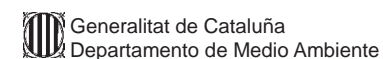
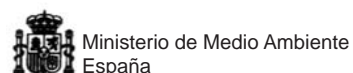


Prevención de la contaminación en la **Industria láctea**

Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)
Plan de Acción para el Mediterráneo



Nota: Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente, con fines educativos y no lucrativos sin permiso específico del Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL), siempre y cuando se mencione el origen de la información. El CAR/PL agradecería recibir una copia de cualquier publicación donde este material sea usado como fuente. No está permitido en uso de esta información con fines comerciales o de venta sin permiso escrito del CAR/PL.

Las denominaciones empleadas en este folleto y la presentación de material en el mismo, no implican la expresión de ninguna opinión por parte del CAR/PL en relación con el status legal de ningún país, territorio o área, o de sus autoridades o respecto a sus fronteras y límites.

Si considera que algún punto del estudio puede mejorarse o existe alguna imprecisión, le agradeceríamos nos lo comunicase.

Estudio terminado en Noviembre 2001

Estudio publicado en Mayo 2002

Si desea solicitar copias adicionales o para cualquier información adicional, póngase en contacto con:

Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)

C/ París, 184 – 3ª planta
08036 Barcelona (España)

Tf. +34 93 415 11 12 - Fax. +34 93 237 02 86

e-mail: cleanpro@cema-sa.org

Página Web: <http://www.cema-sa.org>

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	7
2. SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA LÁCTEA EN LOS PAÍSES DEL PAM	9
2.1. Situación GLOBAL del sector lácteo en los países del arco mediterráneo	9
2.1.1. <i>Datos generales del sector alimentario y lácteo</i>	9
2.1.2. <i>Producción de leche en origen</i>	10
2.1.3. <i>Producción de leche y productos lácteos</i>	12
2.2. Situación PARTICULAR del sector lácteo en los países del arco mediterráneo	18
3. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA Y ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES ASOCIADOS	33
3.1. Producción de leche de consumo	33
3.1.1. <i>Descripción general del proceso productivo de la leche tratada térmicamente</i> ..	34
3.1.2. <i>Descripción de las operaciones del proceso productivo y consideraciones medioambientales</i>	35
3.1.3. <i>Aspectos medioambientales en el proceso de elaboración de leche tratada térmicamente</i>	43
3.2. Productos lácteos obtenidos a partir de la grasa de la leche: nata y mantequilla	45
3.2.1. <i>Descripción general del proceso productivo de la nata y la mantequilla</i>	45
3.2.2. <i>Descripción de las operaciones del proceso productivo y consideraciones medioambientales</i>	47
3.2.3. <i>Aspectos medioambientales en la elaboración de nata y mantequilla</i>	51
3.3. Producción de leches fermentadas	52
3.3.1. <i>Descripción general del proceso productivo del yogur</i>	53
3.3.2. <i>Descripción de las operaciones del proceso productivo y consideraciones medioambientales</i>	54
3.3.3. <i>Aspectos medioambientales generados en la elaboración de yogur</i>	58
3.4. Producción de queso	59
3.4.1. <i>Descripción general del proceso productivo del queso</i>	60
3.4.2. <i>Descripción de las operaciones del proceso productivo y consideraciones medioambientales</i>	60
3.4.3. <i>Aspectos medioambientales generados en la elaboración de queso</i>	67
3.5. Operaciones auxiliares en la industria láctea	68
3.5.1. <i>Operaciones de limpieza y desinfección</i>	68
3.5.2. <i>Generación de energía</i>	71
3.5.3. <i>Generación de frío</i>	72
3.5.4. <i>Abastecimiento de agua</i>	72
3.5.5. <i>Aspectos medioambientales generados en las operaciones auxiliares de la industria láctea</i>	73
4. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA	75
4.1. Consumo de agua	75

4.2. Consumo de energía	76
4.3. Aguas residuales	77
4.4. Residuos	80
4.5. Emisiones a la atmósfera	81
4.6. Ruido	82
5. OPORTUNIDADES PARA PREVENIR Y REDUCIR EN ORIGEN LA CONTAMINACIÓN ..	83
6. CASOS PRÁCTICOS	129
7. CONCLUSIONES	141
8. BIBLIOGRAFÍA	157
ÍNDICE DE TABLAS	161
ÍNDICE DE FIGURAS	163

1. INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

La realización del **Estudio sobre la prevención y reducción en origen de la contaminación en la industria láctea en los países del Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM)** en adelante **DAIRY/CP PROJECT**, por parte del **Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)** fue una de las recomendaciones de los Puntos Focales Nacionales del CAR/PL.

Para la realización del estudio, el CAR/PL ha contado con la colaboración de especialistas en medio ambiente y procesos industriales agroalimentarios del centro español **AINIA (Instituto Tecnológico Agroalimentario)**, ubicado en Paterna (Valencia).

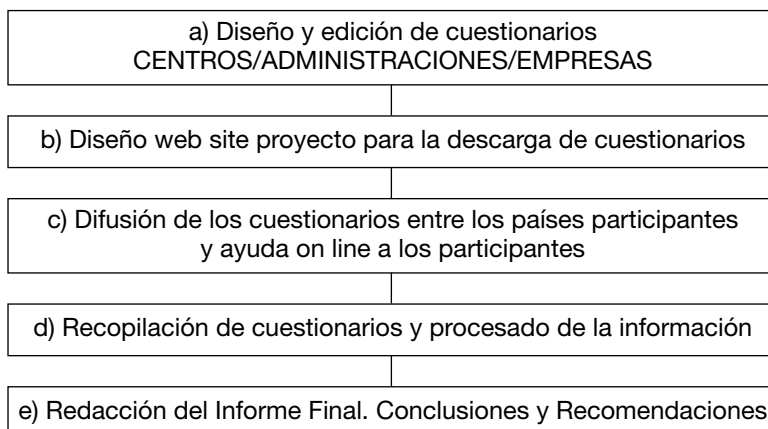
Este centro fue seleccionado ya en 1997 por la administración española para la ejecución del proyecto de difusión y promoción de la Directiva IPPC 96/61/CE e intercambio de información acerca de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD o en inglés BATs) en el sector lácteo.

Los objetivos principales de este estudio DAIRY/CP son los siguientes: presentación de la situación de la industria láctea en los países del PAM, descripción de los principales procesos de producción, operaciones auxiliares y productos de la industria láctea, aspectos medioambientales asociados y finalmente, presentación de las principales oportunidades para prevenir y reducir en origen la contaminación con casos prácticos, conclusiones y recomendaciones finales.

Los países del PAM son los siguientes: Albania, Argelia, Bosnia-Herzegovina, Chipre, Croacia, Egipto, Eslovenia, España, Francia, Grecia, Israel, Italia, Líbano, Libia, Malta, Marruecos, Mónaco, Siria, Túnez y Turquía. Mónaco y Eslovenia no han sido incluidos en el estudio por no disponer de referencias de industrias lácteas o de la información necesaria.

Un esquema de la metodología llevada a cabo para la realización del estudio se muestra en la siguiente figura:

Figura 1
METODOLOGÍA DEL ESTUDIO



a) En primer lugar se diseñaron tres tipos de cuestionarios para ser contestados por tres tipos de organizaciones:

- Cuestionario para ADMINISTRACIÓN: ministerios de industria, medio ambiente, alimentación, agricultura, etc. Incluye cuestiones sobre estructura, producción, consumo, exportación e importación del sector lácteo, así como políticas de prevención de la contaminación.
- Cuestionario para CENTROS: tecnológicos, de investigación o universidades. Incluye preguntas sobre productos y acciones de producción más limpia (Buenas Prácticas, tecnologías limpias, reciclaje en origen, etc.).
- Cuestionario para EMPRESAS: sector lácteo. Incluye preguntas principalmente sobre procesos y equipamiento.

Como criterio de aceptación del cuestionario se aplicó un mínimo de experiencia de 5 años como técnico en el sector lácteo y/o medioambiental.

b) Una vez diseñados los cuestionarios se habilitó un Web site para que los participantes pudieran descargarlos en formato Word y en tres idiomas distintos así como consultar cualquier duda que se les presentara durante su cumplimentación. La difusión de los cuestionarios se realizó también vía correo electrónico y fax a algunos países.

Figura 2
WEB SITE DAIRY/CP PROJECT



c) Con relación al proyecto DAIRY/CP se realizaron más de 250 contactos con administraciones, centros y empresas de los países objeto del estudio. Finalmente se han obtenido los cuestionarios de los países e información suficiente para dar contenido al estudio. Es necesario destacar la dificultad que supone homogeneizar datos e informaciones entre países con culturas y recursos tan dispares. En este sentido, la colaboración de los Puntos Focales ha resultado clave para la consecución de los objetivos planteados.

d) Una vez obtenidos los cuestionarios cumplimentados se procesaron los datos y se procedió a redactar el informe final. Para la descripción de la situación de cada país se emplearon como fuente principal de información los datos proporcionados por los Puntos Focales, que fueron contrastados y/o completados con los obtenidos del USDA. Esta última fuente se menciona como referencia a lo largo del estudio con la finalidad de aportar una dimensión homogénea al mismo, sin que ello haya implicado un cambio de la fuente principal de información, que ha continuado siendo la aportada por los Puntos Focales. La filosofía del estudio es proporcionar una herramienta de mejora en la prevención de la contaminación a través de propuestas prácticas cuya aplicación esté al alcance de las empresas lácteas de los países del PAM.

2. SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA LÁCTEA EN LOS PAÍSES DEL PAM

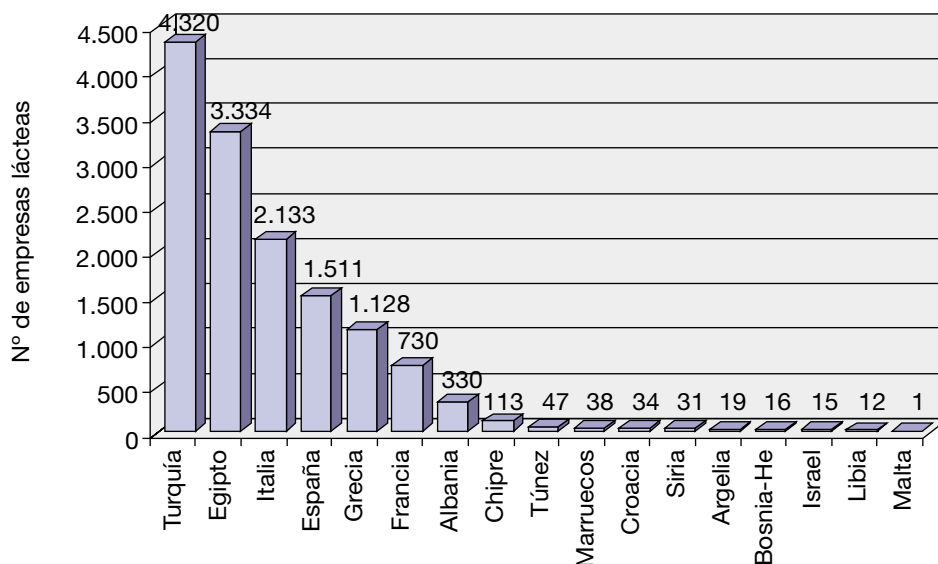
2.1. Situación GLOBAL del sector lácteo en los países del arco mediterráneo

2.1.1. Datos generales del sector alimentario y lácteo

El sector agroalimentario representa en los países del arco mediterráneo entre el 10 y el 20% aproximadamente de la totalidad del sector industrial. Por debajo de este rango solamente se encuentra Argelia con tan solo un 2% y por encima Egipto, con un 31%. Existen alrededor de 100.000 empresas agroalimentarias cuya distribución entre los distintos países mediterráneos varía enormemente debido a las diferencias en población y grado de desarrollo industrial.

Las empresas lácteas suelen representar en todos los países entre un 10 y un 30% del total de empresas agroalimentarias. Destaca la importancia del sector lácteo egipcio que constituye el 47% de las empresas agroalimentarias. En total existen unas 14.000 empresas que dan trabajo a unos 160.000 empleados. Existen también grandes diferencias entre los países como puede observarse en las figuras 3 y 10.

Figura 3
RANKING DE PAÍSES DEL ARCO MEDITERRÁNEO EN CUANTO AL NÚMERO DE EMPRESAS LÁCTEAS¹



Tan sólo seis países: Turquía, Egipto, Italia, España, Grecia y Francia cuentan con más de 500 empresas lácteas.

¹ No se dispone de datos de Líbano.

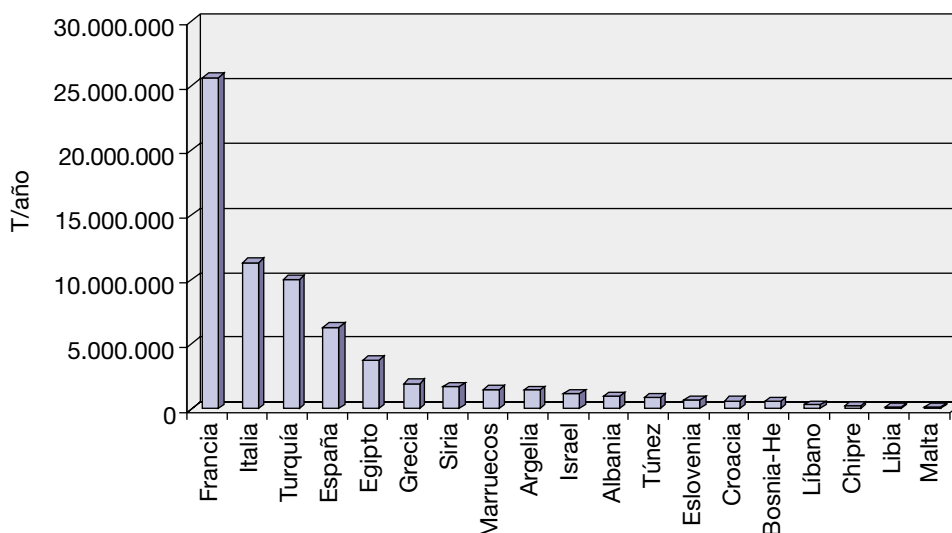
En la mayoría de los países las empresas lácteas son pequeñas, con menos de 10 trabajadores. En promedio, el porcentaje de pequeñas asciende al 77,9%. Estas empresas suelen tener un carácter artesanal y producen un volumen de leche y productos lácteos siempre inferior a las 50 T/día.

En muchos países mediterráneos, especialmente en los que el sector lácteo está poco desarrollado, además de las empresas pequeñas, existe un número reducido de empresas que absorbe la mayor parte de la producción. Se trata de plantas con más de 100 trabajadores y con altos niveles de producción, por encima de los 100 T/día. En ocasiones estas empresas son propiedad del estado.

2.1.2. Producción de leche en origen

La producción total de leche en origen en los países del arco mediterráneo asciende a 68,6 millones de Toneladas (ver figuras 4 y 11). En cuanto a la distribución, cabe destacar los 25,6 millones de T/año producidas por Francia que suponen el 37% de la producción en el mediterráneo. Entre los primeros cinco países productores, es decir: Francia, Italia, Turquía, España y Egipto, se reparte el 83% de la producción.

Figura 4
RANKING DE PAÍSES PRODUCTORES DE LECHE
EN EL ARCO MEDITERRÁNEO



Predomina en todo el arco mediterráneo la producción de leche de vaca, ya que supone el 88,5% del total producido. El resto corresponde a un 5,2% de leche de oveja, un 3,3% de leche de búfala y un 3,0% de leche de cabra.

Figura 5
DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE SEGÚN SU TI

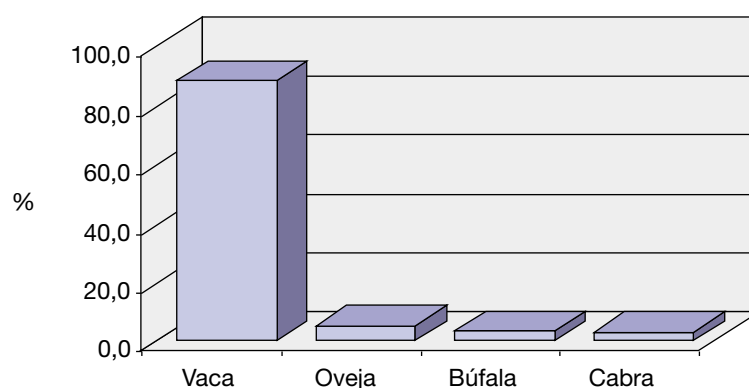


Tabla 1: Distribución de la producción de leche en origen

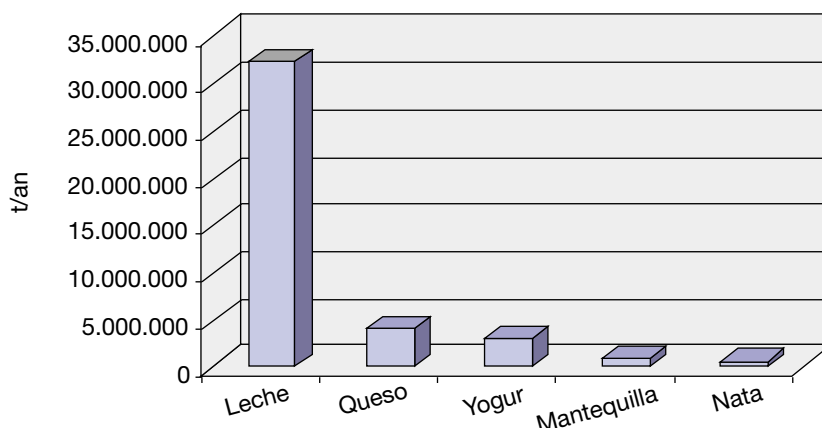
PAÍS	TOTAL T/año	%	VACA T/año	%	OVEJA T/año	%	CABRA T/año	%
ALBANIA	907.962	1,3	761.340	1,3	73.556	2,1	73.066	3,6
ARGELIA	1.409.354	2,1	1.039.854	1,7	220.000	6,2	143.000	7,0
BOSNIA-HERZEG.	565.815	0,8	552.247	0,9	9.640	0,3	3.928	0,2
CHIPRE	173.000	0,3	130.000	0,2	21.500	0,6	21.500	1,1
CROACIA	603.000	0,9	603.000	1,0				
EGIPTO	3.723.080	5,4	1.596.880	2,6	93.000	2,6	15.000	0,7
ESLOVENIA	634.448	0,9	634.448	1,0				
ESPAÑA	6.281.300	9,2	5.685.400	9,4	278.200	7,8	317.700	15,5
FRANCIA	25.631.650	37,4	24.892.000	41,0	243.850	6,8	496.800	24,3
GRECIA	1.910.045	2,8	790.000	1,3	670.000	18,8	450.000	22,0
ISRAEL	1.112.000	1,6	1.100.000	1,8	8.700	0,2	3.300	0,2
ITALIA	11.312.088	16,5	10.402.799	17,1	638.092	17,9	121.197	5,9
LÍBANO	272.300	0,4	201.000	0,3	33.800	0,9	37.500	1,8
LIBIA	74.800	0,1	73.000	0,1			1.800	0,1
MALTA	50.800	0,1	46.400	0,1	2.600	0,1	1.800	0,1
MARRUECOS	1.445.000	2,1	1.410.000	2,3			35.000	1,7
SIRIA	1.656.085	2,4	1.143.423	1,9	445.913	12,5	65.853	3,2
TÚNEZ	830.000	1,2	800.000	1,3	17.000	0,5	12.000	0,6
TURQUÍA	9.970.000	14,5	8.832.000	14,6	813.000	22,8	245.000	12,0
TOTAL	68.562.727	100,0	60.693.791	100,0	3.568.851	100,0	2.044.444	100,0

Además de la leche de vaca, oveja y cabra, se producen también 2.248.200 T de leche de búfala principalmente en tres países entre los que destaca claramente Egipto, que produce el 89,7%, dejando el resto para Italia (6,7%) y Turquía (3,6%). El resto de leches (camella u otras) tienen un volumen de producción poco significativo.

2.1.3. Producción de leche y productos lácteos

Respecto a la producción de productos lácteos, el principal producto lácteo lo constituye la leche de consumo con 32,3 millones de T/año, seguido del queso con 4,1 millones de T/año, el yogur y otras leches fermentadas con 2,8 millones de T/año y cantidades menores de mantequilla (0,8 millones de T/año) y nata (0,5 millones de T/año).

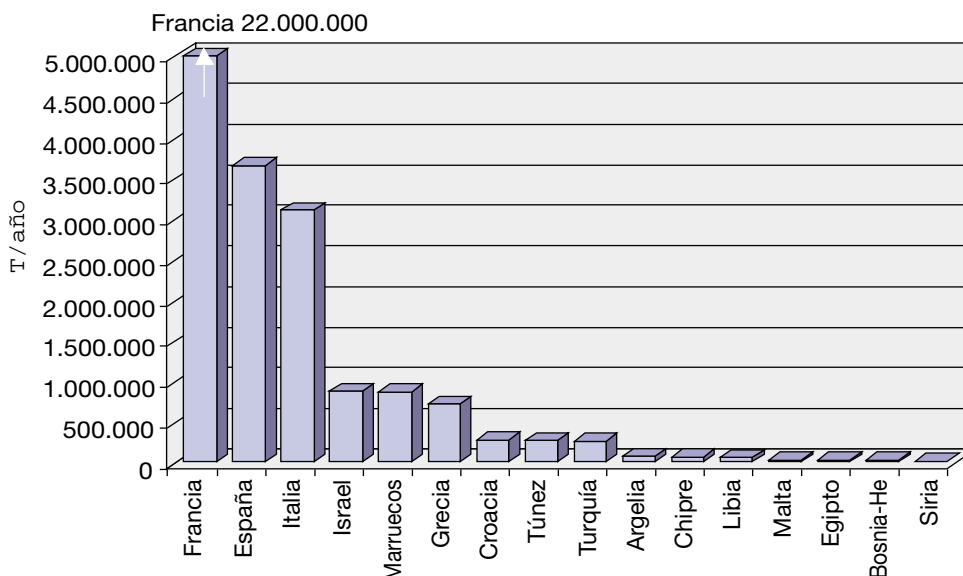
Figura 6
DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS



Los principales productores de leche de consumo son Francia (22 millones de T/año), España (3,6 millones de T/año), Italia (3,1 millones de T/año) e Israel (0,9 millones de T/año) que alcanzan el 92% de la producción global (ver figuras 7 y 12).

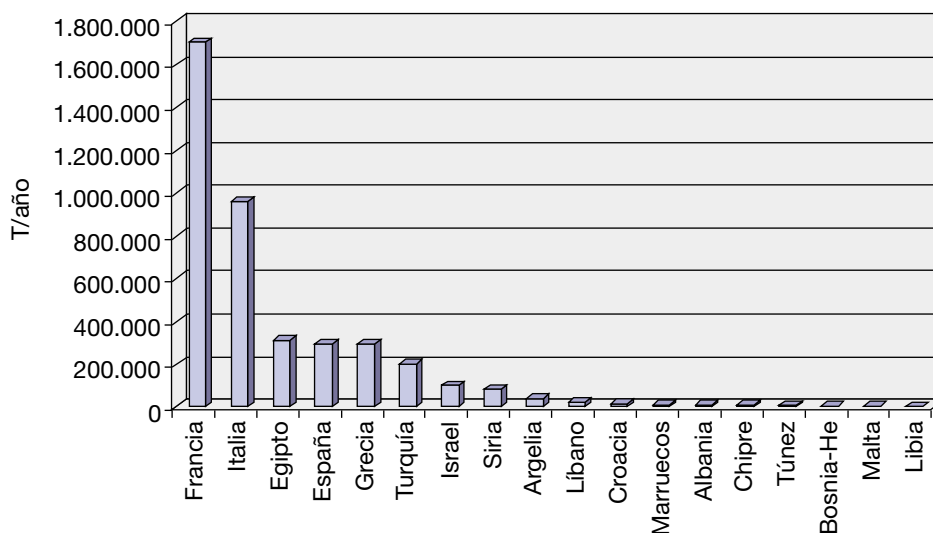
Algunos países destacados en producción en origen, como es el caso de Turquía y Egipto, tienen una producción de leche de consumo bastante baja. El consumo de leche es más bajo que el de otros productos lácteos, especialmente el queso, aunque tanto en un caso como en otro la principal razón debe buscarse en la gran importancia del consumo doméstico en las granjas lecheras y/o en la venta directa a los consumidores.

Figura 7
RANKING DE PAÍSES PRODUCTORES DE LECHE DE CONSUMO



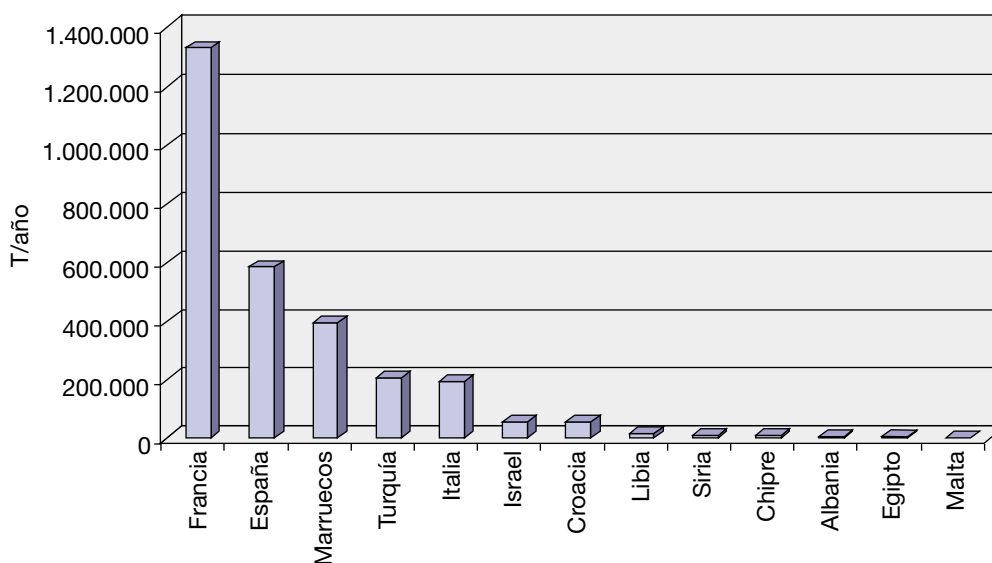
Respecto a la producción de queso, cabe destacar la gran variedad de quesos que se elaboran en los países del arco mediterráneo principalmente con leche de vaca y, en menor medida, con leche de oveja, cabra o mezcla de las anteriores. El principal país productor es Francia con 1,7 millones de T/año seguida por Italia con 1,0 millones de T/año (ver figuras 8 y 14).

Figura 8
RANKING DE PAÍSES PRODUCTORES DE QUESO



En los países mediterráneos se produce un total de 2,8 millones de T/año de yogur y otras leches fermentadas (ver figuras 9 y 13), entre los que destacan Francia, con aproximadamente la mitad de la producción total (46,8%), España (20,4%) y Marruecos (13,7%).

Figura 9
RANKING DE PAÍSES PRODUCTORES DE YOGUR Y OTRAS LECHE FERMENTADAS²



² Faltan los datos de producción de yogur y otras leches fermentadas de: Grecia, Líbano, Túnez, Argelia y Bosnia-Herzegovina.

Tabla 2: Distribución de la producción de leche y productos lácteos en los países del arco mediterráneo³

PAÍS	LECHE DE CONSUMO T/año	%	YOGUR y otras leches fermentadas T/año	%	QUESO T/año	%	MANTEQUILLA T/año	%	NATA T/año	%
ALBANIA	10.242	0,0	5.310	0,2	8.403	0,2	440	0,1	1	0,0
ARGELIA	72.730	0,2			37.024	0,9	10.000	1,3	5.000	1,0
BOSNIA-HERZEG.	24.802	0,1			4.311	0,1	1.179	0,1	897	0,2
CHIPRE	61.664	0,2	6.820	0,2	7.956	0,2	440	0,1	792	0,2
CROACIA	271.116	0,8	54.178	1,9	15.282	0,4	1.743	0,2	1.147	0,2
EGIPTO	30.000	0,1	2.500	0,1	310.000	7,6	130.000	16,5		
ESPAÑA	3.645.400	11,3	581.600	20,4	293.800	7,3	36.200	4,6	86.000	17,1
FRANCIA	22.000.000	68,1	1.330.000	46,8	1.700.000	42,0	450.000	57,2	300.000	59,8
GRECIA	713.536	2,2			293.503	7,2	11.906	1,5	28.568	5,7
ISRAEL	872.927	2,7	56.152	2,0	100.000	2,5	5.235	0,7	77.686	15,5
ITALIA	3.100.000	9,6	190.000	6,7	958.062	23,6	105.000	13,4		
LÍBANO	4.042	0,0			21.091	0,5				
LIBIA	57.000	0,2	14.000	0,5	100	0,0				
MALTA	30.200	0,1	1.510	0,1	2.300	0,1			360	0,1
MARRUECOS	860.000	2,7	390.000	13,7	10.686	0,3	10.000	1,3	66	0,0
SIRIA	14.111	0,0	7.030	0,2	82.170	2,0	3.356	0,4		
TÚNEZ	262.480	0,8			6.420	0,2	5.008	0,6		
TURQUÍA	251.632	0,8	204.961	7,2	201.260	5,0	15.771	2,0	1.383	0,3
TOTAL	32.281.882	100,0	2.844.061	100,0	4.052.368	100,0	786.278	100,0	501.900	100,0

³ Las casillas en blanco corresponden a países sin producción o a información no disponible.

Figura 10
DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS LÁCTEAS
EN LOS PAÍSES MEDITERRÁNEOS



Figura 11
DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN ORIGEN
EN LOS PAÍSES MEDITERRÁNEOS



Figura 12
PRINCIPALES PRODUCTORES DE LECHE
DE CONSUMO DIRECTO




Figura 13
PRINCIPALES PRODUCTORES DE YOGUR
Y OTRAS LECHE FERMENTADAS



Figura 14
PRINCIPALES PRODUCTORES DE QUESO



2.2. Situación PARTICULAR del sector lácteo en los países del arco mediterráneo

 ALBANIA	POBLACIÓN: 3.413.904
	SUPERFICIE: 28.750 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 330
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 907.962 Tm/año

Las reformas iniciadas en Albania en 1992 cambiaron por completo la estructura del sector agrario en el país. Tanto la agricultura como las explotaciones ganaderas fueron objeto de importantes reformas que cambiaron toda la estructura productiva. En primer lugar, la tierra fue distribuida en pequeñas explotaciones agrícolas de 1-2 hectáreas. En segundo lugar, el ganado existente en cooperativas y en las granjas estatales también fue distribuido en nuevas explotaciones de 1-3 vacas. Estos cambios dieron lugar a la pérdida de centralización de la producción de leche en el país.


En Albania existen actualmente 330 empresas lácteas que emplean a 970 trabajadores. La mayor parte de estas empresas (80%) son artesanales y disponen de menos de 10 trabajadores. (INSTAT, 1999 y Food Research Institute, 2000).

La producción total anual de leche ascendió a 907.962 T, principalmente leche de vaca 761.340 T y, en menor medida, leche de oveja 73.556 T y cabra 73.066 T. Respecto a la producción de productos lácteos, se fabricaron 10.242 T de leche de consumo, 5.310 T de yogur, 8.403 T de queso, 440 T de mantequilla y 1 T de nata. Prácticamente toda la producción se destinó al consumo interno (Food Research Institute, 1999).

Tan solo el 25% de la leche de consumo directo está pasteurizada en industrias lácteas, el resto se vende habitualmente en las granjas de forma directa a los consumidores, quienes la hierven antes de usarla.

El yogur se produce generalmente a partir de leche de vaca y es un producto tradicional de Albania. El queso procede de leche de vaca u oveja, o de una mezcla de ambos. La producción se divide en quesos frescos (Feta, Teleme, Tip83) y quesos maduros (Vize, Kasher). El sur de Albania produce los quesos de mayor calidad.

Las políticas de prevención de la contaminación están poco desarrolladas en Albania. No existe actualmente una línea de subvenciones nacional para el desarrollo de proyectos de prevención de la contaminación. El Ministerio de Medio Ambiente de Albania está preparando una lista con los límites de vertido para los principales contaminantes de los efluentes industriales.

 ARGELIA	POBLACIÓN: 28.539.321
	SUPERFICIE: 2.381.740 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 19
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 1.409.354 Tm/año

Tan solo un 2% de la industria argelina corresponde al sector agroalimentario, es decir, 96 empresas. El subsector lácteo representa el 20%, con un total de 19 empresas que dan trabajo a un total de 19.000 trabajadores.

Estas empresas pertenecen al grupo industrial público Giplait (Groupe Industriel pour la Production de Lait), que domina la mayor parte de la producción de leche pasteurizada para el consumo directo. El número de trabajadores es superior a 250 en el 70% de estas plantas, mientras que en el resto oscila entre 100 y 250. (Holdings, Ministry of Industry, 2001).

Argelia es un país netamente importador ya que tan solo produce el 40% de los productos lácteos que necesita. Una de las causas principales de la debilidad del sector lácteo es el escaso desarrollo de la red de abastecimiento de leche fresca procedente de las granjas. A pesar de las subvenciones para la venta de leche a las plantas de producción industrial, sólo el 7% de la leche producida en las granjas se destina a este fin. El resto se autoconsume en las granjas o se vende directamente al consumidor a precios más altos que los fijados por el gobierno.


La leche de consumo en Argelia es leche reconstituida y se obtiene principalmente a partir de leche desnatada en polvo importada. Su producción asciende a 859.206 T/año, mientras que la de productos lácteos (queso, mantequilla y nata) asciende a 52.024 T/año (Holdings, Ministry of Industry, 2001). Toda la producción es destinada al consumo interno.

Giplait prefiere destinar la leche fresca que recoge en Argelia a la producción de productos lácteos tales como queso, yogur o mantequilla. El sector privado (pequeñas empresas artesanales) no reflejado estadísticamente en este documento también se ha especializado en la fabricación de estos productos.

La producción local de queso se presenta en forma de queso fresco, brie y camembert. Estas clases de quesos se fabrican a partir de leche fresca y a veces con leche en polvo. Sin embargo, el queso más popular y barato de Argelia es el queso de untar elaborado a partir de cheddar importado.

Como ya se ha comentado, la leche fresca se encuentra rara vez disponible en el mercado y los consumidores compran normalmente leche reconstituida o leche entera en polvo lista para el consumo (con un 26% de contenido graso).

En Argelia se ha puesto en marcha un programa de financiación que ayudará a las empresas en la reducción de la contaminación. Los proyectos más importantes están relacionados con la instalación de estaciones depuradoras para el tratamiento de aguas residuales. También se han planteado proyectos para la valorización del lactosuero en forma de bebidas gaseosas aunque en este momento se encuentran paralizados.

 BOSNIA-HERZEGOVINA	POBLACIÓN: 3.835.777
	SUPERFICIE: 51.129 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 16
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 565.815 Tm/año

Bosnia-Herzegovina (B-H) consta actualmente de dos entidades con gran autonomía, la Federación de Bosnia y Herzegovina (FB-H) y la República de Srpska (RS). La FB-H es una entidad descentralizada y consta de diez cantones con sus correspondientes gobiernos que disponen de un alto grado de discreción para establecer medidas y llevarlas a cabo. La RS es una entidad centralizada dividida en siete regiones. La administración local sólo existe en este caso en el ámbito de municipio. La RS es por tanto responsable de asegurar la protección del medio ambiente, mientras que los municipios velan por el cumplimiento de la ley.

En 1991, antes de la guerra, la producción total en origen de leche de vaca fue de 874.000 T, que contrasta con las 413.837 T de 1997 por la pérdida de la mitad del ganado productor de leche durante el conflicto (USDA, 2000). Tras la guerra, se inició el proceso de reconstrucción de la cabaña que todavía no ha finalizado. El proceso se está financiando con la ayuda de diferentes programas del Banco Mundial, la Unión Europea y otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

En 1999, la producción de leche de vaca en origen ascendió a un total de 552.247 T repartidas entre la FB-H con 286.522 T y la RS con 265.725 T. Respecto a la leche de oveja, el total ascendió a 9.640 T entre la FB-H con 7.355 y la RS con 2.285. La producción de leche de cabra en FB-H fue de 3.928 T.

Sin embargo, la cantidad de leche vendida a la industria es insuficiente para cubrir la demanda por lo que B-H no puede proporcionar suficiente leche fresca y productos lácteos y debe importar cantidades significativas. Las fuentes de importación de leche más importantes para FB-H son Eslovenia, Croacia, Alemania y Hungría, mientras que para RS es la República de Serbia (Yugoslavia). Cabe destacar que la entrada de leche de forma ilegal es un problema para las autoridades tanto en la FB-H como en la RS.


Incluso antes de la guerra, las granjas del estado solo producían el 25% de la leche necesaria para la industria. Por otro lado, las granjas privadas eran pequeñas (el 80% con una o dos vacas por granja) y solo el 6-7% de la leche se vendía a la industria láctea destinándose el resto al autoconsumo en la granja. Tras el conflicto, esta situación de falta de suministro quedó lógicamente agravada, aunque desde 1997 está mejorando progresivamente.

Desde 1997 hasta 1999 se ha producido un incremento de la compra de leche a las granjas privadas motivada por incentivos en los precios por parte de las administraciones correspondientes y por la construcción de nuevas plantas de producción.

En 1999 existían 16 industrias lácteas en B-H con una capacidad productiva de 200.000 T/año (135 T/año en FB-H y 65 T/año en RS) (USDA, 2000). Estas industrias cuentan con una plantilla de entre 25 y 100 trabajadores y buen equipamiento industrial. Todas ellas producen por debajo de las 50 T/día ya que sólo disponen del 25% de su capacidad de utilización (22,6% en FB-H y 32% en RS).

La producción de leche y productos lácteos en B-H mejorará en los próximos años con la recuperación del ganado y la introducción de razas más productivas, la incentivación en los precios en origen para elevar el volumen de leche fresca doméstica vendida a las industrias y la construcción de nuevas plantas de producción, reduciéndose así la demanda de productos lácteos importados.

En la actualidad no existe financiación ni proyectos significativos en materia de prevención de la contaminación. Los límites de vertido para las aguas residuales industriales pertenecen al periodo anterior a la guerra.

 <p>CHIPRE</p>	POBLACIÓN: 758.363
	SUPERFICIE: 9.250 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 113
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 173.000 Tm/año

En el año 2000, el número de empresas agroalimentarias en Chipre era de 997 (el 16% de toda la industria), de las cuales aproximadamente el 11%, es decir 113, eran empresas lácteas. El número de empleados en el sector lácteo fue de 1.285 lo que suponía el 12,5 de los trabajadores del sector agroalimentario (Industrial Statistics, 2000).

El 87% de las empresas lácteas tienen menos de 10 trabajadores, un 9% entre 10 y 50 trabajadores, y un 4% más de 50 trabajadores. El 98% de las empresas lácteas chipriotas producen por debajo de 50 T/día y tan solo un 2% entre 50 y 200 T/día.

La producción en origen de leche de vaca fue en el año 2000 de 130.000 T destinándose la mitad para leche de consumo y la otra mitad para la elaboración de productos lácteos. Respecto a la leche de oveja y cabra, toda la producción (43.000 T) se destinó íntegramente a la fabricación de productos (Cyprus Organisation of Dairy Products, 2000).

La producción industrial anual de leche se divide del siguiente modo: 61.664 T de leche pasteurizada, 6.820 T de yogur, 7.956 T de queso, 440 T de mantequilla y 792 T de nata. Toda la producción se consume internamente a excepción de unas 2.519 T de queso que se exportan (Industrial Statistics, 1999).

Los quesos autóctonos más significativos son el halloumi (del que se fabricaron 5.200 T en 1999) y el feta (776 T).


En Chipre existen programas de financiación de proyectos medioambientales relacionados con tecnologías limpias, minimización, reciclaje, depuración o control. El porcentaje de subvención suele ser del 30% del coste de estos proyectos (Ministry of Commerce, Industry and Tourism, 2001).

El gobierno ha construido una Estación de Depuración de Aguas Residuales Central donde las pequeñas industrias (incluidas las lácteas) pueden llevar sus vertidos. La planta cuenta con tratamientos secundarios y terciarios que emplean las últimas tecnologías. Con ello se consigue dar

una solución a los vertidos de las empresas pequeñas que no pueden permitirse tener sus propias plantas de depuración. El límite de vertido para la DQO es de 18.000 mgO₂/l. Se aceptan vertidos sin tratamiento previo.

De las dos empresas lácteas más importantes de Chipre, una dispone de su propia planta de depuración de aguas residuales. Se espera que la segunda establezca instalaciones de pretratamiento a lo largo del 2001 y que descargue estas aguas tratadas parcialmente al alcantarillado público, con el objeto de ser tratadas posteriormente en la depuradora pública municipal.

Por otro lado, el gobierno está subvencionando a las granjas de cerdos para que conviertan su actual sistema de alimentación en seco en un sistema húmedo, lo que permitirá utilizar el suero de las industrias lácteas. Para el final del año 2001 se espera que el 85% del suero líquido se destine a la alimentación de cerdos.

 CROACIA	POBLACIÓN: 4.282.216
	SUPERFICIE: 56.538 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 34
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 603.000 Tm/año

En Croacia existen 34 empresas lácteas que emplean a 3.900 trabajadores (Central Bureau of Statistics, 1999) 18 de las cuales disponen de menos de 10 trabajadores, 13 entre 10 y 250 trabajadores y 3 a más de 250 trabajadores. Estas últimas fabrican por encima de las 200 T diarias de leche y productos lácteos.

La producción anual de leche de vaca ascendió a 603.000 T (Central Bureau of Statistics, 1999). Respecto a la producción de productos lácteos, se fabricaron 271.116 T de leche de consumo, 54.178 T de yogur, 15.282 T de queso, 1.743 T de mantequilla y 1.147 T de nata. También se fabricaron 6.650 T de leche condensada y 971 T de leche en polvo (Central Bureau of Statistics and Faculty of Agriculture by University of Zabreg, 1999).


Destacar que se exportaron 14.500 T de leche de consumo, 6.070 de yogur, 2.240 T de queso y 460 T de mantequilla a otros países. El resto de la producción se consumió en Croacia.

El consumo anual de leche y productos lácteos en Croacia es de 125 litros per capita, de los cuales la leche de consumo corresponde a 92 litros per capita (Household Consumption Survey).

Actualmente existen proyectos en curso por valor de unos 2 millones de EUROS para proyectos relacionados con la protección de aguas superficiales y subterráneas, aire, ruido, suelo y naturaleza. También para la gestión de residuos por valor de 0,1 millones de EUROS.

Existen límites para los vertidos de aguas residuales industriales. El valor máximo de DQO es 125 mgO₂/l para vertidos a ríos y 700 mgO₂/l para vertidos al alcantarillado.

Algunas empresas han emprendido medidas para la reducción del consumo de agua mediante la reutilización de las aguas residuales depuradas para algunas funciones de fábrica, o mediante la modificación del sistema de refrigeración de los compresores a un sistema cerrado.

 <p>EGIPTO</p>	POBLACIÓN: 69.536.644
	SUPERFICIE: 1.001.450 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 3.334
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 3.723.080 Tm/año

El sector agroalimentario cuenta con 7.531 empresas agroalimentarias, lo que significa el 31% de toda la industria egipcia. Casi la mitad, el 47%, son empresas lácteas (3.334) que dan trabajo a 12.136 trabajadores (Statistics Year Book, 2000). Por tanto, la industria láctea es el subsector más importante de la industria agroalimentaria.

Es importante destacar que el 97% de estas empresas disponen de menos de 10 trabajadores. El 3% restante, es decir, 86 empresas, se dividen entre las 51 que tienen entre 10 y 25 trabajadores, las 33 que disponen entre 25 y 100, 2 empresas entre 100 y 250 trabajadores y 1 de más de 250 trabajadores.

Se estima existen un 85% de empresas de carácter artesanal, un 11 de carácter industrial y un 4% de alto nivel tecnológico. El 93% de las empresas tiene un nivel de producción diaria inferior a 50 T y tan solo un 2% quedan por encima de las 200 T/día.

Existe un grado de penetración de capital extranjero elevado, estando 6 de las 12 mayores empresas controladas por multinacionales (AECI, 1999).

La producción total de leche en origen en 1999 alcanzó los 3,7 millones de T con un crecimiento del 6,7% respecto al año anterior. Este crecimiento se debe principalmente al desarrollo de granjas modernas con ganado importado de alto rendimiento (USDA, 2000).

Del total de la producción de leche en Egipto en 1998, un 20% se consumió directamente en las mismas granjas, un 70% fue procesada por pequeños transformadores para producir leche (25%), queso (60%) y otros productos (15%), mientras que las industrias modernas procesaron tan solo el 10% restante en leche de consumo (23%), quesos frescos (70%) y otros productos (7%) (AECI, 1999).


Como se deduce de lo anterior, el queso es el producto lácteo más importante de Egipto. Casi el 50% de la producción de leche así como las importaciones de leche en polvo desnatada son utilizadas para la producción de queso. La producción de queso anual alcanza las 310.000 T. Casi todo el queso producido (75%) es feta. El queso es una parte importante de la dieta egipcia y se consume diariamente de forma directa o con pan. El consumo de queso se estima en 6 kg/año y habitante.

El resto de la producción anual de productos lácteos se divide en 30.000 T de leche (pasterizada), 2.500 T de yogur y 130.000 T de mantequilla.

En Egipto existen iniciativas o proyectos medioambientales orientados a reducir la contaminación de las empresas lácteas. En concreto los principales son: tratamiento biológico de aguas residuales, reutilización de agua, minimización mediante sistemas CIP y monitorización y control de las operaciones de control.

Para proyectos medioambientales suele haber financiación de entre el 20 y el 30% del valor de los proyectos sobre tecnologías limpias, minimización, reutilización, energía y control, mientras que se financia el 50% de los proyectos de depuración (EPAP, EEAA, 2001).

Los valores límites para el vertido de aguas residuales son para la DQO de 600 mgO₂/l en vertidos al alcantarillado, 30 mgO₂/l a río y 60 mgO₂/l a mar (Law 93/62 48/82 4194).

 ESPAÑA	POBLACIÓN: 40.037.995
	SUPERFICIE: 504.782 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 1.511
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 6.281.300 Tm/año

España tiene 33.105 empresas agroalimentarias lo que supone el 14% de la industria española y emplea a 368.750 trabajadores (19%). El subsector lácteo cuenta con 1.511 empresas, es decir, el 5% de todas las empresas agroalimentarias y el 7% del empleo agroalimentario (27.745 trabajadores) (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. FIAB, 1999).

El 85% de las empresas tienen menos de 10 empleados, el 11% entre 10 y 25, el 2% entre 25 y 100, y el 2% restante más de 100 trabajadores (FIAB, 1999).

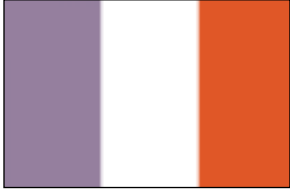
La producción anual de leche en origen ascendió a 6.281.300 T, de las cuales 5.685.400 T fueron de leche de vaca, 278.200 T de leche de oveja y 317.700 T de leche de cabra (FENIL, 1999).

La producción de productos lácteos se distribuye del siguiente modo: leche de consumo (3.645.400 T), yogur (581.600 T), quesos (293.800 T), mantequilla (36.200 T) y nata (86.000 T) (FENIL, 1999).

España importó en 1999, 400.729 T de leche en forma líquida, condensada, concentrada o en polvo, 119.985 T de yogur y otras leches fermentadas, 110.862 T de queso, 9.237 T de mantequilla y 10.789 T de nata (Dpto. de Aduanas, 1999).

Por otro lado, España exportó en 1999: 200.494 T de leche en forma líquida, condensada, concentrada o en polvo, 33.422 T de yogur y otras leches fermentadas, 36.099 T de queso, 8.477 T de mantequilla y 18.411 T de nata (Dpto. de Aduanas, 1999).

El consumo per capita fue de 108 kg/habitante y año de leche de consumo, 9,2 kg/habitante y año de queso, 16,2 kg/habitante y año de yogur, 0,47 kg/habitante y año de mantequilla y 2,3 kg/habitante y año de nata (MAPA, 1999).

 <p>FRANCIA</p>	POBLACIÓN: 59.551.227
	SUPERFICIE: 547.030 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 730
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 25.631.650 Tm/año

Francia tiene 3.500 empresas agroalimentarias, lo que representa el 7% de la industria francesa y emplea a 400.000 trabajadores (10%). El subsector lácteo cuenta con 730 empresas, es decir, el 20% de todas las empresas agroalimentarias y el 15% del empleo agroalimentario (60.000 trabajadores) (MA, 2000).

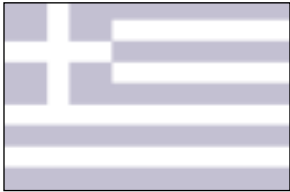
Francia es el país de mayor producción de leche y productos lácteos del Mediterráneo. Sin embargo, por número de empresas es el sexto país, lo que indica que las empresas son de mayor dimensión que en otros países del Mediterráneo.

El 66% de las empresas lácteas produce menos de 50 T/año, el 18% entre 50 y 100 T y un 16% más de 200 T al año.

La producción anual de leche en origen ascendió a 25.631.650 T, de las cuales 24.892.000 T fueron de leche de vaca, 243.850 T de leche de oveja y 496.800 T de leche de cabra (USDA, 1999).

La producción de productos lácteos se distribuye del siguiente modo: leche de consumo (22.000.000 T), yogur (1.330.000 T), quesos (1.700.000 T), mantequilla (450.000 T) y nata (300.000 T). Además de estos productos destaca la producción de 737.132 T de leche en polvo y 620.000 T de lactosuero en polvo.

Francia exportó en: 750.000 T de leche en forma líquida y 300.000 T de leche en polvo, 480.000 T de queso y 75.000 T de mantequilla. (USDA, 2000).

 <p>GRECIA</p>	POBLACIÓN: 10.623.835
	SUPERFICIE: 131.940 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 1.128
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 1.910.045 Tm/año


En Grecia existen un total de 1.128 empresas lácteas que se dividen en 28 plantas de pasteurización, 800 queserías y 300 caseños en los que se produce yogur. Cuatro fabricantes elaboran el 80% de la leche pasteurizada.

El sector tiene deficiencias estructurales respecto al resto de países de la Unión Europea especialmente con respecto a la producción de leche de vaca. Una empresa media griega tiene 5,6 vacas frente a la media europea de 19,6. En Grecia existen tan solo 220.000 vacas lecheras frente

a 6,5 millones de ovejas y 3,9 millones de cabras con un bajo rendimiento en leche por animal. El valor de las importaciones en productos lácteos asciende a los 340 millones de EUROS (Greek Ministry of Agriculture, 1997).

La producción anual de leche en origen ascendió en 1999 a 1.910.045 T, de las cuales 790.000 T fueron de leche de vaca, 670.000 T de leche de oveja y 450.000 T de leche de cabra (USDA, 1999).

La producción anual de leche para consumo fue de 713.536 T de leche de vaca, 293.503 T de queso, 11.906 T de mantequilla y 28.568 T de nata (USDA, 1999).

 ISRAEL	POBLACIÓN: 5.938.903
	SUPERFICIE: 20.770 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 15
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 1.112.000 Tm/año

En Israel existen alrededor de 300 empresas agroalimentarias, de las cuales el 5%, es decir, 15 empresas, corresponden al sector lácteo que proporciona empleo a 5.300 trabajadores (Manufacturers Association of Israel, 2000).

El 80% de la producción de productos lácteos se realiza en empresas grandes y modernas de alto nivel tecnológico con un número de empleados superior a los 250. El 60% de las empresas producen grandes volúmenes por encima de las 50 T al día.

La producción anual de leche para consumo es de 872.927 T principalmente de leche de vaca (99%). El resto de la producción se distribuye del siguiente modo: 56.152 T de yogur, 100.000 T de queso, 5.235 T de mantequilla y 77.686 T de nata (MAI, 2000).


Es importante destacar que casi el 80% de la leche de consumo directo producida en Israel se exporta a otros países.

Respecto a los proyectos medioambientales más significativos destaca el que permite la separación, almacenamiento y transporte de salmueras a puntos de vertido autorizados. Es necesario mencionar que la sal y las salmueras resultan ser contaminación de gran importancia en Israel y su descarga a la red de alcantarillado está sancionada.

En otros proyectos actuales se aborda el pretratamiento de aguas residuales según los standards del gobierno, el cumplimiento con los límites de las emisiones a la atmósfera o el reciclaje de envases y residuos de envases.

Todos estos proyectos no reciben subvención por parte del gobierno.

El valor límite de DQO para los vertidos a colector es de 2.000 mgO₂/l mientras que a río es de 70 mgO₂/l (MAI, 2000).

 <p>ITALIA</p>	POBLACIÓN: 57.679.825
	SUPERFICIE: 301.230 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 2.133
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 11.312.088 Tm/año

En Italia existen 20.125 empresas agroalimentarias lo que supone el 12,4% de la industria italiana. La industria láctea está constituida por 2.133 empresas y representa, por lo tanto, el 11% del sector agroalimentario. El subsector lácteo emplea a 39.851 trabajadores lo que supone el 16% de empleo de la industria agroalimentaria (ISTAT, 1996).

El 65% de las empresas lácteas tienen menos de 10 trabajadores, 20% entre 10 y 25 trabajadores, 13% entre 25 y 100 trabajadores, y el 2% restante más de 100 trabajadores.

La producción anual de leche fue de 11.312.088 T distribuida del siguiente modo: leche de vaca (10.402.799 T), leche de oveja (638.092 T), leche de cabra (121.197 T) y leche de búfala (150.000 T) (Rapporto Assolatte Industria Lattiero-Casearia Italiana, 2000).


La producción anual de productos lácteos se distribuyó del siguiente modo: leche de consumo (3.100.000 T), yogur (190.000 T), queso (958.062 T) y mantequilla (105.000 T). (Rapporto Assolatte Industria Lattiero-Casearia Italiana, 2000).

Italia exportó sus productos lácteos a múltiples países principalmente Alemania y Estados Unidos. Destaca la exportación de 1.758.357 T de leche cruda, 168.925 T de queso y en menor medida, 12.297 T de mantequilla, 5.672 T de leche de consumo y 5.852 T de yogur.

También importó 347.179 T de queso y 347.362 T de leche de consumo.

Los quesos más conocidos de Italia son el Grana Padano y el Parmigiano Reggiano, que representan el 25% de la producción. Los quesos frescos (especialmente la Mozzarella) representan un volumen del 39%. Otros quesos importantes son el Pecorino (7%) y el Gorgonzola (4,5%) (Rapporto Assolatte Industria Lattiero-Casearia Italiana, 2000).

Los valores máximos permitidos para la DQO son 500 mgO₂/l para vertidos al alcantarillado y 160 mgO₂/l para vertidos a río o mar.


 <p>LÍBANO</p>	POBLACIÓN: 3.578.036
	SUPERFICIE: 10.400 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: -
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 272.300 Tm/año

El problema principal al que se enfrenta la industria láctea libanesa es la baja calidad de la leche fresca producida. Diversos factores son causantes de este problema: el inadecuado diseño y condiciones de las instalaciones para el ganado, escasa higiene y falta de refrigeración durante el almacenamiento y transporte.

La mejora de la producción láctea por parte de las granjas se ve dificultada por los bajos precios de la leche que se encuentran por debajo de los costes de producción durante ciertas épocas del año.

La actual producción de las industrias lácteas en el Líbano está por debajo de su capacidad. Los grandes fabricantes desearían incrementar el suministro de leche del país si se mejorara su calidad. Por ello sería conveniente implementar programas para proporcionar tanques de refrigeración a aquellas granjas interesadas en recibir precios más altos por una leche fresca de mayor calidad.

La cantidad de leche en origen producida en el Líbano ascendió en 1999 a 272.300 T distribuida en 201.000 T de leche de vaca, 33.800 T de leche de oveja y 37.500 T de leche de cabra.


 <p>LIBIA</p>	POBLACIÓN: 5.240.599
	SUPERFICIE: 1.759.540 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 12
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 74.800 Tm/año

En Libia existen 87 empresas agroalimentarias que dan empleo a 11.000 trabajadores. El sector lácteo está constituido por 12 empresas (14%) y da trabajo a 2.400 trabajadores (22%). La mayor parte de estas empresas son propiedad del gobierno (General Dairy Product, 2000). En esta estadística no se han tomado en consideración más de 200 pequeños establecimientos privados de carácter artesanal.

El 20% de estas empresas emplean entre 25 y 100 trabajadores y el resto de empresas entre 100 y 200 trabajadores.


La producción anual de leche en Libia ascendió a las 74.800 T repartidas entre 73.000 T de leche de vaca y 1.800 T de cabra. Respecto a la producción de productos lácteos, ésta se distribuyó del siguiente modo: leche de consumo (57.000 T/año), yogur (14.000 T/año) y queso (100 T/año) (GDP, 2000). Toda la producción se destinó al mercado interno.

Tan solo algunas empresas disponen de plantas de depuración de aguas residuales.

 <p>MALTA</p>	POBLACIÓN: 394.583
	SUPERFICIE: 316 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 1
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 50.800 Tm/año

En Malta existe una sola empresa láctea importante que da empleo a 166 trabajadores distribuidos entre 10 directivos, 15 técnicos y 141 operarios. Esta empresa produce más de 50 T de productos lácteos al día y factura anualmente 26,3 millones de EUROS.

En el año 2000, la producción total de leche en Malta fue de 50.800 T, principalmente leche de vaca (46.400 T), y en menor cantidad, leche de oveja (2.600 T) y de cabra (1.800 T). Se fabricaron 30.200 T de leche para consumo directo, 1.510 T de yogur, 2.300 T de queso y 360 T de nata (Malta Dairy Products Ld., 2000). Toda la producción se destina al mercado interno.

 <p>MARRUECOS</p>	POBLACIÓN: 30.645.605
	SUPERFICIE: 446.550 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 38
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 1.445.000 Tm/año

El número de empresas del sector agroalimentario asciende a 1.642, cifra que representa el 25% de toda la industria marroquí. Las empresas lácteas suponen un 2,3% del total del sector agroalimentario (38 empresas), y emplean a 8.984 trabajadores (Centre Marocain de Production Propre).

El 70% de las empresas del sector lácteo marroquí pueden considerarse como grandes sociedades debido al número de empleados y a su producción. Algunas son multinacionales y otras pertenecen a grandes grupos industriales nacionales. Las empresas con más de 250 trabajadores representan un 41% del total; aquellas con número de empleados comprendido entre 100 y 250 son el 15%, y las que tienen entre 25 y 100 trabajadores, el 13%.

El 30% restante se compone sobre todo de cooperativas y de pequeñas y medianas unidades de producción. Como tales se han considerado las empresas cuyo número de empleados está comprendido entre 10 y 25 (un 18% del total) y las empresas con menos de 10 trabajadores, que representan un 13% del total de industrias lácteas.

La región más importante en cuanto a producción de leche es El Jadida, seguida de Khémisset, Settat, Meknes y Oujda.

En cuanto a la producción media anual en T/día de leche y/o productos lácteos, un 30% de las empresas producen menos de 50 T/día, un 50% producen entre 50 y 200 T/día y el 20% restante producen más de 200 T/día.

La producción de leche en origen ascendió a 1.445.000 T distribuidas en 1.410.000 T de leche de vaca y 35.000 T de leche de cabra.


A pesar de la elevada producción de leche en origen, el volumen de leche procesada es bastante bajo debido al autoconsumo y venta directa en las granjas. El total producido de leche de consumo fue de 860.000 T, mientras que el de queso y mantequilla alcanzó las 10.686 T y 10.000 T respectivamente. La producción de yogur y otras leches fermentadas ascendió a 390.000 T.

Como se puede observar, la producción de leche de consumo predomina sobre el resto de productos lácteos. Esto se debe a la estacionalidad de la producción de leche en origen. Se distinguen dos campañas: una de elevada producción (de febrero a agosto) y otra de baja producción. Durante la campaña de elevada producción, las industrias de transformación trabajan a pleno rendimiento, y los excedentes de leche se destinan a la fabricación de productos derivados de la leche. Durante la campaña de baja producción, las industrias producen solamente leche de consumo; las pequeñas industrias trabajan por debajo de su capacidad, y las grandes trabajan reconstituyendo leche en polvo fabricada durante la campaña de elevada producción.

La financiación de proyectos medioambientales suele alcanzar el 40% del valor del proyecto sobre tecnologías más limpias, un 20% en los proyectos de minimización y un 40% en los proyectos de depuración.

En Marruecos existe un fondo para la descontaminación industrial (Fond de Dépollution Industrielle, FODEP), que financia proyectos de reducción de consumo de agua y reducción de la contaminación ambiental. En el marco del FODEP se han realizado 15 proyectos durante el 2001 (de los 30 presentados). De estos 15, 8 tenían por objeto el tratamiento de los efluentes líquidos, 5 para el tratamiento de efluentes gaseosos y 2 para los residuos sólidos. En total, los 15 proyectos supusieron una inversión de 104,55 millones de Dirhams (10.170.960 Euros), con una financiación de 78,20 millones de Dirhams (7.607.547 Euros). Los proyectos referentes a los efluentes líquidos representan más del 50% del coste global. El 60% de estos proyectos procede del sector lácteo.

En cuestión de límites de vertido para aguas residuales, no existe una ley que especifique dichos límites, aunque regionalmente se está intentando controlar los vertidos poniendo como límite los valores medios de los vertidos de cada zona industrial.

 SIRIA	POBLACIÓN: 16.728.808
	SUPERFICIE: 185.180 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 31
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 1.656.085 Tm/año

En Siria existen 1.250 empresas agroalimentarias, de las cuales el 2,5%, es decir, 31 empresas, corresponden al sector lácteo (Statistic of food association, 2001) (Arab Federation for Food Industries, 2001).

El 40% de las empresas disponen de entre 10 y 25 trabajadores mientras que el restante 60% emplean entre 25 y 100 trabajadores. El 70% de las empresas son de carácter tradicional. El 99% de las empresas producen por debajo de 50 T/año.


Existen multitud de pequeñas granjas, sobre todo en áreas rurales, que producen cantidades considerables de yogur y queso para consumo doméstico. Las cifras de esta producción no se incluyen en el estudio por no disponerse de datos fiables a este respecto.

La producción total de leche en origen en Siria fue de 1.656.085 T repartida entre 1.143.423 T de leche de vaca, 445.913 T de leche de oveja, 65.853 T de leche de cabra y 896 T de leche de búfala.

Estos altos volúmenes de producción contrastan con el escaso nivel de producción de productos lácteos fabricados por un reducido número de empresas. En concreto, la producción anual de leche de consumo fue de 14.111 T de leche de vaca. El resto de la producción se distribuyó del siguiente modo: 7.030 T de yogur, 82.170 T de queso, 3.356 T de mantequilla (Ministry of Industry, 2000).

El principal proyecto medioambiental en el ámbito del sector lácteo corresponde a una iniciativa que será desarrollada a corto plazo para la reutilización del lactosuero.

El valor máximo autorizado de DQO en los vertidos al alcantarillado es de 3.000 mgO₂/l (Syrian Standard, 1995).

 <p>TÚNEZ</p>	POBLACIÓN: 9.593.402
	SUPERFICIE: 163.310 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 47
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 830.000 Tm/año


El número de empresas lácteas asciende a 47 repartidas en 8 plantas de producción de leche de consumo, 14 plantas de producción de yogur y 25 de queso.

La producción de leche en Túnez está subiendo gracias a la mejora de la alimentación y raza del ganado. La cantidad de leche en polvo importada se ha reducido drásticamente en los últimos años y actualmente el país se encuentra cerca de cubrir sus necesidades lácteas, es decir, de ser autosuficiente.

La producción de leche total en origen alcanzó las 830.000 T repartidas entre las 800.000 T de leche de vaca, las 17.000 T de leche de oveja y las 12.000 T de leche de cabra.

La producción de leche de consumo alcanzó en 1996 las 262.480 T. En cuanto al resto de productos lácteos, se fabricaron 550 millones de botes de yogur, 6.420 T de distintos tipos de quesos y 5.008 T de mantequilla (USDA, 2000).

Cabe destacar que tanto la producción industrial de yogur como la de queso es creciente en sintonía con el desarrollo del sector lácteo.

 TURQUÍA	POBLACIÓN: 66.493.470
	SUPERFICIE: 780.580 Km ²
	N.º EMPRESAS LÁCTEAS: 4.320
	PRODUCCIÓN DE LECHE: 9.970.000 Tm/año

El sector agroalimentario turco cuenta con 24.000 empresas, de las cuales el 18%, es decir, 4.320 empresas, pertenecen al sector lácteo (Rep.Turkey, Ministry of Agriculture and Rural affairs, 1999).

El 70% de estas empresas son de carácter tradicional con menos de 10 trabajadores. Un 29,5% emplea entre 10 y 250 trabajadores, y un 0,5% disponen de moderna tecnología y emplean a más de 250 empleados.

La producción de leche anual en Turquía alcanza las 9.970.000 T distribuidas entre la producción de leche de vaca (8.832.000 T), oveja (813.000 T), cabra (245.000 T) y búfala (80.000 T) (Rep.Turkey, Ministry of Agriculture and Rural affairs, 1998).

La producción anual de productos lácteos se distribuye del siguiente modo: leche fresca (251.632 T), yogur (204.961 T), queso (201.260 T), mantequilla (15.771 T) y nata (1.383 T) Casi toda la producción se destina al mercado interno a excepción de 5.006 T de queso que se exportan (Rep.Turkey, Ministry of Agriculture and Rural affairs, 1999).

Los principales proyectos medioambientales llevados a cabo en Turquía para reducir la contaminación en la industria láctea son: la recogida y secado del lactosuero del queso mediante el sistema spray, el reciclaje de residuos sólidos, la reducción del consumo de agua y la utilización de maquinaria de bajo consumo energético.

La DBO máxima permitida en los vertidos de aguas residuales en Turquía es de 40 mgO₂/l tanto a alcantarillado como a río y mar (Turkish National Water Pollution Control Act, 1988).

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA Y ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES ASOCIADOS

En este capítulo se describen los procesos productivos más representativos de los principales grupos de productos lácteos y las operaciones auxiliares comunes a todos los procesos.

- Leche de consumo directo.
- Productos obtenidos a partir de la grasa de la leche (nata y mantequilla).
- Leches fermentadas (yogur).
- Quesos (madurados y no madurados).
- Operaciones auxiliares.

Para cada uno de estos procesos productivos y actividades auxiliares se describirán y evaluarán los principales aspectos medioambientales asociados. La evaluación semicualitativa de los aspectos medioambientales asociados a cada operación de proceso o auxiliar, se realizará en función de su importancia relativa respecto del proceso en su totalidad. El baremo utilizado tiene tres niveles: 1.º orden, 2.º orden y no significativo (ver tabla siguiente).

Tabla 3: Criterios de evaluación de aspectos medioambientales

1.º ORDEN	Aspecto importante respecto al impacto global de la actividad
2.º ORDEN	Aspecto moderado respecto al impacto global de la actividad
NO SIGNIFICATIVO	Aspecto no significativo respecto al impacto global de la actividad

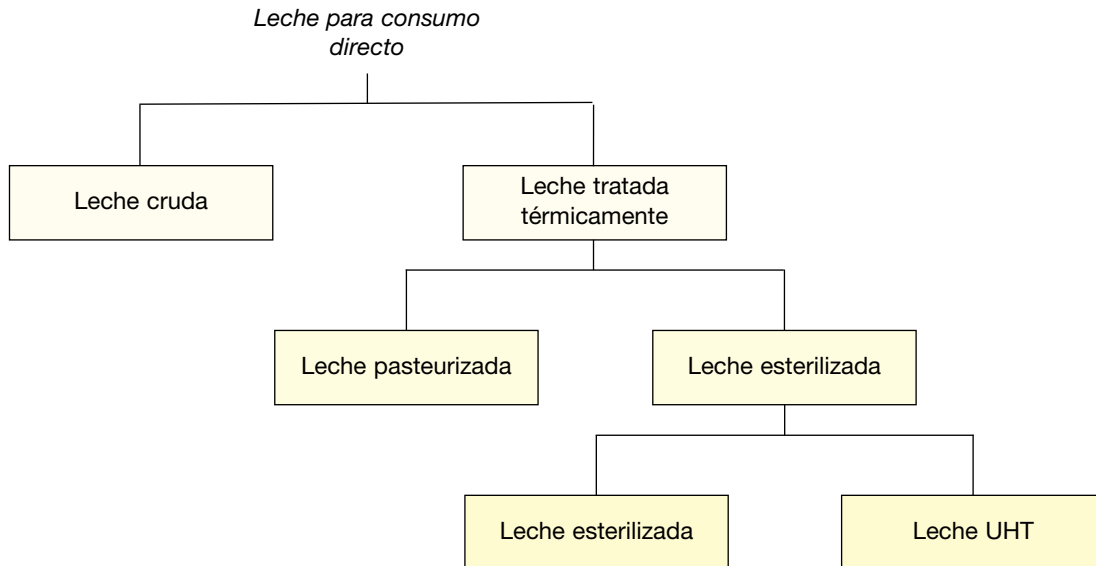
3.1. Producción de leche de consumo

Las leches destinadas al consumo humano existentes actualmente pueden clasificarse en dos categorías:



- Leche cruda. La leche cruda, sin transformación alguna, se consume como producto natural desde muy antiguo y en muchos países sigue siendo una forma muy frecuente de consumo de leche.
- Leche tratada térmicamente (pasterizada o esterilizada). La gran facilidad de la leche para sufrir un rápido deterioro y contaminaciones de todo tipo, hace necesario someter la leche a un determinado tratamiento que permita aumentar el tiempo de conservación y eliminar posibles contaminaciones antes de ser consumida. En muchos países este tratamiento viene exigido por la legislación.

Figura 15
CLASIFICACIÓN DE LAS LECHES DE CONSUMO DIRECTO



Aunque en algunas zonas del Mediterráneo es práctica habitual la venta de leche cruda, siendo sometida a un tratamiento térmico directamente en los hogares antes de su consumo, la mayor parte de la leche de consumo directo puesta en el mercado corresponde a la leche tratada térmicamente en el establecimiento industrial.

Por su mayor representatividad y complejidad desde el punto de vista medioambiental se describe a continuación el proceso productivo de este último tipo de leche.

3.1.1. Descripción general del proceso productivo de la leche tratada térmicamente

El proceso general de obtención de leche tratada térmicamente se puede resumir como sigue.

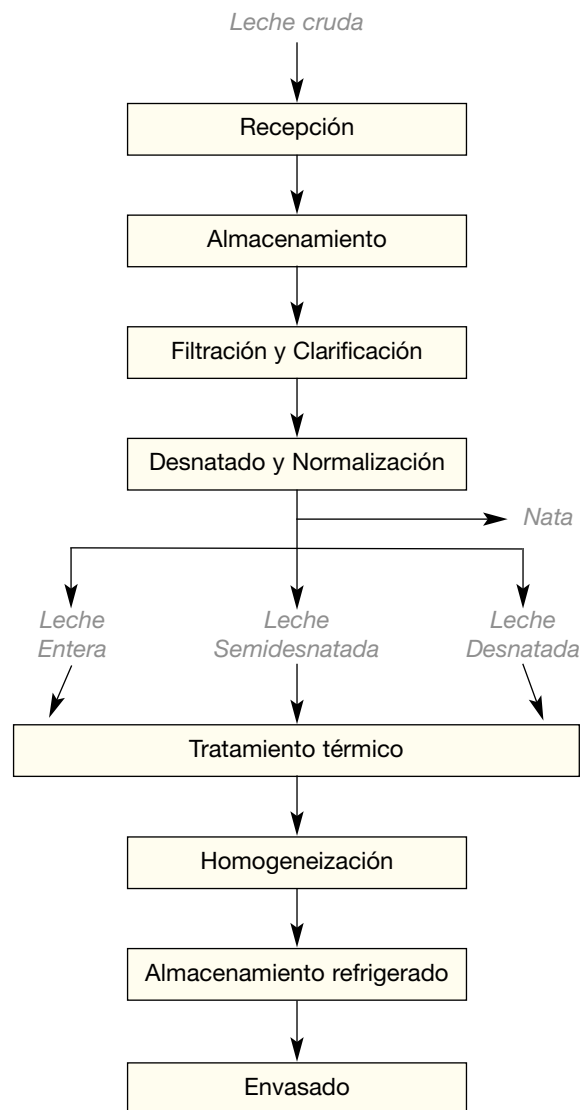
Una vez recibida, la leche se almacena temporalmente en tanques refrigerados hasta su entrada en proceso. A continuación, la leche se filtra para eliminar los sólidos extraños visibles y se clarifica para eliminar la suciedad y coágulos de proteína.

Posteriormente, se procede a un desnatado para separar la nata de la leche y se realiza la normalización para ajustar el contenido graso final de la leche. La leche ya normalizada en su contenido graso se somete a una homogeneización para reducir el tamaño de las partículas y distribuir las uniformemente mejorando su emulsión.

Por último, se procede al tratamiento térmico de estabilización microbiológica, que en función de las condiciones de tiempo-temperatura podrá considerarse como pasteurización, esterilización o tratamiento UHT. Tras el tratamiento térmico, la leche se almacena en condiciones refrigeradas hasta su envasado final.

A continuación se describe el diagrama de flujo para el procesado de la leche tratada térmicamente.

Figura 16
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE
LECHE TRATADA TÉRMICAMENTE



3.1.2. Descripción de las operaciones del proceso productivo y consideraciones medioambientales

3.1.2.1. Recepción

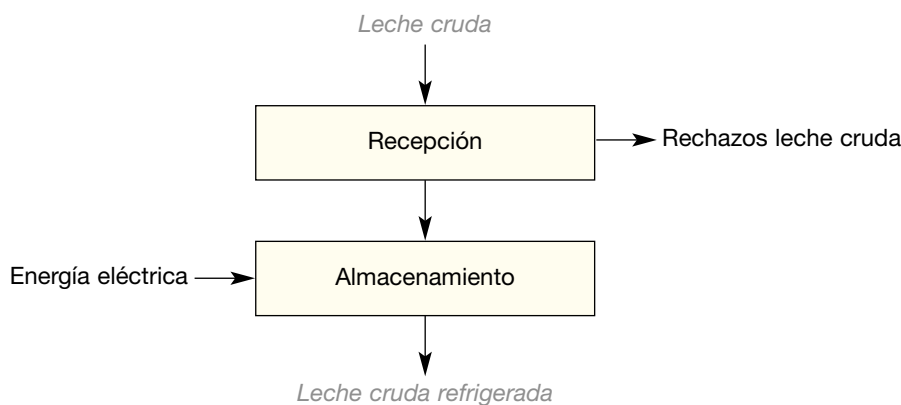
Normalmente la leche llega hasta la planta de tratamiento en camiones cisterna, en tanques o en cántaras. Estos tanques son de acero inoxidable, aluminio o en algunos casos pueden ser incluso de plástico. La capacidad de los mismos es también muy variable.

Es habitual que a la llegada de la leche a la planta se tomen muestras para realizar los correspondientes análisis de calidad y determinación del contenido graso y proteico de la leche. En ocasiones el precio de la leche varía según su composición.

Tras la recepción, la leche se suele almacenar en condiciones refrigeradas hasta su entrada en línea. De esta forma se garantiza la conservación de la leche hasta su tratamiento. Esta medida tiene especial importancia cuando por motivos de suministro la leche debe permanecer almacenada antes de ser tratada.

En esta etapa se realiza también la limpieza de los camiones o tanques de recogida de la leche antes de realizar el siguiente transporte. La limpieza de los camiones y tanques se describe con mayor detalle en el apartado correspondiente a las operaciones de limpieza, donde se indican también los aspectos medioambientales derivados de esta operación.

Figura 17
RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA LECHE CRUDA



En esta etapa se producen pérdidas de leche debido a las operaciones de vaciado y llenado de los depósitos. Estas pérdidas de leche pueden llegar a los sistemas de evacuación de aguas residuales contribuyendo a aumentar la carga orgánica contaminante de las mismas. Durante el almacenamiento se producen consumos importantes de energía eléctrica.

Hay que señalar que durante esta etapa puede detectarse leche que no cumpla con los requisitos de calidad requeridos por lo que puede dar lugar a un rechazo de la leche recibida.

El consumo de agua y su posterior vertido se produce en el enjuague y limpieza de los camiones, mangueras, conducciones y depósitos. Como ya se ha indicado, este aspecto se recoge de forma general para todas las operaciones de limpieza en el apartado correspondiente.

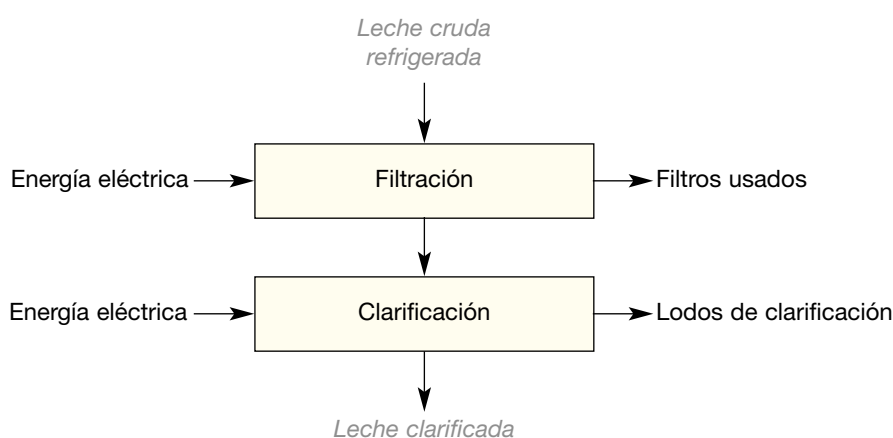
3.1.2.2. Filtración/Clarificación

A continuación se eliminan las partículas orgánicas e inorgánicas de suciedad que pueda contener la leche tras el ordeño o debido al transporte. También se eliminan los aglomerados de pro-

teínas (coágulos) que se forman en la leche. El grado de impurezas de la leche variará en función de las técnicas de ordeño, del tratamiento en las granjas y del transporte. En cualquier caso, es inevitable un proceso de depuración en la industria.

En primera instancia se puede realizar una filtración para eliminar las partículas más groseras (dependerá del diámetro de paso del filtro empleado). Posteriormente tiene lugar la clarificación de la leche, donde se eliminan las partículas orgánicas e inorgánicas y los aglomerados de proteínas. Esta operación se realiza utilizando centrifugas, que basándose en la fuerza centrífuga, separan las impurezas con un peso específico superior al de la leche.

Figura 18
FILTRACIÓN Y CLARIFICACIÓN DE LA LECHE



En esta operación se generan los llamados lodos de clarificación. Estos lodos son residuos semipastosos formados por partículas de suciedad, componentes sanguíneos, gérmenes y por otras sustancias principalmente de tipo proteico. Si son vertidos con el efluente final pueden producir aumentos importantes de la carga contaminante del vertido dando lugar a problemas en el medio receptor. También se producen pérdidas de leche que pueden ser arrastradas junto con las aguas residuales hasta el vertido final.

En la filtración aparecen como residuo los filtros usados en esta etapa. Tanto en la filtración como en la clarificación se produce el consumo de energía eléctrica.

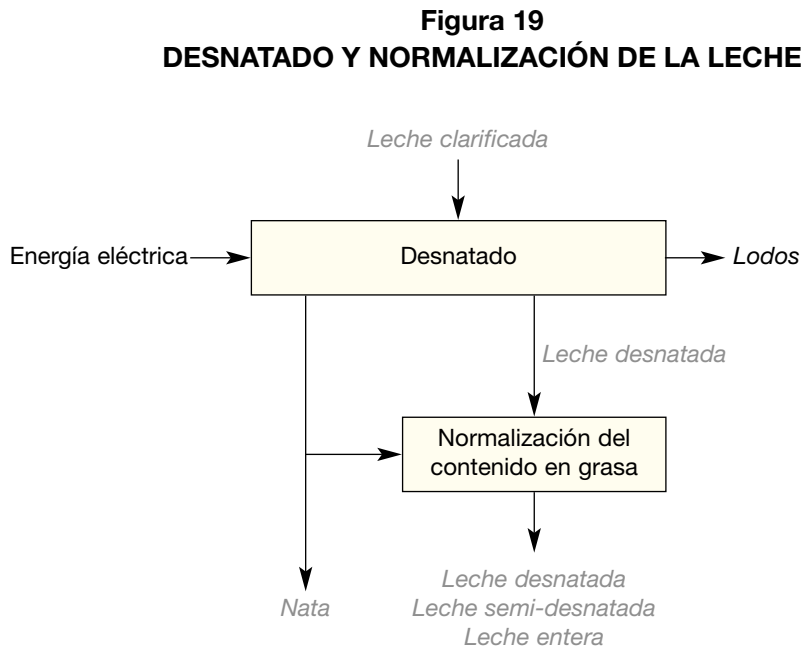
3.1.2.3. Desnatado y Normalización

En el desnatado se produce la separación de la materia grasa (nata) del resto de componentes de la leche (leche desnatada). Generalmente se realiza empleando centrifugas que separan la nata, con aproximadamente un 40% de grasa, de la leche, con aproximadamente un 0,5% de materia grasa.

Posteriormente, se realiza la normalización del contenido graso de la leche, que consiste en añadir nata a la leche desnatada en distintas proporciones en función de lo que se quiera obtener: lecha entera, semidesnatada o desnatada. La nata sobrante se destina a la elaboración de otros productos como nata para consumo o mantequilla.

Las centrífugas empleadas en el desnatado pueden realizar simultáneamente la clarificación y el desnatado de la leche, por lo que su utilización está muy extendida. Estas centrífugas pueden contar además con un equipo de normalización del contenido de grasa de la leche.

En la siguiente figura se esquematizan los aspectos medioambientales de esta operación:



El proceso de separación de la nata por centrifugación genera unos lodos o fangos con un contenido menor de componentes sanguíneos y bacterias que en el caso de la leche cruda. Como en el caso anterior, si los lodos son vertidos directamente al efluente final producen un aumento importante de la carga orgánica del vertido.

En esta etapa se produce también el consumo de energía eléctrica de las centrífugas desnatadoras.

3.1.2.4. Tratamiento Térmico

El propósito del tratamiento térmico es la destrucción casi completa de los microorganismos que hay contenidos en la leche. Un efecto adicional es la inactivación en mayor o menor grado de los enzimas lácteos.

En función de las características del binomio temperatura-tiempo utilizado en el tratamiento térmico podemos distinguir:

- Pasterización. Es un tratamiento térmico capaz de destruir el agente de transmisión de la tuberculosis, con unos valores de tiempo y temperatura que oscilan entre 15-30 segundos a 72-85 °C. La pasteurización no garantiza la destrucción de todos los gérmenes de la leche por lo que para su conservación debe mantenerse refrigerada hasta su consumo.
- Esterilización. Dentro de la esterilización nos encontramos:

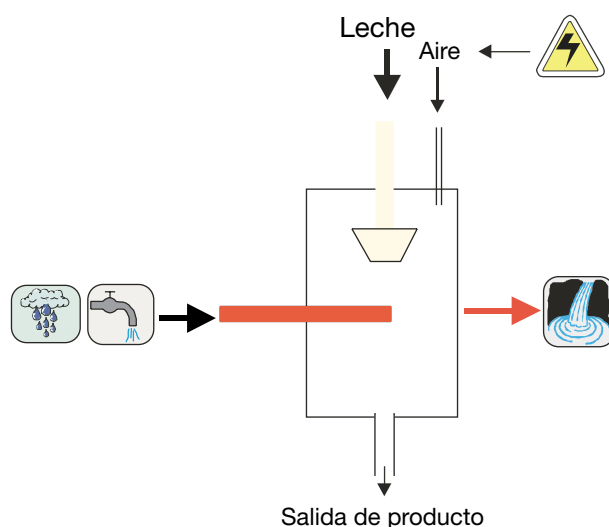
- La esterilización propiamente dicha, que es un tratamiento térmico capaz de destruir todos los microorganismos patógenos e inactivar las enzimas. Se realiza a 100-120 °C durante 20 minutos.
- El tratamiento UHT o ultrapasterización o esterilización a temperaturas ultra-altas, que se basa en la aplicación de una temperatura muy elevada (135-150 °C) durante un tiempo muy corto (2,5 segundos), logrando un efecto germicida muy elevado.

Después de un tratamiento de esterilización la leche puede conservarse a temperatura ambiente tras un largo período de tiempo, siempre y cuando se realice un envasado aséptico. Estos tratamientos se emplean fundamentalmente para fabricar leches de consumo de larga conservación y leches aromatizadas.

Si atendemos al sistema o forma en el que se realiza el tratamiento térmico, podemos distinguir entre sistemas de calentamiento directo o indirecto.

Sistemas de calentamiento directo en los que la leche se calienta al entrar en contacto con un fluido a temperatura elevada (vapor de agua). La leche debe tener a la entrada del intercambiador una temperatura de 70-80 °C, entrando entonces en contacto con el vapor de agua. 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.

Figura 20
INTERCAMBIADOR DE CALOR DIRECTO POR INYECCIÓN DE VAPOR

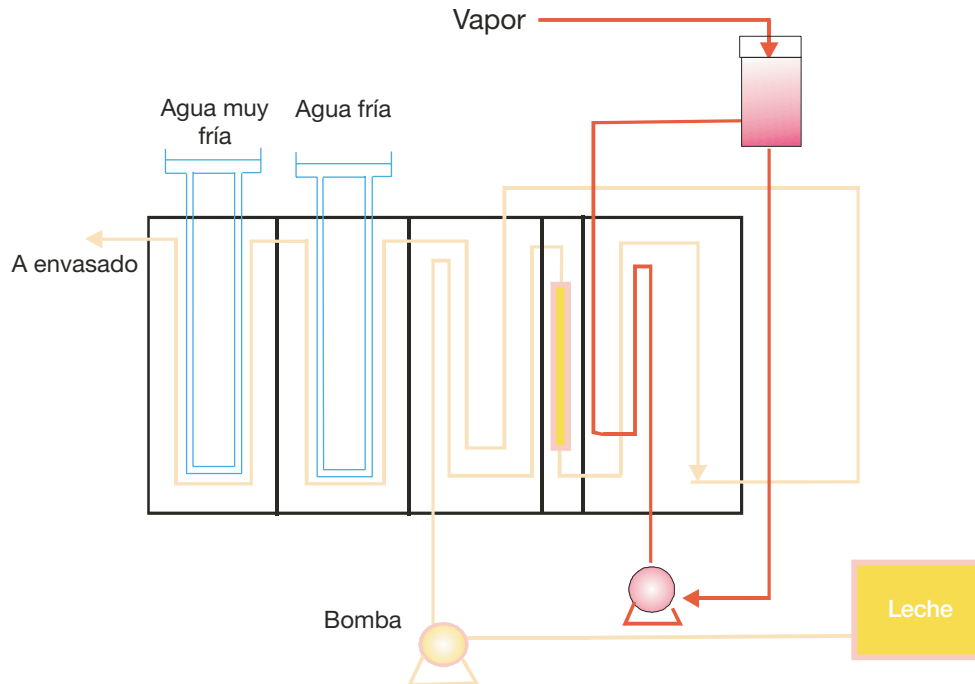


La ventaja que ofrece este método radica en la brevedad de los tiempos de calentamiento, lo que supone un tratamiento muy moderado del producto. Como desventaja se encuentra la necesidad de un vapor de muy alta calidad. Además, la capacidad de recuperación térmica es tan solo del 40-50%.

Sistemas de calentamiento indirecto. En el calentamiento indirecto, la transferencia de calor se produce a través de una superficie de intercambio, con lo que el fluido que se encuentra a tem-

peratura elevada (vapor de agua, agua caliente o agua sobrecalentada) no llega a entrar en contacto con la leche. Estos procesos se llevan a cabo en cambiadores de placas, tubulares o en combinaciones de éstos.

Figura 21
INTERCAMBIADOR INDIRECTO DE PLACAS

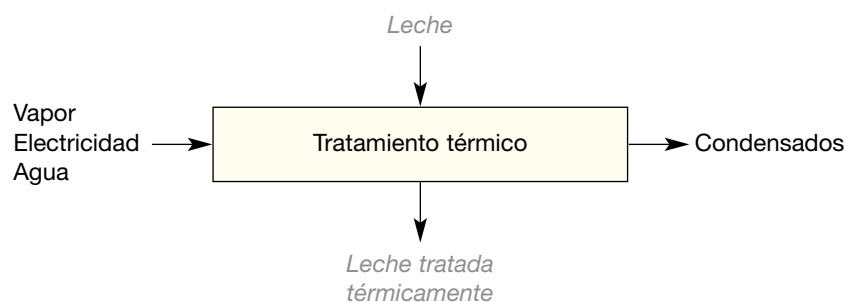


Este sistema de calentamiento tiene la ventaja de una elevada recuperación de calor (80-90%). Como inconvenientes cabe destacar la posibilidad de dañar el producto debido a sobrecalentamientos y la dificultad de las limpiezas debido a los depósitos en los intercambiadores.

Por lo general, para la pasteurización y esterilización se utilizan sistemas de calentamiento indirecto, mientras que para tratamiento UHT pueden emplearse sistemas directos o indirectos.

En la siguiente figura se indican los aspectos medioambientales más significativos de esta operación.

Figura 22
TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA LECHE



El consumo energético derivado de esta operación es elevado, aunque disminuye en función del porcentaje de recuperación de calor.

En los sistemas de calentamiento directos se hace pasar la leche por un evaporador a vacío para eliminar el agua añadida durante el tratamiento térmico directo con vapor de agua. El vapor desprendido es condensado, por lo que en caso de verterse se considera como una corriente residual.

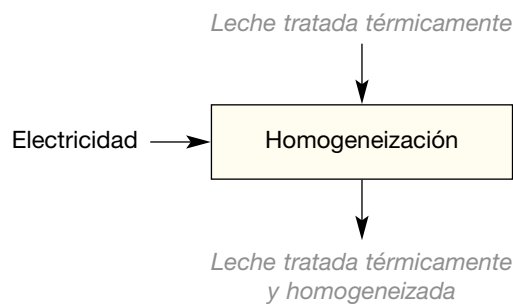
3.1.2.5. Homogeneización

Antes o después del tratamiento térmico se realiza la homogeneización. Con la homogeneización se reduce el tamaño de los glóbulos grasos favoreciendo una distribución uniforme de la materia grasa a la vez que se evita la separación de la nata.

La homogeneización reduce la estabilidad de las proteínas frente al calor por lo que cuando se va a exponer la leche a altas temperaturas esta operación se realiza tras el tratamiento térmico.

En los homogeneizadores se hace pasar la leche a elevada presión a través de estrechas hendiduras cuyas medidas sean menores que las de los glóbulos grasos, de esta forma se reduce el diámetro de los glóbulos grasos manteniéndose éstos en suspensión.

Figura 23
HOMOGENEIZACIÓN DE LA LECHE

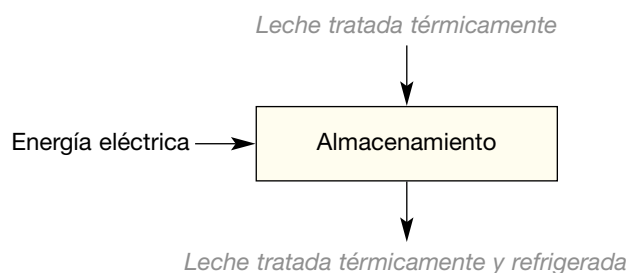


En esta operación se produce un consumo de energía eléctrica debido al funcionamiento de los equipos de homogeneización.

3.1.2.6. Almacenamiento refrigerado

La leche, una vez tratada y refrigerada se almacena en tanques hasta su envasado. Este almacenamiento refrigerado permite controlar la calidad de la leche antes de su envasado e independizar esta etapa del proceso de producción.

Figura 24
ALMACENAMIENTO PREVIO AL ENVASADO



El principal aspecto medioambiental producido en esta etapa se debe al consumo energético necesario para mantener la leche refrigerada, así como las posibles pérdidas de leche que pueden darse durante su estancia en los tanques de almacenamiento.

3.1.2.7. Envasado

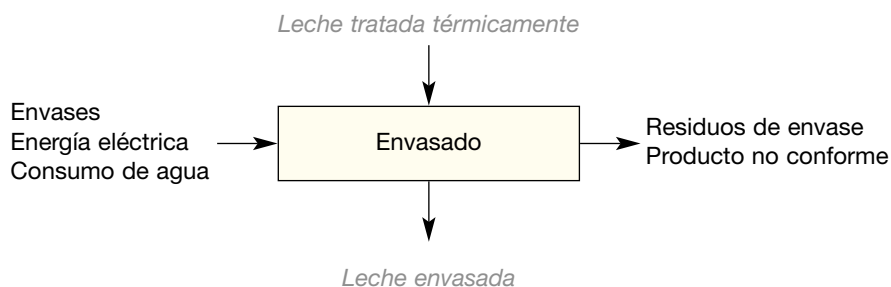
El envasado es la última etapa del proceso y consiste en el llenado de los envases con el producto. La condición indispensable para conseguir la conservación del producto durante un largo período de tiempo es mantener las condiciones asépticas durante el envasado.

A la hora de elegir un determinado tipo de envase deberán tenerse en cuenta tanto aspectos relacionados con la conservación del producto como aspectos económicos y medioambientales.

Los tipos de envases más habituales para la leche son los de vidrio, plástico y cartón.

- Las botellas de vidrio tienen importancia al tratarse de envases reutilizables, aunque tienen el inconveniente de presentar problemas para la leche de larga duración, por su peso elevado y su fragilidad y por problemas en la conservación del producto (ya que la luz solar puede producir la degradación de la grasa y las proteínas de la leche).
- Las bolsas plásticas, generalmente de polietileno (PE), tienen el inconveniente de que debido a su inestabilidad, son difíciles de manejar. Además, una vez abiertas requieren de recipientes auxiliares para su manejo.
- Las botellas de plástico emplean materiales como el poliestirol y el polietileno de alta y baja densidad. Estos envases se utilizan especialmente en la elaboración de leche esterilizada.
- Envases de cartón como el TetraBrik, cuya base está formada por láminas de cartón o papel y, que según las necesidades, pueden estar compuestos también por capas de: plásticos, parafina o aluminio. Especialmente utilizados para la leche UHT.

Figura 25
ENVASADO DE LA LECHE

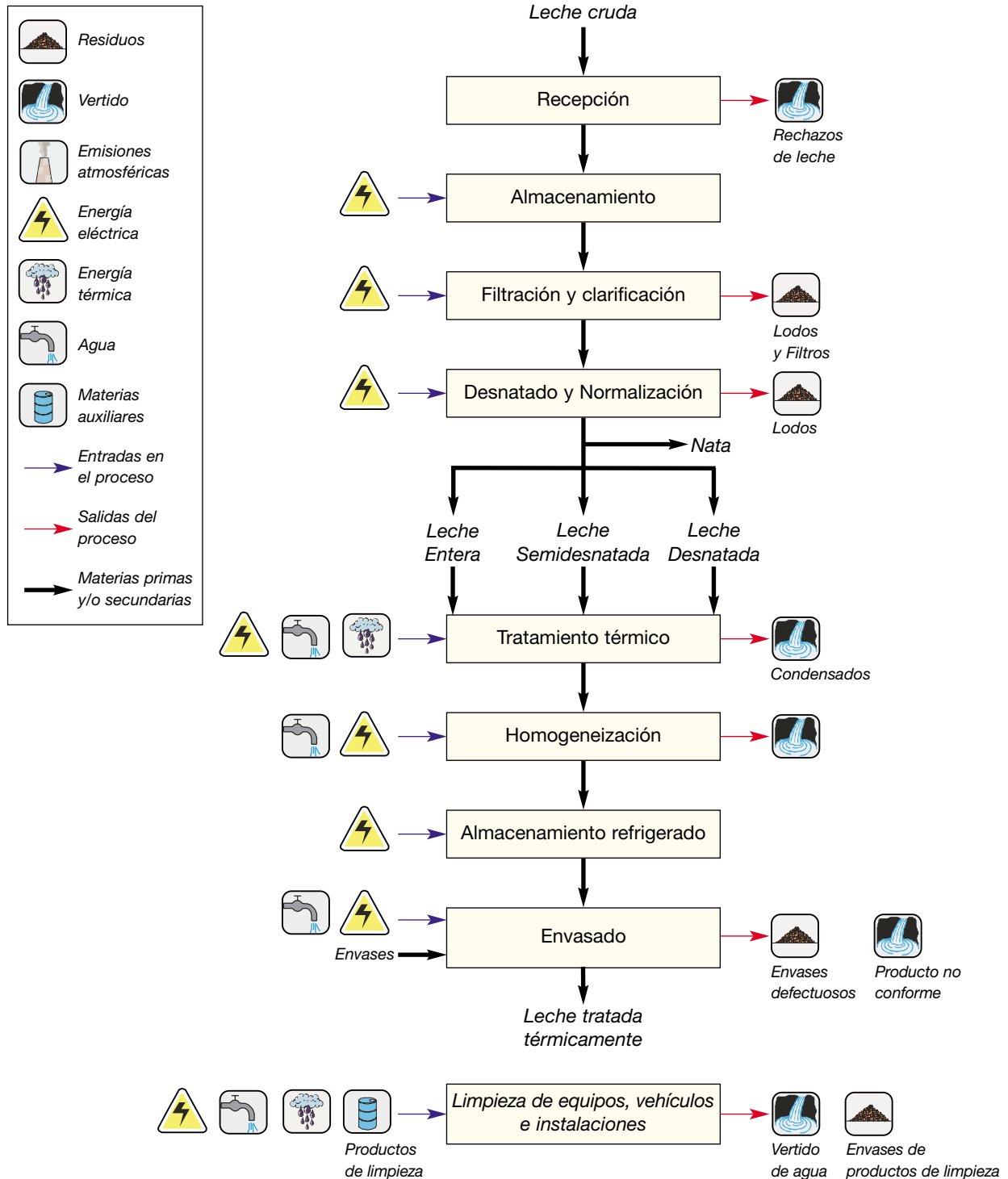


En el envasado el consumo energético de los equipos es elevado y se produce también la generación de residuos de envases por defectos de fabricación o problemas durante el envasado.

3.1.3. Aspectos medioambientales en el proceso de elaboración de leche tratada térmicamente

Los principales efectos medioambientales derivados de la producción de leche tratada térmicamente se indican a continuación.

Figura 26
ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES EN LA ELABORACIÓN DE LECHE TRATADA TÉRMICAMENTE



A continuación se presenta una tabla en la que se resumen y valoran los aspectos medioambientales que se pueden generar en el proceso de elaboración de leche tratada térmicamente.

Tabla 4: Valoración de los aspectos medioambientales del proceso de elaboración de leche tratada térmicamente

OPERACIÓN BÁSICA	EFEECTO	ORDEN
Recepción	Rechazo de leche	1.º
Almacenamiento	Consumo de energía eléctrica	2.º
Filtración / Clarificación	Consumo de energía eléctrica	2.º
	Generación de lodos	2.º
	Filtros usados	2.º
Desnatado y normalización	Energía eléctrica	2.º
	Lodos	2.º
Tratamiento térmico	Consumo de energía térmica	1.º
	Consumo de energía eléctrica	1.º
	Consumo de agua*	2.º
	Condensados*	2.º
Homogeneización	Consumo de energía eléctrica	2.º
	Consumo de agua	2.º
	Vertido de aguas residuales	2.º
Almacenamiento	Consumo de energía eléctrica	2.º
Envasado	Consumo de energía eléctrica	1.º
	Residuos de envases	1.º
	Producto no conforme	2.º
	Consumo de agua	NS
Limpieza cubas, equipos e instalaciones (ver apartado 3.5.1.)	Consumo de energía térmica	1.º
	Consumo de agua	1.º
	Vertido aguas residuales (volumen de vertido y carga contaminante)	1.º
	Consumo de productos químicos	1.º
	Generación de residuos (envases de productos de limpieza)	2.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º

* En función del sistema de tratamiento térmico empleado, el consumo de agua y la generación de condensados será más o menos significativo.

3.2. Productos lácteos obtenidos a partir de la grasa de la leche: nata y mantequilla



Los principales productos lácteos obtenidos a partir de la grasa de la leche son la nata y la mantequilla. La nata es una emulsión de grasa en agua, mientras que la mantequilla es un producto que se obtiene a partir de la maduración de la nata y tras la eliminación de gran parte de la fase acuosa. Por tanto, la mantequilla es una emulsión de agua en grasa.

3.2.1. Descripción general del proceso productivo de la nata y la mantequilla

La materia prima utilizada en el proceso de fabricación de nata y mantequilla de consumo es la nata sobrante de la operación de desnatado-normalización del proceso de elaboración de la leche de consumo.

Nata

La nata de consumo se obtiene tras la desodorización y tratamiento térmico de la nata base. Puede comercializarse como nata fresca (pasterizada) o de larga duración (tratamiento UHT) tras ser sometida a un proceso de estabilización microbiológica mediante pasterización/esterilización y un envasado final.

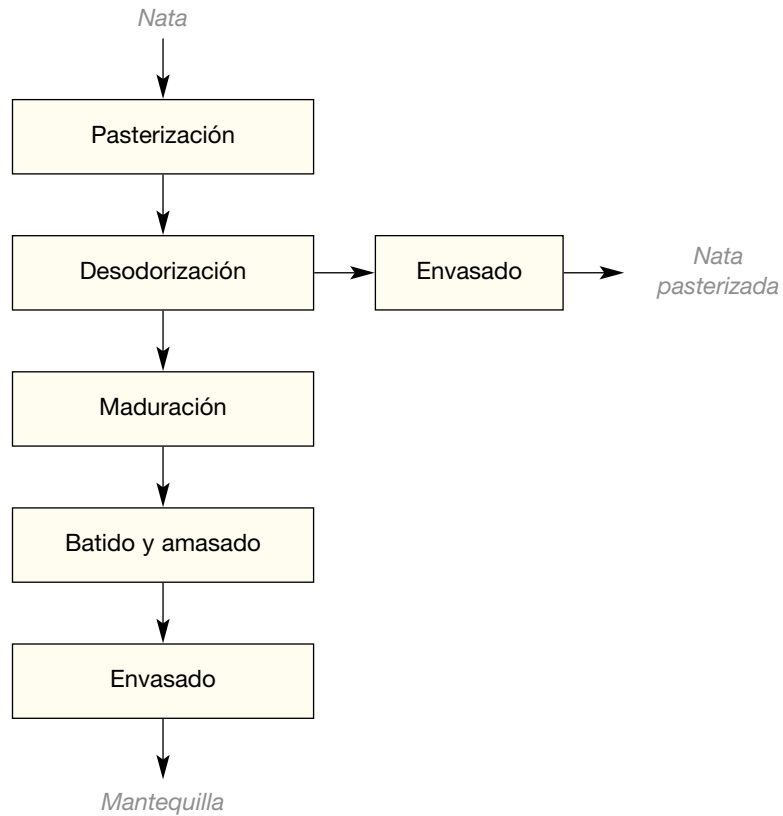
Mantequilla

La mantequilla es un producto de olor y sabor característicos obtenido tras la maduración de la nata, en la que ésta sufre una serie de transformaciones bioquímicas. Mediante el batido y amasado, pierde gran parte de la fase acuosa y se transforma en una emulsión de agua en grasa.

Existen varios sistemas para la elaboración de mantequilla, aunque por su mayor representatividad podemos destacar dos: los basados en la aglomeración de los glóbulos grasos y los basados en la refrigeración de una concentración de grasa (utilizado para obtener mantequilla con un contenido en grasa inferior al 50%). A continuación describiremos el procedimiento continuo de elaboración de mantequilla basado en la aglomeración de los glóbulos grasos, por ser el más relevante desde el punto de vista de la producción total.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de elaboración de la nata y la mantequilla, que como se puede observar coincide en sus primeras etapas.

Figura 27
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN
DE NATA Y MANTEQUILLA



La elaboración de mantequilla comienza con el tratamiento previo de la nata (pasterización y desodorización).

Posteriormente se somete a un periodo de maduración, tras el cual la nata se bate para formar los grumos de mantequilla.

A continuación, se separa la fracción acuosa (mazada o suero de mantequilla) de los granos de mantequilla, los cuales se someten a un posterior lavado con agua fría o con la propia mazada.

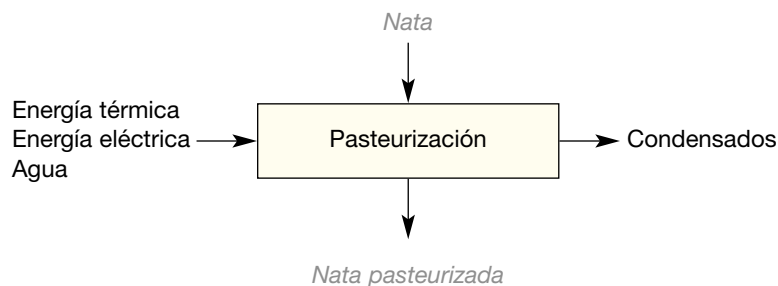
Finalmente, con el fin de obtener una masa compacta y homogénea en la que el agua esté uniformemente distribuida, los granos de mantequilla se someten a un amasado. Por último se realiza el envasado de la mantequilla.

3.2.2. Descripción de las operaciones del proceso productivo y consideraciones medioambientales

3.2.2.1. Pasteurización de la nata

Las temperaturas de pasteurización de la nata oscilan entre los 95 °C y 110 °C. Cuanto mayor sea el contenido de grasa más alta tendrá que ser la temperatura de pasteurización. Para esta operación se utilizan cambiadores de placas preparados y diseñados especialmente teniendo en cuenta la elevada viscosidad de la nata. Antes de entrar en la fase de maduración, la nata debe enfriarse hasta una temperatura de alrededor de 20 °C.

Figura 28
PASTEURIZACIÓN DE LA NATA



Para obtener más información sobre la operación de pasteurización ver el apartado 3.1.2.4.

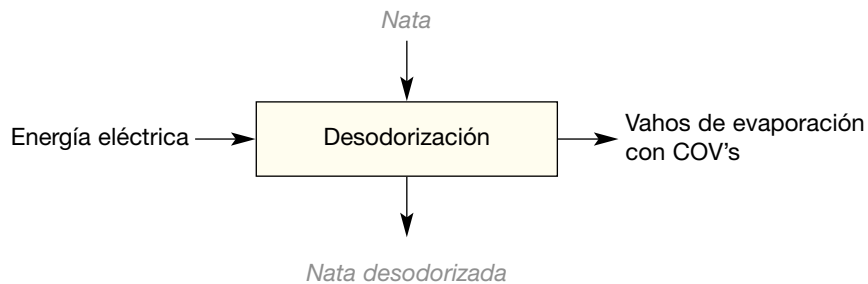
3.2.2.2. Desodorización de la nata

La desodorización consiste en la eliminación de parte de las sustancias aromáticas de la grasa que pueden posteriormente transmitir olores o sabores extraños a los productos finales. Esta desodorización reduce también la oxidación de los ácidos grasos y el crecimiento de microorganismos aerobios indeseables. Se puede realizar antes y/o después de la pasteurización.

Existen diferentes sistemas para realizar la desodorización, entre los que destacan:

- Superficie abierta de chapa ondulada, aprovechando la temperatura con la que llega la nata del pasteurizador.
- Evaporadores a vacío (80-85 kPa). La operación se realiza en caliente para aumentar su efectividad, empleándose para ello intercambiadores de calor indirectos (de placas o tubulares de superficie rascada).

Figura 29
DESODORIZACIÓN DE LA NATA



Los principales efectos medioambientales de esta operación son el consumo de energía y la generación de vahos que arrastran los COV eliminados de la nata.

3.2.2.3. Maduración de la nata

La maduración de la nata tiene por objeto la cristalización de los glóbulos de grasa y el desarrollo de los aromas. Se producen una serie de cambios físicos y bioquímicos que dependen del sistema empleado en su fabricación. Tras el periodo de maduración la nata se enfría por debajo de los 10 °C.

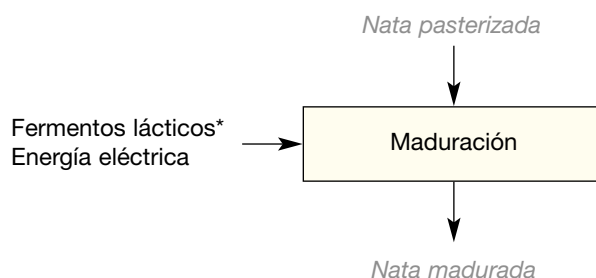
La maduración se realiza en tanques equipados con un agitador y a veces con camisa externa de aislamiento para mantener las condiciones de temperatura requeridas en esta etapa. La temperatura variará según las fases de la maduración por lo que el control de la temperatura es importante en esta etapa.

Según la variedad de mantequilla que se quiera producir se distinguen los siguientes sistemas de maduración:

- *Maduración sin acidificación*
El método consiste en mantener la nata a una temperatura de 6-12 °C durante 4-15 horas, periodo en el que la nata sufre transformaciones meramente físicas. La nata así preparada se mantiene con un pH >6,2 aproximadamente. Este tipo de maduración se emplea en la fabricación de mantequilla de nata dulce.
- *Maduración con acidificación*
En la maduración con acidificación tienen lugar procesos físicos y bioquímicos. En este caso se añaden fermentos lácticos a la nata que, en condiciones adecuadas, transforman la lactosa en ácido láctico acidificando el medio y provocando cambios fisicoquímicos que posteriormente facilitarán la separación de la grasa y del suero durante el batido. Los fermentos lácticos se adicionan en el depósito de maduración hasta obtener el pH adecuado para realizar el batido.

Una combinación de los métodos anteriores consiste en realizar primero una maduración sin acidificación y posteriormente durante el amasado añadir los fermentos lácticos, obteniéndose mantequilla de nata acidificada.

Figura 30
MADURACIÓN DE LA NATA



* En el caso de la maduración con acidificación.

Para que la maduración sea efectiva, es necesario que se mantengan las condiciones de temperatura, por lo que en esta etapa se produce un elevado consumo de energía.

3.2.2.4. Batido-amasado

Desde los años 60 existen sistemas de producción en continuo basados en un tambor cilíndrico rotativo en el que se desarrollan consecutivamente las operaciones de batido y amasado.

Para proceder al batido de la nata madurada, ésta se debe calentar a una temperatura superior a la de maduración. El batido produce una gran fuerza de cizallamiento que rompe la envoltura de los glóbulos grasos y permite su unión, de manera que al final de la operación se obtienen dos fases: una fase grasa compuesta por grumos de mantequilla y una acuosa denominada mazada o suero de mantequilla. La primera es realmente una emulsión de agua en materia grasa.

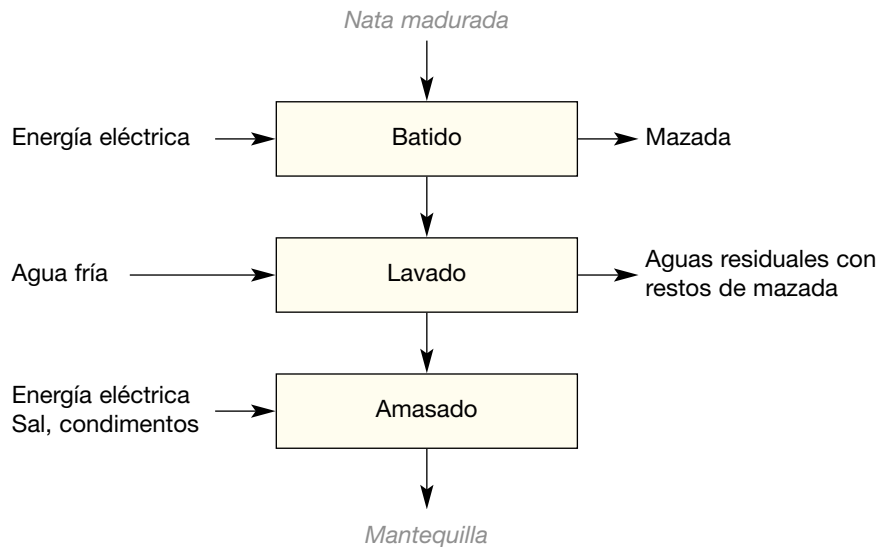
En algunos casos, los granos de mantequilla se lavan con agua fría para eliminar los restos de mazada como paso previo al amasado. La calidad del agua empleada debe garantizar que no se produzcan contaminaciones del producto.

La operación de amasado a la que se somete a los granos de mantequilla persigue obtener una masa compacta, ajustar el contenido en agua y mezclar de forma homogénea los aditivos que en su caso se puedan añadir (sal, aromas).

La técnica de fabricación continua consiste en llevar a cabo estas operaciones sin interrupción y en menos tiempo, lo que permite aumentar los caudales horarios de producción, aumentar la calidad del producto y facilitar el envasado posterior. Solamente se sigue empleando el sistema discontinuo o batch en pequeñas instalaciones.

Desde el punto de vista económico y medioambiental, el sistema continuo de fabricación permite reducir los consumos energéticos, disminuir las pérdidas de grasa en la mazada, reducir el consumo de agua de lavado y disminuir las limpiezas.

Figura 31
BATIDO-AMASADO DE LA NATA



En la operación de batido-amasado se produce la generación de la mazada con la que se eliminan también la mayor parte de los microorganismos presentes en la nata (fermentos lácticos y otros microorganismos). Si la mazada es eliminada junto con las aguas residuales generadas en la empresa se produce el aumento de la carga contaminante de esta agua pudiendo dañar el medio receptor.

Por otra parte, en el lavado se produce el consumo de agua y su vertido posterior con los restos de mazada.

3.2.2.5. Envasado

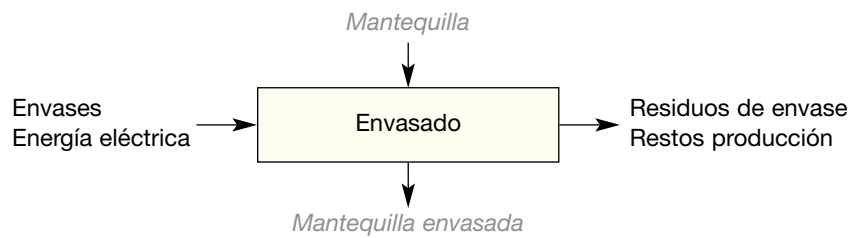
La mantequilla se tiene que envasar nada más salir de la máquina de fabricación para evitar contaminaciones microbiológicas. Para el envasado se pueden utilizar máquinas moldeadoras, llenadoras y selladoras.

La naturaleza de la emulsión de la mantequilla hace que se puedan producir reacciones de oxidación de las grasas lo que produce su deterioro. Además, la mantequilla absorbe rápidamente los olores. Por ello, los envases deben proteger el producto de la luz, prevenir la oxidación y ser resistentes al vapor de agua para evitar que se seque la superficie y puedan producirse cambios en la coloración.

Los materiales de envase más utilizados son: papel u hoja de aluminio laminado con papel vegetal o papel resistente a la grasa, láminas de polietileno, tarrinas plásticas (polipropileno termoformado, LDPE o PVC). Para los envases de venta al por mayor se emplean cajas de cartón forrado de LDPE o latas.

Por su parte, para el envasado de la nata se utilizan envases de plástico (poliestireno) o de cartón con capas de plástico o laminado de aluminio.

Figura 32
ENVASADO DE LA NATA O MANTEQUILLA

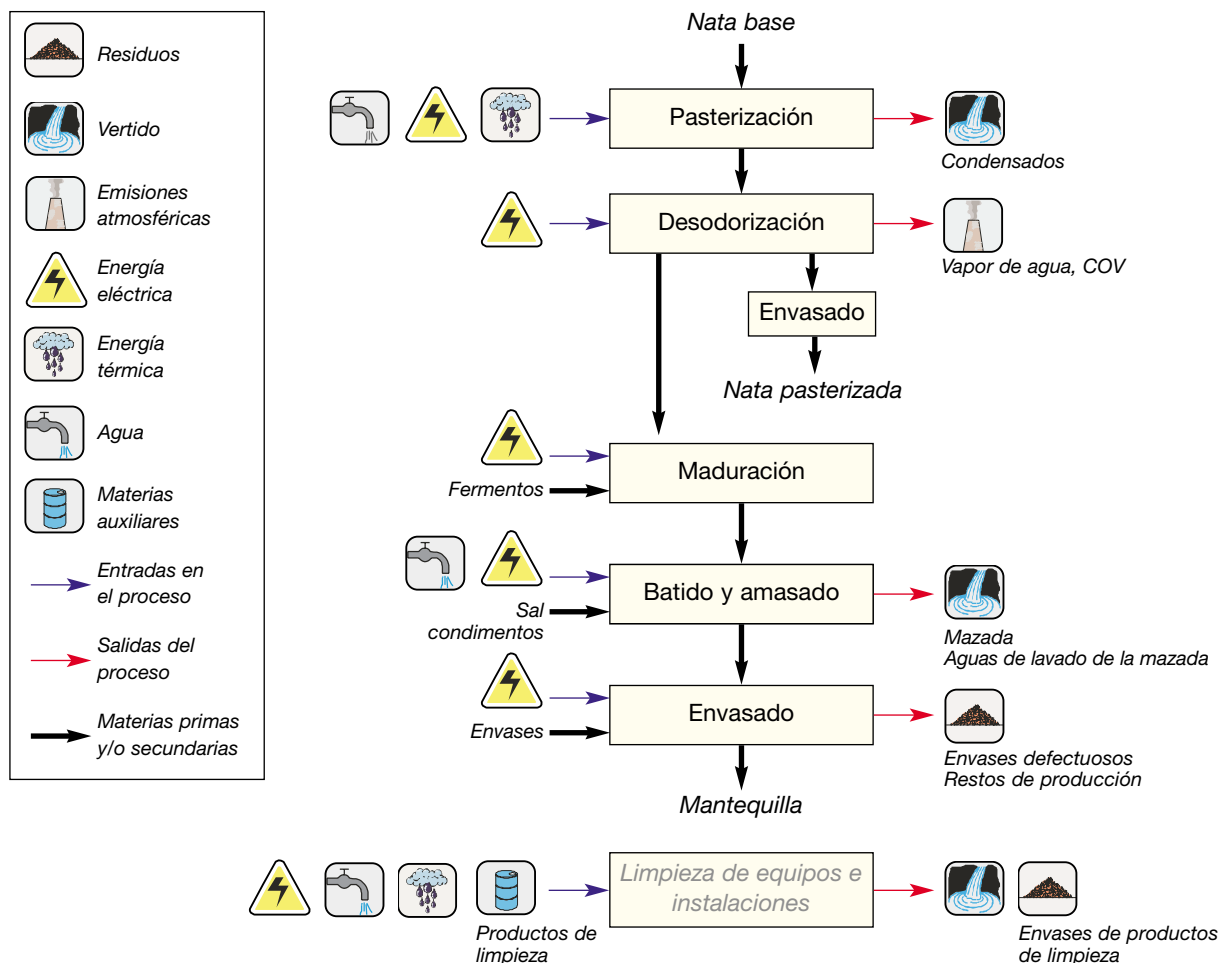


El principal aspecto medioambiental que se puede producir en esta operación son los restos de producción y envases defectuosos debidos a fallos en el envasado y contaminaciones microbiológicas. También se produce el consumo de energía eléctrica de las máquinas envasadoras.

3.2.3. Aspectos medioambientales en la elaboración de nata y mantequilla

Los principales efectos medioambientales derivados de la producción de nata y mantequilla se indican a continuación.

Figura 33
ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DEL PROCESO DE NATA Y MANTEQUILLA



A continuación se presenta una tabla en la que se resumen y valoran los aspectos medioambientales que se pueden generar en el proceso de elaboración de nata o mantequilla.

Tabla 5: Valoración de los aspectos medioambientales del proceso de elaboración de nata y mantequilla

OPERACIÓN BÁSICA	EFECTO	ORDEN
Pasterización	Consumo de energía térmica	1.º
	Consumo de energía eléctrica	1.º
	Consumo de agua	2.º
	Vertido de condensados	2.º
Desodorización	Consumo de energía eléctrica	2.º
	Generación de vapor de agua con COV	2.º
Maduración	Consumo de energía eléctrica	2.º
Batido - Amasado	Vertido de mazada	1.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º
	Vertido de aguas de lavado de la mazada	2.º
	Consumo de agua	2.º
Envasado de la nata y la mantequilla	Residuos de envases defectuosos	1.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º
	Producto no conforme	2.º
Limpieza de equipos e instalaciones (ver apartado 3.5.1.)	Consumo de energía térmica	1.º
	Consumo de agua	1.º
	Vertido de aguas residuales (volumen de vertido y carga contaminante)	1.º
	Consumo de productos químicos	1.º
	Generación de residuos (envases de productos de limpieza)	2.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º

3.3. Producción de leches fermentadas

Las leches fermentadas se obtienen por la multiplicación de bacterias lácticas, en ocasiones acompañadas de otros microorganismos, en una preparación de leche. El ácido láctico que producen coagula o espesa la leche, confiriéndole un sabor ácido más o menos pronunciado.

Las características propias de las diferentes leches fermentadas se deben a la variación particular de ciertos factores, como la composición de la leche, la temperatura de incubación o la flora láctica y similar.

La fermentación de la leche por las bacterias lácticas da como resultado la modificación de los componentes normales de la leche, así la lactosa se transforma parcialmente en ácido láctico o, en ciertas leches, en alcohol etílico. Los prótidos sufren un comienzo de peptonización que mejora su digestibilidad, y en ocasiones, la leche se carga de CO₂ y se vuelve espumosa.

El yogur es la leche fermentada más conocida por lo que en este apartado se estudiará con mayor atención.

Existe una gran variabilidad de tipos de yogur en función de su consistencia (coagulados, líquidos, mousse), composición (desnatados, semidesnatados, normales, enriquecidos) o sabor (natural, con azúcar, con sabores, con fruta, etc.).

3.3.1. Descripción general del proceso productivo del yogur

El yogur es el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica, producida por la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* en la leche pasteurizada o concentrada, total o parcialmente desnatada con o sin adiciones (nata pasteurizada, leche en polvo, azúcar...). Se utilizan también otras especies de bacterias lácticas e incluso cepas de otros géneros, como *Bifidobacterium*, para la producción de leches fermentadas. La aceptación para la inclusión de dichos productos dentro del término “yogur” depende de la legislación de cada país.

El yogur puede prepararse con leche de cabra, de oveja y de burra aunque el más extendido es el fabricado con leche de vaca.

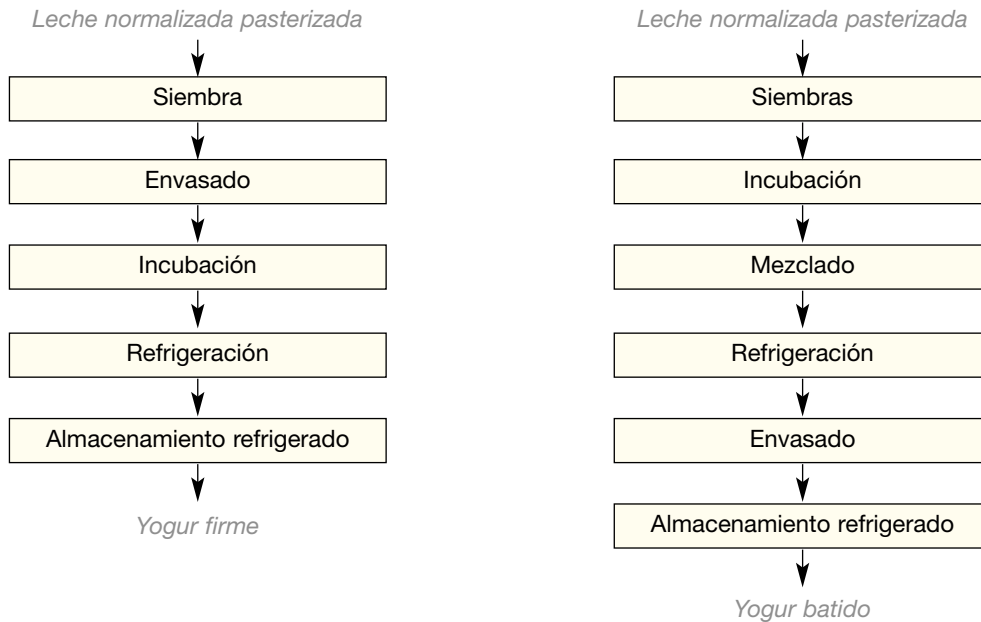
Para la fabricación de yogur se parte de leche normalizada en su contenido graso y pasteurizada para evitar contaminaciones microbianas no deseadas.

En primer lugar se procede a la fermentación de la leche mediante la inoculación con el cultivo bacteriano y posterior incubación de la leche a la temperatura adecuada. En función del tipo de yogur elaborado la incubación se puede realizar en el mismo envase en el que se comercializa el yogur o en tanques para su envasado posterior. La fermentación se detiene mediante refrigeración.

La consistencia del yogur depende de la proporción del extracto seco magro (caseína) de la leche, de tal forma que en ocasiones, en la elaboración de los yogures consistentes, dicha consistencia debe ajustarse añadiendo leche en polvo desnatada o concentrando. La adición de azúcar y otros complementos (jarabe de frutas, confituras, mermeladas, pulpa de frutas, etc.) puede realizarse directamente al caudal de producto antes del envasado mediante equipos dosificadores o en el tanque de fermentación o de almacenamiento.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la fabricación de yogur.

Figura 34
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO
DE ELABORACIÓN DE YOGUR



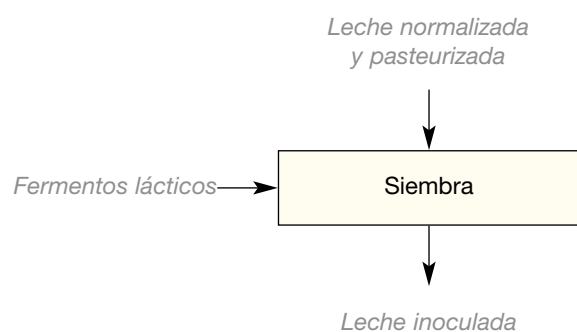
3.3.2. Descripción de las operaciones del proceso productivo y consideraciones medioambientales

3.3.2.1. Siembra

La siembra consiste en la inoculación del fermento en la leche previamente calentada a la temperatura de incubación apropiada para el fermento.

Dependiendo del tipo de yogur, la siembra puede efectuarse en régimen de continuidad, dosificando el cultivo directamente en el caudal de leche antes del envasado o de forma discontinua añadiéndolo en el tanque de incubación.

Figura 35
SIEMBRA DE LA LECHE EN LA ELABORACIÓN DE YOGUR



3.3.2.2. Incubación

Tras la siembra de los fermentos da comienzo la etapa de incubación. En esta etapa los microorganismos fermentativos metabolizan la lactosa produciendo ácido láctico. Este fenómeno hace que el pH descienda produciéndose la coagulación de la caseína. Este proceso tiene lugar en unas condiciones determinadas de temperatura y tiempo (42-45 °C durante 2,5-3 horas), que varían en función del tipo de fermento utilizado.

Una vez se ha producido la coagulación de la caseína el proceso se detiene haciendo descender la temperatura de forma brusca.

La formación del gel de caseína es especialmente sensible a los esfuerzos mecánicos, por lo que la incubación debe realizarse en reposo total.

Según el producto a elaborar y el tipo de instalación disponible, la incubación puede realizarse de las siguientes maneras:

- *Fermentación en los envases.* Se utiliza en la fabricación de yogur firme, realizándose la fermentación en el propio envase donde se va a comercializar el producto. La siembra de la leche se produce en línea previamente a su envasado y paletizado. Los palets de envases se introducen en las cámaras de incubación calentadas por aire. Es el sistema menos eficiente desde el punto de vista energético.
- *Fermentación discontinua en tanques.* Es la técnica más eficiente desde el punto de vista productivo y energético. La incubación se realiza en tanques de fermentación y una vez finalizada el yogur se enfría y se envasa. Se utiliza preferentemente para la fabricación de yogures batidos aunque se puede utilizar para yogures coagulados si se le añaden a la leche agentes estabilizadores.
- *Fermentación continua.* Este tipo de fermentación requiere de fermentadores especiales que permitan la formación del yogur con un movimiento moderado. Precisa por tanto de una tecnología avanzada y costosa, aunque presenta claras ventajas desde el punto de vista productivo y energético.

Figura 36
FERMENTACIÓN EN LOS ENVASES

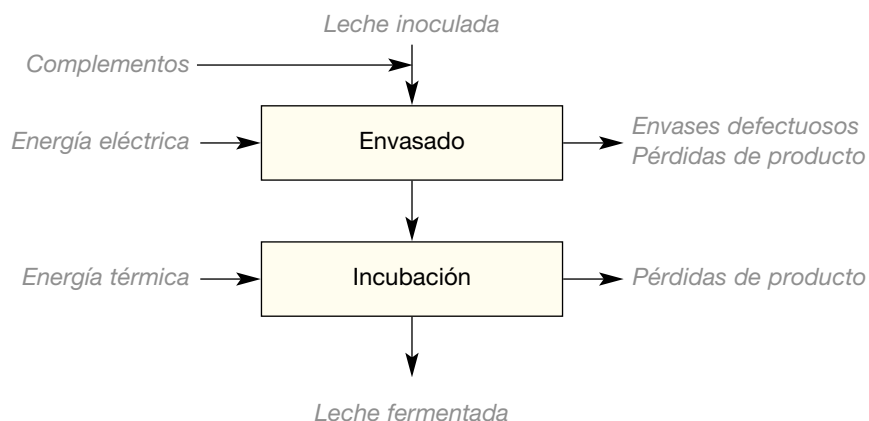
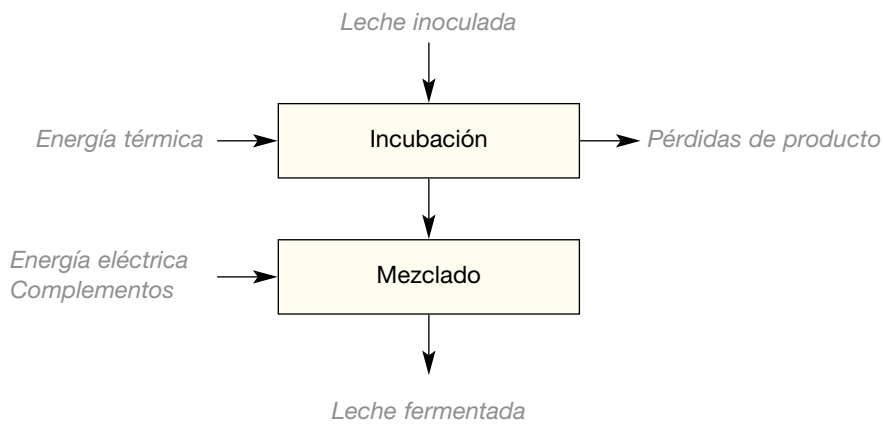


Figura 37
FERMENTACIÓN DISCONTINUA EN TANQUES



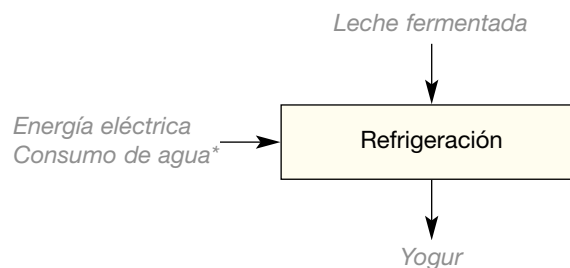
La incubación requiere unas condiciones de temperatura (42-45 °C) durante periodos de tiempo que pueden variar entre 2,5 y 3 horas, por lo que en esta etapa existe un consumo de energía para mantener las condiciones de incubación.

3.3.2.3. Refrigeración

El enfriamiento del yogur paraliza las reacciones fermentativas, evitando que el yogur siga acidificándose. Dependiendo del tipo de sistema de incubación utilizado (ver apartado anterior) encontramos dos sistemas de refrigeración principales:

- *Túneles de enfriamiento de aire seco.* Cuando la fermentación se realiza en el propio envase los palets con los envases se introducen en túneles de enfriamiento por aire seco frío en donde se hace descender la temperatura del producto hasta 15 °C.
- *Intercambiadores de placas.* Cuando el enfriamiento se produce tras la fermentación y antes del envasado se puede enfriar rápidamente el yogur una vez incubado utilizando cambiadores de placas.

Figura 38
ETAPA DE REFRIGERACIÓN



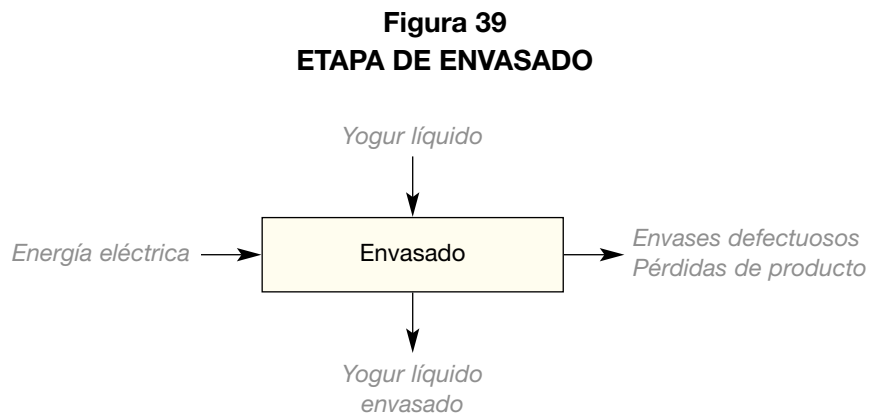
* En el caso de la refrigeración por intercambiadores de calor.

En esta etapa se producen consumos energéticos importantes. La utilización de intercambiadores de placas para la refrigeración resulta energéticamente más rentable que los túneles de enfriamiento.

3.3.2.4. Envasado

Como se ha comentado anteriormente, el envasado puede realizarse antes o después de la incubación.

Generalmente para el envasado del yogur se utilizan envases de poliestireno con tapas laminadas de aluminio recubierto de polietileno sellable con calor. También se utilizan otro tipo de envases como los tarros de vidrio.

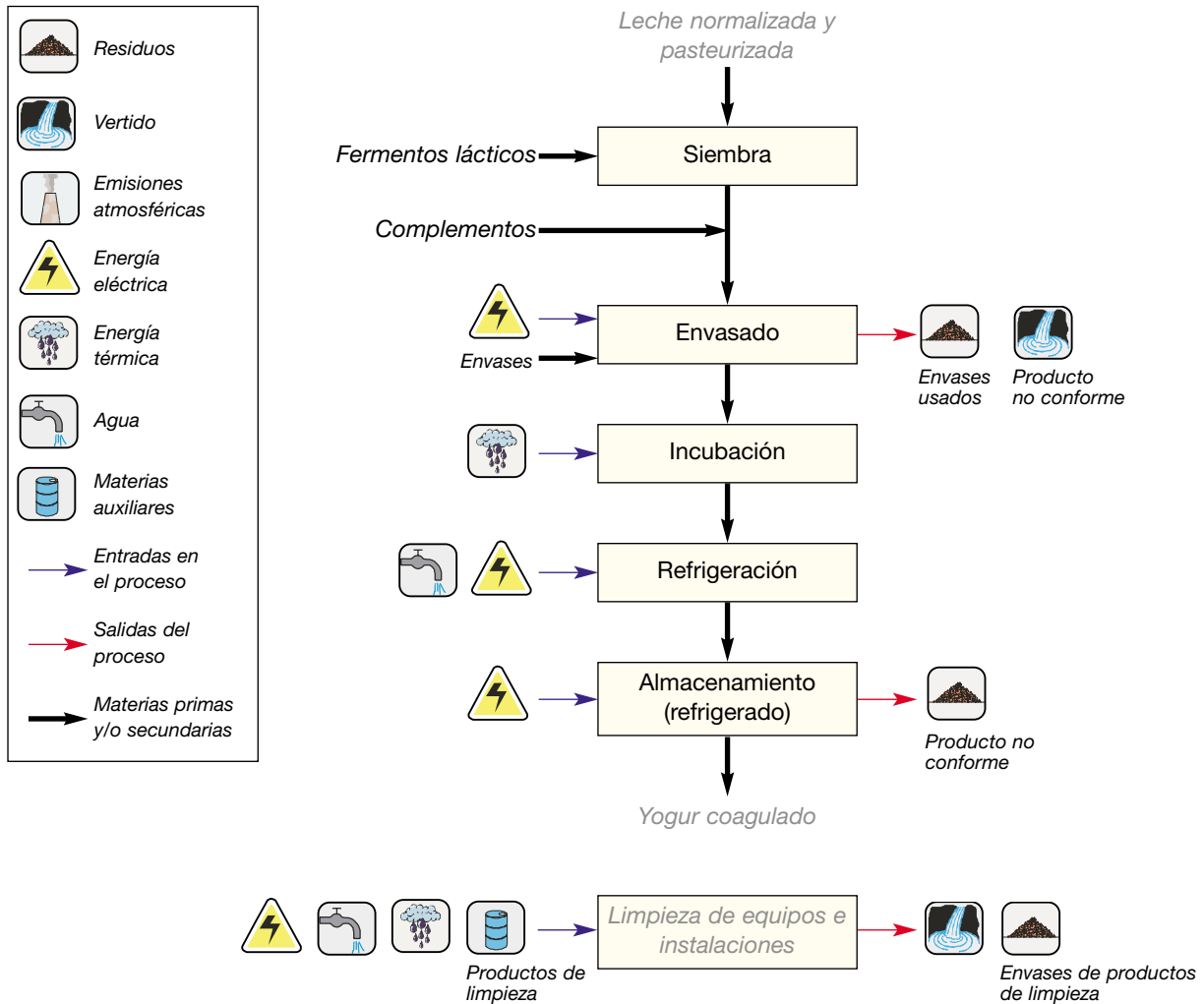


La generación de residuos de envases suele ser el principal aspecto medioambiental generado en esta etapa. En ocasiones pueden producirse también pérdidas de producto que se eliminan con las aguas residuales en las operaciones de limpieza.

3.3.3. Aspectos medioambientales generados en la elaboración de yogur

Los principales efectos medioambientales derivados de la producción de yogur se indican a continuación.

Figura 40
ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR



A continuación se presenta una tabla en la que se resumen y valoran los aspectos medioambientales que se pueden generar en el proceso de elaboración de yogur.

Tabla 6: Valoración de los aspectos medioambientales del proceso de elaboración del yogur

OPERACIÓN BÁSICA	EFECTO	ORDEN
Envasado	Residuos de envase	1.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º
	Derrames de producto no conforme	2.º
Incubación	Consumo de energía térmica	2.º
Refrigeración	Consumo de energía eléctrica	1.º
	Consumo de agua de refrigeración	2.º
Almacenamiento refrigerado	Derrame de producto no conforme	1.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º
Limpieza de equipos e instalaciones	Consumo de energía térmica	1.º
	Consumo de agua	1.º
	Vertido de aguas residuales (volumen de vertido y carga contaminante)	1.º
	Consumo de productos químicos	1.º
	Generación de residuos (envases de productos de limpieza)	2.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º

3.4. Producción de queso

La elaboración de queso es una de las formas más antiguas de procesamiento de la leche, realizándose de forma tradicional en cada familia, pueblo o comarca.



El queso es un producto que se elabora con leche entera, nata, leche desnatada, mazada o con mezclas de estos productos. De forma general, el queso se produce por coagulación de las proteínas de la leche, a partir de fermentos lácteos y/o cuajo. Este proceso se puede favorecer añadiendo enzimas, acidificando y/o calentando. A continuación se moldea, se sala, se prensa y en algunos tipos de queso se siembra con cultivos fúngicos o bacterianos. En algunos casos también se le añaden colorantes, especias u otros alimentos no lácteos. Se consume en fresco o con distintos grados de maduración.

Se conocen más de 2.000 tipos de quesos diferentes en todo el mundo, presentan características muy distintas y que requieren para su elaboración una serie de procedimientos más o menos diferenciados.

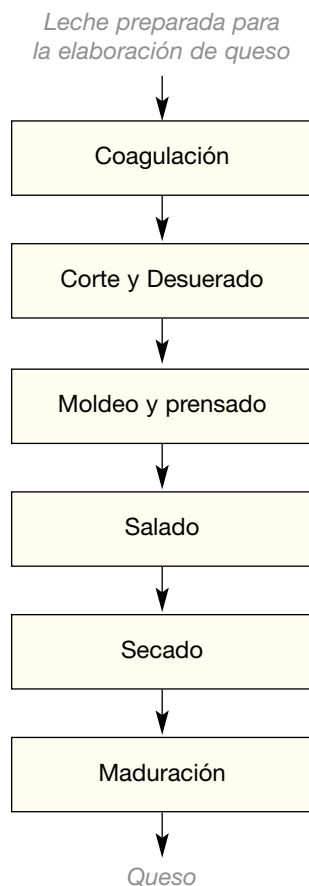
Se pueden seguir varios criterios para su clasificación:

- Según el origen de la leche con la que han sido elaborados (leche de vaca, cabra, oveja).
- Según las características del producto final (quesos con sal, quesos fundidos, etc.)
- Según el proceso de maduración (quesos curados, frescos).

3.4.1. Descripción general del proceso productivo del queso

Antes de comenzar con las operaciones de fabricación de queso, la leche debe ser tratada y preparada para acondicionar sus características físicas, químicas y biológicas (filtración, clarificación, normalización) al producto final que se quiere obtener (ver apartado 3.1.2.4. de producción de leche). Una vez lista para iniciar la etapa de coagulación la leche se lleva a la temperatura adecuada y se añaden los fermentos y/o enzimas encargados de la formación del gel o coágulo. 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. En algunos quesos el proceso termina con el desuerado y envasado sin que tenga lugar la etapa de maduración (quesos frescos).

Figura 41
PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO



3.4.2. Descripción de las operaciones del proceso productivo y consideraciones medioambientales

3.4.2.1. Coagulación

La operación de coagulación se basa en provocar la alteración de la caseína y su precipitación, dando lugar a una masa gelatinosa que engloba todos los componentes de la leche. La naturaleza del gel que se forma al coagular la caseína influye poderosamente sobre los

posteriores procesos de fabricación del queso (desuerado, desarrollo de la maduración, formación de “ojos”).

La coagulación se realiza en cubas donde se forma la cuajada. Estas cubas no deben moverse ni recibir golpes durante el tiempo de coagulación, ya que de no ser así se pueden alterar los procesos de coagulación, con la consecuente pérdida de caseína con el residuo líquido.

La coagulación puede realizarse de tres formas:

- Coagulación ácida.
- Coagulación enzimática.
- Coagulación mixta.

La *coagulación ácida* es la que se produce mediante ácidos, generalmente por la acción de bacterias lácticas que producen la transformación de la lactosa en ácido láctico. La formación de ácido láctico reduce el pH de la leche provocando la alteración del complejo caseína-calcio, liberando progresivamente el calcio de este complejo. Cuando el pH alcanza un valor de 4,6 se observa entonces la precipitación de la caseína que queda nadando en la fase líquida (lactosuero) que contiene, además, el calcio de la caseína en estado disuelto. El gel resultante de este proceso está formado por cadenas proteicas más o menos polimerizadas formando una red, que no tiene ni rigidez ni compacidad.

La *coagulación enzimática* es el sistema de coagulación más empleado en la elaboración de queso, se produce mediante la adición de enzimas tipo proteasas. El cuajo obtenido de los estómagos secos de terneros en lactación contiene estos enzimas por lo que se ha empleado tradicionalmente en la producción de queso.

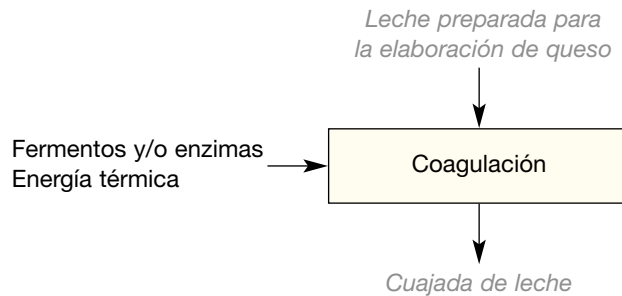
La coagulación enzimática transforma el complejo caseína-calcio que se encontraba en disolución coloidal en una red de paracaseinato cálcico, formando el gel o coágulo, que engloba el resto de componentes del queso. La carga mineral de las micelas del coágulo así formado le confieren rigidez y compacidad. De esta forma una parte importante de la fase líquida (lactosuero) queda retenida en esta estructura.

La cantidad de enzima coagulante a añadir a la leche depende del valor de pH de ésta, del poder o fuerza coagulante del enzima y de la concentración y características de la leche a coagular. Otro factor importante a tener en cuenta en la coagulación es la temperatura de adición del cuajo o enzimas coagulantes.

De la temperatura de adición del cuajo dependen los tiempos de coagulación y de cuajado además de influir en la capacidad de ligar agua, la retracción del coágulo y la acidificación. Normalmente se trabaja con temperaturas entre 28 °C y 34 °C excepto en el caso de los quesos que no se someten a maduración donde se trabaja a temperaturas más bajas.

Por último, la *coagulación mixta* es el resultado de la acción conjunta del cuajo y la acidificación láctica. La obtención de un gel mixto puede realizarse adicionando cuajo a una leche ácida o acidificando un gel enzimático.

Figura 42
ETAPA DE COAGULACIÓN DE LA LECHE EN LA ELABORACIÓN DE QUESO



Durante esta etapa pueden producirse pérdidas o derrames de leche debido al manejo de la misma.

El consumo de energía térmica producido en esta etapa es debido a las condiciones de temperatura que a veces son necesarias para la formación de la cuajada.

3.4.2.2. Corte y Desuerado

El gel formado en la coagulación, cualquiera que sea el método empleado, constituye un estado físico inestable. Según las condiciones en las que se encuentra la fase líquida o lactosuero que lo impregna, se separa más o menos rápidamente. Este fenómeno es el que se conoce como desuerado.

El desuerado de una cuajada obtenida por coagulación ácida es difícil y da lugar a una cuajada muy húmeda y poco desuerada. Esto es debido a la dispersión de los agregados de caseína, a la escasa contracción del coágulo y a la ausencia de carga mineral de la caseína, que forma una masa plástica que encierra el lactosuero. Se puede considerar que el desuerado se produce como un escurrido a través de la masa del coágulo.

El coágulo obtenido por vía enzimática no desuera al dejarlo en reposo, sino que para la salida del lactosuero es necesario realizar acciones mecánicas. Para favorecer el desuerado, se corta la cuajada y de esta forma se consigue multiplicar la superficie de exudación.

Las condiciones en que se efectúa el troceado del gel influyen sobre el producto final obtenido, por lo que según el tipo de queso el troceado puede ser más o menos intenso.

Existen dos métodos principales de desuerado. En el desuerado en cuba, el coágulo es dividido en cubos que quedan bañados por el lactosuero que exudan. En el desuerado en molde, el coágulo más o menos dividido es mantenido en masa, de la cual el lactosuero es separado a medida que se va formando. En algunos tipos de coágulos muy acidificados y desmineralizados se realiza la separación del lactosuero por centrifugación.

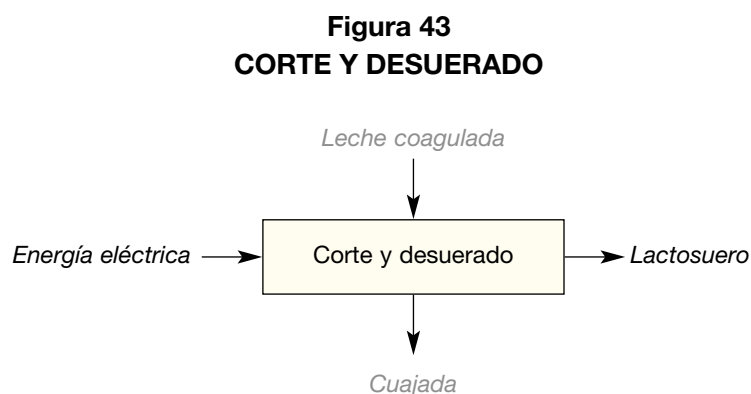
La separación del lactosuero de las cuajadas dejadas en reposo es débil y lenta y en la mayor parte de los quesos no se conseguiría la composición final deseada.

Por este motivo se realizan otras operaciones que faciliten el desuerado de la cuajada. Existen dos tipos de tratamientos: térmicos y mecánicos.

Para la elaboración de determinados quesos donde se quiere obtener un extracto seco muy alto se emplean los tratamientos térmicos, donde debido a la elevación de la temperatura se produce un aumento del grado de desuerado del queso.

Por otra parte los tratamientos mecánicos que se aplican a la cuajada pueden ser: el cortado, la agitación, el moldeo, el prensado, etc. Según el tipo de queso, se utiliza uno o varios de estos tratamientos.

La agitación consiste en agitar en el lactosuero los trozos de cuajada obtenidos después del cortado para evitar la tendencia a la sedimentación de la cuajada dividida.



El principal aspecto medioambiental generado por la elaboración de queso es la producción de lactosuero. Según el tipo de coagulación empleado se obtendrá un tipo de lactosuero distinto:

- Suero dulce. Es generado durante la coagulación enzimática de la leche. Generalmente contiene entre 0,6-0,9% de proteína soluble, alrededor del 0,3% de grasa y una gran cantidad de lactosa (más del 5%). En este tipo de suero la presencia de ácido láctico es prácticamente inapreciable.
- Suero ácido. Se genera cuando se realiza coagulación ácida para coagular la leche. Este tipo de lactosuero contiene aproximadamente la misma proporción de proteína soluble que el lactosuero dulce pero una menor proporción de grasa y algo menos de lactosa (4,5%), mientras que el ácido láctico representa hasta un 0,8%.

Genéricamente hablaremos de lactosuero para referirnos al suero obtenido en el proceso de elaboración de queso independientemente del tipo de coagulación empleado.

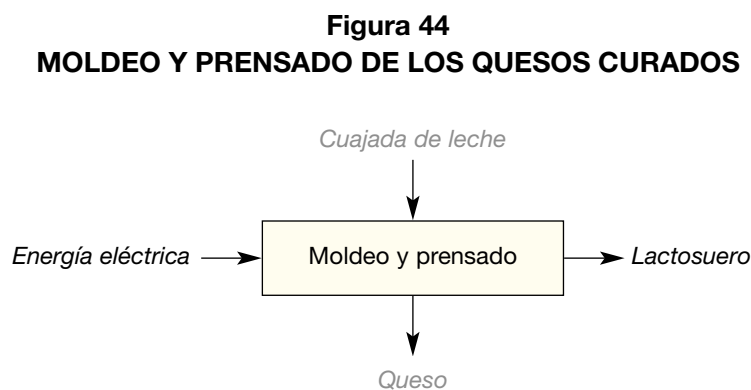
El contenido en lactosa y proteína del lactosuero origina un incremento especialmente alto del grado de contaminación de las aguas residuales (llegando a superar los 60.000 mg DQO / l de lactosuero). Por esta razón hay que evitar el vertido del lactosuero junto con el resto de las aguas residuales.

El consumo de energía eléctrica será en función del grado de automatización del proceso y de la utilización de medios mecánicos para la separación del lactosuero.

3.4.2.3. Moldeo y prensado

El moldeo consiste en verter, en los moldes preparados para este fin, los trozos de cuajada. Los moldes suelen ser de plástico (PVC), aunque a veces se emplean metales o maderas. Los moldes deben ser de tal característica que le confieran al queso acabado las medidas y el peso establecidos.

El prensado se aplica para favorecer la expulsión del suero intergranular de la cuajada y dar al queso su forma definitiva. El prensado proporciona una mayor consistencia al producto final. La intensidad de la presión ejercida variará en función del tipo de queso. El prensado de los quesos puede realizarse tanto por la presión que ejerce el peso de los mismos quesos como aplicando una fuerza adicional.



Al igual que en la etapa anterior, el consumo de energía eléctrica dependerá del grado de automatización del proceso.

Durante el prensado también se produce la salida de lactosuero de la masa del queso, aunque la cantidad de lactosuero generada en esta etapa es menor que en el desuerado.

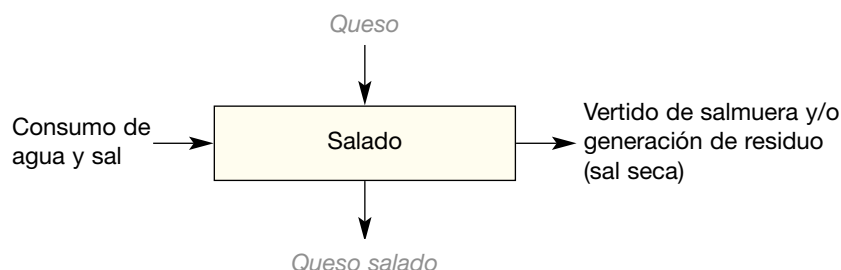
3.4.2.4. Salado

Cada variedad de queso tiene asignado un determinado contenido en sal común. Como norma general, el contenido de sal disminuye a medida que disminuye la proporción de extracto seco.

El salado es uno de los factores que más influyen en darle al queso el sabor deseado. Además interviene en la regulación del contenido de suero y de la acidez. La sal hace que se esponje la pasta del queso, asegura su conservación (junto con el valor de pH), inhibe la germinación de los microorganismos causantes del hinchamiento y estimula el desarrollo de la flora de maduración del queso. El contenido en sal también influye en la consistencia del queso: cuanto mayor es el contenido de sal, mayor es la consistencia del queso.

Esta operación se puede realizar sobre la leche (en la cuba) o sobre el queso, empleando salmueras (al 16-22% de sal) o sal seca. El tiempo y la cantidad o concentración de sal dependen del tipo de queso y del método de salado.

Figura 45
SALADO DE LOS QUESOS



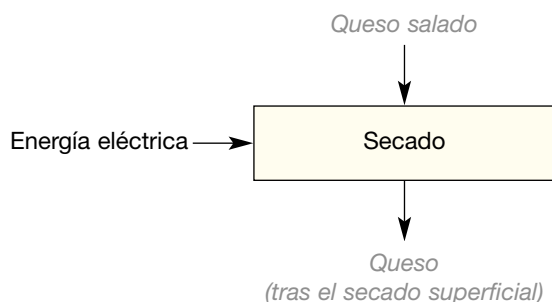
En la etapa de salado se produce el consumo de agua para la formación de la salmuera y el vertido puntual de éstas una vez se agotan. En el caso de realizarse esta operación mediante la aplicación de sal seca sobre la superficie del queso, se producen restos de sal que se retiran con las aguas de limpieza. Esto produce un vertido de elevada conductividad (similar al vertido de salmuera). En caso de que la sal sea retirada en seco, se produce un residuo.

3.4.2.5. Secado

Una vez terminada la operación de salado, el queso puede exponerse a una corriente de aire para que se seque la superficie. El secado superficial tiene una especial importancia cuando el queso se envuelve o se recubre de cera para su maduración.

Esta operación se realiza en salas o cámaras de secado acondicionadas para este fin. En ellas se hace circular una corriente de aire con unas condiciones de temperatura y humedad controladas para provocar el secado superficial del queso.

Figura 46
ETAPA DE SECADO DEL QUESO



En esta etapa se produce el consumo de energía eléctrica derivada de la generación de una corriente de aire a temperatura y humedad determinadas.

3.4.2.6. Maduración

Los quesos, una vez salados y secados, son llevados a las salas o cámaras de maduración, en las que se controla la temperatura y la humedad.

La maduración del queso incluye procesos físicos, microbiológicos y enzimáticos, dando lugar a un producto acabado con unas determinadas características de aroma, sabor y textura.

Transformaciones organolépticas

Los procesos más evidentes que tienen lugar son, generalmente:

- Formación de una corteza más o menos dura, que según el tipo de queso puede ser seca o estar recubierta con una capa de fermentos o mohos (aspecto externo).
- Formación de una pasta homogénea y suave de un color que puede ir desde el blanco hasta el amarillo (aspecto interno).
- Formación de agujeros u “ojos”, de fisuras o de hendiduras.

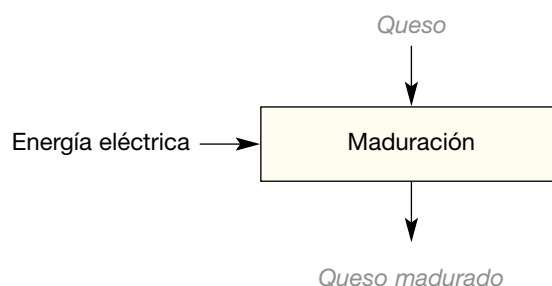
Transformaciones químicas

La caseína sufre un desdoblamiento hidrolítico (descomposición con adición de agua) que se desarrolla escalonada o paralelamente, a veces hasta sus componentes elementales, los aminoácidos. En las transformaciones químicas también se ven involucradas las grasas, que sufren un desdoblamiento que va a ser el origen de la producción de las sustancias aromáticas que caracterizarán al queso acabado.

Transformaciones microbiológicas

Una de las condiciones indispensables para que la maduración se desarrolle de una forma óptima es la formación de una flora específica de maduración. Se caracteriza fundamentalmente por ser una flora superficial y por la formación de agujeros en el interior de la pasta del queso.

Figura 47
MADURACIÓN DE LOS QUESOS MADURADOS

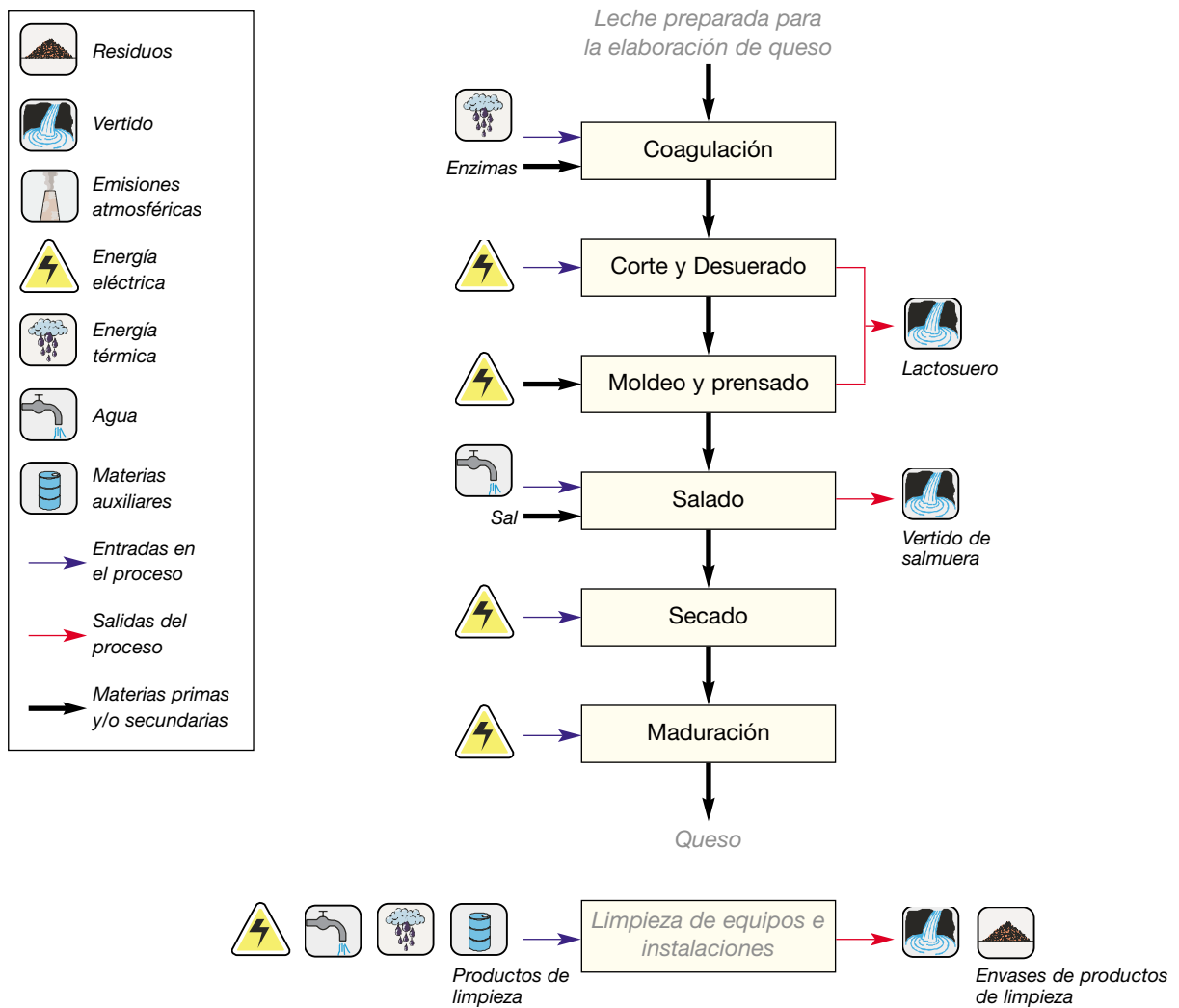


Al igual que en la etapa anterior, durante la maduración de los quesos curados se produce el consumo de energía eléctrica como consecuencia de la estancia en las cámaras de maduración con temperatura y humedad controladas.

3.4.3. Aspectos medioambientales generados en la elaboración de queso

Los principales efectos medioambientales derivados de la producción de queso se indican a continuación.

Figura 48
ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO



A continuación se presenta una tabla en la que se resumen y valoran los aspectos medioambientales que se pueden generar en el proceso de elaboración de queso.

Tabla 7: Valoración de los aspectos medioambientales del proceso de elaboración de queso

OPERACIÓN BÁSICA	EFEECTO	ORDEN
Coagulación	Consumo de energía térmica	2.º
Corte y desuerado	Vertido de lactosuero	1.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º
Moldeo y prensado	Vertido de lactosuero	1.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º
Salado	Consumo de agua	1.º
	Vertidos de salmuera	1.º
Secado	Consumo de energía eléctrica	2.º
Maduración	Consumo de energía eléctrica	2.º
Limpieza	Consumo de energía térmica	1.º
	Consumo de agua	1.º
	Vertido de aguas residuales (volumen de vertido y carga contaminante)	1.º
	Consumo de productos químicos	1.º
	Generación de residuos (envases de productos de limpieza)	2.º
	Consumo de energía eléctrica	2.º

3.5. Operaciones auxiliares en la industria láctea

En este apartado se describen las operaciones auxiliares comunes a todos los procesos de la industria láctea. Los aspectos medioambientales asociados a estas operaciones aparecen valorados al final de este apartado.

3.5.1. Operaciones de limpieza y desinfección

Debido a las características de la materia prima empleada y a los productos fabricados, las condiciones higiénicas de los equipos e instalaciones de las empresas lácteas deben garantizar la calidad de los productos elaborados.

El mantenimiento de las condiciones higiénicas en la empresa láctea exige llevar a cabo operaciones de limpieza y desinfección de forma continua, pudiendo llegar a suponer la cuarta parte del tiempo total de trabajo. Estas operaciones suponen la mayor parte del consumo de agua, energía y productos químicos de la instalación, así como un considerable volumen de aguas residuales.

Por limpieza se entiende la eliminación total de todos los restos de la leche o componentes de la misma y otras suciedades visibles. Mientras que mediante desinfección se pretende eliminar todos los microorganismos patógenos y la mayoría de los no patógenos que afectarían a la calidad del producto.

La limpieza y la desinfección son dos operaciones que suelen realizarse sucesivamente en el tiempo, primero limpieza y luego desinfección, empleando detergentes y desinfectantes por separa-

do. Sin embargo, también pueden realizarse de forma conjunta utilizando productos de acción combinada.

En cualquier caso, para la realización de las operaciones de limpieza y desinfección es necesario aportar:

- Agua, que cumple con varias funciones. Entre ellas están: reblandecer y/o disolver la suciedad adherida a las superficies, la formación de soluciones detergentes y la eliminación de los restos de soluciones limpiadoras.
- Energía, térmica para alcanzar la temperatura óptima del proceso y eléctrica para hacer circular las soluciones limpiadoras por los equipos y conducciones (sistemas CIP).
- Productos químicos (detergentes, desinfectantes).
- Personal para llevar a cabo las operaciones de limpieza.

Los **medios de limpieza** se pueden clasificar en mecánicos o físicos (presión, temperatura, cepillos, esponjas y escobas) y químicos (productos ácidos y básicos). Normalmente se utilizan de manera conjunta en la limpieza de equipos e instalaciones.

Los medios físicos se emplean para arrastrar de forma mecánica la suciedad. La utilización de cepillos, esponjas, etc. supone un método barato, aunque tienen el inconveniente de necesitar una limpieza adecuada para no convertirse en una fuente de contaminación. La utilización de agua a presión presenta algunas ventajas frente a los sistemas sin presión ya que al aumentar la energía del impacto, el poder de arrastre de los sólidos es mayor y además supone un menor consumo de agua.

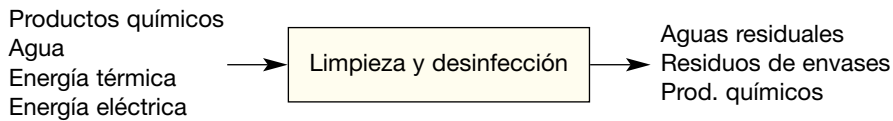
Los métodos químicos se basan en la utilización de productos químicos, que en la mayoría de los casos se aplican en forma de disoluciones acuosas de carácter ácido o básico. Los detergentes alcalinos provocan la emulsión de las grasas, lo que las hace fácilmente arrastrables, mientras que los productos ácidos disuelven y eliminan las incrustaciones formadas por acumulación de las sales de la leche y del agua.

Al igual que en el caso de la limpieza, los **medios de desinfección** pueden ser físicos (como la temperatura) o *químicos* (productos desinfectantes). La acción de la temperatura consiste en aplicar calor mediante agua caliente, vapor o aire caliente, a las superficies que se quieren desinfectar. La mayor parte de los desinfectantes químicos contienen como compuesto germicida sustancias alcalinas, cloro y oxígeno. Los productos desinfectantes contienen además otras sustancias como ácidos o bases, inhibidores de la corrosión y formadores de complejos para mejorar su aplicación industrial.

Las características de la suciedad existente en cada equipo, superficie o instalación determinan el protocolo de limpieza y desinfección específico a aplicar. En la industria láctea la suciedad se debe principalmente a los componentes de la leche, en su mayor parte grasas y proteínas, por su deposición en las conducciones y equipos.

Hay que indicar que la eficiencia de las limpiezas depende de múltiples factores entre los que podemos destacar: la formación del personal, la existencia de procedimientos e indicaciones documentadas, los equipos disponibles, los productos químicos empleados, el diseño de las instalaciones, etc.

Figura 49
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN



Como consecuencia de las operaciones de limpieza se produce el vertido de las aguas de limpieza y de productos químicos empleados, más la carga orgánica debida al arrastre o disolución de los restos de producción.

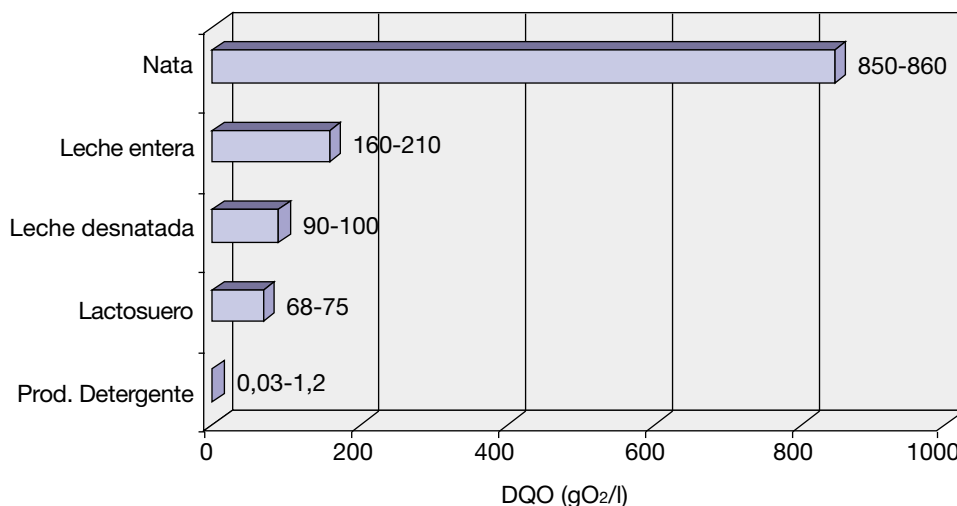
En la limpieza de instalaciones también pueden aparecer partículas de arena y polvo, que llegan a la industria por distintas vías, pero lo más corriente es que se eliminen restos de componentes orgánicos de la leche (grasa, proteínas, sales minerales).

En general, la utilización de sistemas de limpieza basados en los medios físicos supone ahorros en el consumo de agua y una menor generación de vertidos. Por el contrario, la utilización de productos de limpieza, aplicados en la mayoría de los casos como soluciones acuosas, produce un mayor volumen de aguas a depurar.

Como ya se ha comentado, las aguas residuales de las industrias lácteas alcanzan valores de DQO muy elevados. Esto se debe principalmente al aporte de componentes de la leche, siendo el aporte de los detergentes de las operaciones de limpieza reducido con relación al debido a la suciedad.

En general, existe una gran oscilación en la contribución de la carga orgánica de los distintos detergentes (entre 30-1.200 mg O₂/litro) debido a la diferente composición química de estos productos. Así podemos encontrar productos alcalinos sin tensioactivos en el margen inferior y productos tensioactivos detergentes espumantes en el margen superior de los valores indicados (F. Arnau, 1995).

Figura 50
DQO DE DIFERENTES PRODUCTOS LÁCTEOS Y DETERGENTES (F. Arnau, 1995)



Otro aspecto importante en la utilización de productos detergentes es el contenido en fosfatos y/o nitratos, ya que contribuyen de forma importante en los procesos de eutrofización de las aguas. Los detergentes tradicionales que contienen ácido fosfórico y que se emplean en las operaciones de limpieza contienen del 10 al 20% de fósforo, por lo que su contribución a las aguas residuales debe tenerse en cuenta.

3.5.2. Generación de vapor

Las necesidades de calor en las empresas lácteas se cubren en su mayor parte utilizando vapor de agua o agua caliente en función de las necesidades de la operación y del proceso.

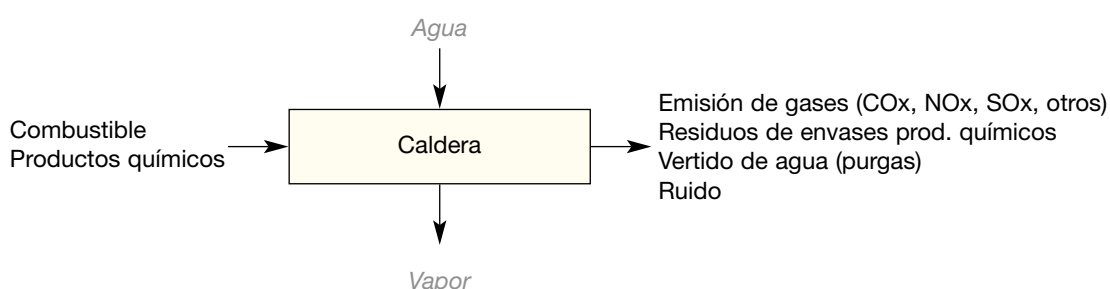
El vapor se produce en calderas de vapor y posteriormente se distribuye a través de tuberías a los distintos puntos de utilización en la empresa.

Este sistema requiere de una instalación complementaria de tuberías donde pueden producirse pérdidas importantes de calor, por lo que deben contar con el aislamiento térmico adecuado para evitar estas pérdidas.

El agua empleada en la alimentación de las calderas no requiere condiciones higiénicas especiales, pero es necesario que el contenido en carbonatos y sulfatos sea bajo. Si no es así se produce la formación de incrustaciones de sales en las calderas y tuberías de distribución, dificultando el intercambio de calor. Por ello se utilizan frecuentemente productos químicos para evitar las incrustaciones y las deposiciones de sales.

Los condensados que se producen como consecuencia de la condensación del vapor en su distribución pueden reutilizarse como alimentación de las calderas o como agua caliente en el proceso, con lo que se consigue un ahorro en el consumo de agua.

Figura 51
GENERACIÓN DE VAPOR



Los procesos de combustión están asociados a la emisión de gases a la atmósfera cuya composición y cantidad variará principalmente en función del tipo de combustible empleado y de las condiciones de funcionamiento de la caldera. En la combustión de fueloil (es el combustible más empleado en la industria láctea) se produce la emisión de dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) principalmente. Según el funcionamiento de la caldera pueden producirse inquemados, dando lugar a la emisión de partículas sólidas.

El consumo de agua puede optimizarse evitando las posibles fugas en los equipos y conducciones y reutilizando los condensados que se generan en la alimentación de la caldera.

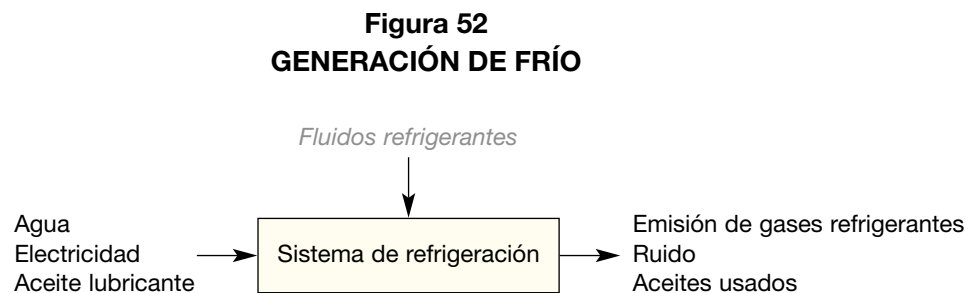
La generación de residuos de envases de productos químicos es significativa, ya que estos envases son residuos peligrosos que deberán gestionarse adecuadamente.

3.5.3. Generación de frío

En las empresas lácteas se produce frío principalmente con dos fines: para la refrigeración de locales o cámaras o para la refrigeración de líquidos.

Los equipos frigoríficos más empleados en la industria láctea son las máquinas frigoríficas de compresión, utilizando como agente refrigerante amoníaco u otras sustancias como los compuestos basados en los clorofluorocarbonados (CFC).

Este agente refrigerante puede emplearse directamente en el enfriamiento de las cámaras o productos o bien puede emplearse para enfriar un segundo fluido refrigerante (generalmente salmuera o agua glicolada) que será el que realice la función de refrigeración (sistema de refrigeración indirecto).



El consumo de energía eléctrica y agua para la generación de frío son los principales aspectos medioambientales generados en esta operación.

Por otra parte puede producirse la emisión de gases refrigerantes como consecuencia de fugas en los circuitos frigoríficos.

En el caso de la utilización de CFC (prohibidos en muchos países), es recomendable su sustitución por otros fluidos refrigerantes dada su contribución a la destrucción de la capa de ozono.

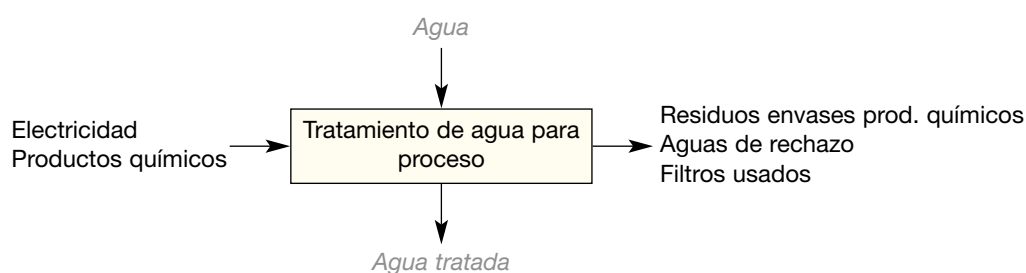
3.5.4. Abastecimiento de agua

La calidad del agua empleada en la empresa láctea debe ser la de agua para uso doméstico, especialmente en el caso de que el agua entre en contacto directo con el producto, como por ejemplo el agua empleada en el tratamiento térmico de la leche, en el lavado de la mazada de mantequilla o en las salmueras de salado de queso.

Cuando las condiciones de calidad del agua de entrada en la empresa láctea no son las adecuadas es necesario realizar algún tratamiento para eliminar posibles causas de contaminación del producto final.

Estos tratamiento pueden consistir en eliminar sólidos en suspensión, sustancias disueltas o eliminación de microorganismos.

Figura 53
TRATAMIENTO DE AGUA



El consumo de energía eléctrica es el principal aspecto generado en esta operación. La energía eléctrica se utiliza tanto para el bombeo del agua como en el propio tratamiento.

En función del tipo de tratamiento realizado se generan en mayor o menor medida aguas de rechazo con elevada conductividad y/o pH extremos.

Otros aspectos son el consumo de productos químicos (por ejemplo, cuando se clora el agua) y la generación de residuos de envases de estos productos.

3.5.5. Aspectos medioambientales generados en las operaciones auxiliares de la industria láctea

A continuación se presenta una tabla resumen y se valoran los aspectos medioambientales que se pueden generar en las operaciones auxiliares de la industria láctea.

Tabla 8: Valoración de aspectos medioambientales de las operaciones auxiliares de la industria láctea

OPERACIÓN BÁSICA	EFEECTO	ORDEN
Limpieza y desinfección	Ver tablas de valoración de aspectos de los distintos procesos productivos.	
Generación de vapor	Emisiones de gases y partículas	1.º
	Consumo de combustibles	1.º
	Vertido de aguas con elevada conductividad (purgas)	2.º
	Consumo de productos químicos (aditivos)	NS
	Residuos de envases de productos químicos	NS
Generación de frío	Emisiones de gases refrigerantes (CFC y amoníaco)	1.º
	Consumo de energía eléctrica	1.º
	Ruido	2.º
	Productos de mantenimiento de equipos	NS
	Residuos de envases de productos químicos	NS
Abastecimiento de agua*	Consumo de energía eléctrica	2.º
	Vertidos de rechazo del tratamiento	2.º
	Consumo de productos químicos y filtros	2.º
	Residuos de envase	NS

* La valoración de esta operación depende en gran medida de las características del agua de entrada y los tratamientos necesarios para su acondicionamiento.

4. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA

Los principales aspectos medioambientales de la industria láctea tienen que ver con un elevado consumo de agua y energía, la generación de aguas residuales con alto contenido orgánico y la producción y gestión de residuos. De menor importancia son las emisiones de gases y partículas a la atmósfera y el ruido.

Es importante destacar que la cuantificación de estos aspectos puede variar entre unas instalaciones y otras en función de factores como el tamaño y antigüedad de la instalación, equipos, manejo, planes de limpieza, sensibilización de los empleados, etc.

4.1. Consumo de agua

Como en la mayoría de las empresas del sector agroalimentario, las industrias lácteas consumen diariamente grandes cantidades de agua en sus procesos y, especialmente, para mantener las condiciones higiénicas y sanitarias requeridas.

Tabla 9: Valoración cualitativa del consumo de agua en la industria láctea

PROCESO PRODUCTIVO	NIVEL DE CONSUMO	OPERACIONES CON MAYOR CONSUMO DE AGUA	OBSERVACIONES	OPC*
Leche	Bajo	Tratamiento térmico Envasado		1-29
Nata y mantequilla	Bajo	Pasterización de la nata Batido-Amasado	Lavado de la mazada antes del amasado	1-29
Yogur	Bajo	—	Principalmente en operaciones auxiliares	1-29
Queso	Medio	Salado	Salado mediante salmueras	1-10- 11-29
Operaciones auxiliares	Alto	Limpieza y desinfección Generación de vapor Refrigeración	Estas operaciones suponen el mayor consumo de agua	12-13-14- 15-16-17- 18-19-21

* Oportunidad de prevención de la contaminación (ver capítulo 5).

Dependiendo del tipo de instalación, el sistema de limpieza y manejo del mismo la cantidad total de agua consumida en el proceso puede llegar a superar varias veces el volumen de leche tratada. Este consumo suele encontrarse entre 1,3-3,2 L de agua/kg de leche recibida, pudiéndose alcanzar valores tan elevados como 10 L de agua/kg de leche recibida. Sin embargo, es posible optimizar este consumo hasta valores de 0,8-1,0 L de agua/kg leche recibida utilizando equipamientos avanzados y un manejo adecuado (UNEP, 2000).

Como se indica en la tabla 9, el mayor consumo de agua se produce en las operaciones auxiliares, particularmente en la limpieza y desinfección, donde se consume entre el 25-40% del total.

4.2. Consumo de energía

El uso de la energía es fundamental para asegurar el mantenimiento de la calidad de los productos lácteos, especialmente en los tratamientos térmicos, en las operaciones de refrigeración y en el almacenamiento del producto.

Tabla 10: Usos más frecuentes de energía en las empresas lácteas

ENERGÍA	USOS MÁS FRECUENTES	EQUIPOS
Térmica	Generación de vapor y agua caliente, limpiezas	Pasteurizadores/esterilizadores, sistemas de limpieza CIP
Eléctrica	Refrigeración, iluminación, ventilación, funcionamiento de equipos	Equipos de funcionamiento eléctrico (bombas, agitadores, etc.), luces

El consumo de energía total de una empresa láctea se reparte aproximadamente entre un 80% de energía térmica obtenida de la combustión de combustibles fósiles (fueloil, gas, etc.) y un 20% de energía eléctrica.

Tabla 11: Valoración cualitativa del consumo de energía en la industria láctea

PROCESO PRODUCTIVO	NIVEL DE CONSUMO	OPERACIONES CON MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA	OBSERVACIONES	OPC
Leche	Alto	Filtración / Clarificación Desnatado / Normalización Tratamiento térmico Homogeneización Envasado	Principalmente consumo de energía térmica en el tratamiento térmico de la leche	1-4-5-30
Nata y mantequilla	Medio	Pasterización Desodorización Maduración Batido - Amasado Envasado	Principalmente consumo de energía eléctrica del funcionamiento de equipos	1-4-5-30
Yogur	Bajo	Incubación Envasado	Energía eléctrica del funcionamiento de equipos y energía térmica debida a los requerimientos térmicos de la etapa de incubación	1-4-5-30
Queso	Medio	Coagulación Corte - Desuerado Moldeo - prensado Secado Maduración		1-4-5-30
Operaciones auxiliares	Alto	Limpieza y desinfección Refrigeración	En las operaciones de limpieza se consume principalmente energía térmica mientras que en la refrigeración el consumo de energía eléctrica es mayor	18-22

Las operaciones con un mayor consumo de energía térmica como la pasterización/esterilización de la leche y las limpiezas CIP pueden llegar a consumir el 80% del total de energía térmica de la

instalación. La utilización de sistemas con menor consumo de energía y la adopción de medidas de ahorro energético pueden contribuir a reducir de forma importante los consumos totales.

En cuanto al consumo de energía eléctrica, la refrigeración puede suponer un 30-40 % del total del consumo de la instalación (López y Hernández, 1995). Otros servicios como la ventilación, iluminación o de generación de aire comprimido tienen también un consumo elevado. A continuación, se muestran valores medios del consumo de energía en algunas industrias lácteas.

**Tabla 12: Consumos específicos de energía para varios productos lácteos
(Fuente: UNEP, 2000)**

	CONSUMO DE ENERGÍA (kWh/L PRODUCTO)		
	Eléctrico*	Fuel	Total
Leche de consumo	0,05	0,12	0,17
Queso	0,21	1,20	1,41
Mantequilla	0,19	0,98	1,17

* En función del mayor o menor grado de automatización del proceso el consumo de energía eléctrica puede variar.

Al igual que en el caso del consumo de agua, el consumo energético depende del tipo de producto elaborado y de otros factores como la edad y tamaño de la instalación, el grado de automatización, la tecnología empleada, el manejo de la limpieza, el diseño de la instalación, las medidas de ahorro implantadas o la realización en la propia instalación de otras operaciones como la concentración del lactosuero.

**Tabla 13: Consumos de energía en función de las características de la planta
(Fuente: UNEP, 2000)**

PLANTA DE ELABORACIÓN DE LECHE	CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA kWh/L leche procesada
Planta moderna con pasteurizador de alta eficiencia y caldera moderna	0,09
Planta moderna usando agua caliente para el proceso	0,13
Planta antigua usando vapor de agua	0,27
Rango común de la mayoría de plantas	0,14 - 0,33

Un consumo inadecuado de energía supone la reducción de recursos naturales limitados —como son los combustibles fósiles— y el aumento de la contaminación atmosférica debido a la emisión de gases producidos en la generación de energía. La emisión de estos gases contribuye al efecto invernadero.

4.3. Aguas residuales

El problema medioambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente orgánica). En cuanto al volumen de aguas residuales generado por una empresa láctea se pueden encontrar valores que oscilan entre 2 y 6 L/L leche procesada.

Tabla 14: Volumen de aguas residuales generado en función del proceso productivo

ACTIVIDAD PRINCIPAL	VOLUMEN DE AGUAS RESIDUALES*
Fabricación de mantequilla	1 - 3
Fabricación de queso	2 - 4
Obtención de leche de consumo (Pasteurización y Esterilización)	2,5 - 9

* Expresado en l de aguas residuales / l de leche.

Las aguas residuales generadas en una empresa láctea se pueden clasificar en función de dos focos de generación: procesos y limpieza, y refrigeración.

Tabla 15: Clasificación de las aguas residuales generadas en una empresa láctea

ORIGEN	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	VOLUMEN*
Limpieza y proceso	Limpieza de superficies, tuberías, tanques, equipos. Pérdidas de producto, lactosuero, salmuera, fermentos, etc.	pH extremos, alto contenido orgánico (DBO y DQO), aceites y grasas, sólidos en suspensión	0,8 - 1,5
Refrigeración	Agua de las torres de refrigeración, condensados, etc.	Variaciones de temperatura, conductividad	2 - 4

* Volumen expresado en L de aguas residuales / L de leche procesada (Fuente: E. Spreer, 1991).

Tabla 16: Valoración cualitativa del vertido de aguas residuales en la industria láctea

PROCESO PRODUCTIVO	NIVEL DE VERTIDO	OPERACIONES CON MAYOR GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	OBSERVACIONES	OPC
Leche	Medio	Tratamiento térmico Envasado	El vertido disminuye si se realiza recirculación de las aguas del tratamiento térmico	2-3
Nata y mantequilla	Medio	Pasterización Batido - Amasado Envasado	Las aguas de lavado de la mazada tienen un alto contenido en grasas	2-3-6
Yogur	Bajo	—	Principalmente de operaciones auxiliares	2-3
Queso	Alto	Corte - Desuerado Moldeo - Prensado Salado	El vertido del lactosuero supone un volumen y carga contaminante elevados. La regeneración de las salmueras supone un vertido periódico de elevada conductividad	2-3-7-8-10-11
Operaciones auxiliares	Alto	Limpieza y desinfección Refrigeración	Los volúmenes y carga contaminante de las aguas de limpieza, dependen de la gestión de las mismas realizada por la empresa. El vertido de las aguas de refrigeración depende del grado de recirculación de las mismas	12-13-14-15-16-17-18

Se ha estimado que el 90% de la DQO de las aguas residuales de una industria láctea es atribuible a componentes de la leche y sólo el 10% a suciedad ajena a la misma.

En la composición de la leche además de agua se encuentran grasas, proteínas (tanto en solución como en suspensión), azúcares y sales minerales. Los productos lácteos además de los componentes de la leche pueden contener azúcar, sal, colorantes, estabilizantes, etc., dependiendo de la naturaleza y tipo de producto y de la tecnología de producción empleada. Todos estos componentes aparecen en las aguas residuales en mayor o menor cantidad, bien por disolución o por arrastre de los mismos con las aguas de limpieza.

En general, los efluentes líquidos de una industria láctea presentan las siguientes características:

- *Alto contenido en materia orgánica*, debido a la presencia de componentes de la leche. La DQO media de las aguas residuales de una industria láctea se encuentra entre 1.000-6.000 mg DBO/L.
- Presencia de *aceites y grasas*, debido a la grasa de la leche y otros productos lácteos, como en las aguas de lavado de la mazada.
- Niveles elevados de *nitrógeno y fósforo*, principalmente debidos a los productos de limpieza y desinfección.
- *Variaciones importantes del pH*, vertidos de soluciones ácidas y básicas. Principalmente procedentes de las operaciones de limpieza, pudiendo variar entre valores de pH 2-11.
- *Conductividad elevada* (especialmente en las empresas productoras de queso debido al vertido de cloruro sódico procedente del salado del queso).
- *Variaciones de temperatura* (considerando las aguas de refrigeración).

Las pérdidas de leche, que pueden llegar a ser del 0,5-2,5% de la cantidad de leche recibida o en los casos más desfavorables hasta del 3-4% (UNEP, 2000), son una contribución importante a la carga contaminante del efluente final. Un litro de leche entera equivale aproximadamente a una DBO₅ de 110.000 mgO₂/L y una DQO de 210.000 mgO₂/L.

Tabla 17: Principales fuentes de pérdidas de leche a los flujos de aguas residuales

PROCESO	FUENTE DE PÉRDIDA DE LECHE
Producción de leche para consumo directo	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames de los tanques de almacenamiento. - Rebose de tanques. - Derrames y fugas en las conducciones. - Depósitos en las superficies de los equipos. - Eliminación de los fangos de filtración /clarificación. - Derrames por envases dañados o en mal estado. - Fallos en la línea de envasado. - Operaciones de limpieza.
Producción de nata y mantequilla	<ul style="list-style-type: none"> - Derrames en el almacenamiento. - Derrames y fugas en las conducciones. - Rebose de tanques. - Operaciones de limpieza.
Producción de yogur	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas y derrames de los tanques de almacenamiento. - Derrames de los tanques de incubación. - Fallos en la línea de envasado. - Operaciones de limpieza.
Producción de queso	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas y derrames de los tanques de almacenamiento. - Pérdidas en la cuba de cuajado. - Rebose de los moldes. - Separación incorrecta del lactosuero del queso. - Operaciones de limpieza.

En el proceso de elaboración de queso cabe destacar la generación de lactosuero. El volumen de lactosuero generado en la elaboración del queso es aproximadamente nueve veces la cantidad de leche tratada, con una carga orgánica muy elevada (DQO aproximadamente de 60.000 mg/l). Por ello, su vertido junto con las aguas residuales aumenta considerablemente la carga contaminante del vertido final.

4.4. Residuos

La mayor parte de los residuos generados en la empresa láctea son de carácter inorgánico, principalmente residuos de envases y embalajes tanto de materias primas y secundarias como del producto final. También se generan otros residuos relacionados con las actividades de mantenimiento, limpieza, o el trabajo de oficina y laboratorio.

Tabla 18: Principales residuos encontrados en una empresa láctea

GRUPO		RESIDUO	LUGAR DE GENERACIÓN	DESTINOS MÁS HABITUALES
Residuos orgánicos		Producto no conforme (materia prima, producto semi-elaborado, producto final)	Proceso	Reciclaje (alimentación animal)
Asimilables a los domésticos		Restos de comida, papel	Oficinas	Compostaje o depósito en vertedero
Envases y embalajes	Vacíos	Film retráctil, palets de madera, sacos de papel kraft. Envases de plástico, vidrio, cartón, papel	Recepción	Reutilización o reciclaje
	Llenos	Envases de plástico, vidrio, cartón, papel	Envasado Almacenamiento Devoluciones	Depósito en vertedero o separación de envase-producto y gestión por separado
Residuos de operaciones de mantenimiento		Cables eléctricos, chatarra	Talleres Áreas de mantenimiento	Reciclaje o depósito en vertedero
Residuos peligrosos		Aceites usados, baterías, envases de productos peligrosos	Laboratorio Almacén Taller Áreas de limpieza	Transporte, tratamiento y eliminación o depósito en vertedero de peligrosos

Las posibilidades de reciclaje de los residuos y tratamiento de los residuos generados en la empresa láctea, pasan por una segregación de los mismos. Ésta debe evitar tanto la eliminación de los residuos con los vertidos líquidos como su mezcla, que impide el tratamiento adecuado de cada tipo de residuo.

Tabla 19: Valoración cualitativa de la generación de residuos en la industria láctea

PROCESO PRODUCTIVO	NIVEL DE GENERACIÓN	OPERACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS	OBSERVACIONES	OPC
Leche	Alto	Filtración / Clarificación Desnatado / Normalización Envasado	Filtros usados y lodos de filtración de carácter orgánico Residuos de envases y embalajes	25
Nata y mantequilla	Alto	Envasado	Residuos de envases y embalajes	25
Yogur	Alto	Envasado	Residuos de envases y embalajes	25
Queso	Bajo	—	Principalmente debido a operaciones auxiliares	25
Operaciones auxiliares	Medio	Limpieza y desinfección Mantenimiento de instalaciones Laboratorio	Residuos de envases de productos de limpieza y desinfección. Residuos de operaciones de mantenimiento. Residuos de laboratorio.	24-26-32

4.5. Emisiones a la atmósfera

Las principales emisiones gaseosas de las industrias lácteas se generan en las calderas de producción de vapor o agua caliente necesarios para las operaciones de producción y limpieza.

Los contaminantes que se pueden esperar en los gases de combustión son el CO, SO₂ o NO_x y partículas. Los niveles de emisión de estos contaminantes variarán en función del tipo y calidad del combustible utilizado, del estado de las instalaciones, de la eficiencia y control del proceso de combustión.

Los combustibles más empleados en las calderas son de tipo sólido (carbón o madera), líquido (fuel o gasóleo) o gaseoso (gas natural).

Tabla 20: Propiedades medias de algunos combustibles
(Fuente: Brennan J.G., 1998)

TIPO DE COMBUSTIBLE	VALOR CALORÍFICO (MJ/kg)	AZUFRE (%)	CENIZAS (%)
Carbón	29	2	8
Madera	14	-	4 - 5
Gasóleo 34 seg.*	45,5	0,75 máx.	0,01 máx.
Fuel 220 seg.*	43,5	3,2 máx.	0,05 máx.
Gas natural	37,2 MJ/m ³	Neg.	Neg.

* Viscosidad en segundos Redwood, a 38°C.

Los combustibles sólidos se caracterizan por un alto contenido en azufre y cenizas. Además suelen contener trazas de productos volátiles y/o tóxicos como plomo y arsénico. El contenido en estos compuestos varía en función de la calidad y procedencia del combustible.

Al igual que los combustibles sólidos, los líquidos presentan un contenido elevado de azufre y la posibilidad de producir hollín y partículas por una combustión incompleta. Además deben disponerse depósitos de almacenamiento de combustible según unas consideraciones de seguridad para evitar los riesgos derivados de posibles fugas y explosiones.

El gas natural, a pesar de que representa solamente un 10% de las reservas energéticas mundiales, representa un combustible cada vez más extendido dadas las ventajas que presenta. El gas natural se encuentra exento de azufre y otras impurezas, por lo que no se producen emisiones de estos contaminantes. No es necesario almacenarlo en las fábricas aunque su uso también representa riesgos de incendio y explosión.

Las medidas preventivas de la emisión de gases contaminantes se basan en el mantenimiento y limpieza adecuados de los quemadores, el autocontrol de las emisiones y, en caso de ser necesario, la implantación de medidas correctoras.

Otro aspecto a considerar en las emisiones a la atmósfera es la emisión de gases refrigerante utilizados en los sistemas de refrigeración. Las pérdidas o fugas de estos gases suponen un impacto medioambiental de importancia dada su repercusión sobre la destrucción de la capa de ozono.

4.6. Ruido

En función de la cercanía a núcleos urbanos pueden presentarse problemas por el ruido, debido a la maquinaria propia de la actividad industrial, principalmente en el envasado y en los equipos de generación de frío. Otro aspecto es el ruido provocado por el tráfico de camiones, tanto en la recepción de leche como en la salida del producto acabado, ya que el tráfico continuo de camiones puede provocar niveles altos de contaminación acústica.

El ruido supone un aspecto significativo en determinadas instalaciones lácteas que se encuentran próximas a zonas habitadas. Como medida preventiva se realiza el aislamiento acústico y de vibraciones de los equipos causantes del ruido. También constituye una medida de prevención la realización de controles de los niveles de ruido que permitan reducir el impacto antes de que se produzca.

5. OPORTUNIDADES PARA PREVENIR Y REDUCIR EN ORIGEN LA CONTAMINACIÓN

En general, los procesos llevados a cabo por la industria láctea suponen importantes consumos de agua y energía, así como grandes volúmenes de aguas residuales con una carga orgánica elevada.

Estas características dependen, por una parte, de la tecnología utilizada y por otra, de la operación y manejo de cada instalación. Por esta razón, se describen a continuación distintas Oportunidades de Prevención de la Contaminación (OPC) con el objetivo de reducir los consumos y el vertido final sin que por ello se vea afectada la producción.

Las Oportunidades de Prevención de la Contaminación se han clasificado en función de los siguientes puntos:

- *Reducción en origen.* Se considerará cualquier modificación de proceso, instalaciones, procedimientos, composición del producto o sustitución de materias primas que comporte la disminución de la generación de corrientes residuales (en cantidad y/o peligrosidad potencial), tanto en el proceso productivo como en las etapas posteriores a su producción.
- *Reciclaje.* Se considerará aquella opción de valorización que implica volver a utilizar una corriente residual bien en el mismo proceso o en otro. Si se realiza en el mismo centro productivo donde se ha generado se considera como reciclaje en origen.
- *Valorización.* Se considerarán aquellos procedimientos que permitan el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos.

Cada Oportunidad de Prevención de la Contaminación se recoge en una ficha donde se indican los puntos que aparecen a continuación:



 OPC-N: Nombre de la Oportunidad de Prevención de la Contaminación	
Tipo de Oportunidad: Aquí se recoge como se clasifica la OPC: reducción, reciclaje o valorización.	Las posibilidades de reducción se clasifican también en función de que la OPC afecte a los productos o procesos.
Proceso: Proceso productivo en el que se desarrolla la OPC.	Etapas / Operación: Operación sobre la que actuará la OPC.
Problemática medioambiental: Situación medioambiental que provoca la necesidad de mejora.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Breve descripción de la OPC.	
Implantación: Se indican en este apartado las acciones o actuaciones a realizar para llevar a cabo la prevención de la contaminación.	Balance económico: ☞ Se indica así cuando el resultado de la OPC supone un beneficio económico. ☜ Se indica así que la implantación de la OPC supone un coste económico.
	Balance medioambiental: ☺ Se indica con este símbolo que el resultado de la OPC supone un aspecto medioambiental positivo. ☹ Se indica con este símbolo que el resultado de la OPC supone un aspecto medioambiental negativo.

Tabla 21: Listado de Oportunidades de Prevención de la Contaminación

OPORTUNIDAD DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	
OPC-1	Control en la recepción de la materia prima
OPC-2	Reducir las pérdidas de leche
OPC-3	Segregación de los lodos de clarificación
OPC-4	Utilización de sistemas continuos para la pasteurización de la leche
OPC-5	Recuperación energética en el tratamiento térmico de la leche
OPC-6	Aprovechamiento de la mazada o suero de mantequería
OPC-7	Evitar el vertido de lactosuero
OPC-8	Valorización del lactosuero
OPC-9	Eliminación en seco de la sal de los quesos tras el salado
OPC-10	Control fisicoquímico y microbiológico de las salmueras de salado de queso
OPC-11	Recuperación de salmueras
OPC-12	Control del consumo de agua
OPC-13	Limpieza en seco de superficies
OPC-14	Instalación de sistemas de cierre instantáneo en las mangueras de agua
OPC-15	Utilización de agua a presión para la limpieza de superficies
OPC-16	Utilización de sistemas de limpieza con espuma para la limpieza de superficies
OPC-17	Utilización de sistemas de limpieza CIP
OPC-18	Utilización de detergentes de un solo pase
OPC-19	Recuperación de las soluciones de limpieza
OPC-20	Control periódico de las emisiones de las calderas
OPC-21	Recuperación del agua de condensación
OPC-22	Evitar las fugas de los fluidos frigoríficos
OPC-23	Sustitución de los fluidos frigoríficos por otros que no contengan CFC
OPC-24	Almacenar los productos peligrosos en condiciones adecuadas
OPC-25	Minimización de los residuos de envases
OPC-26	Segregar adecuadamente los residuos sólidos
OPC-27	Neutralización de las corrientes ácidas y básicas antes del vertido
OPC-28	Optimización del rendimiento energético mediante cogeneración
OPC-29	Buenas Prácticas para la reducción del consumo de agua
OPC-30	Buenas Prácticas para la reducción del consumo de energía
OPC-31	Buenas Prácticas para reducir las emisiones de gases
OPC-32	Buenas Prácticas para facilitar la gestión de los residuos

 OPC-1: Control de las materias primas	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de proceso: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Recepción de materias.
Problemática medioambiental: Las materias primas aceptadas que resultan de baja calidad o que están alteradas microbiológicamente pueden convertirse en un residuo en si mismas, o posteriormente en forma de productos no conformes generados, que suponen un residuo.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Establecer especificaciones de calidad para las materias primas y realizar un control a su entrada mediante análisis microbiológicos y físico-químicos.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de especificaciones de aceptación de las materias primas. - Laboratorio y/o kits rápidos de análisis. - Control de las condiciones de almacenamiento de la materia prima. - Personal cualificado. - Procedimientos de operación. - Implantación de un sistema APPCC (análisis de peligros y puntos de control crítico). Este sistema incluye la homologación de los proveedores. - Trabajar en un sistema integrado desde la granja a la industria. 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> ☞ Reducción del coste de las materias primas. ☞ Ahorro en el coste de eliminación de los residuos y/o costes de depuración. ☞ Adecuación del precio a la calidad de la leche. ☞ Ahorro del coste de procesado de productos finalmente no conformes. ☞ Costes de personal. ☞ Costes de equipos de análisis.
	Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> ☺ Reducción del volumen de residuos generados. ☺ Menor consumo de recursos (energía, agua, etc.).


Comentarios

La implantación de un sistema de control de la calidad de la materia prima y otras materias secundarias (como los fermentos, el azúcar, las frutas, etc.) implica conocer cuáles son las especificaciones de producto que son aceptables por la empresa láctea.

Una vez conocidas las especificaciones de producto que son exigibles se realizan los controles y/o análisis oportunos para verificar que se cumplen dichas especificaciones. Esta tarea de control requiere de personal cualificado para la realización de las pruebas analíticas, así como un procedimiento de operación que garantice su sistemática y correcta realización.

Dentro del concepto de calidad de la leche cruda se engloban numerosos aspectos, aunque en general se tienen en cuenta los siguientes:

- Contenido en sustancias nutritivas.
- Contenido en materia grasa.
- Contenido total en microorganismos.
- Presencia o ausencia de gérmenes patógenos.
- Presencia o ausencia de determinadas sustancias (por ejemplo sólidos, pus, antibióticos, etc.).
- Características organolépticas (aroma y sabor).

 OPC-2: Reducir las pérdidas de leche	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Todo el proceso.
Problemática medioambiental: Los derrames y pérdidas de leche que se evacuan junto con las aguas residuales de la empresa aumentan el volumen y carga contaminante, especialmente la carga orgánica del vertido (se estima que el 90% proviene de componentes de la leche).	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Implantar los mecanismos de control para reducir las pérdidas de leche tanto en la recepción como en los tanques, conducciones, bombas y equipos.	
Implantación: - Establecer procedimientos de operación en aquellas operaciones con mayor riesgo de derrames y pérdidas de leche. - Realizar un mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones. - Segregar los derrames de leche del resto de vertidos líquidos. - Implantar sistemas de control y alarma.	Balance económico: ☞ Menos pérdidas de materia prima. ☞ Reducción del coste de depuración del vertido final. ☞ Coste de los dispositivos de cierre y control.
	Balance medioambiental: ☺ Reducción del volumen final del vertido. ☺ Reducción de la carga contaminante del vertido. ☺ Disminución de la carga orgánica (disminución de los valores de DQO y DBO, y grasas).

Comentarios

Para llevar a cabo las medidas de reducción del vertido de leche pueden implantarse las siguientes medidas:

Procedimientos de operación	- Comprobar la correcta colocación de mangueras antes de abrir paso a la leche. - Evitar los derrames de leche cuando se desconectan las mangueras y tuberías. - En la elaboración de queso, evitar las pérdidas de leche al llenar los moldes de queso.
Mantenimiento de equipos e instalaciones	- Instalar grifos con cierres herméticos y evitar las fugas tanto de los grifos como de los equipos y conducciones. - Reparar los desperfectos que producen goteos y pérdidas de leche lo antes posible. - Realizar un mantenimiento preventivo para evitar goteos y pérdidas.
Segregación de corrientes	- Instalar bandejas para recoger los goteos y derrames de leche. - Disponer de un sistema de recogida de la leche vertida independiente del de las aguas residuales.
Control de pérdidas	- Instalar en los tanques y depósitos dispositivos de alarma de desconexión automática para evitar derrames. - Establecer indicadores (por ejemplo, cantidad de leche recibida / cantidad de leche procesada).

Ejemplo de aplicación

Para una empresa que presentara los siguientes valores diarios:

Producción	50 T
Volumen de vertido	175 m ³
Pérdidas de leche (4%)	2 T
DQO del vertido (debida a las pérdidas de leche)	2.400 mg/l
Coste económico de la leche perdida (*)	590,19 €


* Suponiendo un precio medio de la leche de 0,30 €/kg

En función de las medidas implantadas se pueden conseguir distintos porcentajes de reducción de las pérdidas de leche. A continuación se recoge una estimación de la variación de la DQO del vertido en función del porcentaje de leche que se pierde con las aguas residuales y el coste de la leche perdida.

Pérdida de leche	4%	3,5%	3%	2,5%	2%	1,5%	1%
DQO (mg/l)*	2.400	2.100	1.800	1.500	1.200	900	600
Coste de las pérdidas de leche** (€/día)	590,19	516,42	442,65	368,87	295,10	221,32	147,55

* DQO proveniente únicamente de la leche, aproximadamente el 90% de la carga orgánica del vertido.

** Suponiendo un precio medio de la leche de 0,30 €/kg.

 OPC-3: Segregación de los lodos de clarificación	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de proceso: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Filtración / Clarificación.
Problemática medioambiental: Los lodos de clarificación son residuos semipastosos que contienen partículas de suciedad, componentes sanguíneos, gérmenes y otras sustancias de origen proteico, por lo que cuando se vierten con las aguas residuales producen el incremento de la carga orgánica del vertido final.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Segregar los lodos de clarificación del resto de corrientes residuales de la empresa, recogéndolos antes de que se mezclen con otros vertidos. Esta opción permite además su posible aprovechamiento.	
Implantación: - Almacenamiento segregado de los lodos de clarificación. - Acondicionamiento y/o tratamiento de los lodos para su aprovechamiento.	Balance económico: ☞ Reducción del coste de depuración de las aguas residuales. ☞ Reducción de los costes de gestión de un residuo (en caso de su aprovechamiento). ☞ Beneficios obtenidos del aprovechamiento de los lodos. ☞ Coste de los tanques de almacenamiento de lodos.
	Balance medioambiental: ☺ Reducción de la carga contaminante del vertido, especialmente materia orgánica (DQO y DBO ₅) y sólidos en suspensión. ☺ Reducción del volumen final del vertido. ☺ Aprovechamiento de un residuo.

Comentarios

La utilización de centrifugas para la clarificación de la leche facilita la segregación de los lodos y su posterior aprovechamiento. En las centrifugas autolimpiables, estos lodos son separados automáticamente. Sin embargo, en las centrifugas de limpieza manual deben separarse durante las operaciones de limpieza.

En las centrifugas de limpieza manual los lodos se separan en forma de una masa relativamente espesa lo cual facilita su gestión posterior. En cambio, en las centrifugas autolimpiables los lodos se obtienen en forma líquida.


En ocasiones, los lodos pueden emplearse como alimento para el ganado, debido a su elevado contenido en sustancias nutritivas. En estos casos debe asegurarse la eliminación de los gérmenes patógenos para evitar la posibilidad de provocar una infección. Cuando se recogen los lodos para un aprovechamiento posterior deberá considerarse el coste de tratamiento de los lodos.

Ejemplos de Aplicación

En el caso de una empresa que procesara diariamente 50 T de leche, en la clarificación de la leche se generaría una corriente residual de unos 17 m³/día con una DQO de 1.176 mg/l y 117,6 mg/l de grasas. Segregando este lodo podemos evitar añadir a las aguas residuales la siguiente cantidad de contaminación.

	VERTIDO	DQO	GRASAS
Planta de leche	0,30 - 0,34 l/l leche	100 - 400 mgO ₂ /l leche	10 - 40 mg/l leche

(Fuente: Danish EPA, 1991).

 OPC-4: Utilización de sistemas continuos para la pasterización de la leche	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de proceso: Sustitución de Tecnologías.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Tratamiento térmico.
Problemática medioambiental: Los tratamientos térmicos suponen consumos energéticos elevados, lo que se ve agravado en el caso de los pasteurizadores discontinuos por la dificultad de recuperación del calor.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Sustituir los equipos de pasteurización de leche discontinuos por pasteurizadores continuos con recuperación de calor.	
Implantación: - Sustitución de los equipos de pasteurización discontinuos por equipos de funcionamiento en continuo. - Adaptación a un proceso de producción en continuo.	Balance económico: ☞ Menor coste en energía. ☞ Reducción de los costes de personal, menores necesidades de personal. ☞ Coste del pasteurizador continuo. ☞ Coste de adaptación del proceso productivo.
	Balance medioambiental: ☺ Menor consumo de energía. ☺ Con estos sistemas es posible la recuperación de calor entre 65 - 80%.


Comentarios


Los pasteurizadores discontinuos o tipo batch consisten en equipos que calientan la leche a unas temperaturas relativamente bajas (alrededor de 64 °C) durante largos periodos de tiempo (25-30 min.). Los pasteurizadores continuos calientan la leche a temperaturas más elevadas durante periodos de tiempo más cortos.

Los primeros son energéticamente más ineficientes, necesitan limpiezas más frecuentes (generalmente manuales) y no permiten recuperaciones de calor.

Los pasteurizadores continuos pueden ser de placas o de tubos y están contruidos de forma que todas las secciones se pueden montar reunidas, para facilitar la recuperación de calor y reducir las pérdidas. Además se pueden integrar al sistema de limpieza CIP del resto la instalación.

Los sistemas continuos consisten en un tanque desde el que se impulsa la leche hasta la sección del pasteurizador, donde se precalienta por intercambio de calor con la leche de salida del pasteurizador. A continuación, la leche se calienta hasta las temperaturas exigidas empleando para ello agua caliente o vapor. Seguidamente, la leche pasa a una sección de mantenimiento donde la temperatura se mantiene durante un determinado periodo de tiempo, en función del tratamiento térmico que vaya a recibir. Finalmente la leche es devuelta a las secciones iniciales donde va a ser enfiada por la leche que entra. De esta forma se consigue una mayor eficiencia energética del proceso.

 OPC-5: Recuperación energética en el tratamiento térmico de la leche	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Sustitución de equipos.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Tratamiento térmico de la leche.
Problemática medioambiental: Elevado consumo energético en la etapa de tratamiento térmico de la leche.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Optimizar la recuperación de energía durante el tratamiento térmico de la leche, utilizando intercambiadores de calor que permitan recuperar al máximo el calor contenido en el flujo de leche a la salida del pasteurizador/esterilizador. Con esta actuación se pretende precalentar el flujo de leche refrigerada a la entrada, así como los flujos de los circuitos de precalentamiento y refrigeración. Se pueden alcanzar recuperaciones energéticas del 90%.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Intercambiadores de placas y tubulares. - Bombas de trasiego. - Cambios en el sistema de conducciones de leche, agua caliente y agua fría. 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> ↳ Consumo de energía. ↳ Necesidades de limpieza. ↳ Costes de instalación.
	Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> ☺ Menor consumo de energía.


 OPC-6: Aprovechamiento de la mazada o suero de mantequería	
Tipo de Oportunidad: Reciclaje.	Reciclaje en origen o extremo.
Proceso: Mantequilla.	Etapa / Operación: Batido-Amasado.
Problemática medioambiental: La mazada o suero de mantequería tiene una composición similar a la leche desnatada con un mayor contenido en fosfolípidos. Su vertido con las aguas residuales supone un incremento de su carga contaminante, especialmente de la carga orgánica.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Utilización de la mazada para la elaboración de otros productos para consumo humano o alimentación animal.	
Implantación: - Segregación de la mazada. - Conservación de la mazada para su posterior utilización. - Elaboración de otros productos con la utilización de la mazada (aprovechamiento en la propia empresa o externo).	Balance económico: ☞ Reducción de costes de depuración. ☞ Beneficio económico del aprovechamiento de la mazada. ☞ Costes acondicionamiento de la mazada para su aprovechamiento. ☞ Costes de elaboración de un nuevo producto.
	Balance medioambiental: ☺ Disminución de la carga contaminante del vertido final. ☺ Reducción de la carga orgánica (DBO, DQO, aceites y grasas). ☺ Aprovechamiento de la mazada.


Comentarios

El aprovechamiento de la mazada para usos posteriores exige que se mantengan unas condiciones de recogida y almacenamiento refrigerado adecuadas para inhibir el desarrollo de los microorganismos. Es importante impedir que se mezcle aire en los procesos de bombeo y almacenamiento, ya que éste provoca alteraciones del sabor y del aspecto. Posteriormente, la mazada se envasa y almacena de forma refrigerada al igual que otros productos fermentados.

La mazada puede utilizarse como leche fermentada para la alimentación humana o tener otros aprovechamientos:

- Alimento para ganado.
- Obtención de mazada en polvo mediante procesos de deshidratación. La mazada en polvo se utiliza en la industria alimentaria como pastelería, panadería, preparación de postres y helados, etc. principalmente debido a sus propiedades emulsionantes.
- Utilización en la elaboración de determinados quesos o añadida a la leche destinada a la fabricación de quesos.

 OPC-7: Evitar el vertido de lactosuero	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de proceso: Buenas Prácticas.
Proceso: Queso.	Etapa / Operación: Desuerado.
Problemática medioambiental: El lactosuero generado en la elaboración de queso es unas nueve veces el volumen de queso, con una DQO de 60.000 mg/l. Estas características convierten al lactosuero en un efluente muy problemático si se vierte al medio ambiente.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Implantar medidas de control para evitar las pérdidas de lactosuero e impedir que lleguen al vertido final. Evitar el vertido de lactosuero.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Colocando bandejas colectoras para evitar los goteos y derrames en los puntos de salida del lactosuero. - Retirar totalmente el lactosuero y los restos de cuajada de los moldes antes de realizar las limpiezas. - Recoger el lactosuero en un depósito específico para el mismo. - Establecimiento de procedimientos de operación. - Formación del personal. 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> ☞ Reducción de los costes de depuración del vertido final. ☞ Coste de los depósitos de almacenamiento de lactosuero. ☞ Costes de formación de personal. ☞ Coste de eliminación del lactosuero.
	Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> ☺ Reducción del volumen de vertido. ☺ Reducción de la carga contaminante del efluente, especialmente de la carga orgánica (disminución de los valores de DQO y DBO) y de la conductividad.

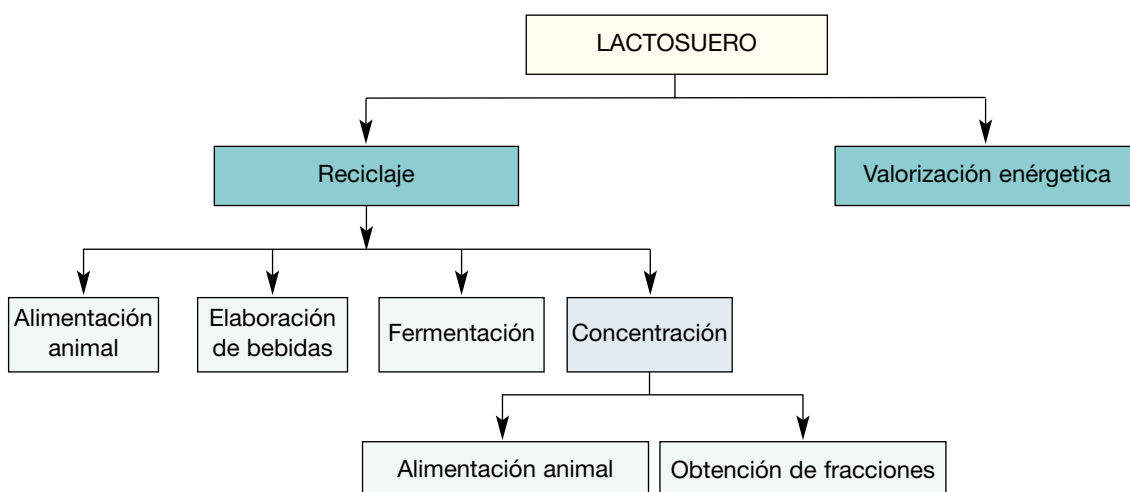
 OPC-8: Valorización del lactosuero	
Tipo de Oportunidad: Valorización y Reciclaje externo.	
Proceso: Queso.	Etapas / Operación: Desuerado.
Problemática medioambiental: El lactosuero recuperado durante el proceso debe ser aprovechado para que cause el menor impacto sobre el medio ambiente. Otras actuaciones asociadas a su aprovechamiento, como el transporte hasta los centros donde será valorizado o su concentración <i>in situ</i> para disminuir el volumen y reducir los costes del transporte, deben ser considerados también dentro de la problemática global del lactosuero.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Utilización del lactosuero para la elaboración de otros productos, la alimentación animal o la obtención de fracciones de alto valor añadido como la lactosa o las proteínas.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Identificación de alternativas de valorización. - Evaluación de las alternativas (evaluación técnica y económica). - Selección de las alternativas. - Implantación de la opción elegida. 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> ☞ Reducción de los costes de depuración del vertido final. ☞ Beneficios económicos derivados de la valorización del lactosuero. ☞ Coste del estudio de alternativas y de su implantación. ☞ Coste de equipos. ☞ Costes de personal.
	Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> ☺ Reducción del volumen final del vertido. ☺ Reducción de la carga contaminante del efluente, especialmente de la carga orgánica (disminución de los valores de DQO y DBO) y de la conductividad. ☺ Valorización de una corriente residual.

Comentarios

Dado que la producción de lactosuero puede llegar a ser por término medio unas nueve veces la cantidad de queso fabricado, su aporte a las aguas residuales de la empresa resulta de gran importancia, tanto por el volumen que representa como por la alta concentración de materia orgánica, llegando a superar los 60.000 mg DQO/l. (F. Omil y F. Morales, 1996).

En la siguiente figura se muestran algunas alternativas al vertido del lactosuero.

Figura 54
ALTERNATIVAS DE VALORIZACIÓN DEL LACTOSUERO



En cualquier caso, antes de adoptar cualquier opción deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Segregación del lactosuero.
- Caracterización.
- Estudio de posibles alternativas al vertido.
- Valoración técnica y económica de las alternativas.
- Selección de alternativas.
- Implantación de la alternativa elegida.

Alimentación animal

Tradicionalmente el lactosuero se ha destinado directamente para la alimentación del ganado, principalmente ganado porcino, ya que 12 kg de suero lácteo equivale aproximadamente a 1 kg de cebada (A. Fernández y M. Díaz, 1995). Sin embargo, el alto contenido en lactosa del lactosuero puede provocar problemas digestivos en determinados animales debido a la falta de lactasa (enzima que permite la hidrólisis de la lactosa). Este es el caso de terneros jóvenes, donde se presenta este problema si cuentan con un exceso de lactosa en la dieta. Por otro lado, el lactosuero presenta un bajo contenido en sustancias nitrogenadas, por lo que su empleo en cantidades excesivas en la alimentación animal puede provocar desequilibrios nutritivos. Por esta razón es recomendable un estudio adecuado de la dieta con un aporte en la ración de cereales, correctores y alimentos concentrados para suplir estas deficiencias.

Al adoptar esta opción debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Segregación del lactosuero.
- Caracterización del lactosuero.
- Elección de instalaciones ganaderas para la utilización del lactosuero.
- Adaptación de la dieta del ganado.
- Coste del transporte de lactosuero.
- Requisitos y coste del acondicionamiento del lactosuero para su transporte y utilización (en caso de ser necesario).

Dependiendo del coste del transporte, puede resultar rentable la concentración del lactosuero en la propia empresa láctea.

Elaboración de bebidas de lactosuero

Otra posibilidad es la elaboración de bebidas a partir de lactosuero.

El principal inconveniente de la utilización del lactosuero en la elaboración de bebidas es el alto contenido en lactosa, que produce problemas de digestibilidad, y confiere un sabor característico que es poco aceptado por los consumidores. Para evitar estos problemas se elaboran bebidas de lactosuero con bajo contenido en lactosa y mediante la adición de aromas de frutas se mejora su sabor. Estos productos deben esterilizarse y envasarse de forma aséptica para garantizar una conservación adecuada.

Concentración del lactosuero

Dado el elevado porcentaje de agua del lactosuero, puede ser conveniente eliminarla o reducirla mediante concentración para disminuir los costes derivados del transporte y para facilitar la obtención de las distintas fracciones.

La concentración se puede realizar en evaporadores de varios efectos a baja presión u ósmosis inversa. Esta operación se realiza en la propia instalación de la empresa láctea cuando se desea reducir el volumen de lactosuero para minimizar los gastos de transporte hasta las instalaciones de aprovechamiento.

Obtención de fracciones del lactosuero

Tradicionalmente, el aprovechamiento industrial del lactosuero se ha basado en la recuperación de las fracciones con mayor interés desde el punto de vista industrial, principalmente proteínas y lactosa.

La instalación de una planta de recuperación de fracciones del lactosuero es una alternativa viable en el caso de industrias grandes con volúmenes elevados de lactosuero, ya que para industrias de dimensiones pequeñas supone un elevado coste económico.

La desmineralización del lactosuero no presenta un interés particular pero permite aumentar las posibilidades de aprovechamiento de las fracciones obtenidas.

a.1) Obtención de proteínas

El lactosuero contiene de media un 0,8% de proteínas, lo que supone entre el 15-22% de la cantidad total de las proteínas de la leche. También contiene un residuo variable de aglomerados de caseína que pasan al suero en el proceso de separación de la leche en cuajada y lactosuero.

La recuperación de estas proteínas tiene interés por las posibilidades de reintegrarlas en el propio proceso de producción de queso o para su utilización en otros procesos industriales (panificación, pastelería, elaboración de alimentos dietéticos o en la preparación de productos farmacéuticos). Una tercera opción de aprovechamiento de las proteínas es su separación y purificación. De este modo, se consiguen proteínas puras con un valor comercial más elevado.

a.2) Obtención de lactosa

La lactosa es el componente más abundante del suero. Las características de la lactosa permiten su utilización en productos farmacéuticos (como excipiente) y dietéticos (como edulcorante). Además la lactosa puede servir como sustrato para una gran variedad de microorganismos por lo que se emplea por ejemplo en la producción de penicilina y otros antibióticos.

Fermentación del lactosuero

La lactosa representa una fuente de energía para los procesos fermentativos de muchos microorganismos. Mediante la fermentación del lactosuero se consigue disminuir el contenido en lactosa y con ello rebajar la DBO₅.

De la actividad fermentativa de los microorganismos se obtiene CO₂ y etanol. Además a partir de la lactosa es posible obtener ácido láctico, que puede emplearse como aditivo alimentario, y en

función del grado de pureza puede tener otras aplicaciones en la industria farmacéutica y en la fabricación de polímeros.

Valorización energética

El tratamiento anaerobio del lactosuero consigue buenos rendimientos de depuración en la eliminación de grandes cantidades de materia orgánica, con la ventaja de no tener que suministrar energía de aireación. Además se produce metano que puede recuperarse como combustible.

En función de los caudales y de la concentración de materia orgánica de la corriente residual, la energía que se puede obtener mediante la combustión del biogás producido puede ser superior a las necesidades de energía del digestor. De este modo se obtiene un excedente de gas que puede utilizarse como combustible en la instalación.


Ejemplo de aplicación

Una empresa láctea con una producción de queso de unas 850 T/año produce por cada 6 t. de leche procesada 5 T de lactosuero y 1 T de queso.

La corriente de lactosuero residual obtenido presenta las siguientes características.

CARACTERÍSTICAS	LACTOSUERO
Volumen (m ³)/año	4.200
DQO (mg/l)	90.400
Aceites y grasas (mg/l)	14.000

La segregación del lactosuero para su aprovechamiento supone la eliminación de esta corriente del vertido final, consiguiendo reducciones importantes de los parámetros de carga orgánica del efluente final.

 OPC-9: Eliminación en seco de la sal de los quesos tras el salado	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Queso.	Etapa / Operación: Salado.
Problemática medioambiental: La sal empleada en el salado del queso confiere a las aguas residuales una conductividad elevada.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Eliminar en seco la sal de la superficie del queso previamente a o en sustitución de la utilización de agua.	
Implantación: - Utilización de equipos mecánicos (cepillos o cepillos y aspiración de la sal) para la eliminación de sal en seco. - Elaboración de procedimientos de operación. - Formación del personal.	Balance económico: ☞ Reducción de los costes de depuración del vertido. ☞ Reducción de los costes de la etapa de salado. ☞ Menor coste de materiales (sal). ☞ Costes de personal. ☞ Coste de eliminación de un residuo sólido.
	Balance medioambiental: ☺ Reducción de la carga contaminante del vertido, en especial la conductividad. ☺ Reducción del consumo de recursos.


Comentarios

Existen distintas maneras de realizar la operación de salado. En cualquier caso es uno de los factores que más influyen en la obtención de las características del producto final deseado.

En el caso de la aplicación de la sal en seco, ésta se frota o esparce de forma regular sobre la superficie del queso donde queda adherida. Con este procedimiento de salado se realiza un elevado gasto de sal, que en algunos casos puede ser de 7 kg de sal por cada 100 kg de queso. Este proceso requiere también un mayor tiempo de salado.

La retirada en seco de la sal no tiene ninguna repercusión sobre el producto final pero presenta importantes ventajas tanto para el medio ambiente como para la propia empresa, ya que esa sal es susceptible de volver a utilizarse siempre que se mantengan las condiciones higiénicas necesarias.

La retirada de la sal de forma manual no consigue eliminar eficazmente la sal adherida en la superficie del queso. En estos casos pueden utilizarse sistemas automáticos para la eliminación en seco de la sal de la superficie del queso que mejoran considerablemente la eficiencia de la retirada.

 OPC-10: Control fisicoquímico y microbiológico de las salmueras de salado de queso	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Queso.	Etapas / Operación: Salado.
Problemática medioambiental: Las salmueras empleadas en el salado de queso tienen una conductividad elevada, característica que le confieren a las aguas residuales cuando son vertidas conjuntamente. Por otra parte el mal estado de las salmueras provoca la generación de residuos de producto no conforme.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Establecer un sistema de control de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las salmueras que permita determinar el grado de envejecimiento de las mismas y obtener un salado óptimo del queso.	
Implantación: - Establecimiento de las especificaciones de utilización de las salmueras para el salado de queso. - Procedimientos de operación. - Equipos de control y análisis. - Personal cualificado.	Balance económico: ☞ Reducción de los costes de eliminación de residuos y/o costes de depuración. ☞ Ahorro del coste de elaboración de productos finalmente no conformes. ☞ Reducción del coste de materias primas (optimización del consumo de salmuera). ☞ Coste de los equipos de control y/o análisis. ☞ Coste de personal.
	Balance medioambiental: ☺ Reducción del consumo de agua. ☺ Reducción del volumen final del vertido. ☺ Disminución de residuos de producto no conforme.

Comentarios

La inmersión en salmuera es uno de los métodos más empleados en el salado de queso, ya que permite un salado regular, reduce la mano de obra y puede integrarse con facilidad en sistemas de fabricación muy mecanizados. El gasto de sal es menor que cuando se aplica en seco, situándose entre 3-4 kg por cada 100 kg de queso.


La salmuera está compuesta por agua y cloruro sódico, pero durante el salado, se producen intercambios entre la salmuera y el queso. Como consecuencia de este intercambio la salmuera se enriquece en sustancias solubles procedentes del queso (proteínas solubles, sales minerales, lactosa, ácido láctico, etc.). También puede producirse una contaminación microbiológica de la salmuera. Los microorganismos pueden provenir de la flora natural del queso, en este caso no presentan problemas, o bien de otras fuentes (personal, materiales, agua, etc.) causando alteraciones en el queso durante la maduración que impiden que el queso adquiera las características deseadas.

Para que las condiciones de salado se mantengan óptimas, es necesario que la salmuera sea adecuada, para lo cual puede establecerse un control de la misma que garantice sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas. Dicho control deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

- El agua y la sal empleadas para hacer la salmuera deben estar libres de posibles contaminaciones ya que entran en contacto directo con el producto.
- Control del pH, temperatura y tiempo de salado en función del tipo de queso que se esté elaborando.

- Mantenimiento de la concentración de sal adecuada para conseguir un salado óptimo.
- Contenido adecuado de calcio de la salmuera, si se busca favorecer el secado de la corteza.
- Eliminación de las partículas de queso.
- Mantenimiento del contenido de microorganismos lo más bajo posible.
- Eliminación o tratamiento de salmueras contaminadas con microorganismos no deseados.

Para la realización de estos controles se puede tanto emplear métodos sencillos de toma de muestra y análisis en laboratorio como instalar equipos automáticos de medida de los parámetros de la salmuera y dosificación automática.

 OPC-11: Recuperación de salmueras	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Nuevas Tecnologías.
Proceso: Queso.	Etapas / Operación: Salado.
Problemática medioambiental: Para la elaboración de salmuera se utilizan cantidades elevadas de sal y agua. Su vertido al medio causa importantes impactos medioambientales.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Utilización de técnicas de filtración para la recuperación de salmueras.	
Implantación: - Elección del sistema de filtración. - Procedimiento de operación. - Personal cualificado.	Balance económico: ☹️ Reducción del gasto de agua. ☹️ Reducción del gasto de sal. 🙋 Coste de los equipos de filtración. 🙋 Coste energético del funcionamiento de los equipos. 🙋 Gastos de mantenimiento. 🙋 Costes de personal.
	Balance medioambiental: 😊 Reducción del consumo de agua. 😊 Reducción del volumen final del vertido. ☹️ Consumo de energía.


Comentarios

La eliminación de grandes cantidades de salmuera junto con el efluente final genera problemas medioambientales debido a que estas salmueras son muy ricas en partículas en suspensión, microorganismos, sales de calcio, magnesio, lactosa, ácido láctico, etc. Esto se traduce en un aumento de los valores de carga orgánica y conductividad del vertido final.

La segregación de las salmueras del resto de corrientes residuales de la empresa hace posible su tratamiento y de esta forma su posible reutilización en la propia empresa o su reciclaje en otros procesos.


Las técnicas de filtración por membranas permiten eliminar los microorganismos presentes en las salmueras y la separación de otras fracciones como las partículas en suspensión y las sales.

Una vez la salmuera es tratada por estas técnicas es posible su reutilización en el mismo proceso compensando las pérdidas de sales que se producen durante el mismo.

 OPC-12: Control del consumo de agua	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Operaciones donde se consume agua.
Problemática medioambiental: El elevado consumo de agua realizado por las empresas del sector lácteo.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: El control periódico de los consumos de agua permite detectar fugas, grifos abiertos, diferencias entre turnos, productos, procesos, etc. Permite ajustar los caudales de consumo a lo estrictamente necesario. Se consiguen reducciones superiores al 5% simplemente por el hecho de establecerse un sistema de control del consumo.	
Implantación: - Instalación de contadores de agua en las principales áreas de consumo. - Lectura de los contadores de forma periódica.	Balance económico: 📉 Reducción del gasto por consumo de agua. 📉 Coste de los contadores. 📉 Coste de personal durante las lecturas de contador.
	Balance medioambiental: ☺ Reducción del consumo de agua. ☺ Disminución del vertido de aguas residuales.

Ejemplo de aplicación

Una empresa que produce 45 T/día de leche esterilizada y tiene un consumo medio mensual de 3.895 m³ de agua instaló contadores de agua en diferentes áreas de la empresa (suministro general, tratamiento de agua, zona exterior y recepción, producción, laboratorios y producción de vapor) y realizó un seguimiento diario de las lecturas de los mismos. El simple control diario de los consumos permitió detectar fugas en la red de suministro interno y el consumo innecesario de agua en diferentes zonas como laboratorios, equipos de vacío o zona de refrigeración. Un control de los consumos a lo largo del día permitió detectar diferencias de consumo entre los diferentes turnos de trabajo, especialmente durante las limpiezas. Al final del proceso se consiguieron reducciones del consumo de agua del 15%.

 OPC-13: Limpieza en seco de superficies	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Limpieza de superficies.
Problemática medioambiental: Las operaciones de limpieza suponen un gran consumo de agua y el vertido de un elevado volumen de aguas residuales. Además en la limpieza de las instalaciones y superficies se arrastran sólidos que finalmente son eliminados con el efluente final, aumentando la carga contaminante del vertido.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Reducir el consumo de agua en las operaciones de limpieza y la cantidad de residuos sólidos que llegan al efluente final mediante la utilización de sistemas de retirada en seco de dichos residuos.	
Implantación: - Retirar los residuos sólidos en seco mediante cepillos, escobas o utilizando sistemas de aire a presión. - Instalar rejillas en los sumideros para evitar que los residuos sólidos entren en el sistema de evacuación de aguas residuales. - Formación del personal. - Establecer un procedimiento de operación para la realización de las limpiezas.	Balance económico: ☹ Reducción del coste de agua. ☹ Reducción de los costes de depuración del vertido final. ☹ Reducción de los costes de gestión de los residuos sólidos. ☹ Costes de personal.
	Balance medioambiental: ☺ Reducción del consumo de agua. ☺ Reducción del volumen final del vertido. ☺ Reducción de la carga contaminante del vertido, especialmente de los sólidos en suspensión. ☹ Mayor volumen de residuos sólidos.

Comentarios

En ocasiones se utiliza el manguero con agua para arrastrar los residuos sólidos antes de empezar la limpieza. Esta práctica supone el consumo de una gran cantidad de agua y el aumento de la carga contaminante de las aguas residuales. Estos residuos pueden ser incrustaciones de compuestos de la leche, restos de cuajada, envases y otros materiales.


La retirada en seco de los residuos sólidos reduce la cantidad de sólidos presentes en las aguas residuales y disminuye el consumo de agua. Con esta medida se consiguen reducciones del 25% del consumo de agua en las limpiezas.

La gestión de los residuos sólidos obtenidos en seco resulta también más fácil y económica, como en el caso de los residuos de envases que son susceptibles de reutilización y/o reciclaje.

Ejemplo de aplicación

En función del mayor o menor grado de implantación de esta opción se consiguen distintos porcentajes de reducciones del consumo de agua. Para una empresa que procesa diariamente 50 T de leche, con un consumo de agua estimado de 160 m³/día, se pueden conseguir los siguientes porcentajes de reducción en el consumo diario de agua en las operaciones de limpieza.

Reducción del consumo de agua de limpieza	5%	10%	15%	20%	25%
Reducción del consumo de agua en las operaciones de limpieza (m ³)	2,4	4,8	7,2	9,6	12
Consumo de agua (m ³)	157,6	155,2	152,8	150,4	148

 OPC-14: Instalación de sistemas de cierre instantáneo en las mangueras de agua	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Limpieza de instalaciones.
Problemática medioambiental: Las operaciones de limpieza consumen entre un 25-40% del agua consumida en la empresa láctea.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Instalar boquillas o pistolas de cierre automático en las mangueras de agua empleadas en la limpieza.	
Implantación: - Instalación de sistemas de cierre automático en las mangueras de agua.	Balance económico: ☞ Reducción del gasto en agua. ☞ Coste de los dispositivos de cierre automático.
	Balance medioambiental: ☺ Menor consumo de agua. ☺ Reducción del volumen final del vertido.

Comentarios

El agua llega a las zonas de limpieza mediante mangueras permitiendo así abarcar un mayor número de superficies a limpiar. De esta forma la apertura y cierre de la corriente de agua depende directamente de los operarios.


Durante el cambio de operación o al trasladarse de una zona a otra, las mangueras pueden quedar abiertas, con la consiguiente pérdida de agua. Esta situación puede evitarse mediante la instalación de dispositivos de cierre instantáneo al final de las mangueras que evitan la salida de agua cuando el operario no está presionando el dispositivo de apertura.

El menor consumo de agua se ve reflejado también en una menor generación de aguas residuales. Con estos sistemas se estima que se pueden llegar a alcanzar reducciones de hasta el 15% del volumen de agua consumido en las operaciones de limpieza.

Ejemplo de aplicación

En una empresa láctea donde se procesan 7.025 T/año de leche para la fabricación de yogur y otros productos lácteos con un consumo anual aproximado de 15.000 m³ de agua, se estimaba que el consumo de agua era cercano al 60% del consumo total de la instalación. Por ello, se implantaron diversas acciones de reducción del consumo de agua en las operaciones de limpieza de superficies, consiguiéndose los siguientes resultados (datos estimados durante un año).

ACCIONES	REDUCCIÓN	REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA (m ³)
Limpieza en seco de suelos y otras superficies previa a la limpieza con agua	4%	360
Instalación de sistemas de cierre automático de agua en las mangueras	11%	990
Utilización de agua con presión para la limpieza de zonas exteriores	8%	720
Total	23%	2.070

 OPC-15: Utilización de agua a presión para la limpieza de superficies	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Limpieza de instalaciones.
Problemática medioambiental: Las operaciones de limpieza consumen entre un 25-40% del agua consumida en la empresa láctea.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Utilizar agua a presión para la limpieza de superficies, instalando boquillas de presión en las mangueras o mediante unidades móviles de agua a presión.	
Implantación: - Instalar boquillas de presión en las mangueras. - Disponer de unidades móviles de suministro de agua a presión.	Balance económico: ↓ Reducción del gasto en agua. ↓ Coste de los equipos.
	Balance medioambiental: ☺ Menor consumo de agua. ☺ Reducción del volumen final del vertido.


Comentarios

La utilización de agua a presión aumenta la eficacia de la limpieza ya que el agua ejerce una acción mecánica para eliminar la suciedad.

La implantación de esta opción puede realizarse de forma sencilla mediante la instalación de boquillas de presión en las mangueras ya existentes, que además pueden contar con sistemas de cierre automático incluido en la misma. Con este sistema se consigue un agua a baja-media presión.

Si se necesita agua a alta presión lo más habitual es la utilización de equipos que suministran el agua a presión.

Los sistemas de alta presión se pueden utilizar para la limpieza de superficies en el exterior de las instalaciones, ya que tienen el inconveniente de que debido a la fuerza del impacto se pulverizan partículas de suciedad en todas direcciones. Más tarde éstas se depositan de nuevo sobre las superficies ya limpias pudiendo volver a contaminarlas.

 OPC-16: Utilización de sistemas con espuma para la limpieza de superficies	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Sustitución de equipos.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Limpieza de instalaciones.
Problemática medioambiental: Las operaciones de limpieza consumen entre un 25-40% del agua consumida en la empresa láctea.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Sustitución de los sistemas tradicionales de limpieza de superficies por sistemas de limpieza con espuma y enjuagado posterior con agua a presión.	
Implantación: - Establecimiento de un procedimiento de operación. - Equipos para la aplicación de productos de limpieza en forma de espuma. - Formación del personal de limpieza.	Balance económico: ☞ Reducción del consumo de agua. ☞ Reducción del consumo productos de limpieza. ☞ Coste de equipos. ☞ Coste de formación del personal.
	Balance medioambiental: ☺ Menor consumo de agua. ☺ Reducción del volumen final del vertido. ☺ Reducción de la carga contaminante del vertido final. ☺ Menor consumo de productos de limpieza.

Comentarios

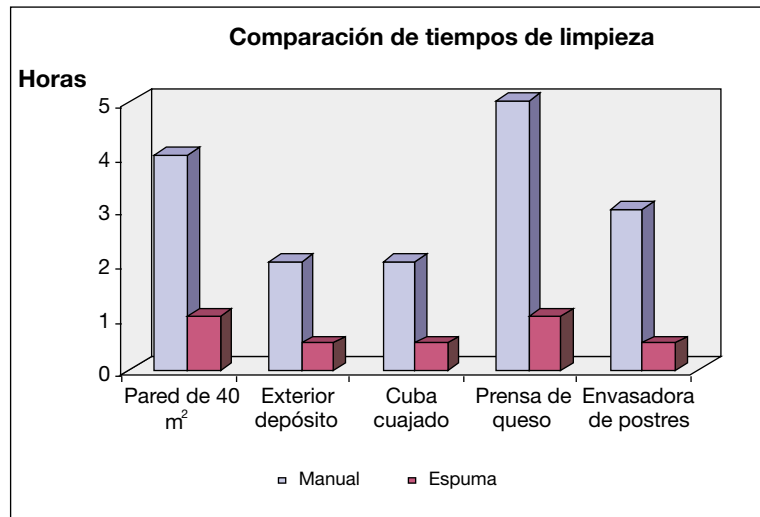
La limpieza de instalaciones se realiza tradicionalmente de forma manual sin una tecnología adecuada. Estas prácticas suelen llevar asociado un excesivo consumo de agua y productos de limpieza, y la consiguiente generación de elevados volúmenes de aguas residuales de limpieza.


Los sistemas de limpieza con espuma consisten en la aplicación del detergente en forma de espuma sobre la superficie a limpiar y, transcurrido el tiempo de contacto necesario para que la suciedad se reblandezca o solubilice, su retirada mediante baldeo con agua a media o alta presión. Posteriormente se realiza la desinfección y su correspondiente enjuague.

Para la aplicación de los productos espumantes es necesario disponer de equipos adecuados que permitan realizar la mezcla de la solución detergente con aire. Los sistemas pueden consistir en una estación central que alimente a las estaciones satélite desde las que se realiza la limpieza, o en estaciones móviles capaces de acceder a todas las zonas a limpiar.

Dado que el sistema suministra las cantidades necesarias previamente establecidas para cada etapa de limpieza, las dosificaciones de producto están optimizadas y se consiguen mejores resultados en la limpieza y desinfección.

Figura 55
COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE LIMPIEZA ENTRE LOS MÉTODOS MANUALES
Y LA UTILIZACIÓN DE ESPUMA (Esteban Andueza, 1997)



 OPC-17: Utilización de sistemas de limpieza CIP	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Sustitución de Tecnología.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Limpieza de equipos.
Problemática medioambiental: Las operaciones de limpieza consumen entre un 25-40% del agua consumida en la empresa láctea.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Sustitución de los métodos tradicionales de limpieza de equipos por sistemas de limpieza CIP con circulación en circuito cerrado.	
Implantación: - Instalación de equipos de limpieza CIP. - Personal cualificado. - Procedimientos de operación. - Posibilidad de reutilizar el agua de enjuagado y otras soluciones.	Balance económico: 📉 Reducción del consumo de agua. 👤 Reducción de los costes de personal. ⚡ Gasto de energía.
	Balance medioambiental: ☺ Menor consumo de agua. ☺ Reducción del volumen de vertido de aguas residuales. ☺ Menor cantidad de residuos de envases de productos de limpieza. ☹ Mayor consumo de energía.

Comentarios

Los métodos de limpieza de equipos y conducciones tradicionales consisten en el desmontaje y limpieza manual de las piezas. Estos sistemas se caracterizan por su baja eficacia, el elevado gasto en mano de obra y los amplios periodos de parada de producción.

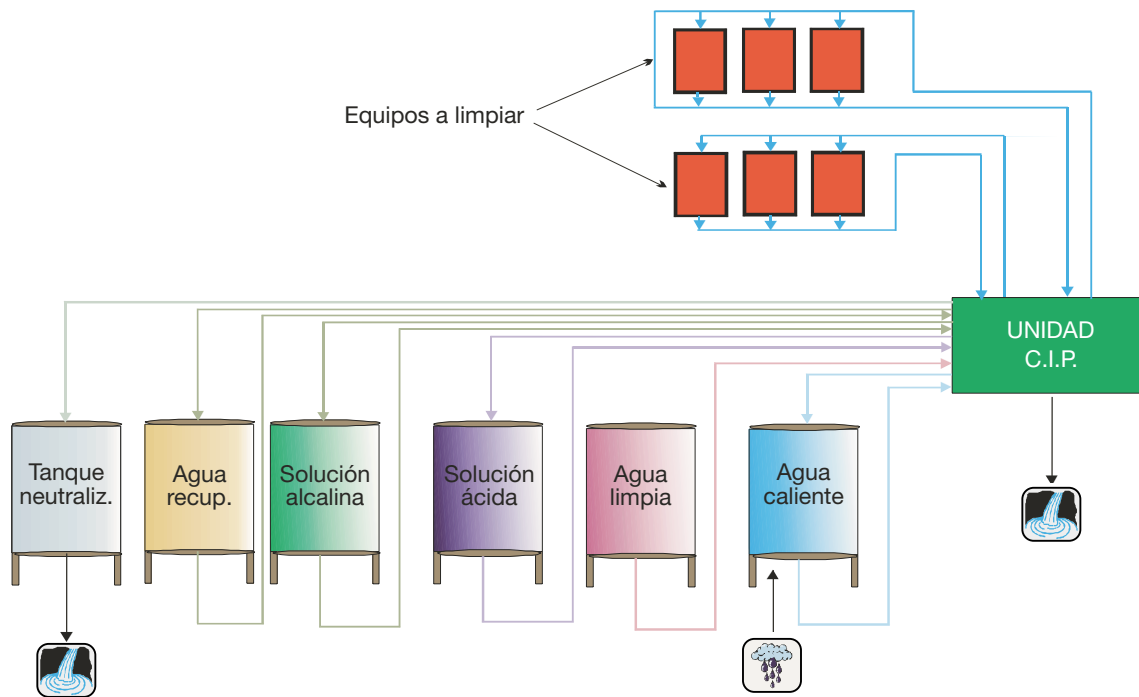
Los sistemas CIP (Clean in Place) consisten en hacer pasar de forma secuencial las soluciones de limpieza y desinfección así como los correspondientes enjuagues en el interior de las conducciones y equipos. Estos sistemas permiten conseguir mayor eficacia en la limpieza, disminuir el tiempo empleado en el proceso y minimizar el impacto medioambiental producido.

Las limpiezas CIP completas en una industria láctea constan generalmente de las siguientes etapas:

- Aclarado inicial.
- Fase detergente con un agente cáustico, para la eliminación de los residuos orgánicos.
- Aclarado intermedio.
- Fase desincrustante con un agente ácido, para la eliminación de las deposiciones calcáreas.
- Aclarado intermedio.
- Desinfección de las instalaciones.
- Aclarado final.

La unidad central de un sistema CIP está constituida por: depósitos de almacenamiento de los productos detergentes concentrados, depósitos de agua limpia, bombas de recirculación, depósito de recuperación del agua de aclarado (si existe recuperación) y otros sistemas para la preparación de soluciones.

Figura 56
DIAGRAMA DE LIMPIEZA CIP



Una de las grandes ventajas de estos equipos es que permiten una gran automatización, lo cual repercute en menores consumos de agua y productos químicos y menor volumen de aguas residuales. El control de los parámetros de limpieza (temperatura, pH, concentración de productos, etc.) en los propios equipos permite optimizar aún más los consumos.

Dado que cada una de las corrientes de agua y de las soluciones de limpieza se recirculan desde los correspondientes depósitos de almacenamiento, la implantación de estos sistemas CIP permite introducir sistemas de reutilización de las soluciones de aclarado y regeneración de las soluciones detergentes.

En el caso de la recuperación del agua del aclarado final y su reutilización para el prelavado del siguiente ciclo se consiguen disminuciones de hasta el 50% del consumo de agua en la operación.


Otra ventaja es una disminución de la generación de residuos de envases de los productos de limpieza, ya que con este sistema los productos son almacenados en depósitos rellenables.

Ejemplo de aplicación

En la siguiente tabla se recoge una aproximación de las reducciones alcanzadas en una quesería que procese 100.000 litros de leche al día.

	LIMPIEZA TRADICIONAL SIN RECUPERACIÓN DE SOLUCIONES (m ³ /día)	LIMPIEZA MEDIANTE SISTEMAS CIP (m ³ /día)
Aguas de aclarado	50	15
Aguas con pH 11 - 12	12	2
Aguas con pH 1 - 2	8	1

(Fuente: Esteban Andueza, 1998).

 OPC-18: Utilización de detergentes de un solo pase	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Sustitución de materias auxiliares.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Limpieza de equipos.
Problemática medioambiental: Las operaciones de limpieza consumen entre un 25-40% del agua consumida en la empresa láctea. Estas operaciones de limpieza generan un volumen importante de aguas residuales con una elevada carga contaminante, procedente de restos de productos lácteos, detergentes y desinfectantes.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Sustitución de los detergentes tradicionales por detergentes de “un solo pase” consiguiendo los mismos resultados pero con menor consumo de agua y productos detergentes.	
Implantación: - Establecimiento de un programa de limpieza y desinfección. - Realización de procedimientos de operación. - Equipos de limpieza CIP.	Balance económico: ☞ Menor gasto en mano de obra. ☞ Reducción del consumo de recursos (agua y energía). ☞ Reducción del consumo de productos de limpieza y desinfección. ☞ Reducción del coste de depuración.
	Balance medioambiental: ☺ Reducción del consumo de agua. ☺ Reducción del consumo de energía (electricidad y vapor). ☺ Reducción del consumo de productos de limpieza. ☺ Reducción del volumen final del vertido. ☺ Reducción de la carga contaminante del vertido. (Reducción del vertido de Fósforo y Nitrógeno).

Comentarios

A partir de los sistemas de limpieza CIP la investigación se centró en el desarrollo de nuevos productos detergentes capaces de conseguir con un solo tratamiento los mismos resultados que con el doble tratamiento con álcali y ácido. Así surgieron los productos de “un solo pase”. En algunos casos, se puede adicionar incluso el desinfectante, realizándose la desinfección a la vez que la limpieza.

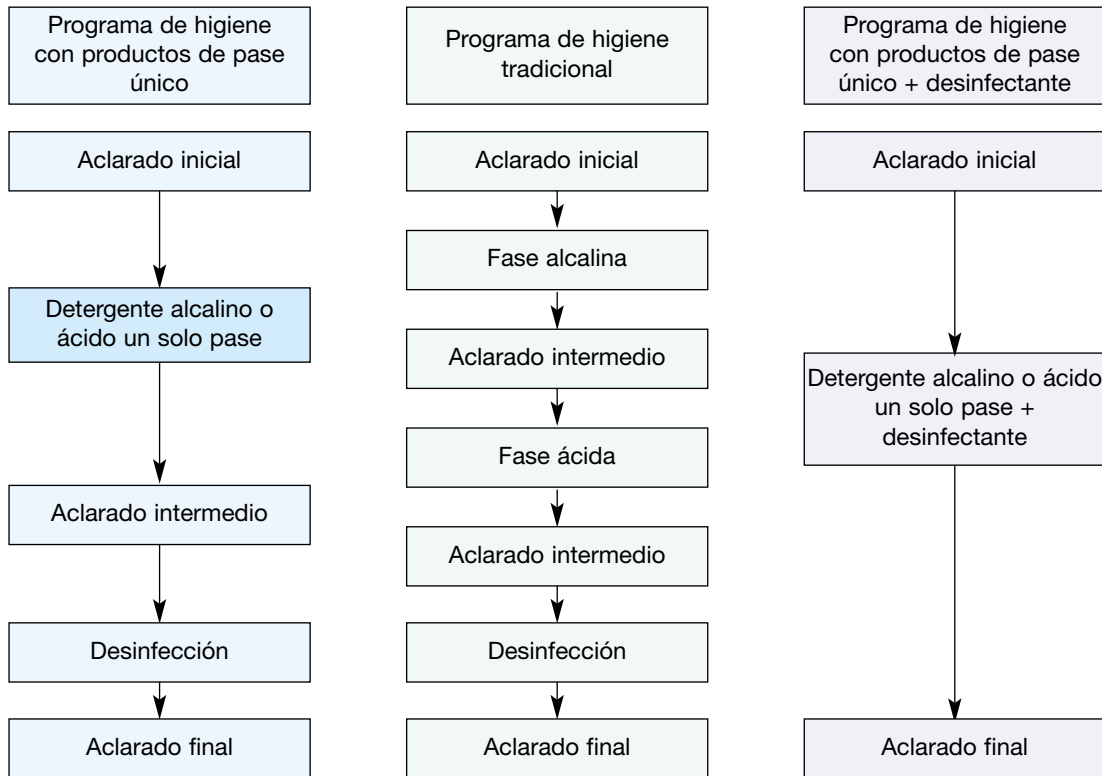
En los sistemas tradicionales de dos fases, los productos alcalinos eliminan proteínas, grasas y lactosa pero es necesario un producto ácido para eliminar las sales inorgánicas. Sin embargo, los detergentes de “un solo pase” son capaces de eliminar con un solo producto tanto las proteínas, grasas y lactosa como las sales.

Para adaptarse a los requerimientos de limpieza de la industria se han desarrollado dos tipos de productos de un solo pase, los productos formulados en base ácida y los formulados en base alcalina.

- Los *productos de carácter ácido* se formulan con un ácido y una alta cantidad de tensioactivo para actuar contra los residuos de grasa y proteína. De esta forma en un solo pase se elimina la suciedad de carácter orgánico e inorgánico.
- Los *productos de carácter alcalino* se formulan con una base y una alta concentración de humectantes y emulsiones (que facilitan la disgregación de residuos de grasa y proteína) y de agentes secuestrantes (que impiden la deposición de sales alcalinas presentes en la solución de limpieza y eliminan las incrustaciones producidas por el propio proceso productivo).

En la siguiente figura se muestran las diferencias con respecto a un programa de limpieza CIP tradicional.

Figura 57
PROGRAMAS DE LIMPIEZA CIP CON DISTINTAS SOLUCIONES DE LIMPIEZA



En la siguiente tabla se recogen algunos ejemplos de aplicación de este tipo de limpieza para distintas zonas de la industria láctea.

Tabla 22: Ejemplos de aplicación de limpieza CIP
(Fuente: Arnau Calduc, F. 1995)

ÁREA	LIMPIEZA
Zona de leche fría: cisternas de recogida, tuberías, instalaciones de llenado	Limpieza en una fase, ácida o alcalina. Según la dureza del agua la limpieza ácida puede ser más económica
Coagulación de queso, moldes de queso	Limpieza en una fase ácida
Zona de leche fría: tanques y llenadoras para requesón, yogur, etc.	Limpieza en una fase alcalina
Pasteurizados	Limpieza en una fase alcalina con aditivos
Equipos UHT, evaporadores	No es adecuada la limpieza en una fase

Las ventajas medioambientales pueden verse a simple vista ya que en el programa de limpieza con un detergente de un solo pase necesita menos etapas de aclarado y de aplicación de producto.

Tabla 23: Reducciones conseguidas con detergentes de un solo pase frente al sistema tradicional de limpieza CIP (Esteban Andueza, 1998)

	PROGRAMA DE HIGIENE CON PRODUCTOS DE UN SOLO PASE	PROGRAMA DE HIGIENE CON PRODUCTOS DE UN SOLO PASE ÁCIDO-DESINFECTANTE
Reducción del vertido	50%	62%
Reducción de tiempo y energía	60%	74%

(Porcentaje de reducción considerado respecto de un programa tradicional de higiene).

Una reducción del tiempo dedicado a la limpieza puede suponer un aumento importante del tiempo de producción. En algunos casos una reducción del tiempo de limpieza de un 25% puede llegar a suponer un incremento del tiempo de producción de 1,5 horas al día. (UNEP, 2000)


Otra ventaja medioambiental de estos sistemas es el menor contenido en fósforo y nitrógeno de los productos que son una de las principales aportaciones de los productos de limpieza a la contaminación de las aguas. Mientras que los detergentes tradicionales contienen entre un 10%-20% de fósforo, los detergentes ácidos de una sola fase contienen entre 0,1-0,2 % y los alcalinos entre un 0,2-0,3 % de fósforo. (F. Arnau, 1995)

Ejemplo de aplicación

Para la limpieza de un pasteurizador de 15.000 l/h, un volumen de circuito de 250 litros y un caudal de la bomba de 20.000 l/h.

LIMPIEZA CIP TRADICIONAL			LIMPIEZA DETERGENTE UN SOLO PASE		
FASE	TIEMPO	CONSUMO	FASE	TIEMPO	CONSUMO
Aclarado	10'	3,3 m ³ agua	Aclarado	10'	3,3 m ³ agua
Trat. alcalino	40'	5 kg sosa	Tratamiento detergente de "un solo pase"	20'	7,5 kg
Aclarado	15'	5 m ³ agua			
Trat. ácido	20'	4 kg ác. nítrico			
Aclarado	15'	5 m ³ agua	Aclarado	10'	3,3 m ³ agua

	LIMPIEZA CIP TRADICIONAL	LIMPIEZA DETERGENTE UN SOLO PASE
Consumo total de agua	13,3 m ³ agua	6,6 m ³ agua
Tiempo total empleado	100'	40'
Consumo de productos de limpieza	9 kg	7,5 kg

 OPC-19: Recuperación de las soluciones de limpieza	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Limpieza de equipos.
Problemática medioambiental: Vertidos puntuales de las soluciones de limpieza (ácidos, básicos, desinfectantes) con elevada concentración contaminante.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: La utilización de algún sistema de recuperación de soluciones de limpieza para evitar el vertido de productos químicos que puedan seguir utilizándose.	
Implantación: - Equipos de recuperación de soluciones (sistemas de filtración). - Personal cualificado. - Procedimientos de operación.	Balance económico: ☞ Reducción del consumo de soluciones de limpieza. ☞ Reducción del coste de tratamiento del vertido final. ☞ Reducción del consumo de agua. ☞ Aumento del gasto energético. ☞ Costes de los equipos. ☞ Coste de mantenimiento de los equipos de filtración de soluciones. ☞ Costes de formación del personal.
	Balance medioambiental: ☺ Reducción del volumen final del vertido. ☺ Reducción del consumo de agua. ☺ Reducción de la carga contaminante del vertido. ☹ Aumento del consumo energético.

Comentarios

La cantidad de productos de limpieza empleados en la industria láctea es elevada, estimándose que por cada tonelada de leche elaborada se usan entre 1-4 kg de soluciones de limpieza que se eliminan una vez agotadas. (Alejandro Held, 1995).

La utilización de técnicas de recuperación de estas soluciones permite que éstas puedan ser reutilizadas y por tanto disminuir su consumo.

La regeneración de las soluciones limpiadoras ácidas se basa fundamentalmente en sistemas de decantación de los componentes orgánicos, ya que éstos no se disuelven en las soluciones ácidas y quedan en suspensión. Eliminando el sedimento del fondo y/o la grasa sobrenadante, la solución puede volverse a utilizar sin necesidad de ningún otro tratamiento especial, compensando las pérdidas mediante adición de producto concentrado (G. Wildbrett, 2000).

La regeneración de las soluciones limpiadoras alcalinas requiere tratamientos algo más complejos ya que los componentes orgánicos de la suciedad se encuentran mayoritariamente disueltos en la solución. En presencia de tensidos también pueden producirse emulsiones. Las técnicas convencionales de sedimentación o centrifugación no consiguen buenos rendimientos. Las técnicas de filtración tangencial, en las que la solución sucia incide sobre una membrana de forma tangencial permiten conseguir buenos rendimientos.

El ahorro de productos de limpieza al aplicar el reciclado de las soluciones por ultra o microfiltración puede superar el 90% (Alejandro Held, 1995). El concentrado de materia orgánica resultante de la regeneración se ha aprovechado en algunos casos como forraje o abono (Alejandro Held, 1995).


Ejemplo de aplicación

Para una empresa que presentara los siguientes valores:

CARACTERÍSTICAS	
Producción de leche (T/día)	50
Consumo de productos químicos (kg/T leche producida)	100

La recuperación de las soluciones de limpieza mediante técnicas de filtración tangencial supondría un ahorro de productos de limpieza de un 60%. La cuantificación de los beneficios obtenidos se muestra a continuación.

	ANTES DE IMPLANTAR LA OPC	DESPUÉS DE IMPLANTAR LA OPC
Consumo total de productos de limpieza (T/año)	30	12


 OPC-20 Control periódico de las emisiones de las calderas	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Generación de agua caliente o vapor.
Problemática medioambiental: Emisiones de gases de combustión a la atmósfera.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Establecer un programa de mantenimiento periódico de las calderas y de vigilancia y control de las emisiones de gases de combustión. De esta forma se asegura el adecuado funcionamiento del sistema y la optimización de la combustión.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo de las calderas. - Realización de mediciones periódicas de las emisiones de gases. - Procedimiento de operación. - Control visual de la salida de humos. - Personal cualificado. 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> 👉 Reducción del consumo de combustible. 👉 Coste de las mediciones y análisis de las emisiones. 👉 Costes de personal.
	Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> ☺ Reducción de la emisión de gases contaminantes. ☺ Reducción del consumo de combustibles.


Ejemplo de aplicación


Para una caldera de producción de vapor de una potencia térmica de 528.000 kcal/h y 800 kg/h de producción máxima, que utiliza propano como combustible, se realizaron las siguientes mediciones antes y después de la puesta a punto de la caldera:


	ANTES	DESPUÉS
% O ₂	1,81	5,79
%CO ₂	12,52	9,93
ppm CO	8.919,38	1,63
ppm NOx	70,75	72,00
ppm SO ₂	0,00	0,00
%Rendimiento	83,82	90,56


A la vista de estos resultados, la puesta a punto de la caldera condujo a mejorar el exceso de oxígeno durante la combustión, lo que se tradujo en un mejor rendimiento de la caldera y en disminuciones muy importantes de las emisiones de monóxido de carbono y CO₂.

 OPC-21: Recuperación del agua de condensación	
Tipo de Oportunidad: Reciclaje en origen.	
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Operaciones auxiliares.
Problemática medioambiental: El elevado consumo de agua (entre 1,3-3,2 l de agua/kg de leche procesada) que se produce en las empresas lácteas.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Recuperar las aguas de condensación generadas durante los tratamientos térmicos y las refrigeraciones. Este agua se puede utilizar para la alimentación de las calderas si su calidad es la adecuada.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Establecer la calidad de agua requerida para cada operación. - Instalación de sistemas de recuperación de los condensados. - Recirculación de las aguas de condensación. - Utilización de los condensados para la alimentación de calderas. - Puede ser necesario el uso de aditivos (fungicidas, antical, antincrustante, algicidas, desinfectantes, etc.). 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> 📉 Reducción del consumo de agua. 🔧 Adecuación de los equipos e instalación de sistemas de recogida y recirculación de condensados. Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> ☺ Reducción del volumen final del vertido. ☺ Reducción del consumo de agua.

 OPC-22: Evitar las fugas de fluidos frigoríficos	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Equipos de frío.
Problemática medioambiental: La emisión de fluidos frigoríficos con CFC a la atmósfera.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Establecer un procedimiento de control sobre las emisiones de fluidos frigoríficos para evitar fugas y optimizar el rendimiento de los equipos.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Revisar periódicamente el estado de las instalaciones, sobre todo si hay pérdidas de presión en el circuito o disminuciones de rendimiento. - Revisar las juntas entre tuberías y accesorios o equipos. - Instalación de dispositivos de control en la instalación. - Sustitución de equipos. - Personal especializado, para la recarga y manejo de los fluidos y equipos frigoríficos. 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> ☞ Reducción de los gastos por pérdidas de fluidos frigoríficos. ☞ Reducción del consumo de energía. ☞ Costes de personal para el mantenimiento. ☞ Coste de equipos.
	Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> ☺ Reducción de la emisión de gases refrigerantes. ☺ Menor consumo de energía.

 OPC-23: Sustitución de los fluidos frigoríficos por otros que no contengan CFC	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Sustitución de materiales.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Equipos de frío.
Problemática medioambiental: La emisión de fluidos frigoríficos, con CFC a la atmósfera.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Eliminación de los fluidos frigoríficos que contengan CFC, bien por la sustitución de fluidos frigoríficos si la instalación lo permite o por cambio de los equipos de frío.	
Implantación: - Utilización de fluidos autorizados. - Sustitución de equipos.	Balance económico: ☹ Coste de equipos.
	Balance medioambiental: ☺ Reducción de la emisión CFC a la atmósfera.

 OPC-24: Almacenar los productos peligrosos en condiciones adecuadas	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Operaciones auxiliares.
Problemática medioambiental: Los productos peligrosos pueden contaminar grandes extensiones de suelo y agua en el caso de producirse vertidos o derrames accidentales.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Disponer de una zona de almacenamiento adecuada para los productos peligrosos. Esta zona debería estar protegida del paso de vehículos, con acceso restringido al personal responsable y con medidas de recogida de los lixiviados que se pudieran producir.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Disponer de una zona de almacenamiento específica para estos productos con las oportunas medidas de seguridad. - Impermeabilizar el suelo sobre el que se depositan estos productos. - Disponer un sistema de recogida independiente de las aguas residuales para los derrames de productos peligrosos. - Formación del personal sobre el manejo de estos productos. - Establecer un sistema de actuación en caso de accidente (tanto para el medio ambiente como para los trabajadores). - Señalizar y etiquetar adecuadamente los productos peligrosos. 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> ☞ Reducción de los costes de tratamiento y/o depuración. ☞ Coste de acondicionamiento de las zonas de almacenamiento. ☞ Coste de formación del personal.
	Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> ☺ Prevenir accidentes con implicaciones medioambientales.

 OPC-25: Minimización de los residuos de envases	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de producto (envases).
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Envasado.
Problemática medioambiental: La industria láctea pone en el mercado gran cantidad de envases y embalajes. Además, por fallos en la línea de envasado o defectos en el producto final suelen generarse muchos envases usados que se convierten en residuo para la empresa.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: La implantación de un plan de minimización de residuos de envase tras la realización del correspondiente estudio, permite reducir en gran medida la cantidad de material de envase puesto en el mercado sin reducciones sustanciales en las prestaciones de los mismos (resistencia mecánica, preservación del producto,...).	
Implantación: - Estudio de posibilidades de minimización y estudio de mercado. - Modificaciones en los equipos de fabricación de envases (si se realiza en la propia planta). - Posible cambio en el suministrador de envases. - Re-diseño de los envases de productos lácteos.	Balance económico: ☞ Menor consumo de material de envase. ☞ Menores costes de gestión de los residuos de envase propios de la empresa. ☞ Coste del estudio de minimización. ☞ Modificaciones en la línea de envasado y almacenamiento.
	Balance medioambiental: ☺ Disminución del volumen de residuos de envases puestos en el mercado.

Comentarios

Las industrias lácteas se caracterizan por elaborar productos muy perecederos que es necesario proteger con envases para ponerlos en el mercado. La optimización de la ratio peso de envases/peso de producto permite reducir consumos innecesarios de recursos y/o energía para su fabricación y reducir la cantidad de residuos de envases que quedan en el mercado una vez consumido el producto por parte del consumidor.

Para implantar un plan de minimización de envases en una empresa láctea se suelen seguir los siguientes pasos:

- Realización de un inventario de todos los envases que utiliza la empresa en cuanto a formatos, tipo de material, volumen, especificaciones, etc.
- Estudio de posibilidades de minimización de envases (cambios de material, características del material, diseño envase, volumen envase, transporte, almacenamiento) teniendo en cuenta entre otras cosas las necesidades del producto y los condicionantes del sistema de transporte y almacenamiento utilizado.
- Aplicación de las medidas.
- Cuantificación de los resultados.

Ejemplos de aplicación

Caso 1


Una empresa que utiliza 2.000 palets de un solo uso al año para el transporte de sus productos se planteó la posibilidad de utilizar palets reciclables de mejor calidad con una vida útil de 12 reutilizaciones. A continuación se muestran las mejoras obtenidas.


	ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN	DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN
N.º de palets	2.000	50
Peso unitario (kg/palet)	17	23,5
N.º de utilizaciones	1	40
Residuo de palet (T/año)	34	0,78


Caso 2


Una empresa que produce 50.000 l de leche UTH utiliza cajas de cartón de 124 gr/m² para agrupar los envases tipo brik en grupos de 6 unidades. Se plantean dos opciones para la minimización del cartón: a) utilizar cartón de menos gramaje (110 gr/cm²), o b) cambiar el diseño para utilizar menos superficie de cartón lo que supone reducir la superficie de cartón de 4.140 cm² a 3.515 cm². En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:


	ACTUAL	OPCIÓN A	OPCIÓN B
N.º de envases	8.333	8.333	8.333
Peso unitario caja (g/m ²)	124	119	124
Superficie (cm ²)	4.140	4.140	3.515
Peso total de cartón (T/año)	427,8	410,5	363,2

 OPC-26: Segregar adecuadamente los residuos sólidos	
Tipo de Oportunidad: Valorización.	Reciclaje externo.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Envasado.
Problemática medioambiental: El volumen de residuos sólidos producido es elevado, especialmente en el caso de residuos de envases y embalajes. Estos residuos son susceptibles de reciclado para la fabricación de nuevos productos.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Implantar la infraestructura necesaria que permita una adecuada segregación de los principales tipos de residuos sólidos generados en la empresa (envases, papel/cartón, plásticos, vidrio), de forma que más adelante se puedan gestionar adecuadamente.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Disponer contenedores para cada tipo de residuo. - Identificar los distintos contenedores en función del residuo que se vaya a depositar en él. - Colocar contenedores próximos a las zonas de mayor generación de residuos de envases y embalajes para facilitar la segregación de los mismos. - Disponer de una zona de almacenamiento. - Compactar los residuos de envase para ahorrar espacio de almacenamiento y gastos de transporte. - Formación del personal. 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> 👉 Reducción del coste de gestión de residuos. 👉 Coste de los contenedores. 👉 Coste de los equipos de acondicionamiento (compactadoras, empacadoras,...). 👉 Costes de formación del personal.
	Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> 😊 Valorización de residuos.

 OPC-27: Neutralización de las corrientes ácidas y básicas antes del vertido	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Depuración de aguas residuales.
Problemática medioambiental: Vertidos puntuales de aguas residuales de limpieza con pH extremo cuando se vacían los depósitos correspondientes a las soluciones de limpieza ácidas o básicas. Éstas provocan un elevado impacto medioambiental sobre el medio receptor y pueden resultar muy dañinas para los sistemas de depuración de aguas residuales (especialmente si estos son biológicos).	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Neutralizar las corrientes con pH extremo previamente a su vertido, mezclando las corrientes ácidas y básicas o dosificando reactivo para alcanzar un pH próximo a la neutralidad en el punto de vertido.	
Implantación: - Construcción de una balsa de homogeneización / neutralización de corrientes ácidas y básicas. - Dosificación de reactivos.	Balance económico: 📉 Reducción del coste de depuración. 💰 Coste de la construcción de una balsa de homogeneización. 🖱️ Coste del sistema de dosificación de reactivo.
	Balance medioambiental: 😊 Reducción de la peligrosidad del vertido.

 OPC-28: Optimización del rendimiento energético mediante cogeneración	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Generación de energía.
Problemática medioambiental: La elevada demanda energética (térmica y eléctrica) que tienen las empresas lácteas.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: En plantas industriales de gran tamaño o en plantas con elevadas demandas de energía térmica (como por ejemplo las que disponen de operaciones de concentración de lactosuero), puede llegar a ser viable económicamente la producción de energía eléctrica con aprovechamiento del calor residual para la producción de energía térmica. La viabilidad de esta opción depende en cada momento de: los precios de los combustibles fósiles, la energía eléctrica y los apoyos gubernamentales existentes en cada país a la cogeneración.	
Implantación: Desarrollo del proyecto de cogeneración: <ul style="list-style-type: none"> - Estudio de viabilidad. - Proyecto básico. - Optimización del diseño. - Construcción y puesta en marcha. - Legalización y trámites administrativos. - Relaciones con la compañía eléctrica y la suministradora de combustible. - Mantenimiento y explotación. 	Balance económico: <ul style="list-style-type: none"> 👉 Disminución del coste energético. 👉 Independencia energética. 👉 Costes de desarrollo del proyecto. 👉 Inversión en el sistema. 👉 Coste de mantenimiento y explotación. Balance medioambiental: <ul style="list-style-type: none"> ☺ Ahorro de energía primaria. ☺ Reducción de emisiones a la atmósfera (se necesita quemar menos combustible para generar la misma energía). ☺ Empleo de combustibles menos contaminantes (gas natural), o el empleo de combustibles residuales (biogás, biomasa, residuos industriales, etc.).

 OPC-29: Buenas Prácticas para la reducción del consumo de agua	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Todas.
Problemática medioambiental: El elevado consumo de agua de las empresas lácteas que llega a alcanzar valores entre 1,3 – 3,2 l de agua /l leche procesada.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: La implantación de Buenas Prácticas para la reducción del consumo de agua en todas las áreas de la empresa.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Ajustar el caudal de agua a las necesidades de consumo de cada operación. - Establecimiento de las condiciones óptimas de operación, reflejándolas por escrito y difundíendolas entre los trabajadores. - Instalar válvulas que permitan la regulación del caudal. - Instalación de sistemas de cierre sectorizado de la red de agua que permitan cortar el suministro de una zona en caso de producirse una fuga. - Utilizar la calidad de agua adecuada en cada operación permite la reutilización de agua en etapas menos críticas y un ahorro en los tratamientos previos del agua para cada proceso. - Realizar inspecciones periódicas de la instalación y/o del consumo para detectar fugas, roturas o pérdidas lo antes posibles. - Utilización de circuitos cerrados de refrigeración. - Sistemas automáticos de cierre en los puntos de agua (mangueras, grifos, servicios, etc.). - Utilización de las aguas residuales después de ser depuradas, siempre que alcancen un nivel de calidad aceptable, para operaciones como el riego de las zonas ajardinadas de la empresa o limpieza de zonas exteriores. 	

 OPC-30: Buenas Prácticas para la reducción del consumo de energía	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapa / Operación: Todas.
Problemática medioambiental: En la mayoría de las empresas lácteas se produce un elevado consumo de energía (eléctrica y térmica), con valores en muchos casos superiores a 0,14 Kwh/l leche procesada.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Implantación de Buenas Prácticas para la reducción del consumo de energía en las instalaciones de la empresa láctea.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Instalar sistemas de control automáticos para el apagado de luces y equipos cuando no se están utilizando. - Establecimiento de las condiciones óptimas de operación, reflejándolas por escrito y difundiéndolas entre los trabajadores. - Evitar que las puertas de las cámaras permanezcan mucho tiempo abiertas. - Evitar las fugas de vapor. - Evitar las pérdidas de calor en las tuberías e instalaciones mediante el aislamiento térmico de las mismas. - Realizar un mantenimiento adecuado de los elementos de aislamiento y sellado térmico. - Enclavar los elementos de marcha y control, para evitar el funcionamiento de equipos en vacío. - Instalar un sistema informático de control de temperaturas de las cámaras de refrigeración y dispositivo de alarma. 	



OPC-31: Buenas Prácticas para reducir las emisiones de gases

Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.

Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.

Proceso: Elaboración de productos lácteos.

Etapas / Operación: Generación de calor y frío.

Problemática medioambiental:


La emisión de gases de combustión (CO, SO₂ o NO_x, y partículas) en las calderas de producción de vapor o agua caliente y fluidos frigoríficos de los equipos de frío.

Oportunidad de Prevención de la Contaminación:

La realización de Buenas Prácticas como forma sencilla para la reducción de las emisiones de gases.

Implantación:

- Realizar un control visual de la salida de humos.
- Realizar mediciones periódicas de las emisiones de gases.
- Comprobar el correcto funcionamiento de las calderas.
- Realizar un mantenimiento periódico de las calderas y quemadores.
- Revisar periódicamente las instalaciones frigoríficas para detectar posibles fugas.
- Utilización de combustibles más limpios como el gas natural.

 OPC-32: Buenas Prácticas para facilitar la gestión de los residuos	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de productos lácteos.	Etapas / Operación: Todas.
Problemática medioambiental: La generación de residuos producidos en las actividades de la industria láctea (proceso, mantenimiento, limpieza, trabajo de oficina, laboratorio).	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: La realización de medidas para disminuir la cantidad de residuos generados o para facilitar su transporte y gestión.	
Implantación: <ul style="list-style-type: none"> - Evitar el vertido de los aceites lubricantes usados y otros residuos peligrosos al sistema de desagüe. - Evitar que las fugas de combustible lleguen al sistema de evacuación de aguas residuales. - Instalar un sistema de recogida de las posibles fugas de combustible. - Agotar los envases con productos de limpieza, aditivos, productos químicos, etc. - Realizar un control adecuado de los productos disponibles en el almacén. - Utilización de depósitos rellenables para los productos usados en grandes cantidades. - Utilización de envases de mayor formato para los productos de mayor consumo, para disminuir así la cantidad de residuos de envase. - Evitar el vertido de los residuos de laboratorio al sistema general de evacuación de aguas residuales. - Recoger de forma segregada los residuos que vayan a ser reciclados. - Evitar mezclar residuos peligrosos con otros que no lo son. - Identificar la zona de almacenamiento de residuos peligrosos para evitar que puedan mezclarse con los que no lo son. - Retirar en seco los residuos sólidos para facilitar su transporte y posterior gestión. 	

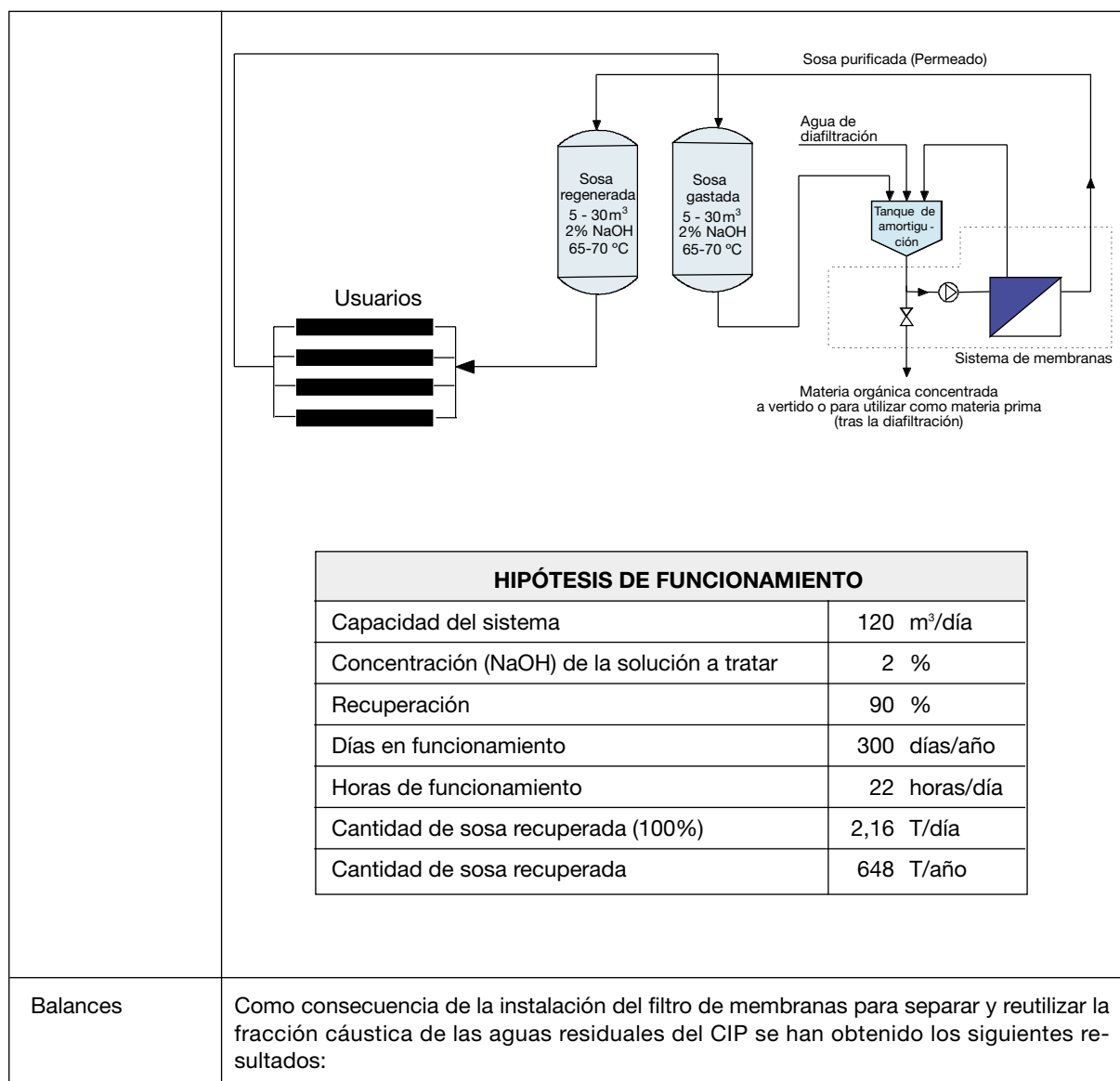
6. CASOS PRÁCTICOS

CASO PRÁCTICO 1/5																	
Empresa	MISR. COMPANY FOR MILK AND FOOD es una de las empresas públicas más grandes del sector lácteo en Egipto con más de 512 trabajadores. La empresa procesa 8.250 toneladas al año de leche cruda para producir 1.250 toneladas/año de queso fresco y 850 toneladas/año de queso curado, además de otros productos lácteos.																
Sector industrial	Industria alimentaria. Fabricación de productos lácteos.																
Consideraciones medioambientales	<p>La fábrica produce cantidades significativas de dos tipos de lactosuero con diferentes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lactosuero permeado obtenido del proceso de ultrafiltración para la fabricación de queso fresco (1,5 T de lactosuero / T de queso fresco). • Lactosuero dulce procedente de la fabricación de queso curado (5,0 T de lactosuero / T de queso curado producido). <p>El lactosuero incorporado a las aguas residuales eleva considerablemente el grado de contaminación. La empresa vierte 183.000 m³/año al alcantarillado de la ciudad sin tratamiento previo de depuración con una DBO₅ de 2.300 ppm y una DQO de 4.050 ppm.</p>																
Antecedentes	<p>Además de la problemática medioambiental causada, el vertido del lactosuero supone el desaprovechamiento de una fuente de carbohidratos, proteínas de alta calidad y minerales.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPOSICIÓN DEL LACTOSUERO (% SOBRE MATERIA SECA)</th> <th>DULCE</th> <th>PERMEADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nitrógeno total (%)</td> <td>1,30</td> <td>0,26</td> </tr> <tr> <td>Nitrógeno no proteico (%)</td> <td>0,30</td> <td>0,24</td> </tr> <tr> <td>Calcio (%)</td> <td>0,058</td> <td>0,055</td> </tr> <tr> <td>Fósforo (%)</td> <td>0,052</td> <td>0,045</td> </tr> </tbody> </table> <p>En Egipto se vienen empleando desde hace años melazas de caña y remolacha como alimento líquido para animales rumiantes. Por este motivo, la oportunidad de utilizar el lactosuero como un nuevo alimento líquido de alta calidad a bajo coste despertó el interés en el sector ganadero próximo a la fábrica.</p> <p>Para demostrar a los ganaderos la viabilidad de esta alternativa se realizó un estudio piloto con 30 ovejas durante 8 semanas sustituyendo el aporte líquido de la dieta habitual (agua) por distintas combinaciones de lactosuero permeado, melazas y urea.</p> <p>Los resultados mostraron que la relación kg de alimento líquido / kg de peso ganado por el animal vivo presenta mayor eficiencia en el lactosuero al 100% (7,51) frente a las melazas al 100% (9,16) o la combinación de melazas, lactosuero y urea (9,66).</p> <p>19 litros de lactosuero permeado reemplazan la misma cantidad de energía y proteína proporcionada por 2,4 kg de cereal/forraje con un 88% de proteína cruda.</p> <p>Nota: Se emplea lactosuero permeado de ultrafiltración por su mayor conservabilidad frente al lactosuero dulce. A pesar de ello y para evitar la acidificación se añadieron aditivos conservantes para mantener el pH por encima de 6 incluso a elevadas temperaturas.</p>		COMPOSICIÓN DEL LACTOSUERO (% SOBRE MATERIA SECA)	DULCE	PERMEADO	Nitrógeno total (%)	1,30	0,26	Nitrógeno no proteico (%)	0,30	0,24	Calcio (%)	0,058	0,055	Fósforo (%)	0,052	0,045
COMPOSICIÓN DEL LACTOSUERO (% SOBRE MATERIA SECA)	DULCE	PERMEADO															
Nitrógeno total (%)	1,30	0,26															
Nitrógeno no proteico (%)	0,30	0,24															
Calcio (%)	0,058	0,055															
Fósforo (%)	0,052	0,045															

<p>Resumen de la actuación</p>	<p>A partir de los resultados del estudio se estimó que el valor real del lactosuero alcanzaba 18,49 €/T. Para hacer más atractiva la alternativa a los agricultores inicialmente la fábrica la vendió a los ganaderos por tan solo 0,26 €/T.</p> <p>Se desarrolló un programa de formación para 5 personas de la empresa y 2 operarios de una granja de vacas. Se explicaron los procedimientos de control y manipulación del lactosuero, actividades de limpieza, registros de mantenimiento y mediciones para monitorizar el lactosuero y la respuesta de los animales.</p> <p>Se puso en marcha un práctico sistema de distribución del lactosuero. En fábrica se instaló una instalación con tuberías, bombas y tanques de recogida de lactosuero hasta su pase a los camiones distribuidores. El lactosuero se descarga en las granjas directamente en los puntos de consumo de agua para ser consumido por las vacas.</p> <p>La empresa adquirió además pHmetros portátiles y termómetros para monitorizar en continuo el lactosuero en 4 puntos clave: a la salida de fábrica, durante el transporte a la granja, en la puerta de la granja y en los puntos de consumo.</p>																														
<p>Balances</p>	<p>Al eliminar o reducir el vertido del lactosuero en la fábrica se ha reducido significativamente la contaminación de las aguas residuales: 415 T menos de DBO₅, 522 T de DQO, 58 T de SS, 218 T de SD y 62 T de aceites y grasas. El volumen de vertido también se redujo en 5.970 m³/año.</p> <p>Los costes de tratamiento de las aguas residuales se redujeron en un 25%.</p> <p>Los costes asociados con la alimentación mediante lactosuero fueron principalmente la segregación en origen y la puesta en marcha del sistema de almacenamiento y distribución de la fábrica a la granja.</p> <p>Los beneficios económicos proceden de la reducción de los costes de depuración de las aguas residuales y de la venta del lactosuero. Para la granja también supone un ahorro significativo de costes directos de alimentación del ganado y el incremento de la productividad. La siguiente tabla muestra un resumen económico de la actuación en el primer año de alimentar 412 vacas con lactosuero.</p> <table border="1" data-bbox="432 1171 1382 1742"> <thead> <tr> <th>CASH FLOW</th> <th>FÁBRICA €/AÑO</th> <th>GRANJA €/AÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transporte de lactosuero e instalación de almacenamiento</td> <td>(13.164)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Sondas y equipos de monitorización</td> <td>(1.122)</td> <td>(1.122)</td> </tr> <tr> <td>Costes de distribución</td> <td>(320)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Inversión en planta de depuración</td> <td>26.407</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Venta de 6.000 m³ de lactosuero a 0,26 €/T</td> <td>1.584</td> <td>(1.584)</td> </tr> <tr> <td>100% de Ahorro en Consumo de Agua (40 kg/cabeza/día)</td> <td>—</td> <td>1.584</td> </tr> <tr> <td>75% de Ahorro en forraje y cereal (2 kg/cabeza/día)</td> <td>—</td> <td>36.521</td> </tr> <tr> <td>Ahorro neto</td> <td>12.385</td> <td>35.399</td> </tr> <tr> <td>Periodo de retorno (meses)</td> <td><10</td> <td><1</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Las cifras entre paréntesis indican un incremento del coste.</p> <p>El ahorro en el primer año procedió principalmente del ahorro en la inversión de la planta de depuración. El segundo y tercer año el ahorro neto para la fábrica ascendió a 10.563 y 22.447 € respectivamente al incrementarse el precio de venta del lactosuero a 1,98 y 3,96 €/T.</p>	CASH FLOW	FÁBRICA €/AÑO	GRANJA €/AÑO	Transporte de lactosuero e instalación de almacenamiento	(13.164)	—	Sondas y equipos de monitorización	(1.122)	(1.122)	Costes de distribución	(320)	—	Inversión en planta de depuración	26.407	—	Venta de 6.000 m ³ de lactosuero a 0,26 €/T	1.584	(1.584)	100% de Ahorro en Consumo de Agua (40 kg/cabeza/día)	—	1.584	75% de Ahorro en forraje y cereal (2 kg/cabeza/día)	—	36.521	Ahorro neto	12.385	35.399	Periodo de retorno (meses)	<10	<1
CASH FLOW	FÁBRICA €/AÑO	GRANJA €/AÑO																													
Transporte de lactosuero e instalación de almacenamiento	(13.164)	—																													
Sondas y equipos de monitorización	(1.122)	(1.122)																													
Costes de distribución	(320)	—																													
Inversión en planta de depuración	26.407	—																													
Venta de 6.000 m ³ de lactosuero a 0,26 €/T	1.584	(1.584)																													
100% de Ahorro en Consumo de Agua (40 kg/cabeza/día)	—	1.584																													
75% de Ahorro en forraje y cereal (2 kg/cabeza/día)	—	36.521																													
Ahorro neto	12.385	35.399																													
Periodo de retorno (meses)	<10	<1																													

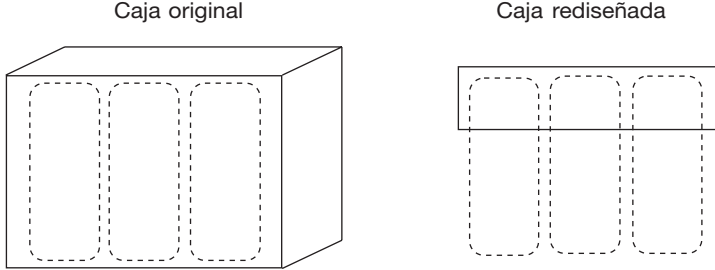
Recomendaciones	<p>Las fábricas pueden emplear las rutas establecidas de abastecimiento de leche en origen para entregar el lactosuero a las granjas.</p> <p>Se debe prestar especial atención al control de calidad durante la manipulación del lactosuero para evitar su contaminación y aumentar el tiempo de conservación.</p> <p>Se recomienda el uso de materiales resistentes a la corrosión en las tuberías y tanques de almacenamiento como acero inoxidable o fibra de vidrio.</p> <p>Es conveniente realizar una limpieza de tuberías al menos una vez a la semana para evitar la contaminación microbiológica y los malos olores.</p> <p>La introducción en la dieta animal del lactosuero debe ser realizada poco a poco para evitar alteraciones digestivas, diarreas, falta de apetito o reducción de la producción. Se puede empezar con una mezcla con agua al 20% e incrementar la proporción de lactosuero un 20% cada semana durante 3 más hasta llegar al 100%.</p> <p>La cantidad de lactosuero ofrecida a los animales debe ser controlada adecuadamente para prevenir un consumo excesivo en un breve periodo de tiempo y que pudieran producirse problemas de hinchazón.</p>
Conclusiones	<p>La empresa MISR. COMPANY FOR MILK AND FOOD consiguió gracias a esta acción reducir el grado de contaminación de sus aguas residuales y obtener ahorros económicos significativos, especialmente los relacionados con la inversión en la depuración de las aguas. Además, esta reducción permite a la empresa cumplir con la ley 93 de vertido de aguas residuales industriales.</p>

CASO PRÁCTICO 2/5													
Empresa	DAIRY ISRAEL Ltd. es una moderna empresa dedicada a la producción de leche de consumo y otros productos lácteos. En sus instalaciones se procesan diariamente 150 T de leche cruda. Dispone de un sistema de limpieza CIP (Clean In Place).												
Sector industrial	Industria alimentaria. Fabricación de productos lácteos.												
Consideraciones medioambientales	<p>Las operaciones de limpieza y desinfección realizadas representan el aspecto medioambiental más significativo de DAIRY ISRAEL Ltd. Suponen el mayor consumo de agua y el vertido de grandes cantidades de aguas residuales (alrededor de 120 m³ de vertido diario).</p> <p>Una de las características principales de estas aguas es su alta alcalinidad, producida por el uso de NaOH como agente limpiador.</p> <p>Para corregir la contaminación de las aguas residuales la empresa ha instalado un sistema de depuración en el que resulta clave la etapa de neutralización. En ella se emplea una gran cantidad de ácido para reducir el pH.</p> <p>Además, DAIRY ISRAEL Ltd. tiene un elevado consumo energético derivado del calentamiento del agua de limpieza y el funcionamiento de la instalación depuradora.</p>												
Antecedentes	<p>La actividad de limpieza y desinfección de DAIRY ISRAEL Ltd. supone un elevado coste económico distribuido en costes de agente limpiador, agua, energía y tratamiento. La siguiente tabla muestra los costes unitarios más significativos.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">HIPÓTESIS DE PARTIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coste de NaOH</td> <td style="text-align: right;">336.470 €/tn</td> </tr> <tr> <td>Coste del agua caliente</td> <td style="text-align: right;">1,12 €/m³</td> </tr> <tr> <td>Coste de energía</td> <td style="text-align: right;">0,05608 €/kWh</td> </tr> <tr> <td>Coste de tratamiento del vertido</td> <td style="text-align: right;">0,33647 €/m³</td> </tr> <tr> <td>Coste del ácido (para neutralización)</td> <td style="text-align: right;">112.157 €/tn</td> </tr> </tbody> </table>	HIPÓTESIS DE PARTIDA		Coste de NaOH	336.470 €/tn	Coste del agua caliente	1,12 €/m ³	Coste de energía	0,05608 €/kWh	Coste de tratamiento del vertido	0,33647 €/m ³	Coste del ácido (para neutralización)	112.157 €/tn
HIPÓTESIS DE PARTIDA													
Coste de NaOH	336.470 €/tn												
Coste del agua caliente	1,12 €/m ³												
Coste de energía	0,05608 €/kWh												
Coste de tratamiento del vertido	0,33647 €/m ³												
Coste del ácido (para neutralización)	112.157 €/tn												
Resumen de la actuación	<p>El elevado coste económico indicado anteriormente motivó la adopción de medidas correctoras. Tras el análisis de posibles soluciones se optó por la instalación de un sistema de recuperación y reutilización de las soluciones de limpieza y desinfección mediante filtración con membranas orgánicas AlkaSaveTM.</p> <p>La utilización de técnicas de membrana permite separar en dos corrientes las aguas residuales del sistema CIP. Por una parte se obtiene un permeado con alta concentración de NaOH que se introduce de nuevo en el sistema CIP como solución limpiadora regenerada. Y por otra, se obtiene el concentrado donde se concentra la mayor parte de la carga orgánica.</p> <p>Al reutilizar las soluciones limpiadoras se reduce el consumo de agua, energía y productos químicos a la vez que se reduce el volumen de vertido. El siguiente esquema muestra el funcionamiento del sistema implantado.</p>												



CONSIDERACIONES ECONÓMICAS	
Recuperación de NaOH	218.033,0 €/año
Consumo de agua caliente	36.338,8 €/año
Economías directas	254.371,8 €/año
Neutralización (incluye ahorro de ácido)	72.677,5 €/año
Tasas e impuestos / otros tratamientos de depuración	10.901,6 €/año
Ahorro indirecto	83.579,1 €/año
Economías totales	337.950,9 €/año
Costes del sistema (incluidas las membranas)	392.549,0 €
Costes Auxiliares	78.509,7 €
Inversión inicial	471.058,7 €
Sustitución de membranas	43.673,9 €/año
Consumo de energía	10.280,3 €/año
Reactivo para limpieza	1.009,4 €/año
Mano de obra	8.411,8 €/año
Total costes de operación	63.375,4 €/año
Período de recuperación de la inversión: 1,5-3 años.	
Conclusiones	<p>Aunque el coste de la inversión inicial es alta, el gran volumen de solución limpiadora (120 m³/día) empleado por DAIRY ISRAEL Ltd. hace que la inversión se recupere en unos 2 años debido al gran ahorro en productos químicos, agua y energía.</p> <p>Esta acción es aconsejable principalmente en grandes empresas con un volumen de producción elevado.</p>

CASO PRÁCTICO 3/5																
Empresa	LEYMA (España) es una empresa de productos lácteos que procesa anualmente 10.000 T de leche, destinándose a la producción de yogur firme y líquido así como otros postres lácteos.															
Sector industrial	Industria alimentaria. Fabricación de productos lácteos.															
Consideraciones medioambientales	Los residuos de envases y embalajes suponen un volumen importante tanto para la empresa láctea como para el consumidor final, debido a la comercialización y puesta en el mercado de envases y embalajes. El consumo de recursos y materiales de envases así como la gestión de los residuos una vez generados plantea problemas cada vez mayores dado el elevado volumen de generación.															
Antecedentes	<p>En España, la Ley 11 de 1997, tiene por objeto prevenir y reducir el impacto sobre el medio ambiente de los envases y la gestión de los residuos de envases a lo largo de todo su ciclo de vida. Para alcanzar estos objetivos se establecen medidas para fomentar la prevención de la producción de residuos de envases y la reutilización, reciclado y valorización de estos residuos.</p> <p>Para cumplir con estos objetivos se establece en la Ley 11/97 y en su Reglamento (RD 782/98) la elaboración de un Plan Empresarial de Prevención, para reducir, minimizar y prevenir en origen la producción y nocividad de los residuos de envases que se generan.</p>															
Resumen de la actuación	<p>La empresa llevó a cabo un estudio de sus envases y embalajes con el objetivo de minimizar en origen los residuos generados por éstos sin comprometer la conservación del producto.</p> <p>1. Se cambió el diseño de los envases de agrupación de yogur firme y de yogur batido, disminuyendo la superficie del cartón empleado.</p> <p>Acción 1.1.: Envase de agrupación de yogur firme.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ACCIÓN 1.1.</th> <th>ANTES DE LA ACTUACIÓN</th> <th>DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N.º de packs al año</td> <td style="text-align: center;">12 x 10⁶</td> <td style="text-align: center;">12 x 10⁶</td> </tr> <tr> <td>Gramaje (gr/cm²)</td> <td style="text-align: center;">0,027</td> <td style="text-align: center;">0,027</td> </tr> <tr> <td>Superficie (cm²)</td> <td style="text-align: center;">481,25</td> <td style="text-align: center;">439,00</td> </tr> <tr> <td>Residuos de cartón (T/año)</td> <td style="text-align: center;">156,0</td> <td style="text-align: center;">141,6</td> </tr> </tbody> </table>	ACCIÓN 1.1.	ANTES DE LA ACTUACIÓN	DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN	N.º de packs al año	12 x 10 ⁶	12 x 10 ⁶	Gramaje (gr/cm ²)	0,027	0,027	Superficie (cm ²)	481,25	439,00	Residuos de cartón (T/año)	156,0	141,6
ACCIÓN 1.1.	ANTES DE LA ACTUACIÓN	DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN														
N.º de packs al año	12 x 10 ⁶	12 x 10 ⁶														
Gramaje (gr/cm ²)	0,027	0,027														
Superficie (cm ²)	481,25	439,00														
Residuos de cartón (T/año)	156,0	141,6														

	<p>Acción 1.2.: Envase de agrupación de yogur batido.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ACCIÓN 1.2.</th> <th>ANTES DE LA ACTUACIÓN</th> <th>DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N.º de packs al año</td> <td>4,16 x 10⁶</td> <td>4,16 x 10⁶</td> </tr> <tr> <td>Gramaje (gr/cm²)</td> <td>0,035</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td>Superficie (cm²)</td> <td>497</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td>Residuos de cartón (T/año)</td> <td>72,36</td> <td>48,00</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Sustitución de los palets de madera no reutilizables (de un único uso), por palets reutilizables con una vida útil más larga, de al menos 12 reutilizaciones.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ANTES DE LA ACTUACIÓN</th> <th>DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N.º palets</td> <td>2.000</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Peso unitario (kg/palet)</td> <td>17</td> <td>23,5</td> </tr> <tr> <td>N.º utilizaciones</td> <td>1</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Residuos de madera (T/año)</td> <td>34</td> <td>0,78</td> </tr> </tbody> </table>	ACCIÓN 1.2.	ANTES DE LA ACTUACIÓN	DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN	N.º de packs al año	4,16 x 10 ⁶	4,16 x 10 ⁶	Gramaje (gr/cm ²)	0,035	0,035	Superficie (cm ²)	497	330	Residuos de cartón (T/año)	72,36	48,00		ANTES DE LA ACTUACIÓN	DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN	N.º palets	2.000	50	Peso unitario (kg/palet)	17	23,5	N.º utilizaciones	1	40	Residuos de madera (T/año)	34	0,78
ACCIÓN 1.2.	ANTES DE LA ACTUACIÓN	DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN																													
N.º de packs al año	4,16 x 10 ⁶	4,16 x 10 ⁶																													
Gramaje (gr/cm ²)	0,035	0,035																													
Superficie (cm ²)	497	330																													
Residuos de cartón (T/año)	72,36	48,00																													
	ANTES DE LA ACTUACIÓN	DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN																													
N.º palets	2.000	50																													
Peso unitario (kg/palet)	17	23,5																													
N.º utilizaciones	1	40																													
Residuos de madera (T/año)	34	0,78																													
Balances	<p>Balance anual</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>ACTUACIONES</th> <th>BENEFICIO MEDIOAMBIENTAL</th> <th>AHORRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acción 1.1.</td> <td>Reducción de 14,4 T de residuos de papel/cartón</td> <td>8.654,88 €</td> </tr> <tr> <td>Acción 1.2.</td> <td>Reducción de 24,36 T de residuos de papel/cartón</td> <td>14.641,18 €</td> </tr> <tr> <td>Acción 2.</td> <td>Reducción de 33 T de residuos de madera</td> <td>9.015,50 €</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>38,76 T de cartón y 33 T de madera</td> <td>32.311,56 €* </td> </tr> </tbody> </table> <p>* Ahorro económico derivado únicamente de la reducción del consumo de materiales.</p>	ACTUACIONES	BENEFICIO MEDIOAMBIENTAL	AHORRO	Acción 1.1.	Reducción de 14,4 T de residuos de papel/cartón	8.654,88 €	Acción 1.2.	Reducción de 24,36 T de residuos de papel/cartón	14.641,18 €	Acción 2.	Reducción de 33 T de residuos de madera	9.015,50 €	TOTAL	38,76 T de cartón y 33 T de madera	32.311,56 €* 															
ACTUACIONES	BENEFICIO MEDIOAMBIENTAL	AHORRO																													
Acción 1.1.	Reducción de 14,4 T de residuos de papel/cartón	8.654,88 €																													
Acción 1.2.	Reducción de 24,36 T de residuos de papel/cartón	14.641,18 €																													
Acción 2.	Reducción de 33 T de residuos de madera	9.015,50 €																													
TOTAL	38,76 T de cartón y 33 T de madera	32.311,56 €* 																													
Conclusiones	<p>El nuevo diseño empleado para los packs de yogur permite la agrupación de los tarritos de yogur con un menor consumo de materiales y una disminución de los residuos de cartón generados (en el segundo caso, supone una reducción del 30% del peso unitario de la caja de agrupación). Por otra parte la utilización de palets reutilizables permitió reducir la cantidad de residuos de madera generados en la empresa (aproximadamente en un 95%).</p> <p>Como consecuencia de las acciones de minimización se obtiene un ahorro económico (32.311,56 €) derivado del menor consumo de materiales.</p>																														

CASO PRÁCTICO 4/5	
Empresa	MISR. COMPANY FOR DAIRY AND FOOD (Egipto) es una de las principales industrias egipcias de productos lácteos. La fábrica procesa anualmente un promedio de 7.200 T de leche y produce, principalmente, leche pasteurizada, queso blanco, azul y mish. También produce yogur, crema de leche, cuajada, ghee y queso fundido. La empresa llevó a cabo una auditoría industrial para identificar las Oportunidades de Prevención de la Contaminación.
Sector industrial	Industria alimentaria. Fabricación de productos lácteos.
Consideraciones medioambientales	<p>La auditoría identificó algunos aspectos medioambientales a tener en cuenta, sobre todo por las siguientes razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Algunos residuos sólidos eran almacenados al aire libre y en la calle, lo que constituía un peligro potencial de incendio y daba una mala impresión de las instalaciones. – El rebosamiento durante el llenado de las cubas de almacenaje y su manipulación echaba a perder grandes cantidades de leche. – En los procesados de envasado y refrigeración se producían pérdidas. – El aceite usado en las instalaciones de mantenimiento de los coches y camiones iba a parar al alcantarillado de la fábrica donde provocaba atascos con los consiguientes malos olores. – Un pobre mantenimiento de las calderas llevaba a un exceso de consumo de aceite en la sala de calderas, con el resultado de excesivas emisiones al aire a través de las chimeneas.
Antecedentes	<p>Durante la auditoría se prestó una atención especial a las mejoras susceptibles de ser llevadas a cabo con escaso o ningún coste para la fábrica, y centradas en:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Buenas Prácticas: mejora de las instalaciones y edificios de la fábrica, mantenimiento y mejora de los desagües y alcantarillado para eliminar los problemas de atascos y rebosamientos; recogida del aceite del garaje para su reventa, y separación de los residuos sólidos para su disposición o venta posterior. 2) Ahorro de agua y energía: optimización de la ratio aire/aceite para aumentar la eficiencia de las calderas y restauración de la unidad de reblandecimiento para prevenir la formación de incrustaciones en las calderas mediante tratamiento químico del agua de alimentación. 3) Reutilización y reciclaje: mejora de las unidades de almacenamiento de la leche y de la cámara frigorífica de los productos lácteos envasados para evitar mermas y pérdidas, reutilización del 50% del permeato con elevada concentración de lactosa en la fase de empaquetado del queso, en lugar de usar agua fresca, e instalación de controles de nivel en las cubas de almacenaje y de válvulas de control en toda la fábrica.
Resumen de la actuación	<p>Las siguientes acciones se llevaron a cabo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Con un coste bajo, se mejoró la limpieza de las instalaciones de la fábrica, se acumularon 0,75 T de aceite usado del garaje que se venden a 81,4 €/T, reduciendo así el volumen de aguas residuales y previniendo los atascos en las alcantarillas, y se consiguió una eficiente eliminación de los residuos sólidos, cuya venta proporciona beneficios económicos adicionales. 2) La adecuación y mejora de las calderas permitió reducir en 60 T/año el consumo de aceite y disminuir el consumo de energía. La restauración de la unidad de reblandecimiento permitió aumentar en un 16% la eficiencia de las calderas. 3) La instalación de un sistema de refrigeración que permite un total control de la temperatura, y la nueva ubicación de la instalación de envasado, que ocupaba un área reducida y ahora se ha dispuesto junto a la cámara de refrigeración para evitar mermas durante el manipulado, mejoraron la capacidad de producción, la eficiencia del proceso y el control de calidad, y redujeron en 3,3 T/mes las pérdidas de leche. El empleo de permeato en la fase de empaquetado supuso una reducción del 50% de la carga orgánica de la sección de queso blanco, y un ahorro anual de 2.200 m³ de agua. La instalación de controles de nivel y de válvulas de control permitió un ahorro diario de 350 kg de leche y la reducción de la carga contaminante, con la consiguiente mejora de la limpieza y la higiene.

Balances	Opciones	Beneficios medioambientales	Inversión	Ahorros anuales	Retorno de la inversión
	Buenas Prácticas	<ul style="list-style-type: none"> - Prevención de atascos en las alcantarillas - Mejora general de la imagen y la limpieza de la fábrica 	3.997 €	36.245 €	1,3 meses
	Mejora de las calderas y restauración de la unidad de reblandecimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor eficiencia de las calderas - Reducción del consumo de aceite pesado y de las emisiones de gas 	592 €	10.924 €	<1 mes
	Aumento de la eficacia en la unidad de refrigeración de la leche	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la capacidad de producción, la eficiencia del proceso y el control de calidad - Reducción de los rechazos con respecto al producto definitivo 	7.861 €	11.741 €	8 meses
	Reutilización del permeato	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del 50% de la carga orgánica generada en la sección de queso blanco - Ahorro de agua. 	Ninguna	612 €	Inmediata
	Instalación de controles de nivel en los tanques de leche y las válvulas de calidad de los alimentos	<ul style="list-style-type: none"> - Ahorro de leche - Reducción de la carga contaminante - Mejora de la higiene y la seguridad 	21.951 €	37.266 €	7 meses
Conclusiones	<p>La realización de una auditoría medioambiental permitió a la empresa identificar varias oportunidades de prevenir la contaminación, aumentar la eficacia de los procesos y obtener beneficios económicos. Estas oportunidades se enfocaban a acciones de Buenas Prácticas, de recuperación, de mejora de la calidad de los productos lácteos y de reducción del consumo de agua y energía, y pueden llevarse a cabo con un coste bajo o nulo, y con periodos de amortización cortos.</p>				

CASO PRÁCTICO 5/5		
Empresa	LURA es la mayor productora de leche y productos lácteos de Croacia. En la fábrica Zagreb-Dukat de LURA se procesan aproximadamente 166.000 litros de leche cada año, y se obtienen los siguientes productos: leche fresca y UHT, productos fermentados, cremas, productos para untar, postres y zumos.	
Sector industrial	Industria alimentaria. Subsector industria láctea.	
Consideraciones medioambientales	<p>En la empresa se utilizaba agua potable para lavar vehículos, las líneas de producción y la maquinaria, pero también para el intercambio de calor en los procesos y para requisitos sanitarios.</p> <p>Las aguas residuales que se generaban al limpiar la maquinaria, y que contenían productos de limpieza y materias primas, se vertían al alcantarillado sin tratamiento previo.</p> <p>Además, se detectaron pérdidas de agua caliente, de condensado y de agua blanda desmineralizada debidas a motivos técnicos y a los hábitos inadecuados de los trabajadores.</p>	
Antecedentes	Dada la situación ambiental de la empresa, los aspectos a mejorar fueron la reducción del consumo de agua potable y de la generación de aguas residuales, la reducción de la carga orgánica de las aguas residuales y la reducción del consumo de energía.	
Resumen de la actuación	<p>La empresa implantó las siguientes medidas para lograr sus objetivos de prevención de la contaminación y ahorro de agua y energía:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Realizó formación a los trabajadores para reducir el consumo de agua y utilizar las concentraciones óptimas de productos de limpieza. – Utilizó mangueras de menor diámetro (12 mm) para limpiar las líneas de proceso y la maquinaria. – Utilizó el condensado caliente como fuente de energía adicional para la obtención de agua caliente. – Implantó la circulación de agua caliente y sustituyó el vapor por agua caliente en el mezclador. 	
Balances	OPCIONES	BENEFICIOS OBTENIDOS
	Opciones para ahorrar agua y reducir la carga orgánica de las aguas residuales	Reducción de la generación de aguas residuales en 286.000 m ³ /año (27%) Reducción de la carga orgánica de las aguas residuales (DQO) en un 25% Ahorro de agua potable en 280.000 m ³ /año Ahorro de productos de limpieza en 183 T/año (12%)
	Opciones para ahorrar energía	Ahorro de vapor en 904 T/año (2%) Ahorro de energía de 500.000 kWh/año
	Inversión total	31.051 €
	Ahorros	328.008 €/año
	Periodo de retorno de la inversión	1 mes
Conclusiones	Gracias a la implantación de medidas sencillas y de bajo coste, la empresa logró ahorros de agua y energía y redujo la carga contaminante de las aguas residuales con un periodo de retorno de sólo un mes. Al implicar a los trabajadores e las medidas de mejora ambiental, no sólo se lograron soluciones técnicas; además se promovió la concienciación ambiental en la empresa.	

7. CONCLUSIONES


A continuación se explica el significado de los símbolos empleados para valorar la situación de las empresas lácteas de los países del arco mediterráneo.


PAÍS	DATOS BÁSICOS DEL SECTOR LÁCTEO	% Producción		
		Nivel	☺	☹
	Consumo de AGUA			>75
	Consumo de ENERGÍA	<25	25-75	<25
	Contaminación de las AGUAS RESIDUALES			25-75
	Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO	>75	<25	


El valor numérico indica el porcentaje de producción de leche y productos lácteos que se desarrolla con niveles de:


- consumo de agua o energía: bajo ☺, medio ☹ o alto ☹,
- generación de un grado de contaminación de las aguas residuales bajo ☺, medio ☹ o alto ☹ y,
- gestión de sus residuos y lactosuero de modo adecuado ☺, intermedio ☹ o inadecuado ☹.


Los datos que se presentan en este apartado han sido obtenidos de aquéllos aportados en los cuestionarios cumplimentados por los países y no pretenden aplicar ningún juicio de valor sobre el comportamiento ambiental de las industrias, sino señalar, basándose en dichos datos, algunas de las posibles iniciativas para la aplicación de medidas de prevención en origen de la contaminación.


 <p>ALBANIA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 330</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 10.242 - Yogur: 5.310 - Queso: 8.403 - Mantequilla: 440 - Nata: 1 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA				>75
Consumo de ENERGÍA				>75
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES				>75
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO				>75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas. 2. Implantar Buenas Prácticas Ambientales (ver OPC-29, 30, 31 y 32), en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza (ver OPC-15, 16 y 18). 3. Evitar que se produzcan pérdidas de leche durante los procesos productivos y, en todo caso, que la leche residual no se incorpore a las aguas residuales (ver OPC-1 y 2). 4. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27). 5. Mejorar el mantenimiento de las calderas, circuitos y sistemas de refrigeración (ver OPC-20 y 21). 6. Sustituir los sistemas de pasteurización batch por sistemas continuos en las empresas más grandes. 7. Establecer un sistema de recogida colectiva del lactosuero de las pequeñas empresas, para su valorización centralizada. <p>La industria láctea en Albania está poco desarrollada (tan sólo un 25% de la leche se pasteuriza; el resto se vende de forma directa en las granjas). Además, la producción tiene lugar de manera muy artesanal. En el ámbito legislativo, las normas sobre límites de vertido de efluentes industriales están aún en preparación. Por tanto, la política de producción más limpia en la industria láctea de este país está todavía por definir.</p> <p>Es por este motivo que se recomienda comenzar con la realización de campañas de sensibilización y la implantación de Buenas Prácticas Ambientales.</p>				

 <p>ARGELIA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 19</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 72.730 - Yogur: - Queso: 37.024 - Mantequilla: 10.000 - Nata: 5.000 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		—	—	25-75
Consumo de ENERGÍA		—	—	25-75
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		—	25-75	—
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		—	—	>75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Implantar Buenas Prácticas Ambientales (ver OPC-29, 30, 31 y 32), en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza (ver OPC-15, 16 y 18). 2. Evitar que se produzcan pérdidas de leche durante los procesos productivos y sobre todo que esta leche residual no se incorpore a las aguas residuales (ver OPC-1 y 2). 3. Recuperar el lactosuero para su uso en alimentación animal o en sistemas de valorización avanzados (ver OPC-7 y 8). 4. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27). 5. Sustituir los sistemas de pasteurización batch por sistemas continuos en las empresas más grandes (ver OPC-4) 6. Sustituir progresivamente los sistemas manuales de limpieza por sistemas CIP (ver OPC-17). Estandarizar los procedimientos de limpieza. 7. Realizar cursos internos de sensibilización y formación medioambiental en las 19 empresas. 8. Mejorar el mantenimiento de las calderas, circuitos y sistemas de refrigeración (ver OPC-20 y 21). <p>En general, los consumos de agua y energía son elevados. Para solucionar este problema debería empezarse por la implantación de Buenas Prácticas y planes de minimización. El gobierno argelino tiene prevista la creación de un fondo de ayudas a las empresas para la reducción de la contaminación.</p>				


 <p>BOSNIA-HERZEGOVINA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 16</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 24.802 - Yogur: - Queso: 4.311 - Mantequilla: 1.179 - Nata: 897 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		—	25-75	25-75
Consumo de ENERGÍA		—	<25	>75
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		—	—	>75
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		—	—	>75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas. 2. Implantar Buenas Prácticas Ambientales (ver OPC-29, 30, 31 y 32), en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza (ver OPC-15, 16 y 18). 3. Evitar que se produzcan pérdidas de leche durante los procesos productivos y, en todo caso, que la leche residual no se incorpore a las aguas residuales (ver OPC-1 y 2). 4. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27). 5. Mejorar el mantenimiento de las calderas, circuitos y sistemas de refrigeración (ver OPC-20 y 21). 6. Sustituir los sistemas de pasteurización batch por sistemas continuos en las empresas más grandes. <p>Como primera medida, sería conveniente fomentar el interés por la producción más limpia a través de campañas de sensibilización y formación medioambiental, así como la implantación de Buenas Prácticas Ambientales.</p>				


 <p>CHIPRE</p>	<p>N.º empresas lácteas: 113</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 61.664 - Yogur: 6.820 - Queso: 7.956 - Mantequilla: 440 - Nata: 792 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		—	>75	—
Consumo de ENERGÍA		—	—	—
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		—	—	>75
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		—	>75	<25
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Efectuar una gestión adecuada de los residuos, partiendo de una segregación en origen (ver OPC-26). 2. Minimización de los residuos de envases, evitando los fallos en el envasado e implantando un sistema de recuperación o reciclado de los envases usados (ver OPC-25). 3. Evitar las pérdidas de leche durante el procesado (ver OPC-2). 4. Valorización de los restos de producción, p.e. como alimentación animal. 5. Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales de la fabricación del queso (ver OPC-9 y 11). <p>Es necesario incidir en la correcta gestión de los residuos producidos, fomentando proyectos de valorización del lactosuero para uso animal.</p>				


 <p>CROACIA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 34</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 271.116 - Yogur: 54.178 - Queso: 15.282 - Mantequilla: 1.743 - Nata: 1.147 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		<25	25-75	<25
Consumo de ENERGÍA		<25	25-75	<25
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		<25	25-75	<25
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		<25	25-75	<25
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Implantación de Buenas Prácticas Ambientales, especialmente aquellas referidas a las operaciones de limpieza (ver OPC-13, 15, 16 y 18). 2. Evitar las pérdidas de leche durante el proceso productivo, así como la incorporación de la misma al efluente final (ver OPC-2). 3. Recuperación del lactosuero y valorización del mismo como alimento de animales (ver OPC-7 y 8). 4. Efectuar una gestión adecuada de los residuos, partiendo de una segregación en origen (ver OPC-26). 5. Recuperación de energía en el tratamiento térmico de la leche (ver OPC-5). 6. Utilización de combustibles más limpios, p.e. gas natural. 7. Poner en marcha campañas de formación de técnicos especializados en medio ambiente. <p>Sería conveniente promocionar el uso de tecnologías limpias, Buenas Prácticas y proyectos de valorización del lactosuero.</p>				


 <p>EGIPTO</p>	<p>N.º empresas lácteas: 3.334</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 30.000 - Yogur: 2.500 - Queso: 310.000 - Mantequilla: 130.000 - Nata: 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		<25	<25	>75
Consumo de ENERGÍA		—	—	—
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		<25	<25	>75
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		<25	25-75	25-75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Implantación de Buenas Prácticas Ambientales (ver OPC-29, 30, 31 y 32). 2. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27). 3. Segregación en origen de los residuos para facilitar su gestión posterior (OPC-26). 4. Continuar con la tendencia en la implantación del sistema de limpieza CIP, recuperando las soluciones de limpieza en aquellos casos en los que esté implantado dicho sistema (ver OPC-17 y 19). 5. En aquellos casos en los que se utilice un sistema de limpieza manual, implantar medidas de reducción de consumo de agua (ver OPC-14, 15, 16 y 18). 6. Evitar las pérdidas de leche en el proceso y reducir la cantidad de leche incorporada al efluente final. 7. Utilización de procesos en continuo en vez de procesos tipo batch (ver OPC-4). 8. Valorización de los restos de leche, incorporándola a otros productos o utilizándola en la alimentación animal. 9. Implantar medidas de aprovechamiento de energía (ver OPC-5). 10. Mejorar el mantenimiento de las calderas, circuitos y sistemas de refrigeración (ver OPC-20 y 21). <p>En Egipto existen iniciativas relacionadas con la producción más limpia en el sector lácteo. Se ha desarrollado un proyecto de aprovechamiento del lactosuero para alimentación animal con resultados positivos. Sería conveniente continuar en esta línea haciendo llegar este tipo de proyectos no sólo a las empresas más avanzadas sino también a las más pequeñas.</p>				

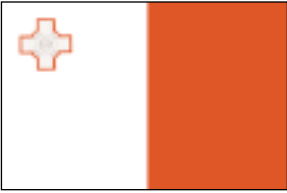
 <p>ESPAÑA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 1.511</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 3.645.400 - Yogur: 581.600 - Queso: 293.800 - Mantequilla: 36.200 - Nata: 86.000 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		<25	25-75	<25
Consumo de ENERGÍA		<25	25-75	—
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		<25	25-75	<25
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		—	25-75	25-75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Buenas Prácticas Ambientales (ver OPC-29, 30, 31 y 32). 2. Valorización del lactosuero (ver OPC-4). 3. Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales de la fabricación del queso, p.e. mediante la recuperación de la salmuera (ver OPC-10 y 11). 4. Reducción del consumo de agua mediante técnicas de eliminación de la sal del queso en seco (ver OPC-9). 5. Optimización del consumo de energía, p.e. mediante la recuperación energética en el tratamiento térmico de la leche (ver OPC-5). 6. Recuperación de las soluciones de limpieza en los casos en los que se utilice el sistema de limpieza CIP (ver OPC-19). 7. Optimización del mantenimiento de calderas, equipos de refrigeración y otros sistemas auxiliares (ver OPC-20, 21 y 22). 8. Implantación de sistemas de cogeneración con vistas a una optimización del rendimiento energético (ver OPC-28). <p>Los programas de financiación de proyectos de prevención de la contaminación y apoyo a las tecnologías limpias deben servir de incentivo a las empresas españolas para llevar adelante proyectos avanzados de valorización de lactosuero y vertido cero.</p>				


 <p>ISRAEL</p>	<p>N.º empresas lácteas: 15</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 872.927 - Yogur: 56.152 - Queso: 100.000 - Mantequilla: 5.235 - Nata: 77.686 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		<25	25-75	25-75
Consumo de ENERGÍA		<25	25-75	25-75
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		<25	25-75	25-75
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		<25	25-75	25-75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Implantación de planes de minimización, empezando por evitar las pérdidas de producto durante la producción, así como la incorporación de dichos restos al efluente final (ver OPC-2). 2. Valorización del lactosuero, p.e. mediante su utilización en alimentación animal (ver OPC-8). 3. Reducción de la carga contaminante de los vertidos generados en la producción de queso (ver OPC-9 y 11). 4. Recuperación de las soluciones de limpieza en los casos en los que esté implantado el sistema CIP (ver OPC-19). 5. Minimizar los residuos de envase evitando los fallos en el proceso de envasado. 6. Sustitución del fuel-oil por combustibles más limpios, como p.e. el gas natural. 7. Segregación de residuos en origen (ver OPC-26). <p>Existe normativa respecto a los vertidos de las industrias lácteas, concretamente importantes restricciones respecto a las salmueras. Para alcanzar el cumplimiento de la normativa están en marcha diversos proyectos medioambientales.</p>				


 <p>ITALIA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 2.133</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 3.100.000 - Yogur: 190.000 - Queso: 958.062 - Mantequilla: 105.000 - Nata: — 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA	<25	<25	25-75	
Consumo de ENERGÍA	<25	25-75	25-75	
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES	<25	25-75	25-75	
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO	25-75	25-75	—	
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Campaña de sensibilización y formación medioambiental específica a operarios y técnicos de las empresas lácteas. 2. Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales de la fabricación del queso, p.e. mediante la recuperación de la salmuera (ver OPC-11). 3. Reducción del consumo de agua mediante técnicas de eliminación de la sal del queso en seco (ver OPC-9). 4. Optimización del consumo de energía, p.e. mediante la recuperación energética en el tratamiento térmico de la leche (ver OPC-5). 5. Recuperación de las soluciones de limpieza en los casos en los que se utilice el sistema de limpieza CIP (ver OPC-19). 6. Optimización del mantenimiento de calderas, equipos de refrigeración y otros sistemas auxiliares (ver OPC-20, 21 y 22). 7. La producción de leche en Italia es muy elevada, y las industrias lácteas de este país disponen de tecnologías avanzadas. Se debe incidir en proyectos de reutilización de vertidos. 				


 <p>LÍBANO</p>	N.º empresas lácteas: — Producción (Tm / año) - Leche de consumo: 4.042 - Yogur: — - Queso: 21.091 - Mantequilla: — - Nata: —	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		<25	<25	>75
Consumo de ENERGÍA		<25	25-75	25-75
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		<25	<25	>75
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		<25	<25	25-75
RECOMENDACIONES				
<p>1. Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas.</p> <p>2. Implantar Buenas Prácticas Ambientales (ver OPC-29, 30, 31 y 32), en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza (ver OPC-15, 16 y 18).</p> <p>3. Evitar que se produzcan pérdidas de leche durante los procesos productivos y, en todo caso, que la leche residual no se incorpore a las aguas residuales (ver OPC-1 y 2).</p> <p>4. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27).</p> <p>5. Establecer un sistema de recogida colectiva del lactosuero de las pequeñas empresas para su valorización centralizada.</p> <p>La preocupación de las industrias lácteas está mucho más centrada en la producción de leche y en la mejora de la higiene y la calidad que en la producción más limpia o la prevención de la contaminación.</p> <p>Por otra parte, los conceptos de reutilización de residuos, tecnologías limpias y consumo racional de energía son todavía conceptos nuevos en este país.</p> <p>Por todo esto, sería aconsejable la implantación de Buenas Prácticas Ambientales, pues ello no requiere grandes esfuerzos económicos.</p>				

 <p style="text-align: center;">LIBIA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 12</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 57.000 - Yogur: 14.000 - Queso: 100 - Mantequilla: — - Nata: — 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		>75	—	<25
Consumo de ENERGÍA		>75	—	—
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		—	>75	—
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		—	—	>75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas. 2. Implantar Buenas Prácticas Ambientales, en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza (ver OPC-15, 16 y 18). 3. Control del consumo de agua en el proceso (ver OPC-12). 4. Evitar que se produzcan pérdidas de leche durante los procesos productivos y, en todo caso, que la leche residual no se incorpore a las aguas residuales (ver OPC-1 y 2). 5. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27). 6. Mejorar el mantenimiento de las calderas, circuitos y sistemas de refrigeración (ver OPC-20 y 21). 7. Sustituir los sistemas de pasteurización batch por sistemas continuos en las empresas más grandes. 8. Establecer un sistema de recogida colectiva del lactosuero de las pequeñas empresas para su valorización centralizada. 9. Recuperación de las soluciones de limpieza con el objeto de reutilizar las sustancias químicas presentes (ver OPC-19). <p>Las empresas lácteas en Libia son en su mayoría propiedad del gobierno, a excepción de las pequeñas empresas de tipo tradicional.</p> <p>Ya existen algunas empresas que cuentan con sistemas de depuración de aguas residuales.</p>				

 <p>MALTA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 1</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 30.200 - Yogur: 1.510 - Queso: 2.300 - Mantequilla: — - Nata: 360 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		<25	>75	25-75
Consumo de ENERGÍA		25-75	25-75	<25
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		<25	—	>75
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		<25	—	>75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas. 2. Implantar Buenas Prácticas Ambientales, en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza (ver OPC-15, 16 y 18). 3. Evitar que se produzcan pérdidas de leche durante los procesos productivos y, en todo caso, que la leche residual no se incorpore a las aguas residuales (ver OPC-1 y 2). 4. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27). 5. Mejorar el mantenimiento de las calderas, circuitos y sistemas de refrigeración (ver OPC-20 y 21). 6. Sustituir los sistemas de pasteurización batch por sistemas continuos en las empresas más grandes. 7. Establecer un sistema de recogida colectiva del lactosuero de las pequeñas empresas para su valorización centralizada. <p>Existen muchas posibilidades de mejora medioambiental, especialmente de aprovechamiento del lactosuero.</p>				

 <p>MARRUECOS</p>	<p>N.º empresas lácteas: 38</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 860.000 - Yogur: 390.000 - Queso: 10.686 - Mantequilla: 10.000 - Nata: 66 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA	—	<25	>75	
Consumo de ENERGÍA	<25	25-75	<25	
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES	—	<25	>75	
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO	—	<25	25-75	
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas. 2. Implantar Buenas Prácticas Ambientales (ver OPC-29, 30, 31 y 32), en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza (ver OPC-15, 16 y 18). 3. Evitar que se produzcan pérdidas de leche durante los procesos productivos y, en todo caso, que la leche residual no se incorpore a las aguas residuales (ver OPC-1 y 2). 4. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27). 5. Establecer un sistema de recogida colectiva del lactosuero de las pequeñas empresas para su valorización centralizada. <p>La implantación de Buenas Prácticas Ambientales sería de gran ayuda pues, dado el estado de la gestión medioambiental actual, las Buenas Prácticas contribuirían a una notable mejora en dicha gestión.</p>				

 <p>SIRIA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 31</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 14.111 - Yogur: 7.030 - Queso: 82.170 - Mantequilla: 3.356 - Nata: — 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		—	<25	>75
Consumo de ENERGÍA		—	>75	<25
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		—	>75	<25
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		—	<25	>75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas. 2. Implantar Buenas Prácticas Ambientales, en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza (ver OPC-15, 16 y 18). 3. Evitar que se produzcan pérdidas de leche durante los procesos productivos y sobre todo que esta leche residual no se incorpore a las aguas residuales (ver OPC-1 y 2). 4. Evitar el vertido del lactosuero e implantar un sistema de recogida y valorización del mismo (ver OPC-7 y 8). 5. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27). 6. Implantar medidas de reducción del consumo de agua (ver OPC-12). <p>Los aspectos medioambientales más desatendidos son el consumo de agua y la gestión de residuos y lactosuero. Respecto al lactosuero, está en marcha una iniciativa para su reutilización que será desarrollada a corto plazo. En cuanto al consumo de agua, podría reducirse notablemente mediante la implantación de Buenas Prácticas Ambientales. Esta solución es perfectamente viable tanto para las grandes empresas como para las pequeñas y tradicionales (que representan un 70% del total de empresas), pues suelen ser operaciones sencillas y económicas.</p>				

 <p>TURQUÍA</p>	<p>N.º empresas lácteas: 4.320</p> <p>Producción (Tm / año)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche de consumo: 251.632 - Yogur: 204.961 - Queso: 201.260 - Mantequilla: 15.771 - Nata: 1.383 	% Producción		
Nivel		☺	☹	☹
Consumo de AGUA		<25	<25	>75
Consumo de ENERGÍA		<25	<25	>75
Contaminación de las AGUAS RESIDUALES		<25	<25	>75
Gestión de RESIDUOS y LACTOSUERO		<25	<25	>75
RECOMENDACIONES				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas. 2. Implantar Buenas Prácticas Ambientales, en especial aquellas relacionadas con las operaciones de limpieza (ver OPC-15, 16 y 18). 3. Evitar que se produzcan pérdidas de leche durante los procesos productivos y, en todo caso, que la leche residual no se incorpore a las aguas residuales (ver OPC-1 y 2). 4. Establecer como mínimo un sistema de pretratamiento de las aguas residuales consistente en la homogeneización y neutralización antes de su vertido (ver OPC-27). 5. Mejorar el mantenimiento de las calderas, circuitos y sistemas de refrigeración (ver OPC-20 y 21). 6. Sustituir los sistemas de pasteurización batch por sistemas continuos en las empresas más grandes. 7. Establecer un sistema de recogida colectiva del lactosuero de las pequeñas empresas para su valorización centralizada. <p>La producción de leche en Turquía es muy elevada, aunque la mayoría de empresas son de carácter tradicional, disponiendo de tecnologías avanzadas solamente el 0,5% de las empresas. Lo más adecuado para las empresas de tipo tradicional sería implantar Buenas Prácticas Ambientales.</p>				

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. Documentación consultada:

AINIA, 1998. *Manual de buenas prácticas medioambientales*.

AINIA. *Guías Tecnológicas. Directiva 96/61 relativa a la prevención y control integrados de la contaminación. Sector Agroalimentario*.

AJKA *Information Memorandum 2000*.

BRENNAN J.G., BUTTERS J.R., COWELL N.D., LILLEY A. E.V., 1998. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Editorial Acribia.

CEAS Consultants (Wye) Ltd, Centre for European Agricultural Studies, The European Forum on Nature Conservation and Pastoralism, 2000. *The environmental impact of dairy production in the EU: practical options for the improvement of the environmental impact*. Final report for European Commission (DGXI).

Confederación Española de Organizaciones Empresariales. Agencia Española de Cooperación Internacional, 1999: *Proyecto CEOE TT PYMEs en Egipto. Sector Lácteo*.

Haidar, J., 2001. *Agriculture in Lebanon*. Lebanese American University.

HYGINOV C., 2001. *Guía para la elaboración de un plan de limpieza y desinfección*. Editorial Acribia.

Instituto Nacional de Estadística (INE). *Encuesta Anual de Empresas*.

KIERMEIER F., WILDBRETT G., 2000. Principios básicos de la limpieza. En *Limpieza y desinfección en la industria agroalimentaria*. Editorial Acribia. P. 67-84.

KLOPCIC, M., HABE, F. *Extension Service and Quality of Milk in Slovenia*. University of Ljubljana.

LÓPEZ A. y HERNÁNDEZ A., 1995. *Eficiencia energética de las industrias catalanas de procesado de leche líquida*. Alimentación. Equipos y Tecnología. Julio/agosto: pág. 35-42.

LUQUET F.M., 1991. *Leche y Productos Lácteos*. Editorial Acribia.

OMIL F. y MORALES F. J., 1996. *Alternativas de tratamiento y recuperación de compuestos proteicos de los efluentes residuales del sector lácteo*. Alimentación, Equipos, Tecnología.

PAINE F. y PAINE H., 1994. *Manual de envasado de alimentos*. Ediciones A. Madrid Vicente.

PUIG-DURÁN FRESCO J., 1999. *Ingeniería, Autocontrol y Auditoría de la Higiene en la Industria Alimentaria*. Editorial Mundi-Prensa.

Rapporto Assolatte Industria Lattiero-Casearia Italiana, 2000.

Secretaría General Técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2000. *Hechos y cifras del Sector Agroalimentario Español*.

SPREER E., 1991. *Lactología Industrial*. Editorial Acribia.

Statistic of food association (Syria), 2001.

Statistics Year Book Egypt, 2000.

Syrian Standard, 1995.

Turkish National Water Pollution Control Act., 1988.

UNEP, 2000. *Cleaner production assessment in dairy processing*. United Nations Publications. 95 pp.

USDA Foreign Agricultural Service. *GAIN Reports* (Global Agriculture Information Network).

VEISSEYRE R., 1988. *Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche*. Editorial Acribia.

8.2. Otras fuentes consultadas:

AECI (España).

Arab Federation for Food Industries.

Central Administration for Statistics of Lebanon.

Central Agency for Public Mobilization and Statistics of Egypt.

Central Bureau of Statistics of Israel.

Centre Marocain de Production Propre.

Croatian Central Bureau of Statistics.

Cyprus Organisation of Dairy Products.

Danish Environmental Protection Agency.

Departamento Español de Aduanas.

Israel Embassy.

EPAP, EEAA (Egypt).

Faculty of Agriculture by University of Zabreg.

FENIL (Federación Nacional de Industrias Lácteas).

Food Research Institute.

General Dairy Product (Lybia).

Greek Ministry of Agriculture.

Household Consumption Survey of Croatia.

IGEME. Turquía.

Industrial Statistics.

INSTAT.

Institut National de la Statistique. Republique Tunisienne.

Institute of Statistics of Albania.

Instituto Nacional de Estadística Español.

ISTAT (Italy).

MA (France).

MAI (Israel).

Manufacturers Association of Israel.

Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. FIAB (Spain).

Ministry of Agriculture and Rural affairs of Turkey.

Ministry of Commerce, Industry and Tourism of Cyprus.

Ministry of Industry of Algeria.

Ministry of Industry of Syria.

Ministry of Public Economy and Privatisation of the Republic of Albania. National Agency of Privatisation.

National Institute of Statistics and Economic Studies France.

National Office of Statistics of Algeria.

National Statistical Institute of Italy.

National Statistical Service of Greece.

National Statistics Office of Malta.

SEAM/Entec (Support for Environmental Assessment and Management).

State Institute of Statistics Turkey.

Statistical Office Slovenia.

Statistical Service of Cyprus.

Statistics Directorate Morocco.

UNEP.

8.3. Recursos on-line:

Corporate Information: <http://www.corporateinformation.com>

Euromilk. European Dairy Industry Figures: <http://www.eda.euromilk.org>

FAOSTAT Database: <http://www.fao.org>

Tradeport Food Market Reports: <http://www.tradeport.org>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Distribución de la producción de leche en origen	11
Tabla 2.	Distribución de la producción de leche y productos lácteos en los países del arco mediterráneo	14
Tabla 3.	Criterios de evaluación de aspectos medioambientales	33
Tabla 4.	Valoración de los aspectos medioambientales del proceso de elaboración de leche tratada térmicamente	44
Tabla 5.	Valoración de los aspectos medioambientales del proceso de elaboración de nata y mantequilla	52
Tabla 6.	Valoración de los aspectos medioambientales del proceso de elaboración del yogur	59
Tabla 7.	Valoración de los aspectos medioambientales del proceso de elaboración de queso	68
Tabla 8.	Valoración de aspectos medioambientales de las operaciones auxiliares de la industria láctea	74
Tabla 9.	Valoración cualitativa del consumo de agua en la industria láctea	75
Tabla 10.	Usos más frecuentes de energía en las empresas lácteas	76
Tabla 11.	Valoración cualitativa del consumo de energía en la industria láctea	76
Tabla 12.	Consumos específicos de energía para varios productos lácteos	77
Tabla 13.	Consumos de energía en función de las características de la planta	77
Tabla 14.	Volumen de aguas residuales generado en función del proceso productivo	78
Tabla 15.	Clasificación de las aguas residuales generadas en una empresa láctea	78
Tabla 16.	Valoración cualitativa del vertido de aguas residuales en la industria láctea	78
Tabla 17.	Principales fuentes de pérdidas de leche a los flujos de aguas residuales	79
Tabla 18.	Principales residuos encontrados en una empresa láctea	80
Tabla 19.	Valoración cualitativa de la generación de residuos en la industria láctea	81
Tabla 20.	Propiedades medias de algunos combustibles	81
Tabla 21.	Listado de Oportunidades de Prevención de la Contaminación	84
Tabla 22.	Ejemplos de aplicación de limpieza CIP	110
Tabla 23.	Reducciones conseguidas con detergentes de un solo pase frente al sistema tradicional de limpieza CIP	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Metodología del estudio	7
Figura 2	Web site DAIRY/CP PROJECT	8
Figura 3	Ranking de países del arco mediterráneo en cuanto al número de empresas lácteas	9
Figura 4	Ranking de países productores de LECHE en el arco mediterráneo	10
Figura 5	Distribución de la producción de leche según su tipo	11
Figura 6	Distribución de productos lácteos	12
Figura 7	Ranking de países productores de LECHE DE CONSUMO	12
Figura 8	Ranking de países productores de QUESO	13
Figura 9	Ranking de países productores de YOGUR y otras leches fermentadas	13
Figura 10	Distribución de empresas lácteas en los países mediterráneos	15
Figura 11	Distribución de la producción de leche en origen en los países mediterráneos ..	15
Figura 12	Principales productores de leche de consumo directo	16
Figura 13	Principales productores de yogur y otras leches fermentadas	16
Figura 14	Principales productores de queso	17
Figura 15	Clasificación de las leches de consumo directo	34
Figura 16	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de leche tratada térmicamente ...	35
Figura 17	Recepción y almacenamiento de la leche cruda	36
Figura 18	Filtración y clarificación de la leche	37
Figura 19	Desnatado y normalización de la leche	38
Figura 20	Intercambiador de calor directo por inyección de vapor	39
Figura 21	Intercambiador indirecto de placas	40
Figura 22	Tratamiento térmico de la leche	40
Figura 23	Homogeneización de la leche	41
Figura 24	Almacenamiento previo al envasado	41
Figura 25	Envasado de la leche	42
Figura 26	Aspectos medioambientales en la elaboración de leche tratada térmicamente ..	43
Figura 27	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de nata y mantequilla	46
Figura 28	Pasteurización de la nata	47
Figura 29	Desodorización de la nata	48
Figura 30	Maduración de la nata	49
Figura 31	Batido - amasado de la nata	50
Figura 32	Envasado de la nata o mantequilla	51
Figura 33	Aspectos medioambientales del proceso de nata y mantequilla	51
Figura 34	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogur	54
Figura 35	Siembra de la leche en la elaboración de yogur	54
Figura 36	Fermentación en los envases	55
Figura 37	Fermentación discontinua en tanques	56
Figura 38	Etapas de refrigeración	56
Figura 39	Etapas de envasado	57
Figura 40	Aspectos medioambientales del proceso de elaboración de yogur	58

Figura 41	Proceso de elaboración de queso	60
Figura 42	Etapa de coagulación de la leche en la elaboración de queso	62
Figura 43	Corte y desuerado	63
Figura 44	Moldeo y prensado de los quesos curados	64
Figura 45	Salado de los quesos	65
Figura 46	Etapa de secado del queso	65
Figura 47	Maduración de los quesos madurados	66
Figura 48	Aspectos medioambientales del proceso de elaboración del queso	67
Figura 49	Limpieza y desinfección	70
Figura 50	DQO de diferentes productos lácteos y detergentes	70
Figura 51	Generación de vapor	71
Figura 52	Generación de frío	72
Figura 53	Tratamiento de agua	73
Figura 54	Alternativas de valorización del lactosuero	93
Figura 55	Comparación de tiempos de limpieza entre los métodos manuales y la utilización de espuma	106
Figura 56	Diagrama de limpieza CIP	108
Figura 57	Programas de limpieza CIP con distintas soluciones de limpieza	110