctrica.	2°
	Producción de residuo orgánico.	NS
Normalización	Restos de leche	2
Homogeneización	Consumo energía eléctrica	2°
Pasterización	Consumo de energía térmica	1°
Coagulación	Vertido de lactosuero	1°*
	Residuos sólidos orgánicos	1°
Moldeo y prensado	Vertido de lactosuero	1°
	Residuo sólido orgánico	2*
Salado.	Vertidos de salmuera	2°
Maduración	Producción de olores.	N.S.
Limpieza	Consumo de agua	1°
	Consumo de energía térmica	2°
	Vertidos con elevada carga orgánica y productos de limpieza y desinfección	1°

\*Serán considerados con estos niveles siempre y cuando no haya un sistema de recogida eficiente.

#### D.4. NATA

Los efectos medioambientales en este proceso son los indicados a continuación:

- **Consumo energético:** El mayor consumo energético lo encontramos en los tratamientos térmicos. Otros consumos a destacar son los producidos en el almacenamiento y refrigeración de la nata.
- **Vertidos de aguas residuales:** Las aguas residuales producidas en la fabricación de la nata son las procedentes de la limpieza de equipos y superficies, variando considerablemente su volumen de una instalación a otra pero en cualquier caso, con altas cargas orgánicas.

En el siguiente cuadro se muestran los efectos contaminantes de las distintas etapas y su orden de importancia:

Operación Básica.	Efecto	Orden
Desaireado	Consumo de energía eléctrica.	2°
Desodorización	Consumo de energía térmica. Consumo de energía eléctrica.	2°
Pasterización/ esterilización / UHT	Consumo de energía térmica.	1°
Maduración	Consumo de energía eléctrica	2°
Almacenamiento	Consumo de energía eléctrica	2°
Limpieza	Consumo de agua Consumo de energía térmica Vertidos con elevada carga orgánica y productos de limpieza y desinfección	1° 2° 1°

## D.5. MANTEQUILLA


Los efectos medioambientales en este proceso son los indicados a continuación:

- **Consumo energético:** El consumo más elevado es debido a la pasteurización de la nata. Otras fuentes de consumo importantes son el batido y el enfriado.
- **Vertidos de aguas residuales:** Las aguas residuales están compuestas por las aguas de limpieza de superficies y equipos, así como por aguas procedentes del lavado de la mantequilla (si se realiza) antes del amasado. El volumen es muy variable, y la carga orgánica alta. Generalmente, la mazada no se vierte dado que constituye un subproducto industrial con valor económico.

En el siguiente cuadro se muestran los efectos contaminantes de las distintas etapas y su orden de importancia:

Operación Básica.	Efecto	Orden
Desaireado	Consumo de energía eléctrica.	2°
Desodorización	Consumo de energía térmica. Consumo de energía eléctrica.	2°
Pasteurización	Consumo de energía térmica.	1°
Maduración	Consumo de energía térmica	2°
Batido	Consumo de energía eléctrica	2°
	Vertido de mazada.	NS°*
	Residuos orgánicos	2°
Amasado	Consumo de energía eléctrica	2°
	Vertido de mazada.	2°*
	Residuos orgánicos	
Limpieza	Consumo de agua	1°
	Consumo de energía térmica	2°
	Vertidos con elevada carga orgánica y productos de limpieza y desinfección	1°

\*Siempre y cuando se recoja adecuadamente.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías más utilizadas.</b>

## **E. TECNOLOGÍAS MÁS UTILIZADAS. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS OPERACIONES CONTAMINANTES**

En este apartado se analizan las operaciones de cada proceso con un mayor impacto ambiental (clasificadas de 1<sup>er</sup> o 2<sup>o</sup> orden y para las que existan alternativas tecnológicas).

Para cada una de ellas se recopilan las alternativas tecnológicas existentes y se describe y evalúa el impacto medio ambiental de cada una de ellas.

### **E.1. LECHE UHT**

En el siguiente cuadro se resumen las operaciones con efectos medioambientales significativos, de las que se han analizado las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Orden
Tratamiento UHT	Consumo de energía térmica	1°
Limpieza	Consumo de agua	1°
	Consumo de energía térmica	2°
	Vertidos con elevada carga orgánica y productos de limpieza y desinfección	1°

#### **E.1.1. Tratamiento UHT**

En la operación de tratamiento UHT, existen dos tecnologías: las de calentamiento directo y las de calentamiento indirecto.

##### **1.1.1.1. Tratamiento UHT mediante calentamiento directo.**

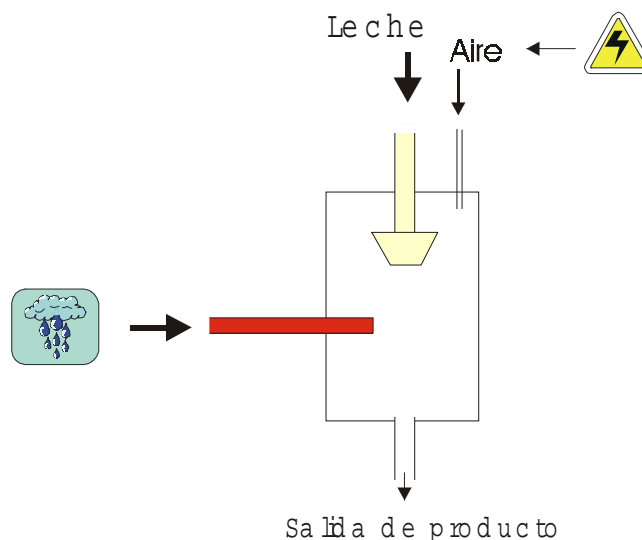
La esterilización se produce por contacto directo entre el fluido caloportador (vapor de agua) y la leche. Se puede realizar tanto inyectando vapor sobre leche como inyectando



leche sobre vapor. La temperatura de calentamiento oscila entre 140 y 150°C, siendo el tiempo de residencia de uno a cuatro segundos.

La leche debe tener a la entrada del intercambiador una temperatura de 70-80°C, entrando entonces en contacto con el vapor de agua y alcanzando la temperatura óptima de esterilización. Posteriormente, la leche pasa a un evaporador de vacío para eliminar el agua añadida durante la esterilización. Esta evaporación del agua hace que la temperatura de la leche se reduzca rápidamente hasta temperaturas cercanas a los 80°C.

Estos sistemas de intercambio de calor son capaces de recuperar hasta un 40-50% del calor.



**Figura 11.- Intercambiador de calor indirecto por inyección de vapor**

#### **E.1.1.1. Tratamiento UHT mediante calentamiento indirecto**

La transferencia de calor se produce a través de una superficie de intercambio, con lo que el fluido caloportador (vapor de agua) no llega a entrar en contacto con la leche. Estos sistemas son mucho más eficientes energéticamente, ya que no se producen pérdidas por cambios de estado en el producto. Con este tipo de intercambiadores no se alcanzan las temperaturas de esterilización en tan breve tiempo como se exige en la leche UHT, por lo que se deben utilizar en combinación con sistemas directos de calentamiento.

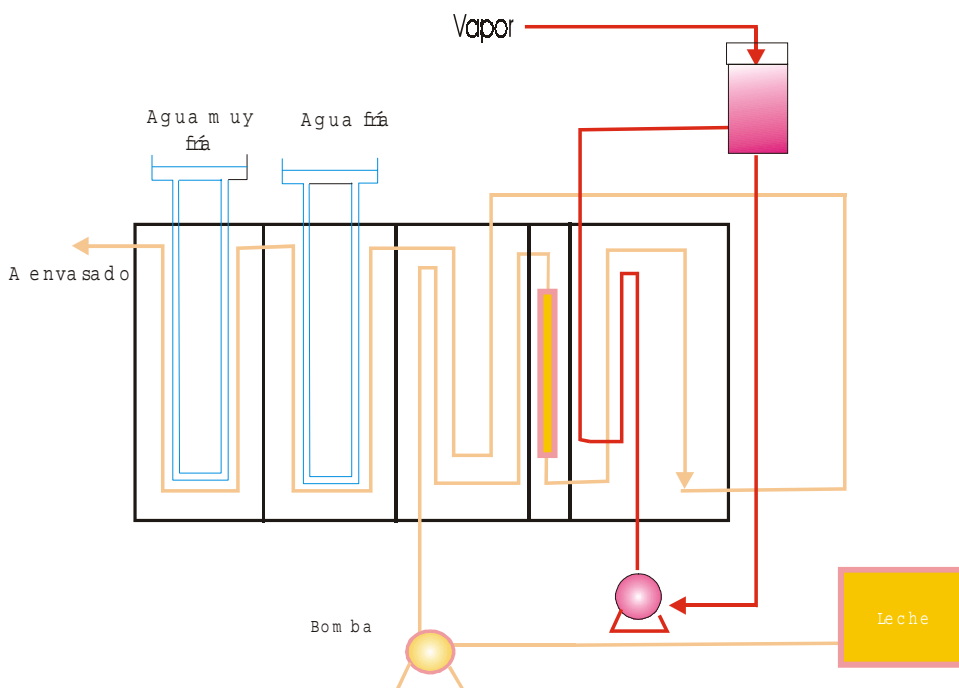


Se emplean dos tipos de intercambiadores: los de placas y los tubulares.

### *Intercambiadores de placas*


Constituidos por una serie de placas corrugadas paralelas por las que circulan la leche y el fluido caloportador (agua) en placas alternativas. La leche circula entre las placas “pares” y el fluido caloportador por las “impares”, y dada la pequeña distancia existente entre placas la superficie de transferencia de calor es muy elevada. El hecho de que las placas sean corrugadas hace que aumente la superficie de intercambio, así como la turbulencia en los fluidos, lo que aumenta el coeficiente global de transferencia.

Los extremos de las placas están perforados de manera que se puede dirigir el flujo de líquido a calentar o enfriar. Estos sistemas permiten recuperar la energía que porta la leche esterilizada mediante calentamiento de la leche entrante y reduciendo de paso su temperatura y sus necesidades de enfriamiento posterior.



**Figura 12.- Intercambiador indirecto de placas.**


### *Intercambiadores tubulares*

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías más utilizadas.</b>

Compuestos por dos (vapor-leche) o tres (vapor-leche-vapor) tubos concéntricos, por los que circulan la leche y el fluido caloportador. La superficie de transferencia es menor que en el caso anterior, y las recuperaciones de calor son inferiores a las obtenidas con los intercambiadores de placas. Con este sistema también es posible recuperar de calor de la leche ya esterilizada para precalentar la leche entrante.

### **E.1.1.2. Intercambiadores mixtos**

Son una combinación de los dos sistemas anteriormente comentados, estando los dos intercambiadores en serie: primero el indirecto para llevar la leche a una temperatura de 70-80°C y luego el directo que produce la esterilización. Adicionalmente, puede incorporarse un tercer intercambiador indirecto después del segundo intercambiador (el directo) para enfriar la leche una vez homogeneizada. El sistema mixto es el óptimo para conseguir los parámetros de calidad higiénica de la leche.

	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías más utilizadas.</b>

### *E.1.2. Limpieza de equipos*

Las operaciones de limpieza poseen una tecnología propia y cuentan con una gestión independiente. La determinación de los puntos críticos de contaminación dentro del proceso y una buena programación son fundamentales para conseguir limpiezas efectivas. Las operaciones de limpieza son muy importantes desde el punto de vista medioambiental, no solo debido a que en esta operación se producen unos consumos de agua, energía y productos de limpieza muy elevados, sino porque una limpieza inadecuada puede acarrear que cantidades importantes de materia prima se contaminen y se conviertan automáticamente en residuo.

Existen dos grandes sistemas de limpieza: la manual y la limpieza CIP:

#### *Limpieza manual*

Es un sistema que cada día es menos utilizado, siendo universal la utilización de la limpieza C.I.P. (Cleaning In Place) en los establecimientos industriales de tamaño mediano-grande.

#### *Limpieza C.I.P.*

Consiste en hacer circular secuencialmente por el interior de tuberías y equipos los diferentes productos de limpieza desde sus correspondientes depósitos de almacenamiento. Este sistema puede ser parcial o totalmente automatizado y requiere menor mano de obra que el sistema manual. Este sistema permite optimizar los consumos de agua, energía y productos de limpieza necesarios para realizar la operación.

En la limpieza CIP, la secuencia completa de limpieza suele ser la siguiente:

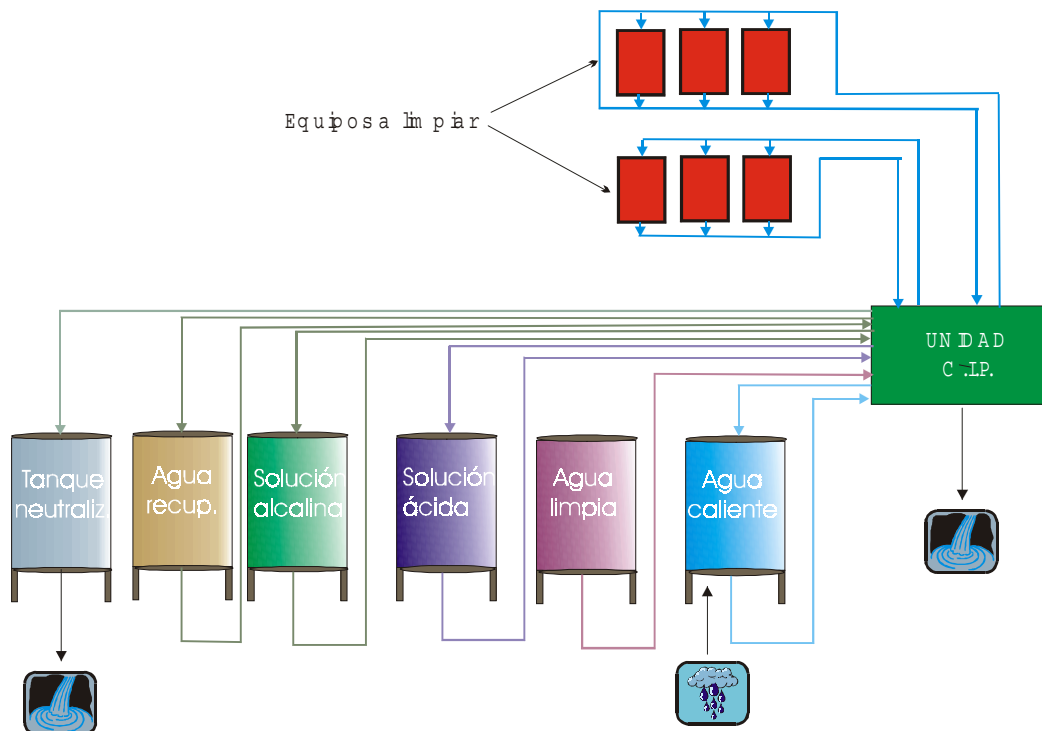
- Recuperación de residuos de producto mediante drenaje, arrastrándolos con agua o expulsándolos mediante aire comprimido.
- Eliminación de restos de leche o producto mediante enjuague con agua (fría o caliente).




- Eliminación de las grasas adheridas en el sistema mediante limpieza con una solución alcalina caliente (con aditivos para evitar corrosión del sistema).
- Enjuague para eliminar la solución alcalina.
- Eliminación de los restos sólidos adheridos a los equipos con una solución ácida de ácido clorhídrico, nítrico o fosfórico (con aditivos para evitar la corrosión).
- Enjuague para eliminar los restos de ácido.
- Desinfección, siempre y cuando sea necesario, con una solución química (p.e. hipoclorito, yodoformo, agua oxigenada) o mediante vapor o agua caliente. (Cada vez se utiliza más el vapor de agua)
- Aclarado final con agua potable si se ha realizado desinfección química.

Debido a las especiales características del producto y de la producción, se realizan frecuentes limpiezas de “base”, que consisten en un enjuague inicial, una limpieza a base de sosa y un enjuague final.

Se pueden diferenciar dos tipos de sistemas C.I.P. de limpieza: los *sistemas centralizados* que tienen un único circuito y una estación central, y los *sistemas descentralizados* en los que existen varias estaciones C.I.P. en distintos puntos de la instalación.



**Figura 13.- Diagrama de limpieza CIP**

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías más utilizadas.</b>

### **E.1.3. Limpieza de superficies**

La limpieza de las instalaciones es una garantía del mantenimiento de la higiene dentro de la industria láctea. Procedente del sector cárnico, se ha implantado la utilización de limpieza de superficies con espumas. Consiste en la aplicación de productos formulados con una base espumante, lo que al cabo de un cierto tiempo de contacto, favorece la solubilización total de la suciedad. Posteriormente se realiza un aclarado con agua a media presión. Los aparatos empleados para aplicación de los detergentes son de baja presión.

En algunos casos se pueden emplear equipos de alta presión, ya que son muy efectivos cuando se trata de limpiar superficies muy sucias, aunque muchas veces se utilizan incorrectamente para arrastrar residuos sólidos hasta los desagües. Tienen el inconveniente de que debido a la fuerza de impacto sobre un punto se pulverizan partículas de suciedad en todas direcciones y se nebuliza al ambiente, siendo vehículo para los gérmenes que más tarde se depositaran de nuevo sobre las superficies ya limpias. En ocasiones con este sistema el tiempo de contacto de los detergentes es insuficiente, desaprovechándose su acción y malgastándose mucho detergente. En muchos casos se utilizan mangueras de caudales muy elevados. Además, puede provocar daños en superficies debido a la presión del agua (mayor de 100 kg/cm<sup>2</sup>).

## **E.2. YOGUR**

En el siguiente cuadro se resumen las operaciones con efectos medioambientales significativos en las que se han analizado las alternativas tecnológicas existentes.

<b>Operación Básica.</b>	<b>Efecto</b>	<b>Orden</b>
Pasterización	Consumo de energía térmica.	1°
Limpieza de superficies	Consumo de agua	1°
	Consumo de energía térmica	2°
	Vertidos con elevada carga orgánica y productos de limpieza y desinfección	1°

### **E.2.1. Pasterización**

En la fase de pasterización se produce un consumo elevado de energía térmica, por lo que la adopción de sistemas eficientes en la recuperación de calor permite ahorros de energía considerables.

Los esterilizadores de placas o tubulares, que están bastante optimizados en cuanto a recuperación de calor, disminución de consumos de agua en el enfriado y precalentamiento de la leche (o nata). Además estos equipos permiten utilizar sistemas integrados de limpieza C.I.P (Cleaning In Place). Estas tecnologías están descritas en el apartado de tratamiento U.H.T.

### **E.2.2. Limpieza de equipos e superficies**

Ver Apartados E.1.2 y E.1.3.

### E.3. QUESOS

En el siguiente cuadro se resumen las operaciones con efectos medioambientales significativos en las que se han analizado las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Orden
Pasterización	Consumo de energía térmica	1º
Coagulación	Vertido de lactosuero	1º
	Residuos orgánicos	1º
Concentración del lactosuero*	Consumo de energía	1º

(\*) No es una operación del proceso de elaboración del queso, sino que interviene en la buena gestión del volumen de lactosuero generado.


#### E.3.1. Pasterización

Se emplean intercambiadores de calor indirectos, que pueden ser de placas o tubulares.

Como paso previo a la pasterización se puede realizar la bactofugación. Este procedimiento permite eliminar un alto porcentaje de bacterias y esporas. Las bactofugadoras funcionan con el mismo mecanismo que las separadoras clarificadoras, separando bacterias y esporas por diferencia de densidades. Una vez realizada la bactofugación, se obtiene una fase pesada o bactofugado que debe añadirse a la leche para no disminuir el contenido proteico. Supone un 2-3% del total de la leche, y debe esterilizarse antes de añadirse a la leche bactofugada. El uso de la bactofugación no está muy extendido en nuestro país.

#### E.3.2. Coagulación

En España, el único método utilizado para la coagulación es el de coagulación por lotes, en la cual la leche a coagular es introducida en la cuba quesera, donde se añade el cuajo y/o las bacterias lácticas. Las cubas están provistas de una camisa por la que circula agua o

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías más utilizadas.</b>

vapor para optimizar la temperatura de proceso. Una vez obtenida la cuajada, ésta se corta mediante cuchillas en sentido vertical, horizontal y transversal, para favorecer el desuerado. El desuerado se realiza por filtración, quedando los granos de cuajada en la cuba. Las cubas pueden ser horizontales o verticales, pudiendo adaptarse sistemas de limpieza CIP.

### **E.3.3. Concentración del lactosuero**

Esta operación sólo se realiza en la instalación cuando se desea reducir el volumen del lactosuero generado con vista a reducir los gastos de transporte de éste hasta las instalaciones de aprovechamiento.

Esta operación se puede realizar mediante dos grupos de técnicas:

- -Evaporación a vacío
- Técnicas de membrana

Los efectos medioambientales más importantes derivados de la operación de concentración son el consumo energético para la concentración y posterior refrigeración a baja temperatura, y el consumo de agua para el enfriado del condensado cuando se concentra por evaporación. Los condensados generados de la evaporación del agua del lactosuero (concentración por evaporación) o el permeado (concentración por ósmosis inversa) pueden ser almacenados y utilizados para otras operaciones como la limpieza de superficies.

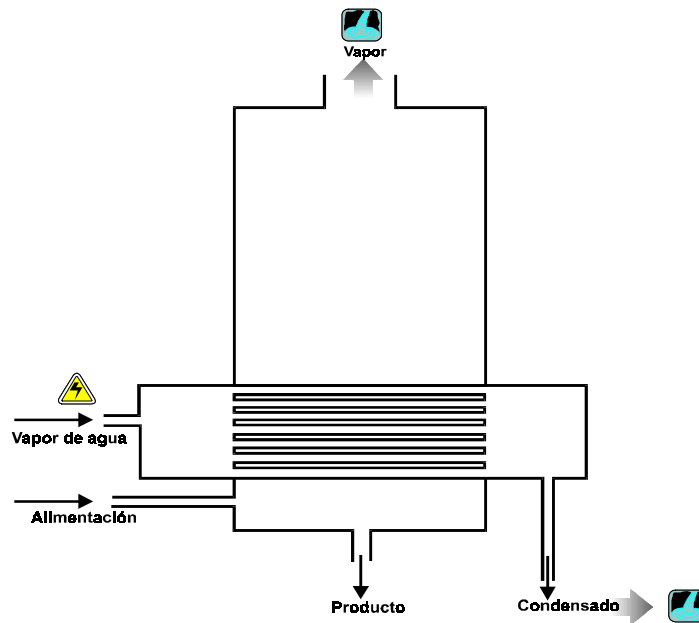
Actualmente, las tecnologías de membrana están limitadas a unos grados de concentración relativamente bajos (generalmente hasta 18° Brix).

#### **E.3.3.1. Evaporadores a vacío**

La concentración por evaporación es el sistema más utilizado en la industria y consiste en la eliminación del agua del lactosuero por evaporación mediante calentamiento del



producto. Dado que esta evaporación se realiza a vacío las temperaturas a alcanzar pueden ser relativamente bajas.



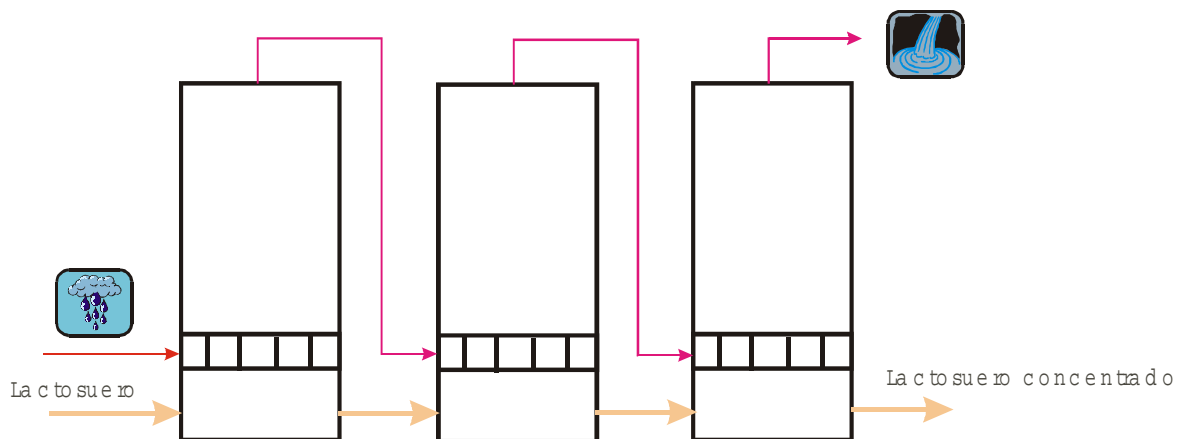
**Figura 14.- Evaporador a vacío**

Los efectos medioambientales más importantes producidos en estos sistemas son el elevado consumo de energía y el consumo de agua de refrigeración.

En los sistemas de concentración por evaporación, las mejores tecnologías desde el punto de vista medioambiental se centran en la optimización del rendimiento energético de la operación, la recirculación de las aguas de refrigeración y el aprovechamiento de los condensados de lactosuero para otras operaciones.

#### *Evaporación de efectos múltiples*

Consiste en el aprovechamiento del vapor que sale de un evaporador en la calandria de un evaporador posterior. El sistema se puede repetir en el caso de que haya varias calandrias en serie. Al final el vapor es enviado a condensación. Existe además una fase inicial de precalentamiento del producto con el vapor de calentamiento de la calandria.



**Figura 15.- Esquema de funcionamiento de un evaporador continuo de efectos múltiples**

Los efectos múltiples permiten lograr recuperaciones de energía muy importantes en la operación.

**Tabla 4. Parámetros de la concentración de lactosuero por Evaporación. Fuente: "Food Processing Technology"**

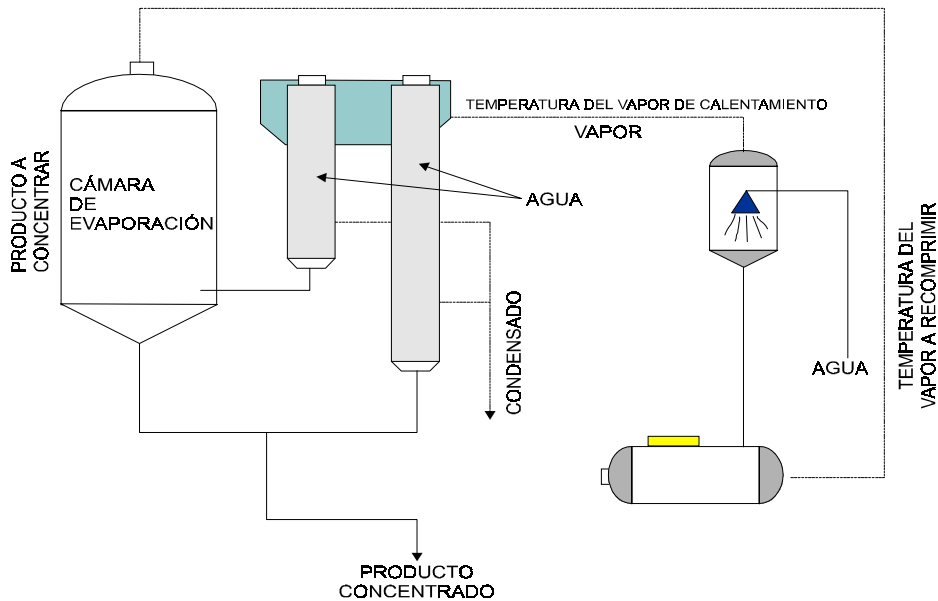
Parámetro	Evaporación
Consumo de vapor (kg/m <sup>3</sup> agua eliminada)	250-550
Consumo de electricidad (kWh/m <sup>3</sup> agua eliminada)	5
Consumo de energía (kw/h)	387 (6-50% sólidos) un efecto 90 (6-50% sólidos) dos efectos 60 (6-50% sólidos) tres efectos 44 Recompresión mecánica de vapor
Consumo de agua de refrigeración (kJ/m <sup>3</sup> agua eliminada)	12.000.000 - 52.000.000
Tamaño de planta	80.000-100.000 l/día
Concentración final del producto	Más de 60% de sólidos totales

### *Recompresión del vapor*

La evaporación con recompresión mecánica de vapor significa concentrar el producto en las mejores condiciones técnicas, anulando prácticamente el consumo de vapor y de agua



de enfriamiento. En este tipo de evaporadores, el vapor liberado por el producto durante la concentración por vacío se recomprime mecánicamente y se utiliza como fluido caliente en los intercambiadores de calor.



**Figura 16.-** *Recompresión de vapor Adaptado de Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias. IDAE.*

Al margen de las ventajas económicas y de explotación, este sistema permite reducir los efectos medioambientales mediante un ahorro energético considerable (alrededor de 570 Kcal/kg de vapor) y la reducción al mínimo del agua de refrigeración.

**Tabla 5. Tasas de consumo de vapor con diferentes sistemas de recuperación de calor. Fuente: Food Processing Technology**

Nº de efectos	Vapor consumido (kg/kg de agua evaporada)	
	Sin recompresión de vapor	Con recompresión de vapor
1	1.1	0.6
2	0.6	0.4
3	0.4	0.3



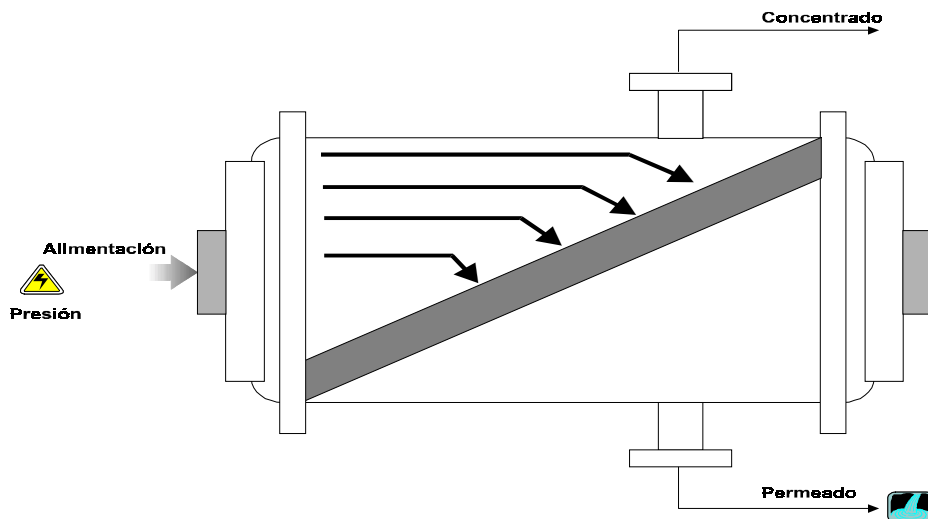
Sin embargo, en España este sistema no suele resultar ventajoso debido a que la relación Kw/h/kg de vapor no es favorable, y solo sería económicamente ventajoso si se consiguiera a menor coste el kw/h (p.e. cogeneración) y se considerara la reducción en el consumo de aguas de refrigeración.

### **E.3.3.2. Técnicas de membrana**

Las técnicas de membrana permiten la concentración a temperatura ambiente. Consiste en la separación de los componentes de una disolución mediante el paso de algunas sustancias a través de una membrana selectiva por medio de la aplicación de un gradiente de presión al fluido. La interposición de una membrana semipermeable a un fluido a presión permite separar el flujo en dos corrientes: la denominada permeado, constituida por las sustancias que pueden atravesar la membrana, y el concentrado, que no pudo atravesarlo.

En todos los casos, el lactosuero se hace fluir a elevada velocidad y tangencialmente a la superficie de la membrana

A continuación se muestra un esquema de las técnicas de membrana:



**Figura 17.- Técnicas de membrana**

En función del tamaño de los poros de la membrana se obtienen composiciones diferentes de la corriente del permeado. A menor diámetro de poro, mayores deben ser las presiones a

alcanzar para realizar la filtración, y a medida que aumenta la concentración mayores deben ser las presiones aplicadas.

Esta es una limitación de la técnica ya que con las membranas disponibles actualmente no se pueden obtener grados de concentración tan elevados como con otros métodos como la evaporación (es menor del 52%).

**Tabla 6. Características del permeado en los sistemas de filtración por membrana**


<b>Sistema</b>	<b>Diámetro poro</b>	<b>Presión</b>	<b>Permeado</b>
Osmosis inversa	5-20 A	2-7 MPa	Agua + algún ion
Ultrafiltración	10 A-0.2 mm	0.3-1.3 MPa	Agua + iones + moléculas pequeñas
Microfiltración	0.05-2 mm	0.05-0.4 Mpa	Agua + iones + coloides + bacterias +partículas pequeñas en suspensión

El agua eliminada del lactosuero (permeado) posee unas características analíticas aceptables para su almacenamiento y posterior reutilización en otras operaciones

La evaporación requiere unos consumos energéticos de operación y unos volúmenes de agua de enfriado muy elevados frente a la ósmosis inversa, sin embargo las técnicas de membrana tienen la limitación de la concentración máxima a alcanzar, hasta 18° Brix.

#### **E.3.4. Limpieza**

Ver el apartado E.1.2. y E.1.3

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías más utilizadas.</b>

## **E.4. NATA**

### **E.4.1. Pasterización de la nata**

Se realiza con intercambiadores de calor de placas o de superficie rascada. Los intercambiadores de placas están especialmente diseñados para la nata, ya que tienen mayor distancia entre placas (por la mayor densidad de la nata). Los intercambiadores de superficie rascada consisten en un cilindro vertical donde el producto y el fluido caloportador circulan en contracorriente y existen una serie de palas que eliminan el producto adherido a las paredes.

## E.5. MANTEQUILLA

En el siguiente cuadro se resumen las operaciones con efectos medioambientales significativos en las que se han analizado las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Orden
Pasterización	Consumo de energía térmica.	1°
Batido	Consumo de energía eléctrica	2°
	Vertido de mazada.	1°*
	Residuos orgánicos	2°

\*En el caso de que no se recoja adecuadamente.

### E.5.1. Pasterización de la nata

Ver apartado E.4.1.

### E.5.2. Batido


El batido se puede realizar de forma continua o discontinua.

#### *Batido discontinuo*


La nata entra a un cilindro batidor, con unas paletas interiores que ascienden la masa a la parte superior desde donde se retira. Este mecanismo es capaz de producir los gránulos de mantequilla y realizar el amasado. Antes del amasado, se evacua la mazada del tambor y se realiza el lavado. La fase de amasado se puede realizar también de mediante un tornillo sin fin, de forma similar al método en continuo.

#### *Batido continuo*

La nata es introducida en un cilindro batidor de velocidad variable, lo que favorece una rápida inversión de la mantequilla, pasando los granos y la mazada a la sección de separación y donde se produce el lavado de los granos. La sección de separación tiene un

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías más utilizadas.</b>

tornillo que comienza a realizar el amasado mientras transporta la mantequilla a la siguiente etapa. Posteriormente la mantequilla pasa a la sección de secado y exprimido, donde se elimina los restos de mazada, y posteriormente a la sección de amasado, compuesto también por un tornillo. En esta última parte se regula el contenido final de agua, se añade sal, se controla la densidad y la temperatura.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Factores a considerar en la determinación de MTD's.</b>

## **F. FACTORES A CONSIDERAR EN LA DETERMINACIÓN DE MTD'S.**

### **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS**

En este capítulo se describe la metodología y los factores de evaluación de las tecnologías subsectoriales desde el punto de vista del impacto ambiental (directo o indirecto) del que son responsables, con el fin último de conseguir delimitar cuáles de ellas pueden considerarse como mejores tecnologías disponibles según lo establecido en la Directiva IPPC 96/61/CE. Desde este punto de vista, se realiza un primer cribado que permita concentrar nuestra atención en aquellas operaciones del proceso verdaderamente responsables del impacto producido por el conjunto.


Este cribado se realiza mediante la clasificación de cada una de las operaciones básicas de cada proceso productivo según el impacto medio ambiental producido sea de 1<sup>er</sup> orden, de 2<sup>o</sup> orden o no significativo.

Debido a lo anterior, se identifican alternativas tecnológicas para las operaciones con impacto medio ambiental de 1<sup>er</sup> orden o de 2<sup>o</sup> orden.

#### **F.1. METODOLOGÍA**

La metodología propuesta supone un método sistematizable para la evaluación integrada de la contaminación producida por las tecnologías de proceso utilizadas en estos momentos por los diferentes subsectores agroalimentarios. Por tanto, se centra en el análisis del proceso de fabricación y no pretende ser un estudio sobre las medidas correctoras aplicables a cada subsector o sobre los costes ambientales de las mismas.

Las Mejores Tecnologías Disponibles deben de hacer referencia al origen mismo de la contaminación industrial, es decir, a las alternativas de proceso existentes para realizar una misma operación generando un producto final de calidad aceptable en el mercado. Sin embargo, habrá que tener en cuenta que muchas veces la utilización de las MTD's no será suficiente por si solas para salvaguardar el medio ambiente y que, por tanto, las medidas correctoras de depuración siguen siendo necesarias para cumplir los niveles máximos de carga contaminante permitidos por la legislación medioambiental aplicable.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Factores a considerar en la determinación de MTD's.</b>


Los “items” o factores que deben tenerse en consideración a la hora de analizar la bondad medioambiental de una tecnología, y que fueron validadas en su momento por las mesas de trabajo correspondientes se presentan en la siguiente tabla

Como puede apreciarse en estas tablas, no sólo deben considerarse aspectos medioambientales a la hora de comparar tecnologías, sino que deben tenerse en cuenta aspectos de calidad de producto y de costes, tal como se establece en la propia definición de MTD's recogida en la Directiva IPPC. Dentro del término viable no es razonable considerar aquellas tecnologías que teniendo un impacto medioambiental mínimo no consiguen una calidad de producto final exigida por el mercado actual. Debemos de distinguir aquellas tecnologías que estando totalmente desarrolladas en el sector, consiguen minimizar el impacto manteniendo la calidad del producto final a un coste de mercado. Por eso partimos del análisis de las tecnologías más utilizadas, ya que son estas las que reúnen estas dos premisas.

En la siguiente página se detalla cada una de estas tablas de items:



<i>Nº</i>	<i>Items de evaluación de BAT</i>	<i>Unidades de Cuantificación</i>	<i>Observaciones</i>
<b>1</b>	<b>Consumo de Recursos</b>		
1.1	Materias Primas	Kg Mat prim./Kg Producto transformado	
1.2	Materias Auxiliares	Kg Mat Aux./Kg Producto transformado	
1.3	Agua	M3 Agua consumida/Kg de producto transformado	Aspecto muy importante en este tipo de industrias
1.4	Energía eléctrica	Kw/h/Kg de producto transformado	
1.5	Energía Térmica	Termias/Kg de producto transformado BTUs/Kg de producto transformado Kcal.h/Kg de producto transformado	Aspecto muy importante en este tipo de industrias
<b>2</b>	<b>Emisiones y Residuos</b>		
2.1	Residuos Sólidos	Kg de Residuo tipo/Kg de materia prima procesada	
2.2	Aguas Residuales	Caudal (m3/Kg materia prima procesada) Carga contaminante (Kg DQO o DBO5/Kg materia prima procesada) Toxicidad del influente (Unidades de Toxicidad, Equitox/m3 o EC50)	Aspecto fundamental dentro del grupo de emisiones y residuos
2.3	Emisiones Gaseosas	Partículas sedimentables inmisión mg/m <sup>2</sup>	
2.4	Nivel Sonoro	Alto, Moderado o Bajo (según legislación)	
2.5	Olores	Alto, Moderado o Bajo	
<b>3</b>	<b>Calidad del Producto Final</b>		
	Producto Principal	Aceptable	Se valora la calidad del producto respecto al estándar de mercado
	Subproductos	Aceptable	
<b>4</b>	<b>Experiencia acumulada</b>		
	Años de utilización en el sector	Años	Se considera la tecnología evaluada, no la operación en sí misma
	Extensión en su utilización en el sector	Generalizada o Puntual	Se referirá al sector industrial en nuestro país
	Posibilidad de Sustitución	Alta, Media o Ninguna	Se intenta reflejar si es una tecnología obsoleta o sigue todavía comercializándose. Importante para plantas existentes.
<b>5</b>	<b>Estudio de Costes</b>		
	Costes de Inversión	Ptas/Unidad de producción	Se referirán a una capacidad de procesado intermedia para cada tecnología de las empresas afectadas.
	Costes de Personal asociado	Horas hombre/Unidad de producción Cualificación específica	Se intenta reflejar la necesidad de personal asociada con cada tecnología de las empresas afectadas.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Factores a considerar en la determinación de MTD's.</b>

El estudio del impacto global de una tecnología no resulta simple debido a las dependencias existentes entre algunos de los “items” de valoración. Por ejemplo, en operaciones en las que el consumo de agua es un efecto de primer orden, una mejor tecnología disponible sería aquella que optimizara el consumo de agua en la operación. Sin embargo, en los casos en los que el agua entra en contacto directo con el producto (lavados, etc.), un menor consumo de agua por unidad de producto se corresponde con un incremento en los parámetros que definen la contaminación del agua residual resultante (DQO, CE, SS), planteándose por tanto un problema de valoración.

Dada la frecuencia con la que esta situación se produce, consideramos importante resaltar dos aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de realizar la evaluación en estos casos:

En nuestras condiciones, debería resultar prioritario minimizar el consumo de un bien tan escaso como el agua


Generalmente es económica y técnicamente más viable depurar pequeños volúmenes de agua con elevada carga contaminante que elevados caudales con poca carga.

Por tanto, a igualdad de otros factores, consideraremos como MTD la tecnología que presente menores consumos de agua y energía, siempre que vaya asociada con un sistema de tratamiento que reduzca los niveles de carga orgánica del vertido final.

En operaciones donde el consumo de energía para calentamiento de la materia prima (escaldado, esterilización, pasterización, pelado) o de agua de enfriado es importante, se consideran relevantes aquellos sistemas que permiten la optimización del consumo energético y la recirculación de las aguas de enfriado.

Durante la fase de evaluación de alternativas nos hemos encontrado con tres casuísticas:

- a) Aquellas alternativas tecnológicas que destacan por la minimización **integral** de la contaminación producida o por aumentar innecesariamente el impacto medio ambiental sobre el medio, con respecto a las alternativas existentes.
- b) Aquellas alternativas tecnológicas que no destacan por la minimización o incremento innecesario de la contaminación producida, sino que realizándola de manera diferente

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Factores a considerar en la determinación de MTD's.</b>

sobre los diferentes medios (medio hídrico, suelo y/o atmósfera), pueden considerarse aceptables si sobre ellas se establecen las medidas de control suficientes.

- c) Aquellas tecnologías que a pesar de tener un impacto ambiental acusado, no pueden ser excluidas ya que constituyen la única alternativa tecnológica existente en la actualidad para el procesado de un cierto tipo de materia prima, o la única capaz de asegurar los niveles de calidad y/o costes de producción compatibles con el actual sistema de mercado. En estos casos, solo se considerará como tecnología aceptable cuando se articulen los sistemas que permitan asegurar el funcionamiento óptimo de la operación, la minimización de los efectos ambientales principales y lleve asociado los sistemas de control para corregir los impactos producidos.

Un simple análisis comparativo de los datos disponibles acerca de su funcionamiento y su forma de originar impacto, así como los datos cuantificados disponibles acerca del nivel de contaminación producido frente al de las demás alternativas, las identificará como mejores tecnologías disponibles (MTD's) o "peores" tecnologías disponibles.

Conviene, sin embargo, profundizar más sobre la manera de clasificar como MTD's aquellas tecnologías que sin tener una clara distinción sobre el resto por su bondad medioambiental, puedan considerarse como mejores tecnologías disponibles siempre que su nivel de optimización y control sea máximo. Por tanto, se trata de establecer las condiciones de operación bajo las cuales este tipo de tecnologías pueden estar incluidas dentro de este grupo de MTD's.

Consideramos como medidas de control aquellas que permitan entre otras cosas:

- La optimización de los consumos en la operación (agua, materias auxiliares, energía)
- Automatización y control de la operación
- Recirculaciones de agua y recuperaciones de energía
- Adecuado aislamientos térmicos
- Implantación de buenas prácticas de gestión

La metodología propuesta se basa por tanto en un análisis semi-cuantitativo de las tecnologías disponibles más utilizadas. Se recopilan los datos existentes sobre cada una de ellas, pero sin caer en la relatividad de un análisis cuantitativo (que necesitaría información homogénea y comparable de cada una de las tecnologías, inexistente en la mayoría de los casos y muy difícil de conseguir). Hay que tener en cuenta que no hay dos procesos que se desarrollen exactamente igual dentro de un mismo subsector agroalimentario.

Por este motivo, se propone la realización de una evaluación descriptiva que intente identificar aquellas técnicas que claramente suponen ahorros medioambientales frente a sus alternativas tecnológicas, considerando también en dicha evaluación el grado de control de los parámetros de funcionamiento o la necesidad de que lleven asociadas sistemas de corrección del impacto producido.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Mejores Técnicas Disponibles.</b>

## **G. MEJORES TECNOLOGÍAS DISPONIBLES**

En este apartado se pretende determinar las Mejores Técnicas Disponibles en aquellas operaciones más relevantes desde el punto de vista medioambiental. Sin embargo, siguiendo la definición de MTD's contemplada en la Directiva IPPC, también se ha tenido en cuenta otros aspectos como calidad de producto, viabilidad técnica y económica, etc.

Algunas de estas operaciones dentro de los procesos productivos estudiados son muy parecidas entre sí, tanto desde el punto de vista técnico como de manejo (pasterización, limpieza de equipos e superficies).

### **G.1. LECHE UHT**

#### **G.1.1. Tratamiento UHT**

Energéticamente, los intercambiadores indirectos tienen un menor consumo y son capaces de recuperar casi el doble de energía frente a los directos (80-90% de los indirectos y 40-50% de los directos). En cuanto a la efectividad del tratamiento térmico, sólo los intercambiadores de calor directos son capaces de asegurar la relación temperatura-tiempo adecuada, por lo que en este caso la mejor técnica disponible viene impuesta por parámetros de calidad higiénica del producto.

Dentro de los intercambiadores indirectos empleados para el precalentamiento de la leche, se pueden emplear los de placas o los de tubos, aunque los primeros presentan las ventajas de ser más eficientes energéticamente ser más baratos y ocupar menos espacio.

En el sistema de tratamiento UHT, el óptimo en cuanto a reducción del consumo térmico es la utilización de un intercambiador de placas para precalentar la leche, y el mismo para enfriarla una vez terminado el calentamiento y la homogeneización con agua fría procedente de la sección de precalentamiento.

Para el resto de leches de consumo (exceptuando las esterilizadas en envase), los intercambiadores más eficientes energéticamente son los indirectos de placas, por las razones ya comentadas anteriormente y porque sí que cumplen las condiciones higiénicas requeridas.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Mejores Técnicas Disponibles.</b>

### **G.1.2. Limpieza de equipos**

En primer lugar, cabe señalar que la limpieza de los equipos dentro de la industria láctea es una operación crítica desde el punto de vista de la calidad del producto y que por tanto, cualquier mejora medioambiental de la operación está supeditada al aseguramiento de la higiene en el proceso. Hay que considerar también que el mantenimiento de una higiene adecuada en la instalación evita la pérdida de grandes cantidades de materia prima que en vez de convertirse en producto se convierten en residuos debido su eventual contaminación por microorganismos.

En todo caso, se considera una mejor técnica de limpieza la existencia de procedimientos escritos en los que se especifiquen los tiempos, las características y las frecuencias de las limpiezas, así como se especifiquen las revisiones y responsabilidades.

En cuanto a los sistemas de limpieza, los sistemas de limpieza CIP (Cleaning in place) suponen el mejor sistema de limpieza de equipos en la industria láctea ya que permite realizar de forma semiautomática o automática la limpieza y desinfección de la mayor parte de los equipos, tuberías y depósitos utilizados. La automatización de la limpieza tiene varias ventajas con respecto a la limpieza manual:

- Facilita la estandarización de los tiempos de limpieza así como de las dosis de los productos de limpieza utilizados (bases, ácidos y desinfectantes), evitando consumos exagerados de agua o productos, así como el incremento del caudal o carga de los vertidos correspondientes.
- Menor consumo de agua.
- Asegura un mayor control sobre la operación, disminuyendo la generación de residuos derivada de una eventual contaminación microbiológica de la materia prima.
- Permite la reutilización de las soluciones de limpieza

Dentro de los sistemas de limpieza C.I.P., el sistema descentralizado permite obtener mejores rendimientos en cuanto al consumo de agua, detergentes y energía, dado que es menor la longitud del circuito por el que deben pasar las distintas soluciones de limpieza. Además, permite la implantación de secuencias de limpieza diferentes dependiendo de la zona de la instalación. Así para aquellas zonas que tienen superficies calientes (intercambiadores de calor), se debe aplicar la secuencia descrita en el apartado E.1.3, mientras que para las superficies frías (paredes de tuberías, tanques, bombas, etc.), puede ser posible eliminar la fase de limpieza ácida y su correspondiente enjuagado.

Es aconsejable, disponer de sistemas de medida de los parámetros de control más importantes de la limpieza (temperatura, pH, conductividad) en el interior de los equipos, de manera que se puedan conocer los valores reales de dichos parámetros durante la limpieza. Estas sondas de medida reducen la incertidumbre del valor de dichos parámetros en el interior de los equipos a limpiar y de esta manera es posible ajustar las temperaturas, los tiempos y las concentraciones de producto a los óptimos de la operación, evitando despilfarros.

### **G.1.3. Limpieza de superficies**

Al igual que en el apartado anterior, la correcta limpieza de las superficies es una actuación fundamental para asegurar la higiene de la producción y la minimización de las pérdidas de materia prima como residuo.

En la industria láctea se ha implantado la utilización de espumas en la limpieza de suelos y superficies. Consiste en la aplicación a baja presión de productos formulados con una base espumante, que tras un cierto tiempo de contacto solubiliza de la suciedad. Posteriormente se realiza un aclarado con agua a media presión.

Para la limpieza de superficies existen una serie de *Buenas Prácticas* de carácter medioambiental que se pueden considerar como mejores técnicas de limpieza disponibles, ya que permiten reducir de forma muy importante los consumos de agua, energía y

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Mejores Técnicas Disponibles.</b>

productos de limpieza, así como los volúmenes y carga contaminante de los vertidos correspondientes.

Estas mejores técnicas son:

- Poner por escrito las operaciones o procedimientos de limpieza.
- Evitar la entrada de sólidos en el sistema de evacuación de aguas residuales.
- Utilización de sistemas de cierre automático en mangueras de limpieza.
- Utilización de sistemas que permitan el uso combinado de agua y vapor
- Utilización de productos de limpieza menos peligrosos.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Mejores Técnicas Disponibles.</b>

## **G.2. YOGUR**

### **G.2.1. Pasterización**

Ver Apartado G.1.1

### **G.2.2. Limpieza**

Ver apartado G.1.3.

### G.3. QUESO

#### G.3.1. Pasterización

Ver Apartado G.1.1

#### G.3.2. Recuperación del lactosuero

Dadas las características contaminantes del lactosuero, fundamentalmente la muy elevada carga orgánica (40.000-80.000 mg O<sub>2</sub>/l) y la conductividad eléctrica, es mejor tecnología disponible la recuperación del lactosuero producido. En cuanto al volumen de lactosuero producido, éste representa aproximadamente un 80-90% del volumen de leche entrante.

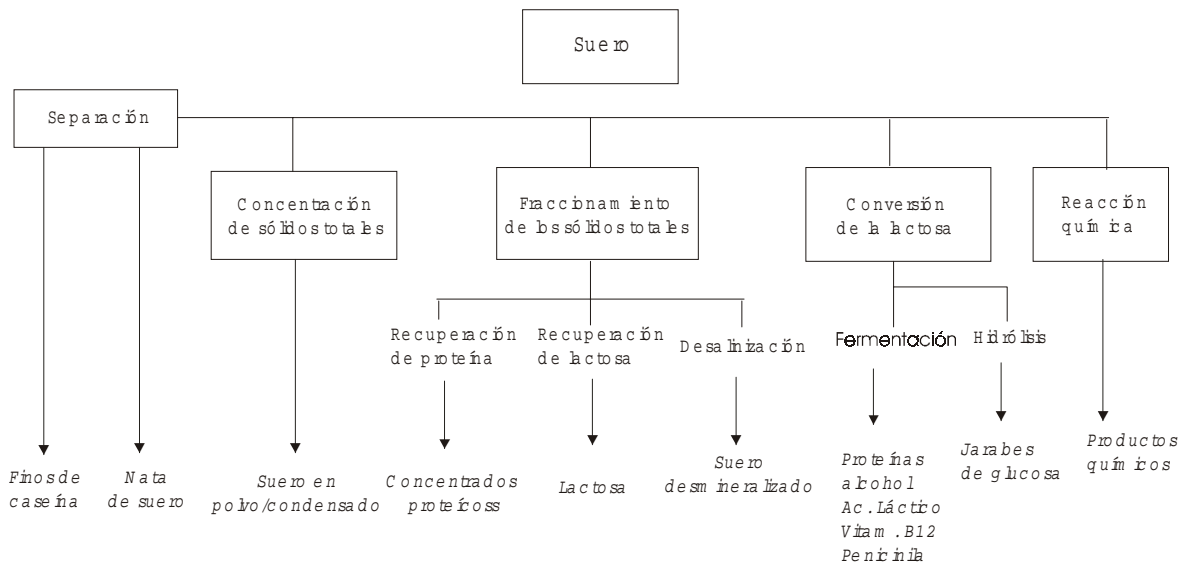
En la siguiente tabla se muestra su composición media:

**Tabla 7. Composición y características del lactosuero**

Constituyentes	% suero
Agua	93.6
Sólidos totales	6.4
Lactosa	4.8
Proteína	0.55
Sales minerales	0.5
Nitrógeno no proteico	0.18
Grasa	0.05

De esta manera, deben habilitarse sistemas de recogida eficientes en las operaciones donde se produce el lactosuero: coagulación, moldeado, prensado y curado.

El lactosuero es un subproducto que puede ser utilizado para extraer numerosos productos, como queda representado en la figura siguiente.



**Figura 18.- Procesado del lactosuero.**

El lactosuero es un subproducto inestable, que precisa de ser enfriado si no se procesa al poco tiempo de su obtención.

### G.3.3. Concentración/desecado del lactosuero

Una vez recogido el lactosuero, y siempre que se realice esta operación en las instalaciones, las mejores tecnologías de concentración o desecado del lactosuero son las siguientes:

*Evaporación de múltiples efectos con recuperación de condensados y recirculación de las aguas de refrigeración mediante torre de refrigeración.*

Este sistema permite la recuperación de calor, la reducción del consumo de agua de refrigeración y el aprovechamiento para otras operaciones del agua procedente de los condensados del vapor de producto.

*Osmosis inversa*

A pesar de que este sistema de concentración tiene un menor consumo energético, unas menores necesidades de agua de refrigeración y permite obtener agua de permeado de una muy buena calidad, está limitado a concentraciones de lactosuero medias y precisa generalmente de un sistema posterior de evaporación a baja presión para lograr concentraciones más elevadas.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Mejores Técnicas Disponibles.</b>

## **G.4. MANTEQUILLA**

### **G.4.1. Batido**

La mejor técnica es la recogida y valorización de la mazada obtenida de la mantequilla. Esta mazada se debe aprovechar como subproducto de valorización industrial.

Si el batido y el amasado se realiza en continuo, se disminuye el consumo energético, el consumo de agua y soluciones detergentes y se disminuyen las pérdidas de producto derramado.

## **H. TÉCNICAS DISPONIBLES PARA EL TRATAMIENTO Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**

A pesar de la diversidad de productos elaborados por las plantas de tratamiento de leche, la contaminación ambiental producida por este tipo de industrias está originada, fundamentalmente por vertidos líquidos, siendo la provocada por sólidos, gases o ruidos de mucha menor relevancia.

### Residuos

La cuantía y características de los residuos sólidos generados por estas instalaciones no son especialmente problemáticas.

El mayor volumen de residuos orgánicos se origina en el proceso de elaboración de queso. Estos residuos se pueden recoger por separado o separarlos de las aguas residuales por medio de un tamizado simple, y dado su carácter orgánico pueden aprovecharse como subproductos para alimentación animal, compostaje u otros usos.

Los residuos de envase generados durante la recepción de materia prima o el envasado de productos deben segregarse en el interior de la empresa atendiendo a su composición y a las posibilidades de gestión existentes (vidrio, papel/cartón, plásticos, hojalata, aluminio, madera), para posteriormente gestionarse a través de una empresa autorizada para la gestión de ese tipo de residuo.

Los residuos peligrosos deben segregarse del resto de residuos, almacenarlos en lugares especialmente acondicionados para tal fin (por un periodo de tiempo no superior a 6 meses) y gestionarlos adecuadamente a través de un Gestor Autorizado de Residuos Peligrosos.

### Emisiones atmosféricas

Las industrias de este sector en particular y las agroalimentarias en general no suelen presentar ningún efecto medioambiental significativo asociado a ellas, únicamente pueden ocasionar algún efecto ambiental las emisiones producidas por las calderas utilizadas para

la obtención de vapor, aunque ésta problemática es de tipo horizontal, afectando a todos los sectores de producción.

En cuanto a problemas de ruidos y olores las empresas de este subsector no suelen provocar efectos ambientales importantes.

### Aguas residuales


Los vertidos líquidos son el aspecto que presenta una mayor incidencia medioambiental debido al alto volumen de aguas residuales generado (consumos de agua de 2 a 5 veces el volumen de leche tratada) y a su marcado carácter orgánico.

Los vertidos residuales de las industrias de leche y derivados, proceden principalmente de las operaciones de:

- limpieza de equipos e superficies
- aguas de refrigeración (cuando no se recuperan)
- condensados
- restos de leche y lactosuero

El volumen de los efluentes y su contenido en materia contaminante son muy variables, según sea la naturaleza de la fabricación, las técnicas de trabajo y de cómo se realicen las operaciones de limpieza. Las aguas residuales de las industrias de tratamiento de leche presentan las siguientes características generales:

- Marcado carácter orgánico (elevada DBO<sub>5</sub> y DQO). La leche tiene una DBO<sub>5</sub> de 100.000 mg/l.
- Alta biodegradabilidad.
- Presencia de aceites y grasas
- Altas concentraciones de nutrientes (fósforo y nitratos).

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Técnicas disponibles para el tratamiento y control de la contaminación.</b>

- Presencia de sólidos en suspensión, principalmente en la elaboración de quesos.
- Ocasionalmente pueden tener pH extremos debido a las operaciones de limpieza. Uso de ácidos y bases en las limpiezas CIP.

Conviene señalar que la variabilidad de las industrias que estamos tratando no permite especificar valores concretos a los parámetros anteriormente señalados. En concreto el nivel de carga orgánica de un vertido (medido como DBO<sub>5</sub> y DQO) puede estar influenciado por los siguientes aspectos:

- El tipo de industria (sí procesa un solo producto o es multiproducto)
- La presentación final que se quiera dar a ese producto
- El nivel de producción (sistemas continuos o por cargas)
- Si se mezclan las aguas de proceso con las de refrigeración (vertidos más diluidos o más concentrados)
- Si se han implantado buenas prácticas de gestión medioambiental
- Si la empresa tiene implantado un plan de minimización de emisiones o un sistema de gestión medioambiental.

A pesar de ésta variabilidad en los parámetros de vertido, se puede considerar unos sistemas básicos de control y de pretratamiento que se adapten a las características generales de los vertidos y que puedan servir de orientación para que las empresas desarrollen unos sistemas más específicos y adecuados a los vertidos que generan.

Los sistemas de depuración de aguas residuales deben ser aquellos que garanticen el cumplimiento de los límites establecidos por la legislación en función del punto al que vierte la empresa (sí el vertido se realiza a cauce público los límites son más restrictivos que sí se realiza a un colector de una depuradora de aguas residuales).

En este sentido se va a definir lo que consideramos como un sistema básico (que no suficiente) de control y pretratamiento que deberían tener todas las empresas de este sector.



En algunas ocasiones este pretratamiento será suficiente para que las empresas puedan realizar sus vertidos dentro de los límites establecidos. En otras, cuando el punto de vertido obligue a unos límites más restrictivos, se deberá complementar con sistemas de depuración y tratamiento más específicos.

Aunque ya se ha comentado en el apartado de mejoras técnicas disponibles, dada la elevadísima DQO y alta conductividad del lactosuero, la primera medida de control es recuperar totalmente los restos de lactosuero y evitar que estos lleguen a mezclarse con el resto de aguas residuales.

El sistema de pretratamiento básico para las aguas residuales debe contener los siguientes equipos:

### **Depósito regulador**

Depósito o balsa del tamaño suficiente para asegurar el suministro continuo de flujo al sistema de separación de grasas posterior. Este depósito permite además que se produzca una primera laminación de las puntas de carga y volumen de los diferentes flujos de vertido de aguas. Para evitar fermentaciones aeróbicas ácidas no deseadas, puede ser de interés la aireación del depósito

### **Separador de grasas y sólidos en suspensión**

Separador de grasas y sólidos en suspensión por flotación. En función de las características del vertido puede ser necesaria la adición de productos coagulantes y el control del pH para asegurar un buen rendimiento de separación.

### **Sistema de homogeneización aireada**

Esta balsa debe permitir homogeneizar las puntas de caudal y carga contaminante de los diferentes flujos de agua residual producidos en las diferentes operaciones de proceso y


limpieza. Este sistema también sirve de depósito de seguridad ante vertidos accidentales ocurridos en las industrias, ya que evita la llegada de los mismos al punto final de vertido.

El sistema de homogeneización ha de constar de una balsa con capacidad para acoger, como mínimo, el volumen de vertido producido en un turno de trabajo así como las puntas de caudal derivadas del proceso, todo ello referido a la campaña más desfavorable.

La balsa deberá ser aireada para evitar las fermentaciones no deseadas y permitir la disminución de la DQO del vertido final. Es importante señalar que concentraciones de leche o de suero superior al 1 o al 2% en las aguas residuales, pueden conducir rápidamente a fermentaciones aerobias ácidas, difícilmente controlables (fermentación láctica), que pueden impedir por completo la actividad biológica.

Por último, es importante considerar la conveniencia de que las empresas dispongan de los medios y sistemas adecuados que permitan conocer los caudales de agua consumidos y los caudales vertidos, así como el poseer equipos propios de toma de muestras capaces de obtener de forma periódica muestras integradas de una jornada laboral.

La utilización de éstos equipos junto con una serie de métodos analíticos semicuantitativos que permitan determinar los principales parámetros de un vertido (pH, DQO y SS) ofrecerán una valiosa información relativa a las características analíticas del vertido, su evolución temporal, los caudales vertidos, la efectividad de sus sistemas de tratamiento y, finalmente, si la empresa ha adoptado medidas de minimización podrá conocer los avances realizados en este sentido.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías emergentes.</b>

## **I. TECNOLOGÍAS EMERGENTES**

### **I.1. HOMOGENEIZACIÓN**

#### **I.1.1. Ultrasonidos**

Los ultrasonidos de onda corta (18-30 KHz) pueden emplearse en la homogeneización de la leche, ya que provocan ciclos de compresiones y expansiones que colapsan los glóbulos grasos, reduciendo su tamaño y aumentando su estabilidad.

### **I.2. ESTERILIZACIÓN / PASTERIZACIÓN**

#### **I.2.1. Microfiltración**

La microfiltración es un sistema capaz de separar los microorganismos de la leche, evitando o reduciendo la necesidad de tratamientos térmicos. El problema existente es que glóbulos de grasa y una cierta proporción de proteínas son más grandes que las bacterias, por lo que hay que desnatar la leche, esterilizar la nata y luego añadirla a la leche microfiltrada. Una ventaja es que las proteínas solubles quedan retenidas, aumentando el rendimiento.

#### **I.2.2. Ultrasonidos**

Los ultrasonidos pueden emplearse en la esterilización de productos lácteos e inactivación de enzimas. Los ultrasonidos, además de favorecer la transferencia de calor, provocan una serie de compresiones y descompresiones capaces de erosionar los tejidos. Esta técnica no sirve por sí sola para la esterilización / pasterización, pero su concurso disminuye el calor a aportar por parte de los intercambiadores.

### **I.3. COAGULACIÓN DEL QUESO EN CONTINUO**

La leche se transporta en una banda o cinta sinfín de forma semicilíndrica. Después de la dosificación de los fermentos y del cuajo, la leche pasa a la zona de mezcla, entrando en unos compartimentos donde la coagulación se realiza sin vibraciones gracias a una lámina de agua que amortigua el movimiento. Una vez transcurrido el tiempo de coagulación, los compartimentos se elevan para el corte de cuajada. Mediante una corta descarga electrostática se evitan las adherencias de dicha cuajada con los compartimentos.

Durante el período de desuerado se puede agitar una o varias veces, o bien dejarlo en reposo. Mediante la cinta transportadora se procede a la evacuación del suero separado.

La banda y los compartimentos se lavan automáticamente después de cada pasada, dando continuidad al coagulador. Estos sistemas permiten la limpieza CIP.


La coagulación en continuo presenta una serie de ventajas medioambientales con respecto a la coagulación por lotes, como son: el menor consumo energético y una menor pérdida de lactosuero y cuajada. Además, es posible recircular el suero caliente obtenido para mantener la leche y la cuajada a la temperatura adecuada. Este tipo de equipos comienza a ser rentable a partir de 20.000 litros por hora.

### **I.4. SALADO DEL QUESO**

El salado del queso (en seco o con salmueras), produce vertidos puntuales con una alta carga orgánica y alta conductividad eléctrica, lo que supone un problema serio.

En el caso del salado con salmuera, existen sistemas de regeneración de las salmueras para su reutilización.

Las técnicas de membrana permiten mediante la ultrafiltración obtener salmueras libres de microorganismos, proteínas, partículas en suspensión; mientras que la microfiltración tiene un menor rendimiento con las partículas de menor tamaño.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías emergentes.</b>

También puede realizarse la purificación de las salmueras con filtros de diatomeas, que ofrecen resultados aceptables de reducción de la carga microbiana y del resto de los componentes a eliminar con un menor coste que empleando la ultrafiltración.

## **I.5. LIMPIEZA:**

### **I.5.1. Detergentes de un solo pase**

Los detergentes de "un sólo pase" permiten, en algunos casos, obtener los mismos resultados en el lavado que el doble tratamiento básico - ácido. Los formulados con agentes desinfectantes permiten incluso eliminar la fase de desinfección.


Existen tanto detergentes ácidos como básicos.

- El ácido nítrico con una alta concentración de agentes tensoactivos, es capaz de actuar sobre las grasas y las proteínas. Debido a su composición, únicamente dan buenos resultados en los circuitos de superficies frías.
- Los detergentes básicos de un sólo pase se formulan con una base cáustica, con una alta concentración de agentes humectantes y emulsionantes. Estos productos son efectivos en la limpieza de todos los procesos lácteos excepto en la esterilización.

La utilización de detergentes ácidos de un solo pase con agentes desinfectantes puede reducir el volumen de vertidos en un 60% y la energía en un 75% frente a la limpieza tradicional, ya que se elimina la etapa de lavado con sosa y la desinfección.. La utilización de detergentes ácidos o básicos sin agentes desinfectantes puede reducir el volumen de vertidos en un 50%, y la energía y tiempo empleados en un 60%.

### **I.5.2. Recuperación de detergentes**

*Sedimentación o centrifugación*

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Tecnologías emergentes.</b>

Una mejora en la limpieza es la recuperación de detergentes. Las técnicas convencionales de recuperación de detergentes alcalinos se basan en la sedimentación o centrifugación de la sosa cáustica, con rendimientos de 10 a 40%.

#### *Técnicas de membrana*

Una técnica moderna de separación de sosa cáustica y otros disolventes es la filtración con membranas. Dependiendo de la sustancia a separar, se emplean distintos métodos de filtración: ultrafiltración para proteínas y microfiltración para grasas y partículas sólidas.

Según algunas experiencias, el ahorro de disolventes de limpieza al aplicar la ultra o la microfiltración puede ser del 90% y además el residuo filtrado puede emplearse para alimentación animal ya que solamente contiene materia orgánica de la elaboración de leche y sus derivados.

#### **1.5.3. Nuevos aditivos**

Existe una nueva generación de aditivos que eliminan los problemas de las soluciones de sosa aditivada empleada para facilitar la penetración de la sosa en la suciedad. Estos problemas son que en general su solubilidad es baja y producen disoluciones frágiles que tienden a desestabilizarse con el tiempo y en condiciones de temperaturas bajas o elevadas.

Estos nuevos aditivos permiten una elevada dosis de aditivo en la solución y una mayor alcalinidad de la solución, con lo que se aumenta mucho la estabilidad de la disolución, reduce el volumen de solución a emplear y se mejora la miscibilidad permitiendo la mezcla en línea.

## **J. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Mejores Técnicas Disponibles**

En los apartados anteriores se han determinado las mejores técnicas disponibles de proceso y de pretratamiento en la industria láctea. Dado que en muchos casos, la selección de la tecnología a emplear está condicionada por el tipo de producto que se pretende elaborar, se han determinado los sistemas y técnicas que permiten mejorar el comportamiento medioambiental de dichas tecnologías, así como los sistemas de corrección necesarios para que aquellas sean medio ambientalmente admisibles.

### **Límites de emisión**

La determinación exacta de los límites de emisión en los parámetros de vertido de las aguas residuales para cada operación o en el mejor de los casos los límites de emisión finales del proceso en su conjunto, es un tema de gran complejidad dado que:

- Para algunas operaciones, existe una dependencia inversa entre el volumen de agua consumida y la concentración de los parámetros de vertido de las aguas residuales resultantes.
- Incluso dos industrias que utilicen las mismas materias primas y elaboren los mismos productos tendrán aguas residuales con distintas características debido a la versatilidad de los procesos y a los distintos manejos y modos de operación.
- Los límites de vertido de las aguas residuales de un establecimiento dependen de las características del medio receptor considerando que en algunas ocasiones,
  - las empresas pueden verter sus aguas residuales tras un pretratamiento adecuado a colectores municipales que dispongan de una EDAR
  - las empresas deben depurar sus aguas hasta niveles mucho más restrictivos cuando vierten a cauce público.

Por estas razones, en este documento no se fijan límites de emisión, sino que se toma como referencia lo establecido en la normativa vigente.



### Coste de adaptación tecnológica

En este apartado se estima el coste de adaptación del sector a las Mejores Técnicas Disponibles identificadas a partir de los costes correspondientes a una empresa de tamaño y estado tecnológico medio.

Dado que los datos de inversión asociados a una técnica concreta pueden variar considerablemente de una empresa a otra, los siguientes valores no deben considerarse como directamente aplicables al caso concreto de una empresa, sino como un valor de referencia.

#### *Técnicas de producción y limpieza*


<b>Etapas</b>	<b>MTD's</b>	<b>Coste unitario (M ptas)</b>	<b>Nº empresas susceptibles de cambios</b>	<b>Inversión (M ptas)</b>
<b>Limpieza equipos</b>	CIP descentralizado	60	38	2.280
	Sensores en línea	10	38	380
<b>Limpieza superficies</b>	Sistema de baja presión y espumas	3	38	114
	Optimización de los sistemas de limpieza y procedimientos de limpieza			
<b>Concentración/seca do del lactosuero (solo en elaboración de Quesos)</b>	Concentración con múltiples efectos/ ósmosis inversa (siempre que se realice en la propia instalación)	50	5	250

#### *Tecnologías de tratamiento de aguas residuales*


<b>Etapas</b>	<b>MTD's</b>	<b>Coste unitario (M ptas)</b>	<b>Nº empresas susceptibles de cambios</b>	<b>Inversión (M ptas)</b>
<b>Final de proceso</b>	Depósito regulador	10	38	380
	Separador de grasas y sólidos en suspensión	25	38	950
	Balsa de homogeneización aireada	25	38	950

*Equipos de autocontrol medioambiental*

<b>Etapas</b>	<b>MTD's</b>	<b>Coste unitario (M ptas)</b>	<b>Nº empresas susceptibles de cambios</b>	<b>Inversión (M ptas)</b>
	Tomamuestras y equipo de análisis	2	38	76

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Anexo I: Legislación aplicable al sector.</b>

## **Anexo I: Legislación aplicable al sector**

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Anexo I: Legislación aplicable al sector.</b>

## **Normas generales en materia medioambiental**

### **1. Directiva 96/61/CE, del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.**

La presente Directiva dispone, a nivel comunitario, las medidas necesarias para reducir y prevenir los impactos que las actividades industriales producen en el medio ambiente en su conjunto (atmósfera, agua y suelo). Este control global se realiza evitando la contaminación mediante un sistema de autorización previa, que sólo se concederá cuando se hayan tenido en cuenta criterios de protección integral del medio ambiente al realizar el proyecto de instalación de la industria.

### **2. Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre. Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.**

Reglamento de intervención, regula, con el carácter de mínimo, las actividades molestas, insalubres, nocivas, y peligrosas. Tiene por objeto evitar que las instalaciones, establecimientos, actividades, industrias o almacenes, produzcan incomodidades, alteren las condiciones normales de salubridad e higiene del medio ambiente y ocasionen daños a las riquezas pública o privada o impliquen riesgos graves para las personas o los bienes; de ahí su calificación como Reglamento de intervención administrativa.

Contenido. Regula el procedimiento para la concesión de licencias para todas aquellas actividades comprendidas en el “*Nomenclátor*” adjunto (anexo I), determinándose, en base a su calificación como molestas, insalubres, nocivas o peligrosas, exigencias adicionales contempladas en el Reglamento.



- 3. Real Decreto 85/1996, de 26 de enero, por el que se establece normas para la aplicación del Reglamento (CEE) 1836/93, del Consejo, de 29 de junio, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales.**

Incorporando al ordenamiento interno español el Reglamento comunitario citado, la auditoría medioambiental se concibe como un instrumento de gestión, de carácter voluntario para la empresa, dirigido fundamentalmente hacia la actividad de la misma (procesos productivos), evaluando ésta, con la finalidad de proteger el medio ambiente.

- 4. Ley 38/1995, de 12 de diciembre, sobre el derecho de acceso a la información en materia medioambiental.**

La presente Ley proclama y reconoce el derecho (por otra parte, ya indirectamente contemplado en los artículos 35 y 37 de la Ley 30/1992) de acceso a la información ambiental que esté en poder de las administraciones competentes, trasponiendo la normativa comunitaria en la materia; este derecho se reviste de dos caracteres que lo distinguen:

- La no necesidad de acreditar un interés determinado.
- La garantía de confidencialidad sobre la persona que lo ejerza.



## **I. AIRE.**

### **1. Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del ambiente atmosférico.**

Norma que inició, en la práctica, el desarrollo consciente de la ordenación jurídica española en materia de medio ambiente, determinando (entonces inicialmente) su carácter sectorial, se redacta en respuesta a la contaminación/saturación del medio atmosférico provocada, ya entonces, fundamentalmente por la emisión descontrolada de agentes contaminantes. Por ello, tiene como objeto “prevenir, vigilar y corregir las situaciones de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que las produzcan”, que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes.

### **2. Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del ambiente atmosférico.**

En virtud de lo dispuesto en la Ley de Protección del ambiente atmosférico, su Reglamento incide en los aspectos prácticos de la misma, desarrollando, en esencia, las dos cuestiones básicas en materia de contaminación atmosférica:

- Calidad del aire:
- Normas de inmisión.
- Red Nacional de vigilancia y prevención.
- Zonas de atmósfera contaminada.
- Emisiones contaminantes:
- Actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.
- Límites (provisionales) de emisión autorizados.
  - Normas de instalación, ampliación, modificación, localización, autorización, funcionamiento y control de las actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera.



## **II. AGUA.**


### **1. Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.**

La presente Ley pretende, acorde con los principios constitucionales inspiradores, orientar la concepción "pública" del agua como recurso (tanto la superficial como la subterránea), armonizando la legislación civil en la materia con la administrativa, y adecuándola a la nueva organización territorial del Estado. Cita, asimismo, los ámbitos de actuación relacionados con el agua: Política Hidráulica, planificación hidrológica y dominio público hidráulico, Protección del Medio Ambiente, así como Ordenación del Territorio, a los que parece que habría que añadir, debido al carácter "económico" del agua (recurso natural escaso, indispensable..., irremplazable..., vulnerable...) su genérica planificación dentro de la actividad económica. Todo ello provoca una muy fina delimitación de las competencias que nuestro Ordenamiento Jurídico reserva a cada una de las Administraciones Públicas, materia merecedora de un profundo tratamiento, pero ajeno a los propósitos de esta recopilación.

### **2. Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.**

Reglamento de desarrollo de La Ley 29/85, de Aguas, en lo referente a la utilización del Dominio Público Hidráulico, delimitando las figuras en que se concreta la misma, su régimen fiscal, así como el régimen de infracciones y sanciones.

A destacar el tratamiento realizado sobre los vertidos. Toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del dominio público hidráulico y, en particular, el vertido de aguas y de productos residuales susceptibles de contaminar las aguas continentales, requiere autorización administrativa. Se establecen relaciones de sustancias contaminantes, para eliminar (o cuanto menos reducir, según la categoría) los efectos nocivos de las mismas en su medio receptor, protegiéndose especialmente los acuíferos subterráneos, autorizándose, caso puedan afectar a los mismos, sólo aquellos vertidos que, mediante estudio hidrogeológico, aseguren su inocuidad en la graduación establecida. Se

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Anexo I: Legislación aplicable al sector.</b>

condiciona asimismo el establecimiento de instalaciones industriales a la obtención de la preceptiva autorización de vertido, en su caso.

Régimen Económico del Vertido. Sigue el principio "*quien contamina, paga*", que implica que los costes (económicos, sociales, ambientales...) que provoca el vertido sean pagados por el causante de la actividad. En función de lo anterior, el Reglamento desarrolla el denominado "Canon de Vertido", exacción periódica percibida por los Organismos de Cuenca, configurando su régimen y, particularmente, el método para su cálculo.

### **3. Real Decreto 484/1995, de 7 de abril. Medidas de regularización y control de vertidos**

Este Real Decreto pretende fundamentalmente dos objetivos. En primer lugar, alcanzar el ordenamiento definitivo de los vertidos existentes a través de "planes concretos de regularización" llamados a conseguir, mediante una serie de actuaciones programadas en el tiempo, el adecuado tratamiento de todo vertido. Las correspondientes autorizaciones definitivas tendrán, lógicamente, carácter temporal y renovable, previas las comprobaciones necesarias que aseguren en todo caso el cumplimiento por sus titulares de las obligaciones que les imponen. En coherencia con las medidas de regularización que se establecen, la inviabilidad de un vertido, ya sea debida a las características del mismo, a su defectuoso tratamiento o al incumplimiento de las previsiones correctoras, motivará su suspensión o clausura sin perjuicio de la adopción de las demás medidas contenidas en la norma.

### **4. Orden de 23 de Diciembre de 1986 por la que se dictan normas complementarias en relación con las autorizaciones de vertidos de aguas residuales.**

Disposición promulgada para regularizar la situación legal y administrativa de determinados sujetos pasivos causantes de vertidos directos a cauces públicos, o que eliminan sus aguas residuales mediante su extensión por el suelo o inyección en el subsuelo.



**5. Orden de 12 de noviembre de 1987 sobre Normas de Emisión, Objetivos de Calidad y Métodos de Medición de Referencia relativos a determinadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales.**

En desarrollo de lo dispuesto en el artículo 254 del Real Decreto 849/1986 que aprueba el Reglamento para el Dominio Público Hidráulico, e incorporando la Normativa Comunitaria al Derecho Interno Español, determina (en sus anexos), y para cada sustancia considerada:

- Normas de Emisión.
- Objetivos de Calidad.
- Método de medición de Referencia.
- Procedimientos de control para objetivos de calidad.

**6. Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.**

La presente Ley modifica la Ley de Aguas de 1985, a fin de adecuarla a las actuales necesidades y lograr una plena integración en la Unión Europea. Esta Ley otorga la máxima protección a este recurso natural considerado como un bien medioambiental.

En el plazo de un año a partir de la entrada en vigor de la presente Ley, el Gobierno dictará un Real Decreto legislativo en el que se refunda y adapte la normativa legal existente en materia de aguas.



### **III. RESIDUOS**

#### **1. Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.**

Norma básica en materia de residuos, tiene por objeto prevenir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, reciclado y otras formas de valorización.

En particular, establece:

Obligaciones relativas a la puesta en el mercado de productos generadores de residuos.

Determinaciones en cuanto a la producción, posesión y gestión de los residuos (incluidos los residuos urbanos y los peligrosos)

Normas específicas sobre la producción y gestión de los residuos peligrosos

Instrumentos económicos en la producción y gestión de residuos

Regulación de los suelos contaminados. Declaración y reparación.

Actuaciones de inspección y vigilancia.

Responsabilidad administrativa. Régimen sancionador.

#### **2. Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos**

Reglamento en ejecución de la ya derogada Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos, subsiste en cuanto no se oponga a lo dispuesto por la Ley 10/1998, de residuos (artículos 21 a 24 de la Ley), que regula, particularmente:

- Producción de registros peligrosos
- Gestión de residuos peligrosos
- Registro y medidas de seguridad
- Situaciones de emergencia



### **3. Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.**


La presente Ley, incorporando al efecto lo dispuesto por la normativa comunitaria, tiene por objeto establecer un marco general de control de los residuos de envases, para lo cual regula, a lo largo de todo el ciclo de vida de los mismos, el impacto ambiental que puedan presentar los envases, al tiempo que gestiona los residuos que sobre estos se generan. La Ley presenta como doble objetivo la prevención de la producción de residuos de envases, así como la valorización de los residuos de envases, con la finalidad de evitar o reducir su eliminación.

### **4. Real Decreto 782/1998, de 30 de abril por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.**


Norma de desarrollo de la Ley 11/1997, posibilita la adecuada aplicación de ésta, y, en particular, la participación e implicación empresarial en la consecución de los fines y objetivos que la Ley establece.

En particular, la norma establece:

- Desarrolla el concepto de envase establecido por la Ley, determinando, especialmente, productos excluidos e incluidos en la consideración de envases.
- Identifica y determina diferentes obligaciones empresariales para el cumplimiento de dichos objetivos, y, en particular,
  - Establece para los envasadores la obligación de elaborar Planes empresariales de Prevención (en función de cantidades fijadas de residuos de envases)
  - Individualiza el deber de comunicar a la administración información sobre envases y residuos de envases.
- Establece, voluntariamente, un sistema de marcado e identificación, en el envase, de los materiales que lo conforman.
- Requisitos técnicos básicos sobre la composición y naturaleza de los envases

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Anexo I: Legislación aplicable al sector.</b>

- Sistemas integrados de Gestión (SIG). Desarrolla su régimen de funcionamiento y financiación, articulando mecanismos que posibiliten el seguimiento de su actuación.
- Sistemas de depósito, Devolución y Retorno (DDR). Desarrolla su utilización, sujetándola a una previa comunicación.

 <b>AINIA</b> <sup>®</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA</b>
	<b>Anexo II: Bibliografía.</b>

## **ANEXO II: Bibliografía**



REAL DECRETO 1679/1994, de 24 de Julio (BOE de 24 de Septiembre

Orden de 11 de Febrero de 1987

ORDEN de 1 de Julio de 1987

ORDEN de 29 de 29 de Noviembre de 1985 (B.O. 6 de Diciembre de 1985)

Norma de calidad para la mantequilla. Orden de la presidencia de Gobierno de 7 de Enero de 1975

Paul Singh. *Energy in World Agriculture*, vol. 1 (1986)

In “*Energy in food processing*”, 1993.

Mariano Seoáñez Calvo. *Ingeniería el medio ambiente aplicada al medio natural continental* (La contaminación del medio natural continental: aire, aguas, suelos, vegetación, y fauna. Tecnologías de identificación, lucha y corrección. Ediciones Mundi-Prensa y Análisis y trabajos prospectivos, S.L. (1996).

AINIA. *La contaminación Industrial en el Sector Agroalimentario de la Comunidad Valenciana*.

Dr. Rogier Veisseyre. *Lactología técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de leche*. Ed. Acribia, S.A. (1980).

Ministerio de Sanidad y Consumo, F.I.A.B. y F.E.N.I.L. *Aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos en leche tratada térmicamente*

L.G. Brenna, J.R. Butters y A.E.V. Lilley. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Editorial Acribia, S.A. (1998).

Gösta Bylund, M.Sc. *Manual de Industrias Lácteas* Tetra Pak Processing Systems AB, (1996).

A. Madrid. *Tecnología quesera*. Editorial Acribia, S.A. (1999)

R. Scott. *Fabricación de queso*. Editorial Acribia, S.A. (1991).

A.Y. Tamime y R.K. Robinson. *Yogur, ciencia y tecnología*. Ed. Acribia, S.A. (1991).

Artículos publicados en las revistas: *Alimentación, equipos y tecnología* y *Alimarket*.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>A.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>B.</b>	<b>LA INDUSTRIA LÁCTEA EN ESPAÑA</b> .....	<b>4</b>
<b>C.</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE PROCESOS INDUSTRIALES</b> .....	<b>7</b>
C.1.	LECHE DE CONSUMO .....	8
C.1.1.	Recepción .....	11
C.1.2.	Desaireación .....	11
C.1.3.	Clarificación .....	12
C.1.4.	Homogeneización .....	12
C.1.5.	Tratamiento UHT .....	13
C.1.6.	Limpieza .....	13
C.1.7.	Envasado .....	13
C.2.	YOGUR .....	14
C.2.1.	Recepción .....	17
C.2.2.	Desaireación .....	17
C.2.3.	Clarificación .....	17
C.2.4.	Normalización .....	17
C.2.5.	Homogeneización .....	18
C.2.6.	Almacenamiento .....	18
C.2.7.	Pasterización .....	18
C.2.8.	Incubación .....	18
C.2.9.	Limpieza .....	19
C.3.	QUESOS .....	20
C.3.1.	Recepción .....	25
C.3.2.	Desaireación .....	25
C.3.3.	Clarificación .....	25
C.3.4.	Normalización de la leche .....	25
C.3.5.	Almacenamiento .....	25
C.3.6.	Pasterización de la leche .....	26
C.3.7.	Coagulación/desuerado y corte .....	26
C.3.8.	Tratamiento térmico .....	27
C.3.9.	Moldeo y prensado .....	27
C.3.10.	Salado .....	27
C.3.11.	Maduración .....	27
C.3.12.	Limpieza .....	27
C.3.13.	Concentración/desecación del lactosuero .....	28
C.4.	NATA .....	29
C.4.1.	Normalización .....	31
C.4.2.	Homogeneización .....	31
C.4.3.	Tratamiento térmico (pasterización o esterilización) .....	31
C.5.	MANTEQUILLA .....	32
C.5.1.	Desodorización .....	34
C.5.2.	Pasterización de la nata .....	34
C.5.3.	Maduración de la nata .....	34
C.5.4.	Batido-amasado .....	35
C.5.5.	Limpieza .....	35
<b>D.</b>	<b>ANÁLISIS GENERAL DE LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA. OPERACIONES CON IMPACTO MEDIO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO</b> .....	<b>36</b>

D.1. LECHE UHT .....	37
D.2. YOGUR .....	39
D.3. QUESOS .....	41
D.4. NATA.....	44
D.5. MANTEQUILLA.....	45
<b>E. TECNOLOGÍAS MÁS UTILIZADAS. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS OPERACIONES CONTAMINANTES.....</b>	<b>46</b>
E.1. LECHE UHT .....	46
<i>E.1.1. Tratamiento UHT.....</i>	46
E.1.1.1. Tratamiento UHT mediante calentamiento indirecto .....	47
E.1.1.2. Intercambiadores mixtos .....	49
<i>E.1.2. Limpieza de equipos.....</i>	50
<i>E.1.3. Limpieza de superficies.....</i>	52
E.2. YOGUR.....	53
<i>E.2.1. Pasterización .....</i>	53
<i>E.2.2. Limpieza de equipos e superficies.....</i>	53
E.3. QUESOS .....	54
<i>E.3.1. Pasterización .....</i>	54
<i>E.3.2. Coagulación.....</i>	54
<i>E.3.3. Concentración del lactosuero .....</i>	55
E.3.3.1. Evaporadores a vacío .....	55
E.3.3.2. Técnicas de membrana.....	59
<i>E.3.4. Limpieza.....</i>	60
E.4. NATA .....	61
<i>E.4.1. Pasterización de la nata.....</i>	61
E.5. MANTEQUILLA.....	62
<i>E.5.1. Pasterización de la nata.....</i>	62
<i>E.5.2. Batido.....</i>	62
<b>F. FACTORES A CONSIDERAR EN LA DETERMINACIÓN DE MTD'S. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS.....</b>	<b>64</b>
F.1. METODOLOGÍA.....	64
<b>G. MEJORES TECNOLOGÍAS DISPONIBLES .....</b>	<b>70</b>
G.1. LECHE UHT.....	70
<i>G.1.1. Tratamiento UHT .....</i>	70
<i>G.1.2. Limpieza de equipos .....</i>	71
<i>G.1.3. Limpieza de superficies .....</i>	72
G.2. YOGUR .....	74
<i>G.2.1. Pasterización .....</i>	74
<i>G.2.2. Limpieza .....</i>	74
G.3. QUESO .....	75
<i>G.3.1. Pasterización .....</i>	75
<i>G.3.2. Recuperación del lactosuero .....</i>	75
<i>G.3.3. Concentración/desecado del lactosuero.....</i>	76
G.4. MANTEQUILLA.....	78
<i>G.4.1. Batido .....</i>	78
<b>H. TÉCNICAS DISPONIBLES PARA EL TRATAMIENTO Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN .....</b>	<b>79</b>
<b>I. TECNOLOGÍAS EMERGENTES .....</b>	<b>84</b>
I.1. HOMOGENEIZACIÓN .....	84
<i>I.1.1. Ultrasonidos.....</i>	84
I.2. ESTERILIZACIÓN / PASTERIZACIÓN .....	84
<i>I.2.1. Microfiltración.....</i>	84

<i>I.2.2. Ultrasonidos</i> .....	84
I.3. COAGULACIÓN DEL QUESO EN CONTINUO.....	85
I.4. SALADO DEL QUESO.....	85
I.5. LIMPIEZA: .....	86
<i>I.5.1. Detergentes de un solo pase</i> .....	86
<i>I.5.2. Recuperación de detergentes</i> .....	86
<i>I.5.3. Nuevos aditivos</i> .....	87
<b>J. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>88</b>
<b>ANEXO I: LEGISLACIÓN APLICABLE AL SECTOR</b> .....	<b>1</b>
<b>ANEXO II: BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>1</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Distribución de la producción en el sector lácteo. Alimarket dic.1998 .....	4
Figura 2.- Diagrama de los productos lácteos .....	7
Figura 3.- Distribución de la producción de leche en españa (Alimarket, diciembre 1998) .....	8
Figura 4.- Diagrama de flujo de la fabricación de leche U.H.T.....	10
Figura 5.- Diagrama de flujo de la fabricación del yogur firme.....	16
Figura 6.- Producción de quesos curados según procedencia de la leche (fuente: Alimarket) .....	20
Figura 7.- Diagrama de flujo de la fabricación del queso curado. ....	22
Figura 8.- Diagrama del proceso de fabricación del queso fresco.....	24
Figura 9.- Diagrama de fabricación de la nata .....	30
Figura 10.- Diagrama de flujo de la fabricación de la mantequilla.....	33
Figura 11.- Intercambiador de calor indirecto por inyección de vapor.....	47
Figura 12.- Intercambiador indirecto de placas. ....	48
Figura 13.- Diagrama de limpieza cip.....	51
Figura 14.- Evaporador a vacío.....	56
Figura 15.- Esquema de funcionamiento de un evaporador continuo de efectos múltiples .....	57
Figura 16.- Recompresión de vapor adaptado de <i>eficiencia energética en la pequeña y mediana industria: sector conservas alimenticias. IDAE</i> .....	58
Figura 17.- Técnicas de membrana.....	59
Figura 18.- Procesado del lactosuero. ....	76

## **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b>	<b>Distribución de las empresas lácteas en el estado español (fuente: INE 1995).....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 2.</b>	<b>Establecimientos industriales afectados por la directiva ippc dentro del epígrafe 6.4 c. Fuente: ine 1994, MAPA, AINIA.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 3.</b>	<b>Consumos energéticos en la fabricación de queso “cheddar” fuente: Energy in World Agriculture 41</b>	
<b>Tabla 4.</b>	<b>Parámetros de la concentración de lactosuero por evaporación. Fuente: "Food Processing Technology" 57</b>	
<b>Tabla 5.</b>	<b>Tasas de consumo de vapor con diferentes sistemas de recuperación de calor. Fuente: Food Processing Technology .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 6.</b>	<b>Características del permeado en los sistemas de filtración por membrana.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 7.</b>	<b>Composición y características del lactosuero .....</b>	<b>75</b>