



**MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES EN
LA INDUSTRIA DE ELABORADOS
VEGETALES**



A. INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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



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

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

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

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

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



B. EL SECTOR DE ELABORADOS VEGETALES EN ESPAÑA

La industria de elaborados vegetales es una de las más complejas del sector agroalimentario debido a la gran variedad de materias primas y técnicas que utiliza, así como de productos que elabora. Se agrupan en este sector las industrias que procesan materia prima vegetal mediante cualquier técnica de conservación (esterilización por calor, congelación, salmuera, desecación, ...) y que están clasificadas según código CNAE 1531 al 1533. Se incluyen en este sector las siguientes actividades principales:

- Zumos y concentrados vegetales
- Conservas vegetales en salmuera, en su jugo o almíbar
- Congelados vegetales

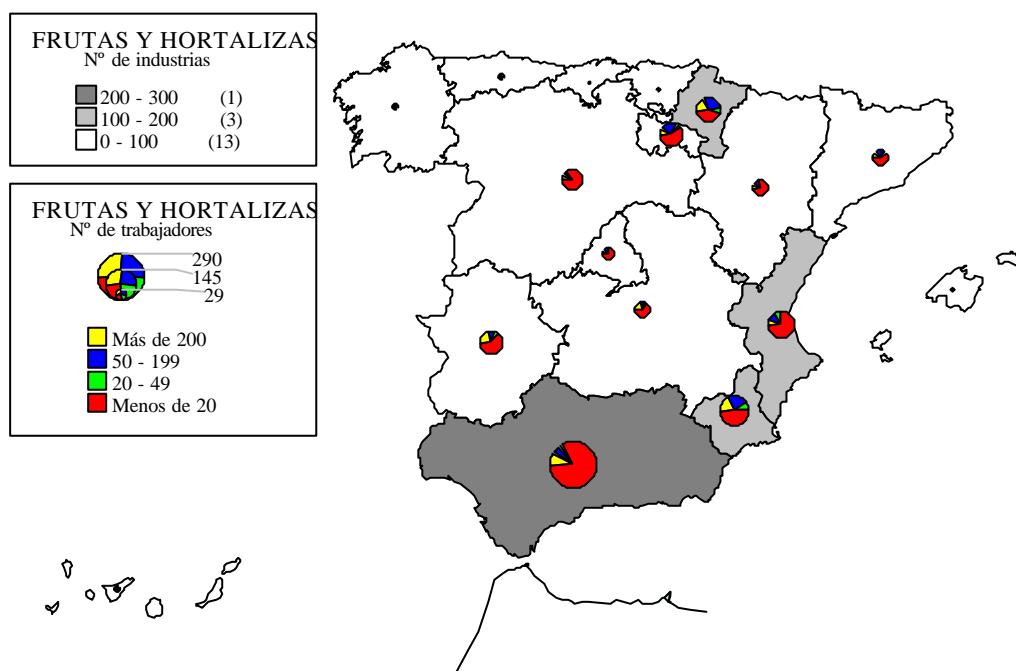


Figura 1.- Número de industrias y trabajadores y distribución del tamaño de los establecimientos industriales del grupo “frutas y hortalizas” Fuente: INE 1996



Las plantas industriales de este sector se localizan generalmente cerca de las áreas productoras, concentrándose principalmente en las regiones de Andalucía, Comunidad Valenciana, Comunidad de Murcia, Navarra, La Rioja, Cataluña y Aragón.

Hay que destacar que en las comunidades de Murcia, La Rioja, Navarra y Aragón la importancia de empresas de gran tamaño es significativa, respecto a la distribución de tamaños de empresas de otras comunidades.

Una de las características principales de las industrias de elaborados vegetales es la estacionalidad de su actividad, debido a que ésta depende del ciclo natural de crecimiento y maduración de los productos agrícolas con los que trabaja. Sin embargo, cada vez con más frecuencia se utilizan estrategias para ampliar el periodo de actividad de las plantas industriales como la compra de materia prima en otras regiones productivas cuya producción esté desplazada en el tiempo o la diversificación de las materias primas utilizadas.

Según datos oficiales, el sector de preparación y conservación de frutas y hortalizas genera en nuestro país unos 31.127 puestos de trabajo (el cuarto en importancia dentro del sector agroalimentario nacional), y tiene unos ingresos de explotación de unos 570.000 millones de pesetas al año (tabla 1).

Tabla 1. Empleo e ingresos de explotación por sectores. Fuente: INE 1994

SECTOR	Empleo	Ingresos explotación (Mptas)
Industria cárnica	60.760	1.564.504
Elaboración. y conservación de pescado	18.330	319.512
Preparación y conservación de frutas y hortalizas	31.127	567.725
Fabricación de grasas y aceites	10.520	779.636
Industrias lácteas	29.377	921.232
Molinería, almidones y productos amiláceos	9.140	396.387
Productos para la alimentación animal	11.302	701.824
Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	102.721	697.242
Industria del azúcar, cacao y chocolate	21.979	430.595
Otros productos alimenticios diversos	21.630	461.585
Elaboración de bebidas alcohólicas	33.820	950.463



Según datos del INE en 1996, el número total de establecimientos del sector agroalimentario era de 26.578, de los cuales el 86% emplea a menos de 20 trabajadores. De este número de empresas, unas 1.148 empresas corresponden al sector de frutas hortalizas (Tabla 2)

Tabla 2. N° de establecimientos en función del número de trabajadores de los sectores de la industria agroalimentaria (Fuente: INE 1996).

SECTOR	Nº Establecimientos				
	Totales	<20	20-49	50-199	>200
CARNICAS	3298	2667	405	161	65
CONSERVAS DE PESCADO	587	327	124	95	41
FRUTAS Y HORTALIZAS	1148	794	152	146	56
GRASAS Y ACEITES	1278	1142	74	36	26
INDUSTRIAS LÁCTEAS	1088	872	85	65	66
MOLINERÍA Y PROD. AMILÁCEOS	675	556	61	37	21
ALIMENTACIÓN ANIMAL	802	560	121	61	60
PANADERÍA Y GALLETAS	14114	13210	661	183	60
AZÚCAR, CACAO Y CHOCOLATE	1199	985	97	49	68
PROD. ALIMENTICIOS DIVERSOS	1185	963	120	63	39
BEBIDAS ALCOHÓLICAS	2199	1906	155	77	61
AGUA MINERAL Y ANALCOHÓLICAS	420	233	82	54	51
TOTAL	27993	24215	2137	1027	614

Hay que señalar, que los establecimientos dedicados a panadería y pastelería son los mayoritarios dentro la industria agroalimentaria, representando más de la mitad del total de establecimientos existentes. Este dato es importante puesto que esta estadística incluye dentro de este grupo los hornos-panaderías, los cuales no tienen el mismo carácter que el resto de industrias agroalimentarias.



Considerando la industria agroalimentaria en su conjunto, la preponderancia de pequeñas industrias (menos de 20 trabajadores) es absoluta, con un 86% sobre el total a nivel nacional mientras que para el sector de frutas y hortalizas este porcentaje es sensiblemente inferior (69%)(Figura 2).

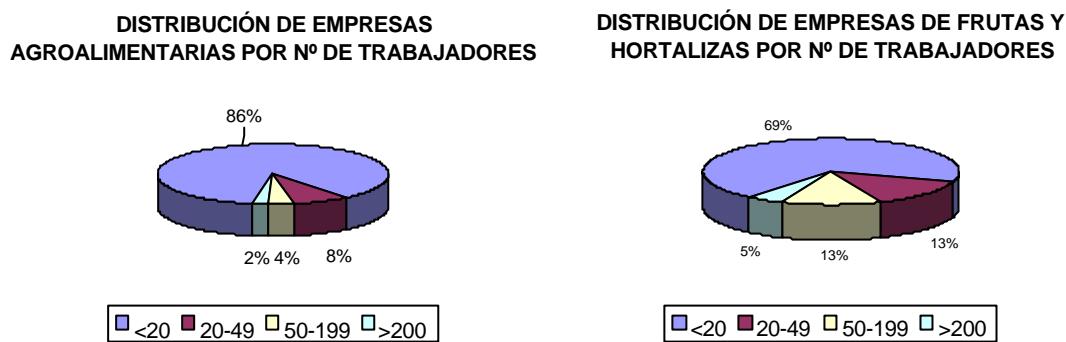


Figura 2.- Tamaño de las empresas en función del número de empleados, en la industria agroalimentaria general (izqda.), b) en el sector de frutas y hortalizas (dcha.)

Fuente: INE 1996

En el siguiente gráfico se representa la distribución del número total de empresas entre el resto de subsectores, sin considerar el sector de panadería y derivados. Como se puede observar, el sector que nos ocupa supone alrededor de un 8% del total de las industrias agroalimentarias existentes.

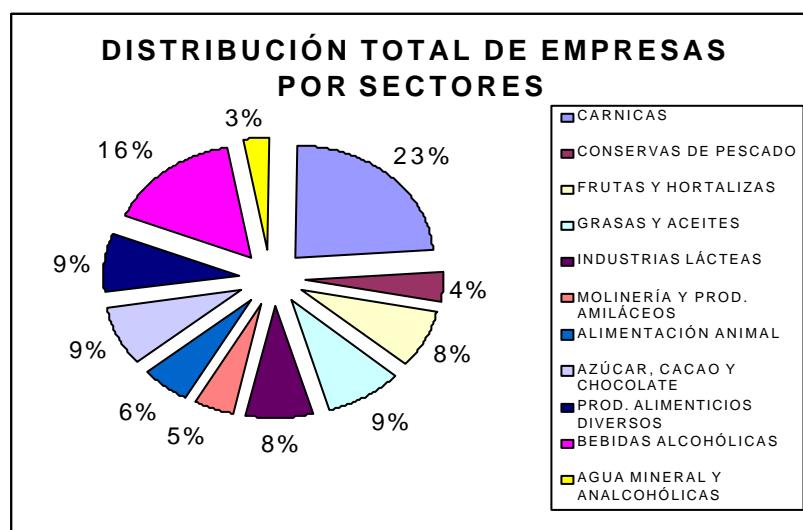


Figura 3.- Distribución de empresas por sectores Fuente: INE 1996



La proporción de empresas de cada sector en función del número de trabajadores se presenta en las figuras 4 a 7.

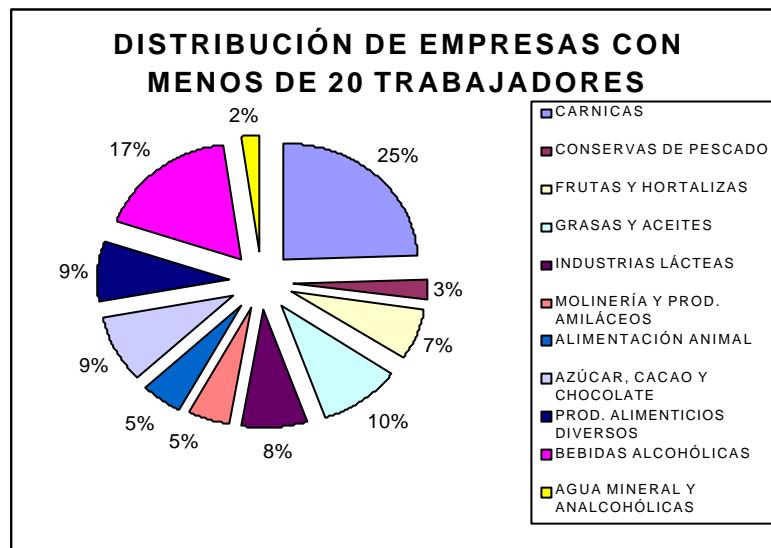


Figura 4.- Distribución de empresas de menos de 20 trabajadores por sectores. Fuente: INE 1996

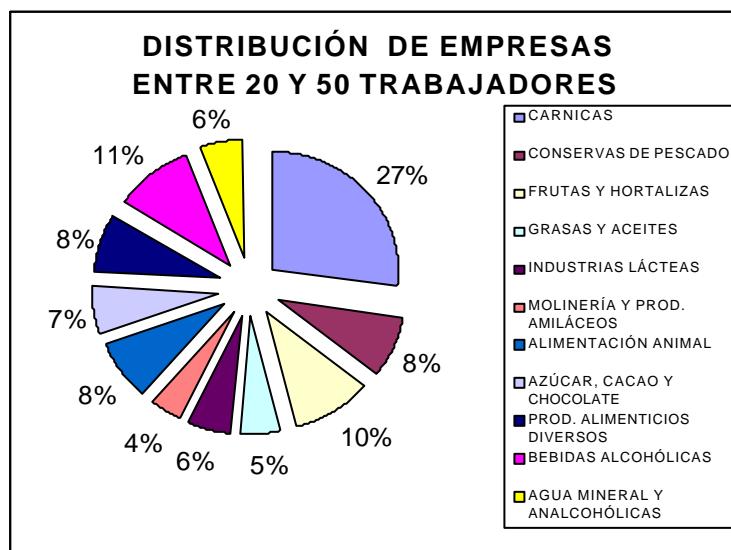


Figura 5.- Distribución de empresas de entre 20 y 50 trabajadores por sectores. Fuente: INE 1996

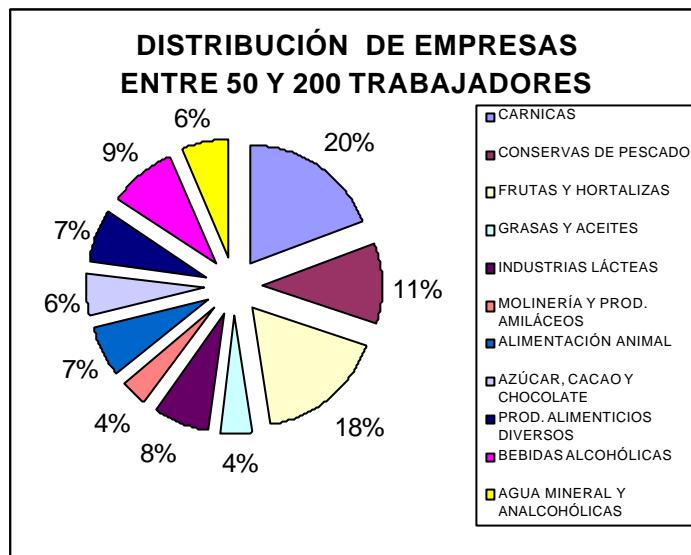


Figura 6.- Distribución de empresas de entre 50 y 200 trabajadores por sectores. Fuente: INE 1996

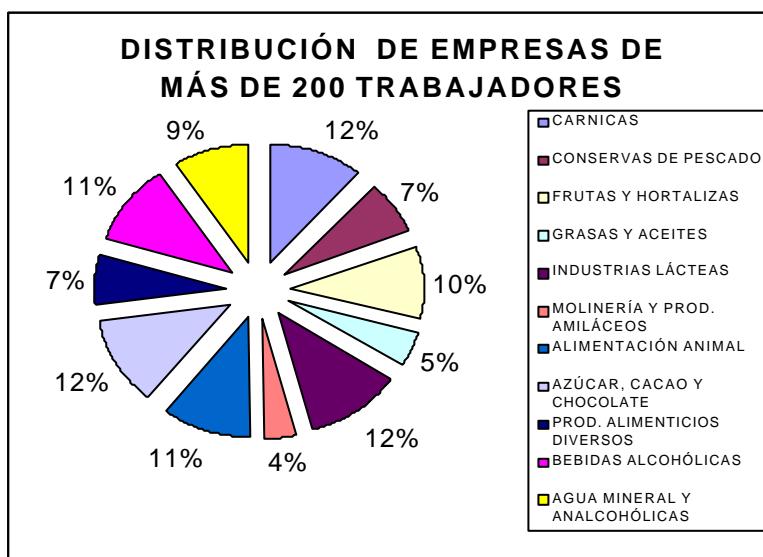


Figura 7.- Distribución de empresas de más de 200 trabajadores por sectores. Fuente: INE 1996

Hay que destacar, que dentro de las empresas con un número de trabajadores entre 50 y 200, la importancia del subsector es grande, pudiendo decir que de cada cinco empresas de las denominadas grandes, una es del sector de frutas y hortalizas.



Según el Anejo I de la Directiva IPPC, las empresas afectadas dentro del epígrafe 6.4 b) relativo a las actividades que consumen materia prima vegetal son aquellas con una capacidad de producción de productos acabados superior a 300 Tm/día (como valor medio trimestral). El hecho de que se hable de *capacidad de producción* y no de *producción real* complica en algunos casos la inclusión de algunas empresas dentro del grupo de afectadas por la Directiva. Tras un periodo de contraste entre los datos del MAPA y los disponibles por AINIA procedentes de las asociaciones e industrias del sector, se ha determinado que el número de establecimientos industriales afectados por la directiva IPPC es de 87, cuya distribución en cada Comunidad Autónoma se recoge en la siguiente tabla.

Esto supone que los establecimientos industriales afectados en este apartado del subepígrafe 6.4 b) supondrían un 20% del total de 435 industrias agroalimentarias afectadas por la Directiva IPPC.

El sector que agrupa a las industrias que hemos definido como de “Elaborados Vegetales” (conservas, zumos y ultracongelados), cuyos procesos se tratan en el presente documento, supone una parte del total de empresas que procesan materia prima vegetal. El número de plantas industriales afectadas por la IPPC dentro de este sector es de aproximadamente 59.



Tabla 3. Establecimientos industriales afectados por la Directiva IPPC en el epígrafe 6.4 b) apartado “tratamiento y transformación de materia prima vegetal”. Fuente: INE, MAPA, AINIA

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Tto.y transf. de materia prima vegetal: productos acabados >300 t/día(valor medio trimestral)
ANDALUCÍA	9
ARAGÓN	2
ASTURIAS	0
ISLAS BALEARES	0
CANARIAS	2
CANTABRIA	0
CASTILLA-LEÓN	14
CASTILLA-LA MANCHA	8
CATALUÑA	15
CEUTA	0
COMUNIDAD DE MADRID	3
COMUNIDAD VALENCIANA	12
EXTREMADURA	6
GALICIA	2
LA RIOJA	0
MELILLA	0
NAVARRA	5
PAÍS VASCO	1
MURCIA	8
TOTAL	87



C. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES

Como se ha comentado anteriormente, las industrias de elaborados vegetales procesan una gran variedad de materias primas mediante diferentes procesos productivos, lo que dificulta el estudio particularizado de los procesos y de las alternativas tecnológicas existentes para cada uno de ellos. Sin embargo, ya que los procesos productivos tienen bastantes operaciones básicas comunes, es posible estudiarlos de manera conjunta haciendo posteriormente hincapié en las diferencias específicas existentes entre cada uno de ellos.

En la mayor parte de operaciones, la utilización de una determinada tecnología está condicionada en gran medida por las características de la materia prima, así como por la tipología de los productos a elaborar.

En el presente trabajo, los diferentes procesos productivos considerados en este sector se han agrupado en dos subsectores para su estudio particularizado, en base a las similitudes del proceso y a sus principales efectos medioambientales, como se muestra en la figura 8.

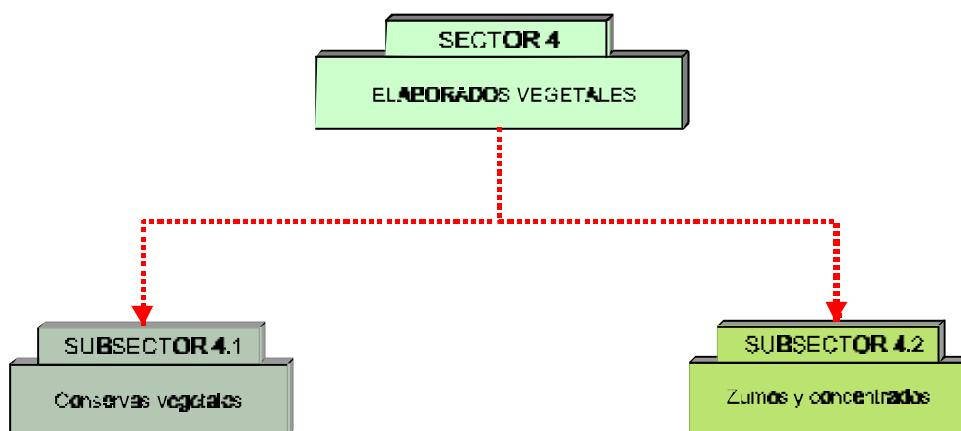


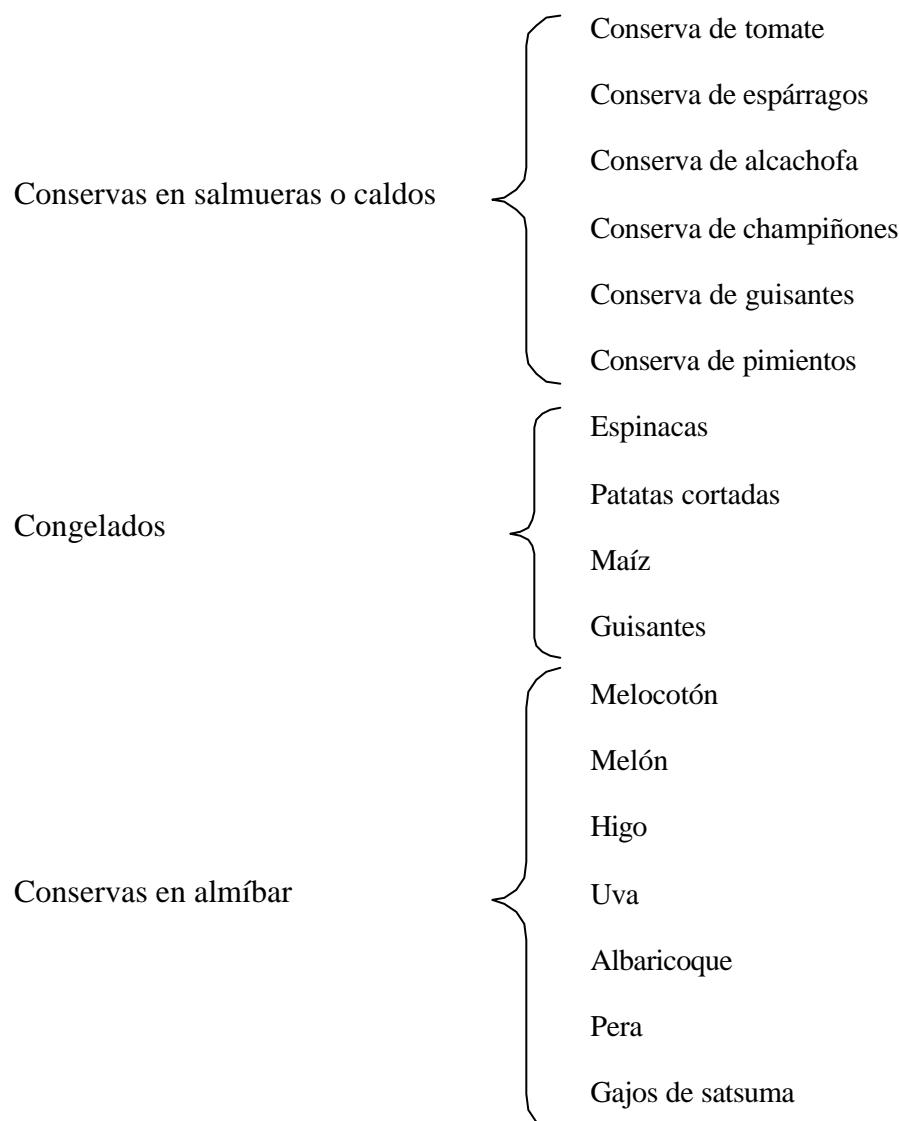
Figura 8.- Procesos considerados en Sector de Elaborados Vegetales



C.1. CONSERVAS Y CONGELADOS VEGETALES

En este subsector se agrupan las actividades que elaboran materia prima vegetal troceada o entera. En este estudio se han considerado las actividades que realizan la conservación de los productos finales en salmuera, caldo o almíbar, o mediante congelación. El resto de técnicas de conservación como la desecación, deshidratación, liofilización o refrigeración no se han considerado porque representan actividades de menor volumen de producción en comparación con las anteriormente presentadas.

Los procesos estudiados han sido elegidos en función de su importancia sobre la producción total, y son los siguientes:





La mayoría de procesos productivos englobados en este subsector cuentan con muchas operaciones básicas comunes, por lo que pueden ser estudiadas según un esquema general completo. A pesar de ello, hay que hacer la salvedad de que la tecnología existente puede ser muy diferente según la materia prima procesada.

El proceso general de elaboración de conservas vegetales se puede describir como sigue:

La materia prima recibida puede ser introducida inmediatamente a la línea de procesamiento, o almacenada en cámaras frigoríficas durante un cierto periodo de tiempo. Antes de entrar en la línea, se debe lavar para eliminar los residuos orgánicos o inorgánicos que puede tener adheridos a la piel y realizar la calibración e inspección de los vegetales.

Antes del envasado se realizan operaciones como el blanqueo, pelado, descorazonado, cortado y los pertinentes lavados a fin de adecuar las materias primas a su presentación final. La conservación se puede realizar mediante el envasado con adición de salmuera, jugo o almíbar y posterior esterilización, o congelación.

En el diagrama general de flujo adjunto se representan todas las operaciones básicas existentes en los procesos anteriormente citados de este subsector, lo que no implica que todas ellas sean necesarias para un proceso concreto. El orden en el que se realizan las operaciones puede variar, así como las alternativas tecnológicas existentes en cada caso concreto. Para facilitar el estudio particularizado de cada proceso con respecto al presente proceso general, se presentan también los diagramas de flujo correspondientes a cada unos de los productos considerados (en un anexo adjunto a este documento).

ELABORACIÓN DE CONSERVAS Y CONGELADOS VEGETALES.

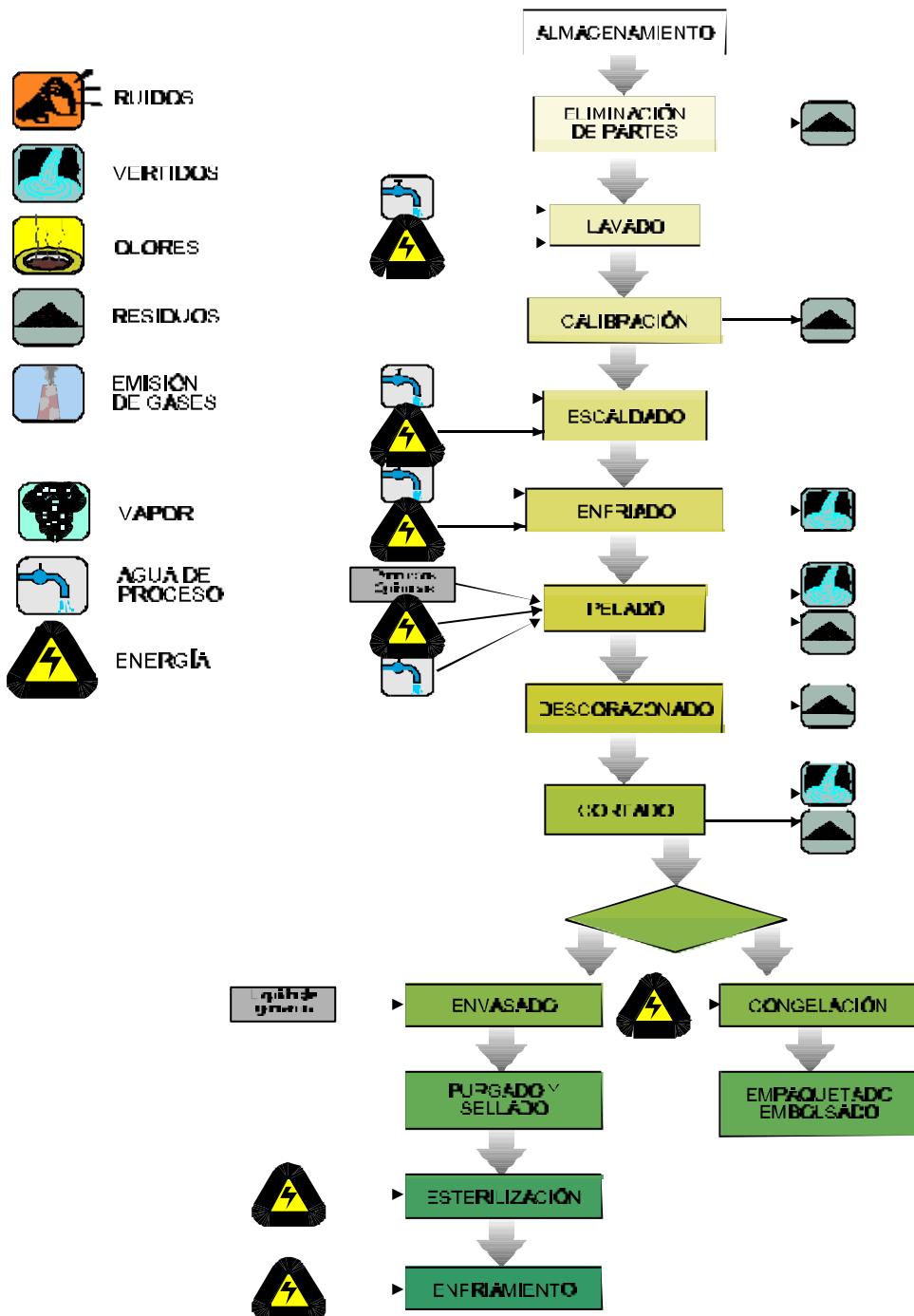


Figura 9.- Diagrama de flujo de la elaboración de conservas y congelados vegetales



C.1.1. Limpieza/lavado de la materia prima

El lavado es una operación que se puede realizar una o varias veces a lo largo del proceso con el fin de eliminar sustancias no deseables en la materia prima a procesar. Generalmente se realiza el lavado con agua, aunque también se pueden utilizar sistemas en seco en cuyo caso es más correcto el uso del término limpieza.

C.1.2. Escaldado-enfriado

El escaldado se realiza, habitualmente, para reblanecer los tejidos, eliminar el aire ocluido, conservar el color, desactivar enzimas o mejorar la textura del producto.

Generalmente, existe una fase posterior de enfriado para evitar los procesos de sobrecocción y aceleración de la descomposición de la materia prima. Esta operación se puede realizar en equipos independientes del escaldado o en la fase final de estos equipos.

C.1.3. Pelado

El proceso de pelado consiste en separar la corteza o piel del vegetal. Esta operación se puede realizar por diversos métodos, aunque depende en gran medida de la naturaleza de la materia prima a procesar.

C.1.4. Esterilización/pasterización

Esta operación tiene como principal función la conservación del producto, una vez envasado, mediante la eliminación de los microorganismos tóxicos o patógenos que pudieran desarrollarse en su seno y causar su deterioro. Algunas conservas pueden conservarse adecuadamente mediante un tratamiento térmico a temperaturas inferiores a 100°C. (pasterización) mientras que otras precisan que se alcancen temperaturas mayores (esterilización). Esta última operación implica llevar el producto de forma rápida a una temperatura superior a 100°C. (110-125°C), que se mantiene durante unos minutos, dependiendo del producto y del tamaño del envase.



La esterilización se realiza normalmente sobre el producto con el envase cerrado, aunque también se puede realizar sobre el producto antes de envasar.

Después de la esterilización se procede al enfriamiento del producto o del envase, según el caso.

C.1.5. Congelación

La congelación es otro método de conservación de productos vegetales y se basa en una disminución de la temperatura por debajo de cero, con el objetivo de paralizar la actividad microbiana y la descomposición enzimática de los productos a conservar. En esta operación se produce un importante consumo de energía. Existen muchos sistemas de congelación, muchos de ellos adaptados a los productos o incluso a los envases a congelar.



C.2. ZUMOS Y CONCENTRADOS DE FRUTAS

En este subsector se agrupan las actividades que elaboran zumos y concentrados de frutas y verduras y en este estudio se han considerado los siguientes productos:

- Hortalizas (tomate)
- Cítricos (naranja, mandarina, limón)
- Frutos de pepita (manzana, pera)
- Frutos de hueso (melocotón, albaricoque)
- Bayas (uva)

Según la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y venta de zumos de frutas y de otros productos similares podemos distinguir los siguientes productos:

“2.1 Zumo de fruta

2.1.1 Se entiende por zumo o jugo de fruta, el obtenido a partir de frutas por procedimientos mecánicos, susceptible de fermentación pero sin fermentar, que posea el color, el aroma y el sabor característicos de los zumos de las frutas de que proviene.

En el caso de los cítricos, el zumos de frutas proviene del endocarpio no obstante, el zumos de lima podrá obtenerse a partir del fruto entero conforme a las buenas prácticas de fabricación que deben permitir reducir al mínimo la presencia en el zumo de constituyentes de las partes exteriores del fruto.

2.1.2 Por zumo de frutas, o jugo, se entenderá, igualmente, el producto obtenido a partir de zumos de frutas concentrados:

a) restituyendo la proporción de agua extraída al zumo en el proceso de concentración; el agua que se añada debe presentar unas características apropiadas, en particular desde los puntos de vista químico, microbiológico y organoléptico, de forma que se garanticen las cualidades esenciales del zumo, y

b) restituyendo su aroma por medio de sustancias aromatizantes recuperadas al concentrar el zumo de ruta de que se trata o el zumo de frutas de la misma especie.



Y que presenta características organolépticas y analíticas equivalentes a las del zumo obtenido conforme a las disposiciones previstas en el apartado 2.1.1 a partir de las frutas de la misma especie.

2.2 Zumo de fruta concentrado: Es el producto obtenido a partir de zumos de frutas, por eliminación, mediante procedimientos físicos de una parte de su agua de constitución. Cuando el producto se destine al consumo directo, la concentración será al menos del 50 por 100.

2.3 Zumo de fruta deshidratado: el producto obtenido a partir de zumo de frutas eliminando mediante procedimientos físicos la casi totalidad del agua que lo constituye.

2.4 Puré o pulpa o cremogenado de fruta: Es el producto susceptible de fermentación pero no fermentado obtenido mediante molturación o tamizado, de la parte comestible de frutas, enteras o peladas sin eliminar el zumo.

2.5 Puré o pulpa o cremogenado de fruta concentrado: El producto obtenido a partir del puré, la pulpa o el cremogenado de fruta eliminando mediante procedimientos físicos una parte del agua que lo constituye.

2.6 Néctar de fruta: El producto no fermentado pero susceptible de fermentación, obtenido añadiendo agua y azúcares al zumo de fruta; al zumo de fruta concentrado; al puré, la pulpa o al cremogenado de fruta; al puré, la pulpa o al cremogenado de fruta concentrado; o a una mezcla de estos productos y que cumpla las especificaciones que figuran en el anexo de la presente Reglamentación.”



Las operaciones básicas de los procesos de fabricación de los diversos zumos y concentrados vegetales son bastante similares, de manera que se puede representar un proceso general de elaboración de zumos y concentrados que sería el siguiente:

La fruta recibida se lava para eliminar las impurezas orgánicas e inorgánicas que pueda contener y posteriormente se prepara para la fase de extracción de jugo, con fases previas de deshuesado y pelado para algunos tipos de productos. Posteriormente se realiza la trituración de la fruta con o sin precalentamiento previo, y la extracción del jugo mediante prensado o tamizado. En algunos casos (cítricos) existen sistemas de extracción muy específicos que no precisan la trituración previa de la fruta.

Una vez obtenida la papilla se procede al refino del zumo obtenido mediante decantación, clarificación y/o filtración. Seguidamente se realizan las operaciones de conservación del producto mediante desaireación y pasterización. Por último, el jugo puede ser enviado a un almacenamiento refrigerado, para su posterior envasado, o pasar a una fase de concentración.

ELABORACIÓN DE ZUMOS Y CONCENTRADOS.

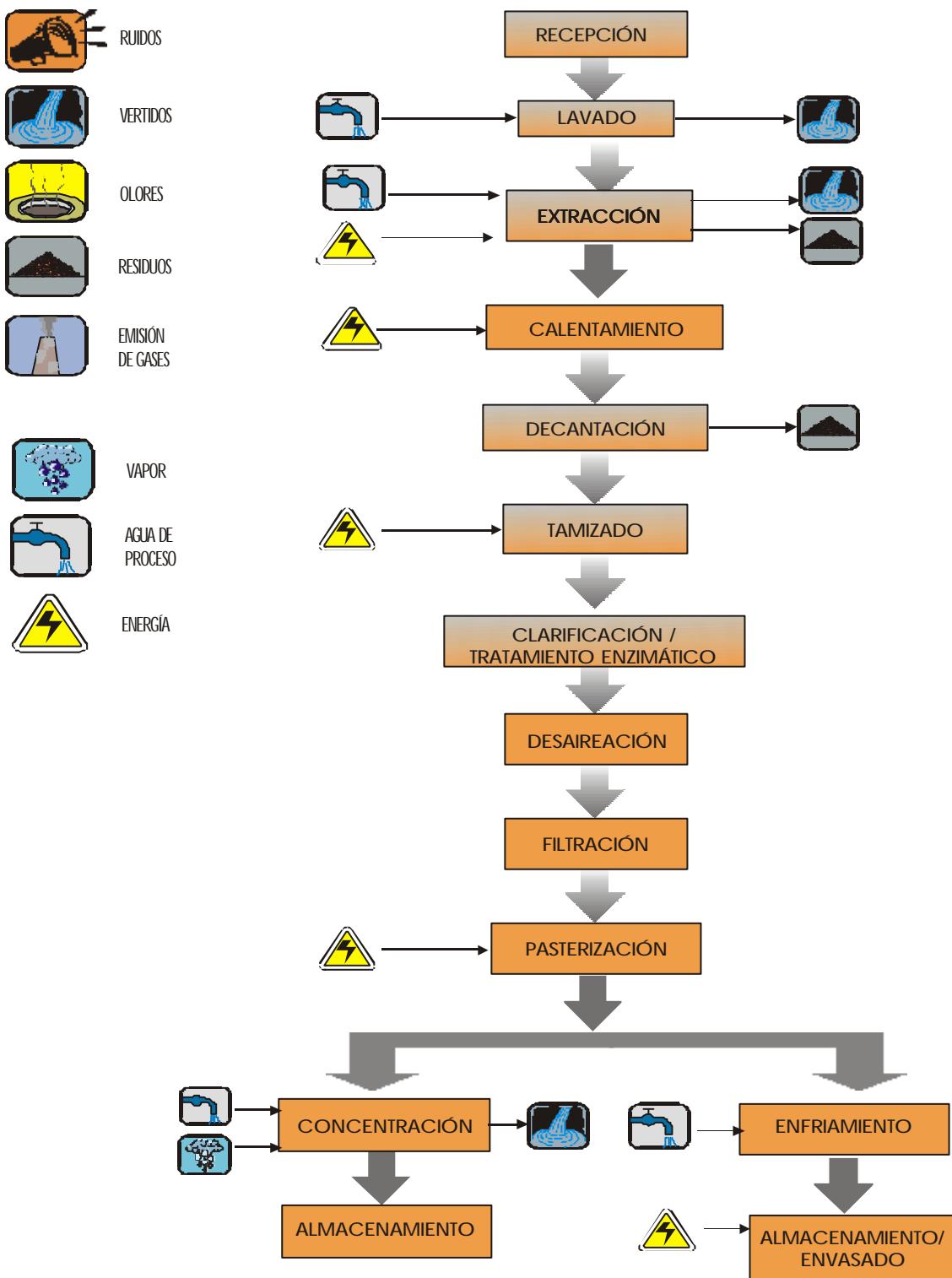


Figura 10.- Diagrama de flujo de la elaboración de zumos y concentrados



En aquellas operaciones comunes con el proceso de elaboración de conservas vegetales (lavado de materia prima, pelado,) nos remitimos para su descripción a lo expuesto en los apartados correspondientes, y solo pasaremos a describir aquellas operaciones específicas de la elaboración de zumos y concentrados.

En función de la materia prima y el tipo de producto el orden de las operaciones y el número de estas puede variar considerablemente como se observa en los diagramas de flujo adjuntos a este documento.

Como en el caso de las conservas vegetales, las tecnologías utilizadas por las empresas para cada operación dependen en gran medida del tipo de materia prima con la que se trabaja y la tipología del producto buscado.

C.2.1. Extracción

Para la obtención de jugos y concentrados se utilizan gran variedad de sistemas y equipos, a menudo adaptados muy específicamente a la materia prima a procesar. Esta operación puede ser compleja en cuyo caso existe una operación de extracción y otra de tamizado del zumo (caso de los cítricos) o básica, en cuyo caso la extracción y el tamizado se realizan en la misma operación (prensado o centrifugación). Los sistemas de extracción están muy íntimamente ligados a la naturaleza de la materia prima.

C.2.2. Decantación

Esta operación se realiza en aquellos zumos que habitualmente se consumen con un acabado final transparente (uva, manzana). Se basa en una precipitación y eliminación de sustancias disueltas que con el tiempo pueden conferir un aspecto no transparente en el jugo. En el caso de la uva, hay que eliminar el bitartrato potásico en sobresaturación para evitar la formación de pequeños cristales. En esta operación se pueden producir cantidades apreciables de residuos y fangos.



C.2.3. Clarificación-filtración

La clarificación consiste en la eliminación de todas las materias pécticas, proteicas y gomosas que se encuentran en los zumos y pueden dificultar la filtración. En esta operación la producción de residuos sólidos no es significativa. Esta clarificación se puede realizar mediante centrifugación o filtrado.

Posteriormente, en algunos zumos como el de uva y manzana, se realiza una operación de filtración para mejorar su aspecto. Esta operación no se realiza en la elaboración de zumos de naranja, tomate o piña.

Se pueden utilizar diferentes técnicas como el filtro prensa o los filtros rotativos a vacío. La clarificación y filtración se puede realizar simultáneamente utilizando técnicas de membrana.

C.2.4. Desaireación

Esta operación se realiza en los zumos y concentrados de cítricos y tomate para mejorar el aroma y color del producto, disminuir la espumación durante el enlatado de jugos y reducir la separación de sólidos en suspensión.

La operación se basa en la eliminación del oxígeno, y otros gases como el CO₂ disueltos en el jugo, mediante la aplicación de vacío. En esta operación se producen consumos de energía que no son significativos.

C.2.5. Pasterización

El método general de conservación de zumos y concentrados es la pasterización, que consiste en el calentamiento del zumo a temperaturas entre 60 y 100°C durante un tiempo variable. Se puede utilizar en casi todos los zumos debido a que su mayoría tienen un pH relativamente bajo. La pasterización se puede realizar sobre el zumo antes de envasar o sobre los envases cerrados conteniendo el zumo.

La pasterización rápida del zumo una vez desaireado consiste en elevar su temperatura a 82-90°C durante 5 a 10 segundos. Posteriormente se enfriá a la temperatura adecuada para



su llenado en envases esterilizados. Cuando el llenado es aséptico, se realiza una esterilización (eliminación casi total de gérmenes) que supone un mayor calentamiento del producto o del envase.

En algunas ocasiones, la microfiltración puede ser utilizada como una técnica de “pasterización” en frío.

C.2.6. Concentración

En la elaboración de zumos concentrados se realiza una operación de concentración, que consiste en la eliminación de la mayor parte del contenido inicial de agua de los zumos.



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

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

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



D.1. CONSERVAS VEGETALES

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

- **Consumo de agua**, principalmente, en operaciones como el lavado, calentado o enfriado de la materia prima vegetal.
- **Consumo de energía** en las operaciones de calentamiento, enfriamiento y esterilización.

A título orientativo, se presentan en la siguiente tabla los consumos específicos medios para los diferentes procesos estudiados, y referidos a los productos más típicos. En relación con estos datos, nos encontramos con variaciones importantes en cada tipo de fabricación en función de factores como: técnica utilizada, cantidad de producción, control de operaciones, mantenimiento de instalaciones, etc.

Tabla 4. Consumo energético medio en el sector de conservas alimenticias. Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias".IDAE

Producto	Combustible (Te/Kg producto)	Electricidad (KWh/Kg producto)	Total (Te/Kg producto)
Espárrago	0,9-1,4	0,15-0,17	1-1,5
Pimiento	1,4-1,8	0,4	1,8-2,2
Hortalizas y Legumbres	0,7-0,9	0,08-0,1	0,8-1
Tomate Triturado	0,7-1,1	0,1	0,8-1,2
Tomate concentrado	0,09-0,14	0,01-0,02	2-3,8
Productos congelados	0,4-0,5	0,35-0,5	0,75-0,95

Estos costes suponen, en general, sobre un 2% respecto a los costes totales de producción.



Principales efectos medioambientales:

- **Residuos sólidos inorgánicos** (principalmente tierras) en las operaciones de limpieza y lavado de la materia prima. Son residuos que no plantean en principio problemas de gestión.
- **Residuos sólidos orgánicos** procedentes de los desechos de la materia prima procesada. Por su volumen de producción (que puede llegar a representar el 50 % del peso de la materia prima de origen), estos residuos pueden llegar a constituir un grave problema medioambiental. Sin embargo, en la mayoría de los casos estos residuos pueden ser considerados como subproductos ya que se utilizan para la alimentación del ganado, como fertilizante o para obtener productos comercializables (ver tabla siguiente).

Producto	Residuo no valorizable (% en peso)	Residuo valorizable (% en peso)
Remolacha	20	21
Cítricos	1	38
Pera	20	9
Manzana	9	19
Melocotón	18	9
Judías verdes	11	10
Guisantes	4	8
Tomate	6	2

- **Vertidos de aguas residuales.** Generalmente son vertidos de elevado caudal y con carga orgánica elevada procedente de la materia procesada, bien sea por eliminación de sustancias extrañas o por mermas de la propia materia. En algunos casos, se pueden producir vertidos con elevada conductividad (salmueras) o pH extremos debido al pelado químico.



Sin embargo, resulta difícil cuantificar los caudales y concentraciones de estos vertidos así como los volúmenes de residuos producidos. Esto es debido a que la magnitud de estas variables está determinada en gran medida por el tipo de materia prima procesada, la estación del año, el grado de madurez de la materia prima, la técnica de recolección y las instalaciones y los hábitos de trabajo dentro de la industria.

Como dato orientativo puede tomarse un ratio de vertido por unidad de producción de entre 10 y 40 m³/t.

- **Emisiones** a la atmósfera de las calderas de producción de vapor.

Operación Básica.	Efecto	Orden
Lavados	<ul style="list-style-type: none"> • Muy elevado consumo de agua • Elevado consumo de energía • Vertidos con elevada concentración de arenas, SS y/o materia orgánica. • Residuos sólidos orgánicos 	1º 2º 1º NS*
Eliminación de partes	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos orgánicos 	2º
Gradación tamaños	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos orgánicos 	NS*
Escaldado-enfriado	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado consumo de energía • Consumo de agua • Vertido con elevada carga orgánica 	1º 1º 1º
Pelado	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Consumo de E. eléctrica (escaldado, pelado mecánico, pelado a la llama) • Vertidos con elevada carga orgánica y en caso de pelado químico con acidez o basicidad elevada • Residuos sólidos orgánicos 	2º 1º 1º 2º
Descorazonado-cortado	<ul style="list-style-type: none"> • Producción residuos sólidos orgánicos • Aporte de materia orgánica a los vertidos debido a los jugos 	2º 2º
Envasado	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos de envases • Agua de enjuague 	NS NS
Adición líquido de gobierno	<ul style="list-style-type: none"> • Aporte de materia orgánica a los vertidos por líquidos de gobierno (salmueras, jarabes, jugos) 	2º
Purgado y sellado	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo E. eléctrica 	NS
Esterilizado	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado consumo E. eléctrica 	1º
Enfriamiento envases	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo elevado de agua • Consumo E. Eléctrica 	2º 2º
Congelado	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo E. Eléctrica • Ruidos 	1º 2º
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua 	1º
Inspección	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos orgánicos (desechos) 	2º
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Vertidos puntuales de importante caudal y carga contaminante elevada (orgánica y detergentes) 	1º 1º

(*) Efecto no significativo siempre que se aprovechen como subproductos



D.2. ZUMOS Y CONCENTRADOS

Los efectos medioambientales más importantes que se pueden producir en este tipo de actividades son en los siguientes:

- **Consumo de energía**, especialmente para la producción de vapor.
- **Consumo de agua** necesaria para el vapor, los lavados y los enfriamientos del producto.
- **Vertidos** de agua residual con elevado caudal y carga orgánica.
- **Residuos sólidos orgánicos** procedentes de desechos de la fruta.
- **Emisiones** a la atmósfera de las calderas de producción de vapor.

Operación Básica.	Efecto	Orden
Lavado	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado consumo de agua • Consumo de energía • Vertidos con elevada concentración de arenas, SS y/o materia orgánica. • Residuos sólidos orgánicos 	2º NS 2º NS*
Pelado/descorazonado	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Consumo de E. eléctrica (escaldado, pelado mecánico) • Vertidos con elevada carga orgánica • Residuos sólidos orgánicos 	2º 2º 1º 2º
Precalentado	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía 	NS
Triturado	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía 	NS
Extracción de jugo-tamizado	<ul style="list-style-type: none"> • Residuo sólido • Consumo de energía 	NS* 2º
Calentamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía 	2º
Tamizado	<ul style="list-style-type: none"> • Residuo sólido 	2º
Clarificación/Tratamiento enzimático	<ul style="list-style-type: none"> • Residuo sólido 	NS*
Desaireación	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo energético 	NS
Pasterización	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía 	1º
Concentración	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía • Condensados 	1º 2º
Envasado	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de envases 	NS
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua 	2º
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Vertidos puntuales de importante caudal y carga contaminante elevada (orgánica y detergentes) 	1º 1º

(*) Efecto no significativo siempre que se aprovechen como subproductos



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

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

Para cada una de ellas se recopilan las alternativas tecnológicas existentes y se describe y evalúa su impacto medioambiental.

E.1. CONSERVAS VEGETALES

En el siguiente cuadro se resumen aquellas operaciones con algún efecto con impacto medioambiental significativo. En ellas se analizarán las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efectos Medio Ambientales	Grado de Impacto
Lavado	<ul style="list-style-type: none">• Elevado consumo de agua• Vertidos con elevada concentración de arenas, SS y/o materia orgánica.• Residuos sólidos orgánicos	1º 1º NS
Escaldado	<ul style="list-style-type: none">• Elevado consumo de energía• Consumo de agua	1º 2º
Enfriado	<ul style="list-style-type: none">• Consumo de energía• Consumo de agua• Elevados volúmenes de vertido con elevada carga orgánica	2º 1º 1º
Esterilizado	<ul style="list-style-type: none">• Elevado consumo E. eléctrica	1º
Enfriamiento envases	<ul style="list-style-type: none">• Consumo elevado de agua• Consumo E. Eléctrica	1º 2º
Congelado	<ul style="list-style-type: none">• Consumo E. eléctrica	1º
Limpieza	<ul style="list-style-type: none">• Consumo de agua• Vertidos puntuales de importante caudal y carga contaminante elevada (orgánica y detergentes)	1º 1º



E.1.1. Limpieza/lavado de la materia prima

Para establecer correctamente los parámetros de funcionamiento de un sistema de lavado, hay que establecer un balance entre los costes ocasionados por las pérdidas de material, el trabajo y otros gastos del proceso, y la necesidad de producir un alimento de buena calidad. De este modo los estándares "aceptables" de limpieza de las materias primas deberán especificarse para cada uso en particular, teniendo en cuenta el grado en que la contaminación de la materia prima se reflejará en el producto final.

Con algunas materias primas es posible realizar limpiezas en seco previas a las limpiezas en húmedo, en las cuales se eliminan las tierras, restos vegetales, materia prima no adecuada, etc. Estos sistemas producen residuos sólidos cuya gestión es más sencilla que los vertidos procedentes de las limpiezas en húmedo.

Las limpiezas en húmedo son muy eficaces para eliminar las partículas del suelo adheridas, producen menos daño físico en la materia prima y permiten el empleo de detergentes y desinfectantes. El consumo de agua durante los lavados es generalmente muy elevado, pudiendo representar más del 50% del total consumido en el proceso.

Las aguas procedentes del primer lavado se utilizan, entre otras funciones, para eliminar las partes más groseras adheridas a la materia prima. Estas aguas pueden contener sustancias tan variadas como tierra, polvo, carga microbiana, u hojas. Una alternativa a este primer lavado para algunas materias primas muy concretas son las limpiezas en seco, que al no consumir agua no provocan vertidos.

El resto de los lavados se realizan tras ciertas operaciones como cortado, blanqueo, pelado, descorazonado, a fin de eliminar sustancias o partes no deseables. Estos vertidos se caracterizan por su contenido en sólidos gruesos (pieles, restos de material vegetal) y elevada carga orgánica disuelta o en suspensión (jugos). En el caso de que se produzcan pelados químicos, los vertidos procedentes de los lavados posteriores pueden tener concentraciones apreciables de ácido o base.

En muchas instalaciones, se utilizan balsas con agua que sirven como depósito de alimentación de materia prima al proceso, así como sistemas hidráulicos de transporte del



Tecnologías más utilizadas.

vegetal entre las distintas operaciones. En estos casos las balsas de agua cumplen, además, la misión de lavado.

Al igual que en otras operaciones, los sistemas de lavado están muy relacionados con las características físicas de los productos a lavar, aunque en muchos casos existen varias alternativas para cada producto y en muchas ocasiones se utilizan varios sistemas consecutivamente.

La reutilización de aguas procedentes de operaciones “limpias” (lavados finales, aguas de refrigeración) en operaciones de limpieza de la materia prima en las operaciones iniciales, más “sucias”, es una medida que permite conseguir unos ahorros de agua muy importantes. La reutilización de esta agua precisa en muchos casos de sistemas de filtrado fino para eliminación de sólidos y sistemas de dosificación de cloro para mantener la calidad microbiológica de las aguas.



E.1.1.1. Lavado por Inmersión:

Es el método más simple de limpieza húmeda. Su eficiencia mejora si se utilizan agitadores (sistema poco adecuado para productos delicados), haciendo que se muevan las sustancias en el seno del agua, con paletas o usando un tambor perforado. También se puede producir la agitación añadiendo aire comprimido en el tanque (usado para productos muy delicados como fresas, espárragos, etc.)

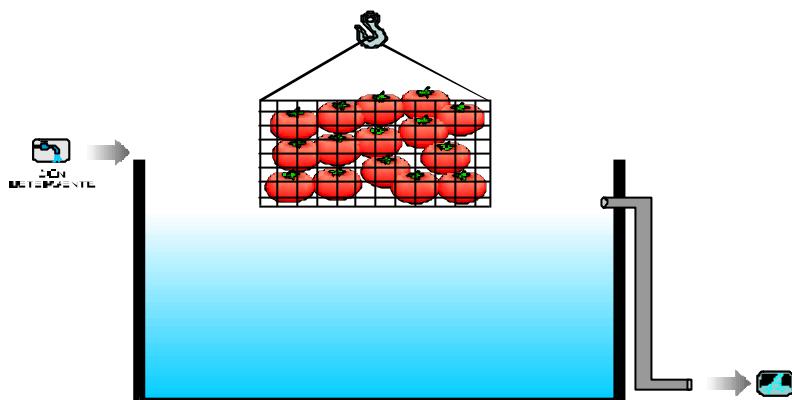


Figura 11.- Lavado por inmersión



E.1.1.2. Lavado por duchas

La eficiencia de este tipo de lavado depende de la presión y temperatura del agua, el volumen de agua usado, distancia del alimento al origen de la aspersión, tiempo de exposición y número de duchas utilizado. En general la mejor combinación es un volumen pequeño de agua a presión elevada, aunque este sistema puede dañar las frutas blandas y maduras.

El lavado por aspersión se puede hacer con tambores rotatorios o con cintas transportadoras de tipo continuo y perforado. Una mejora de este lavado es el uso de discos de caucho que facilitan la separación de partículas y suciedad y hace que disminuya el consumo de agua en la aspersión.

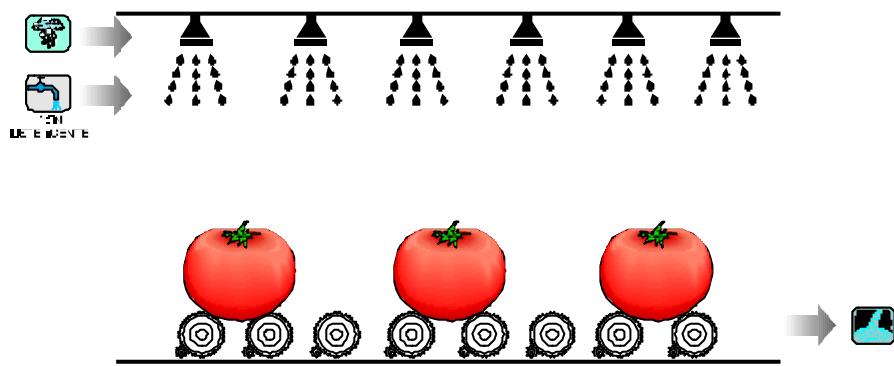


Figura 12.- Lavado por aspersión



E.1.2. Escaldado-enfriado

Los tres métodos de escaldado comercialmente más empleados son:

- a) baño de agua caliente
- b) ducha de agua caliente
- c) atmósfera de vapor saturado.

En los últimos años se han introducido importantes mejoras en las instalaciones con objeto de reducir el consumo energético y la pérdida de componentes solubles. Esto último, a la vez que reduce la capacidad contaminante de los efluentes, disminuye las pérdidas de producto.

La fase de enfriamiento posterior, para evitar los procesos de sobrecocción y aceleración de la descomposición de la materia prima, se puede realizar en equipos independientes del escaldado o en la fase final de estos equipos.

En ambas operaciones, los sistemas de recirculación de agua y aprovechamiento de calor suponen una reducción importante de los consumos de agua y/o energía, así como del volumen de vertidos. Para poder reutilizar el agua es preciso mantener los estándares de calidad microbiológica.

Veamos a continuación las tecnologías de escaldado existentes, que en gran medida dependen de las características de la materia prima y el objetivo buscado con la operación (pelado, estabilización del color, inactivación de enzimas, mejora de la textura, ...).



E.1.2.1. Escaldado con agua por inmersión.

El escaldador clásico está constituido por una cuba-tambor perforado que gira lentamente sobre su eje horizontal y que está sumergido hasta la mitad en agua. El producto avanza desde la entrada hacia la salida gracias a acanaladuras helicoidales internas. El agua se calienta por inyección directa de vapor. Este sistema es el más simple y tiene una buena eficacia y homogeneidad de escaldado. Los consumos de agua son elevados y los vertidos derivados poseen una elevada carga orgánica debido a la pérdida de compuestos hidrosolubles de la materia prima.

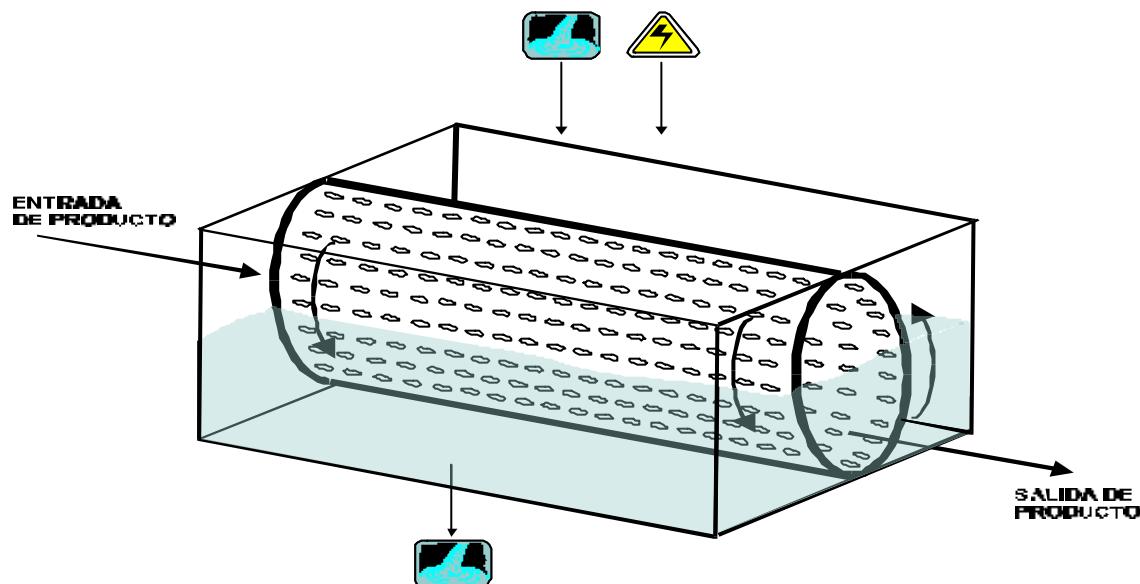


Figura 13.- Escaldado por inmersión

Sistema convencional de escaldado con agua	
Rendimiento	0.25-0.5 kg prod/kg vapor (1)
Consumo de agua	Alto
Eficiencia energética	Alta
Aguas residuales	Volúmenes altos de efluentes
Carga orgánica de las aguas	Alta
Pérdida de comp. solubles	Alta
Calidad producto final	Escaldado homogéneo
Limpieza/esterilización equipo	Normal
Costes inversión	Bajo

(1) Fuente: "Food Processing Technology", P. Fellows.



Escaldado con reciclado de agua.

Con el fin de limitar la contaminación y ahorrar energía se ha desarrollado el escaldado con reciclado de agua. En este equipo se recicla el agua del escaldado y la temperatura se mantiene mediante un intercambiador de calor. Al cabo de unas 3 horas de funcionamiento, se establece un equilibrio de presión osmótica entre la fase sólida y el agua del escaldado, que tiene por efecto mantener constante el extracto seco del agua ya que no hay prácticamente más transferencia de masa. La primera ventaja de este sistema es, pues, una reducción notable de la contaminación tanto desde el punto de vista del volumen de los efluentes como desde el de su carga orgánica. En cuanto a la economía de la energía, no es solo debida al reciclado de agua, sino también, por el hecho de que el vapor ya no es inyectado directamente en el agua, sino que se utiliza como un fluido portador de calor de un intercambiador. En estas condiciones el vapor se condensa totalmente y los condensados pueden ser también reciclados.

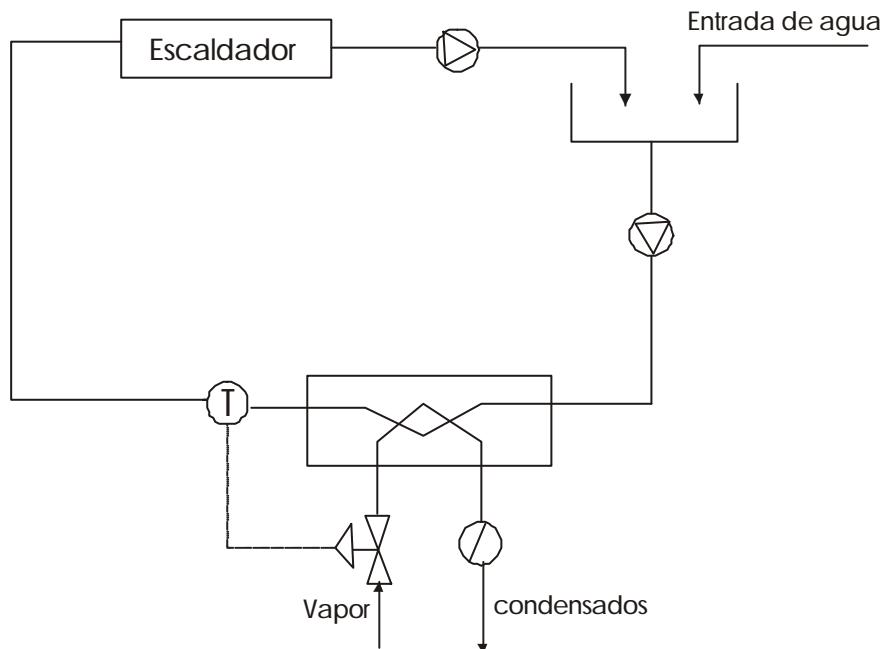


Figura 14.- Escaldador con reciclado de agua

La utilización de este tipo de sistemas de recirculación solo es posible cuando el tipo de materia prima y/o los sistemas de control permiten mantener la calidad microbiológica (flora bacteriana termófila) y el pH (disolución de ácidos orgánicos) adecuados.



E.1.2.2. Escaldado con agua por duchas

Esta tecnología presenta algunas ventajas medioambientales con respecto al sistema de escaldado por inmersión. En primer lugar, existe un menor consumo de agua y de energía manteniendo unos niveles de eficiencia energética elevados. Este sistema permite reducir la pérdida de sustancias solubles en la materia prima, con lo que se reduce la cantidad total de materia orgánica que pasa a las aguas residuales.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que al ser también menor el consumo de agua podemos encontrarnos con concentraciones de materia orgánica algo superiores.

La posibilidad de utilizar este sistema de escaldado esta condicionada por el tipo de materia prima e incluso su estado de maduración.

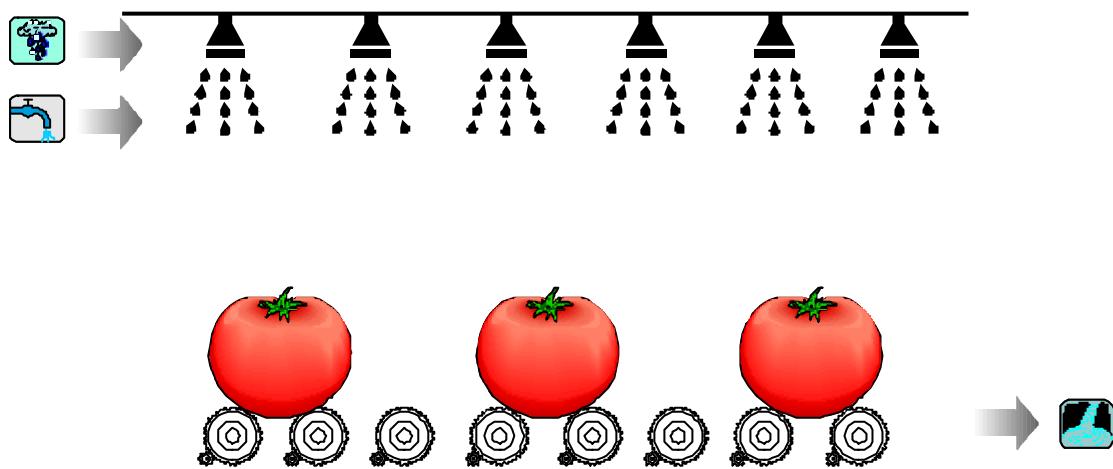


Figura 15.- Escaldado por duchas

Según datos del IDAE, el consumo específico de vapor en este tipo de escaldado puede ser alrededor de 250 - 350 kg vapor/ tonelada de producto.



Escaldador con recirculación del agua de enfriado

Una alternativa tecnológica al escaldado clásico con duchas de agua son los sistemas de recuperación de energía y/o recirculación de las aguas de enfriado. Con estos sistemas el calor recogido por las aguas de refrigeración de la etapa final del escaldado se aprovecha para precalentar el alimento entrante, bien usando estas aguas directamente (figura 16), bien utilizando un intercambiador de calor (figura 17). El ahorro de agua y energía se traduce en menores consumos de vapor en la etapa de escaldado (debido al precalentamiento) y una reducción de las necesidades de enfriamiento de las aguas de refrigeración.

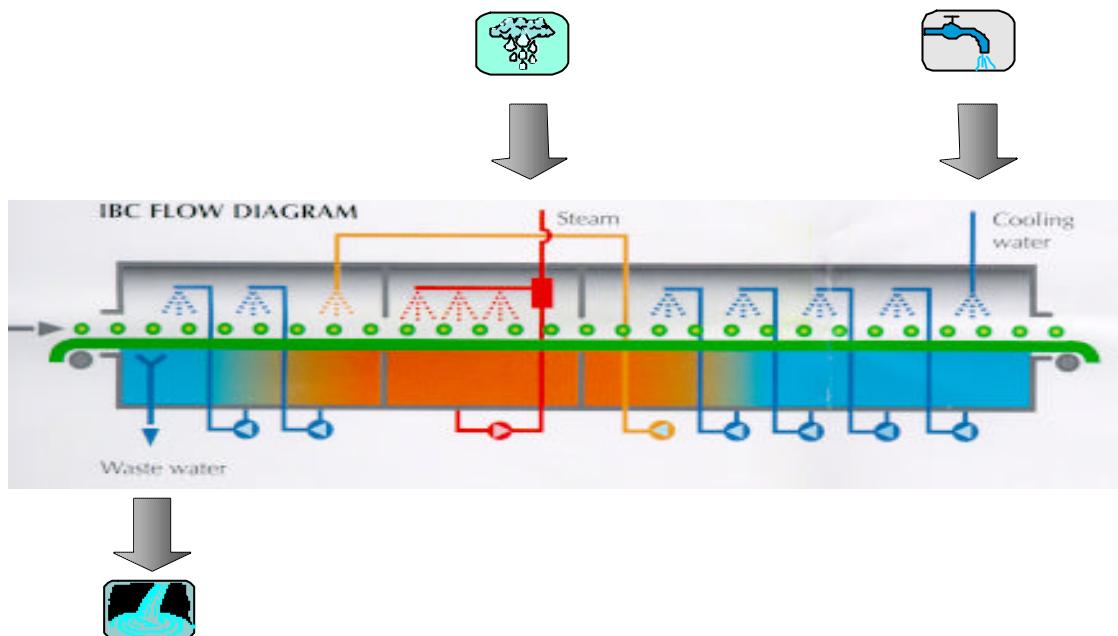


Figura 16.- Escaldador con recirculación de agua

Como se puede ver en la figura, la zona de precalentamiento se utiliza para lavado previo y calentamiento progresivo del producto, empleando agua caliente procedente de la primera fase de enfriamiento. El precalentamiento progresivo del producto aprovecha el agua caliente de las sucesivas etapas para ser bombeado a las duchas de la etapa anterior (contracorriente), reduciendo el consumo energético del equipo.

Por medio de vapor se puede calentar el agua de escaldado de forma directa o indirecta. Esta agua se aplica por medio de duchas y es recirculada por una serie de bombas.



El enfriado del producto se realiza también por duchas, en contracorriente, sobre el producto. Se toma agua más fría, procedente de la etapa siguiente para ser proyectado en la etapa anterior más caliente, hasta el enfriado final del producto. La primera fase de enfriamiento transfiere el agua caliente hacia la zona de precalentamiento, bien directamente, o mediante un intercambiador de calor, como muestra la siguiente figura.

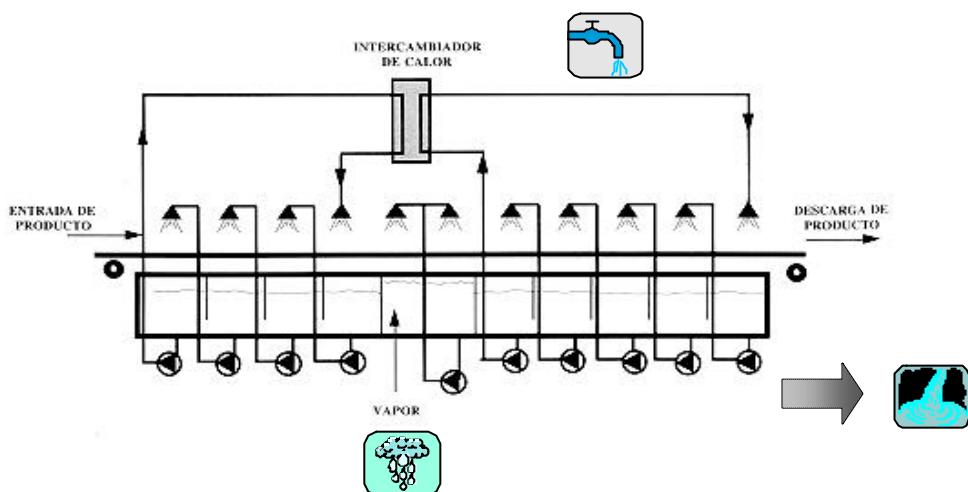


Figura 17.- Escaldador con recirculación de agua

Escaldado con recirculación de agua	
Consumo de vapor	70-120 kg vapor/T producto (1)
Consumo de agua	Menor que sistema convencional
Eficiencia energética	Mayor que sistema convencional
Aguas residuales	Disminución importante del volumen de efluente
Pérdida de comp. solubles	Menor que sistema convencional
Calidad producto final	Homogéneo
Limpieza/esterilización equipo	Posibilidad de limpieza CIP
Otros datos de interés	Possible contaminación por bacterias termófilas
Costes inversión	14 Mill., para 5.000 t/año (1)

(1) Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE

E.1.2.3. Escaldado con vapor de agua

El escaldador de vapor consiste en un simple túnel en el cual el producto es transportado por una cinta atravesando una atmósfera de vapor. El tiempo de permanencia del producto en el escaldador es controlado por la velocidad de la cinta. Este sistema permite minimizar la cantidad de agua necesaria para el escaldado, con lo que se reducen los vertidos de aguas residuales. Este sistema de escaldado puede no ser válido cuando se pretende hacer llegar la temperatura hasta el interior de vegetales (p.e. algunos productos congelados).

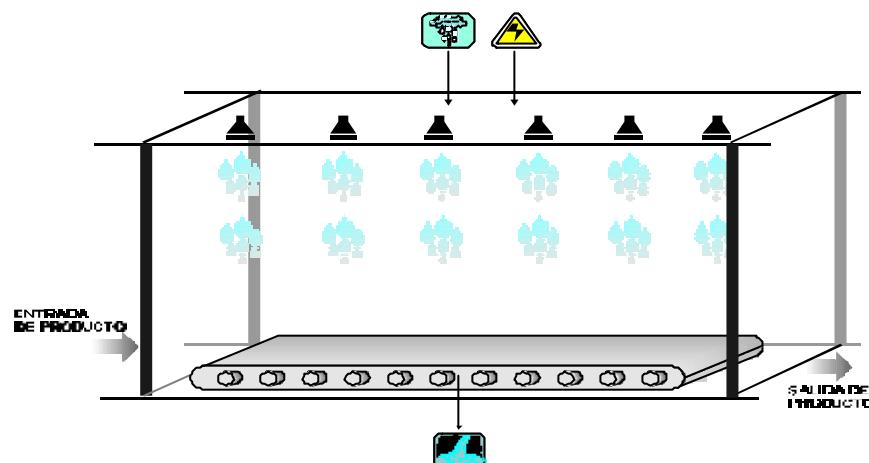


Figura 18.- Escaldado con vapor de agua

Sistema convencional de escaldado con vapor	
Rendimiento	0.5 kg prod. / kg vapor (1)
Consumo de vapor	250-350 kg vapor/T prod (2)
Eficiencia energética	19-31 %, según alimento (1)
Aguas residuales	Volumen efluentes bajo
Carga orgánica de las aguas	En general, baja
Pérdida de comp. solubles	Pocas pérdidas. Reducción del 5% si hay presecado (1)

(1) Fuente: "Food Processing Technology", P. Fellows.

(2) Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE

Existen mejoras tecnológicas sobre la tecnología clásica que optimizan el rendimiento energético y aumentan la velocidad de transferencia de calor.



Escaldado termocíclico.

En este tipo de escaldadores, el vapor no condensado se recircula mediante una serie de tubos de Venturi que aspiran el vapor a baja presión por efecto de la corriente de vapor a alta presión que entra. Un túnel de 20,75 metros de largo supone 53 elementos de reciclado.

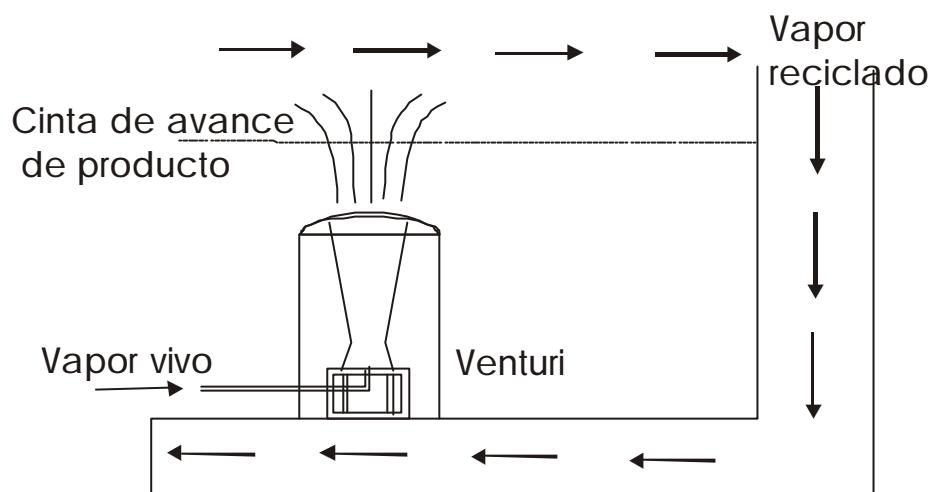


Figura 19.- Escaldador termocíclico con vapor de agua

Además, la atmósfera de vapor está aislada por una capa de agua a la entrada y a la salida del escaldador. Este sistema permite una reducción del 50% del consumo de vapor, que se traduce igualmente en una reducción del volumen de efluentes. Además, el tratamiento térmico es más homogéneo que con escaldadores clásicos de vapor, gracias a una mejor uniformidad de las temperaturas. El coste de inversión de estos equipos es elevado.

Sistema Termocíclico	
Consumo de vapor	Disminución del 50% respecto sistema convencional
Eficiencia energética	Alta
Aguas residuales	Menor volumen de efluentes que sist. convencional
Pérdida de comp. solubles	Menor que sistema convencional
Calidad producto final	Escaldado homogéneo
Limpieza/esterilización equipo	Fácil
Coste inversión	Alto

Fuente: "Food Processing Technology", P. Fellows.



Sistema de escaldado I.Q.B.

La materia prima vegetal atraviesa un flujo de vapor vivo a 100°C (tiempo de permanencia de 30 a 300 segundos). Después se vuelca en un recinto isotermo (adiabático) donde va acumulándose sobre una cinta que se desplaza lentamente (tiempo de permanencia de 30 a 540 segundos). Durante la permanencia en la cámara adiabática, se establece un equilibrio térmico por conducción del calor de la superficie hacia el centro.

En los procedimientos clásicos la exposición al vapor dura hasta que se consigue en el centro la temperatura de escaldado deseada. En el procedimiento I.Q.B., la exposición es mucho más corta, lo cual revierte en ahorro de energía, disminución del 40% de volumen y del 20% de la carga en materia orgánica de los efluentes. El movimiento de las verduras en la zona de calentamiento puede ser lineal o bien disponerse en espiral con transporte por vibración. Son equipos fáciles de limpiar. El coste de inversión de estos equipos es elevado.

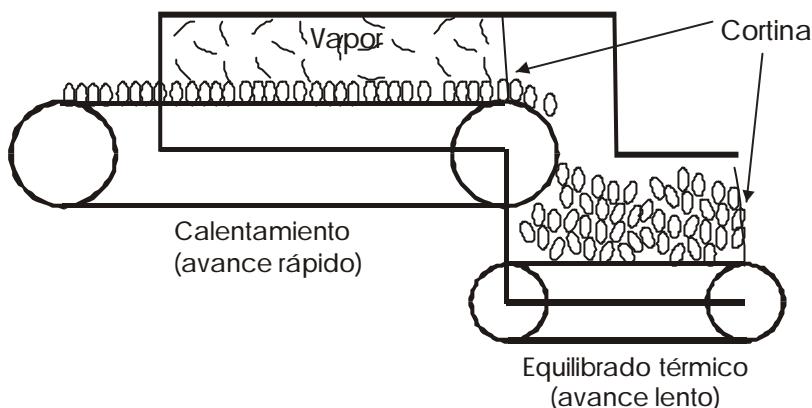


Figura 20.- Escaldador IQB

Sistema IQB	
Rendimiento	6-7 kg prod. / kg vapor
Eficiencia energética	86-91 %
Aguas residuales	Disminución 40% volumen efluentes respecto sist. convencional
Carga orgánica de las aguas	Reducción del 20% respecto sist. convencional
Pérdida de comp. solubles	Reducción del 53-81% si hay presecado
Calidad producto final	Escaldado homogéneo
Limpieza/esterilización equipo	Fácil
Costes inversión	Alto

Fuente: "Food Processing Technology", P. Fellows.



E.1.2.4. Enfriado

Inmediatamente después del escaldado la materia prima debe ser enfriada para evitar una sobrecocción que produzca alteraciones innecesarias en el alimento.

El enfriado puede realizarse con agua o con aire. El sistema a utilizar viene determinado tanto por el tipo de materia prima como por las técnicas de recirculación de agua o aprovechamiento de energía que se quieran implantar en la operación de escaldado-enfriado.

En cuanto a la influencia sobre la calidad del producto, el enfriamiento con agua puede provocar una mayor pérdida de sustancias solubles en la materia prima mientras que el enfriado con aire puede provocar mayores pérdidas de humedad. La tecnología intermedia consistente en un enfriamiento con aire húmedo (nebulización), que recoge las ventajas de ambos sistemas.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de la pérdida de calidad del producto con distintos sistemas de escaldado-enfriado.

Tabla 5. Pérdida de calidad del producto en los diferentes sistemas de escaldado-enfriado (expresado en % de perdida de ac. Ascórbico)

Sistema escaldado-enfriado	% de pérdida de ácido ascórbico		
	Guisante	Brécol	Judía verde
Agua caliente-agua fría	29	39	15
Agua caliente-aire frío	25	31	19
Vapor-agua fría	24	22	18
Vapor-aire frío	14	9	19

Fuente: "Food Processing Technology", P. Fellows.

En el apartado de Mejores Técnicas Disponibles, el enfriado, se ha considerado como una fase del escaldado, ya que los sistemas de mejora para estas operaciones son sistemas integrados que afectan en conjunto al escaldado y al enfriado.



E.1.3. Pelado

Esta operación se puede realizar por diversos métodos, aunque dependiendo de la naturaleza de la materia prima procesada puede realizarse mediante sistema:

- Térmico
- Mecánico
- Termo-físico
- Químico

La utilización de cada uno de estos sistemas de pelado producirá unos efectos medioambientales determinados.

- Eliminación de materia prima (fundamentalmente en el pelado mecánico)
- Consumo de energía (pelado mecánico, térmico y termo-físico, principalmente)
- Consumo de agua (todos los sistemas excepto el mecánico)
- Utilización de productos peligrosos (pelado químico)

A continuación se presenta una tabla en la que se muestran distintos tipos de materias primas y sus sistemas más habituales de pelado:

Sistemas de pelado	Materia prima
Mecánico	Manzana, espárrago
Térmico	Tomate
A la llama	Pimiento, cebolla
Químico	Pera, tomate, pimiento, melocotón, albaricoque
Termo-físico	Patata, tomate

E.1.3.1. Pelado térmico

Dentro de este conjunto de técnicas se agrupan aquellas que utilizan un ataque térmico para producir la separación de la piel de los frutos. Excepto en el caso de pelado a la llama, los sistemas se basan en provocar la cocción o destrucción de la pulpa pegada a la piel mediante un tratamiento de choque térmico por escaldado.

En el caso de pelado a la llama, la piel es desecada y carbonizada por la exposición del fruto a una llama a temperaturas cercanas a los 500 °C.

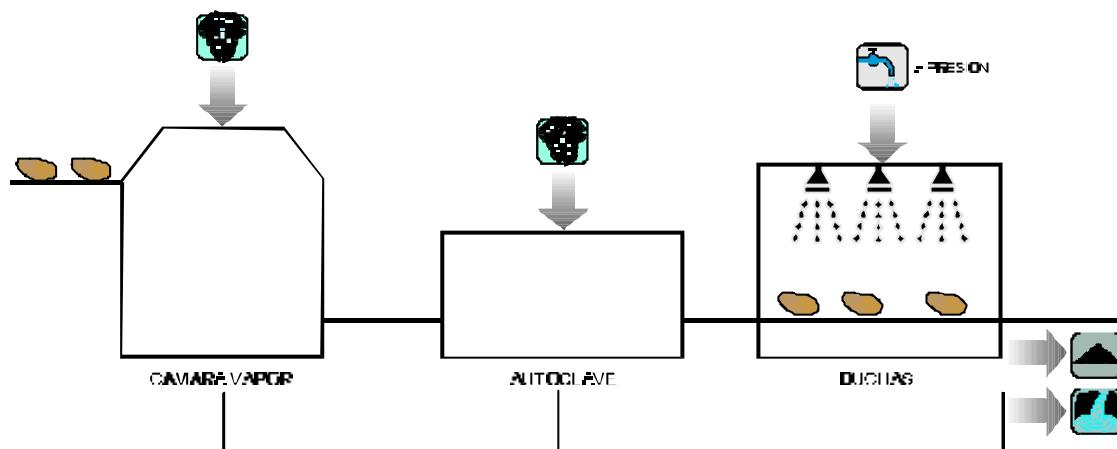


Figura 21.- Pelado térmico

Las alternativas de pelado térmico y los productos a los cuales se pueden aplicar se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Alternativas de pelado térmico y productos a los que se puede aplicar

Alternativa	Productos
Escaldado con agua caliente	Tomate, patatas jóvenes, melocotones maduros, remolacha
Escaldado con vapor	Tomate, patatas jóvenes, melocotones maduros, remolacha
Presión de vapor	Tubérculos
Aceite caliente	Pimiento
Llama	Pimiento, patatas pequeñas, cebollas
Congelación	Melocotones, otros



E.1.3.2. Pelado Mecánico

En los pelados mecánicos se utilizan métodos físicos de eliminación de la piel (abrasión, cuchillas). Generalmente se aplican en frutas o verduras compactas excepto en el caso de pelado por ultrasonidos, que se aplica sobre frutos maduros o blandos.

Sistema	Productos
Abrasión en continuo	Patata, remolacha
Con cuchillas	Manzanas, peras
Ultrasonidos	Tomate, melocotón muy maduro, frutos maduros

Las aguas residuales de lavado están menos cargadas de materia orgánica al haber retirado independientemente los residuos sólidos procedentes del pelado, permitiendo además una gestión más sencilla de estos debido a su bajo índice de humedad.

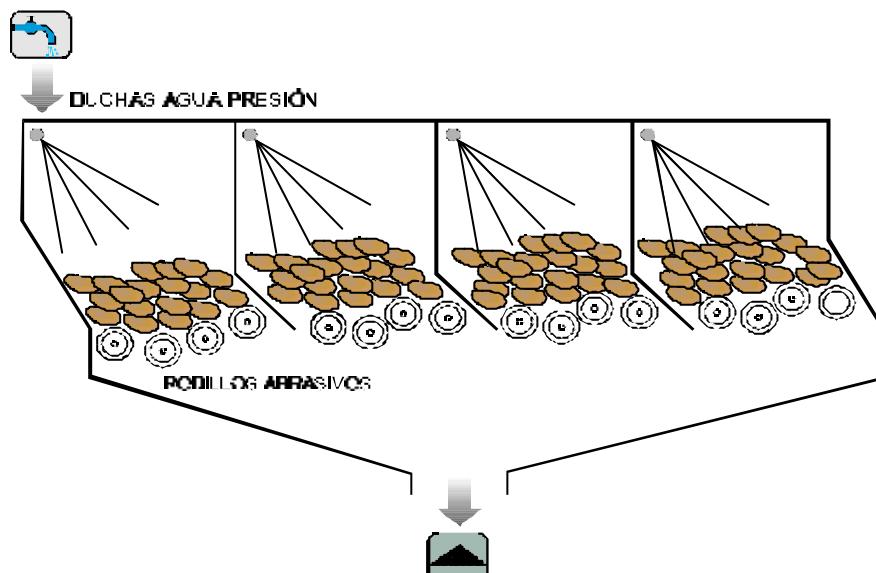


Figura 22.- Pelado mecánico

Alguna de las limitaciones de esta tecnología es que no se puede aplicar a todas las materias primas y que en ocasiones generan mayor pérdida de producto que otros sistemas de pelado, con el consiguiente aumento de los residuos sólidos generados.

E.1.3.3. Pelado Químico

El pelado químico se basa en la desintegración del tejido en contacto con la piel de los vegetales y su desprendimiento de éste debido a un ataque químico combinado con un choque térmico. La piel se separa posteriormente con chorros de agua a presión. El agente químico más comúnmente utilizado es una disolución de sosa caliente a concentraciones muy elevadas (en función del tipo de materia prima pueden llegar hasta el 15%), aunque también se utilizan ácidos. A veces a esta disolución se le aplican agentes tensoactivos para mejorar el ataque de la sosa y reducir el tiempo del baño.

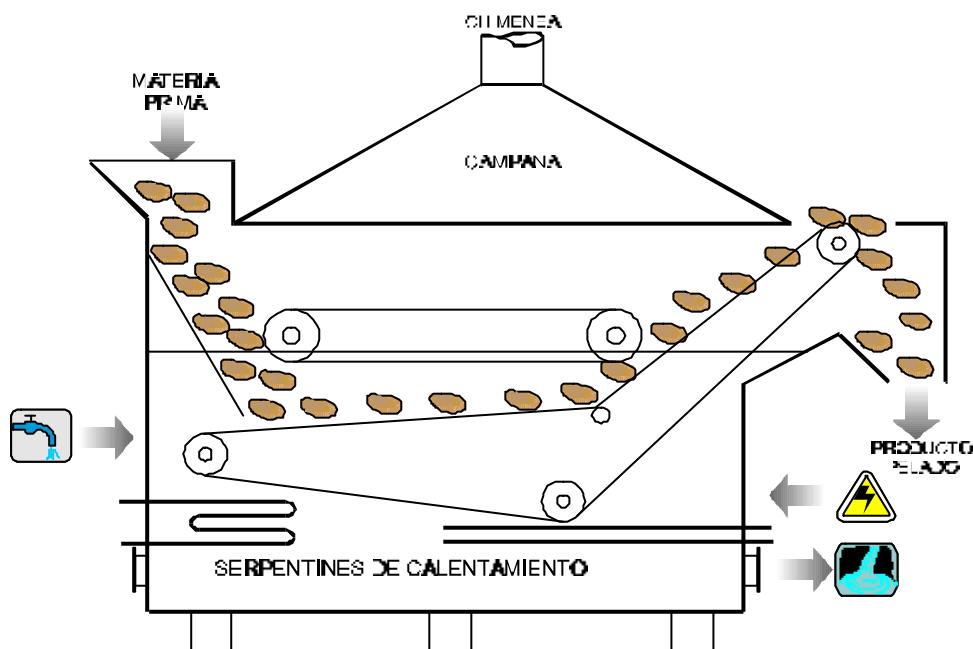


Figura 23.- Pelado químico

El pelado químico se aplica a productos tan variados como melocotón, pera, gajos de satsuma, patatas, tomate, albaricoque y otros. Desde el punto de vista de la calidad de pelado, la ventaja de este sistema frente a los sistemas mecánicos es que su eficiencia no se ve afectada por la forma o uniformidad de la superficie del vegetal y por su elevada capacidad de procesamiento.

Sin embargo, estos sistemas de pelado tienen un impacto ambiental importante debido fundamentalmente a la producción de vertidos con pH extremos y de elevada conductividad.



E.1.3.4. Pelado termo-físico

Consiste en la separación de la cutícula por efecto de una descompresión instantánea tras la aplicación de vapor de agua a presión. La eliminación de las pieles se puede realizar por métodos mecánicos o mediante duchas de agua a presión. Este sistema no consigue los mismos niveles de calidad que el pelado químico en cuanto a grado de separación de pieles en tomate, pero, sin embargo, presenta ventajas desde el punto de vista medioambiental:

- No produce los vertidos de pH extremo del pelado químico
- Residuos sólidos son más fácilmente aprovechables
- Menor consumo de agua y menor producción de vertidos



E.1.4. Esterilización

La esterilización es la operación en la que se consume mayor cantidad de energía dentro de las industrias de conservas vegetales (generalmente representa más del 40% del consumo total de vapor).

La esterilización se produce generalmente sobre el producto envasado, existiendo sistemas continuos o discontinuos en su funcionamiento, y dinámicos o estáticos en función de que impriman o no un movimiento al envase para mejorar la velocidad de transmisión de calor al interior del producto.

Los esterilizadores discontinuos requieren mayor cantidad de mano de obra, de agua y energía que los continuos, pero, sin embargo, se adaptan a un mayor número de procesos, a envase de distintos tamaños y a variaciones en la producción. Son utilizados generalmente en industrias de pequeño tamaño.

Los esterilizadores continuos tienen un mayor coste de instalación y están pensados para trabajar generalmente con producciones medias y grandes.

Cuando el producto tiene pH ácido, los envases se suelen "esterilizar" a presión atmosférica. Después de la esterilización hay que enfriar rápidamente los botes para evitar la cocción del producto. Generalmente los sistemas de esterilización disponen de la correspondiente fase de enfriamiento posterior.

En ambas fases (esterilización y enfriamiento) las mejoras tecnológicas van encaminadas a la adopción de sistemas eficientes en la recuperación de calor y recirculación de las aguas.



E.1.4.1. Esterilizadores discontinuos

Son autoclaves en los que se introducen los botes de forma discontinua. Pueden ser de carga vertical u horizontal, con o sin agitación. Requieren una cantidad de agua y vapor superior a los esterilizadores continuos. Se utilizan generalmente en instalaciones de pequeño-mediano tamaño, aunque si se utilizan varios en paralelo pueden acomodarse a las producciones elevadas de instalaciones de gran tamaño.

La esterilización se puede realizar con inyección de vapor o por inmersión en agua calentada con vapor.

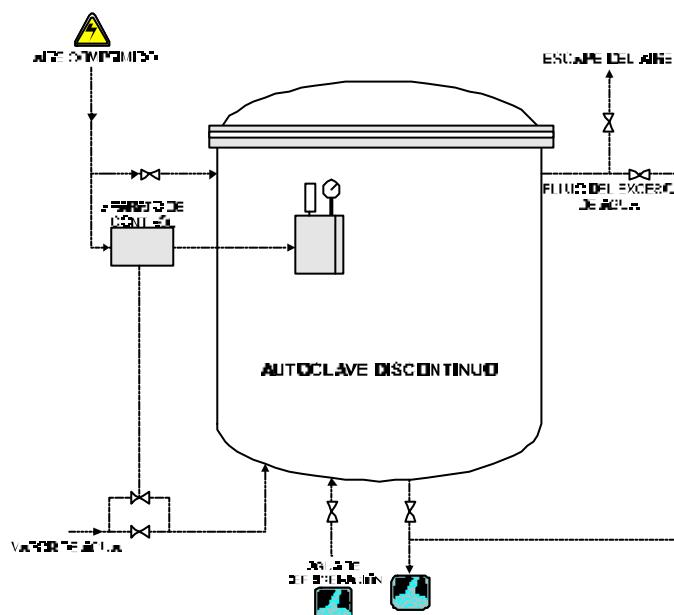


Figura 24.- Esterilizador vertical discontinuo

Esterilizador discontinuo. Sistema convencional		
Sist calentamiento	Vapor directo	Inmersión agua caliente
Consumo vapor (Kg vapor/t producto)	400-500	700-800

Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE

Existen en la actualidad sistemas que permiten la recuperación de calor y/o ahorro de agua, y que reducen el consumo de agua y energía considerablemente con respecto a los sistemas clásicos.



Autoclave horizontal con recuperación de calor:

Existen varios equipos de esterilización en autoclave horizontal cerrados con recuperación de energía, pudiéndose dividir en dos grandes grupos:

- Esterilizadores mediante duchas y pequeño volumen de agua.

Durante el ciclo de calentamiento, se introduce en el equipo un pequeño volumen de agua caliente (5-10 % del volumen total del autoclave) y se recircula tomando agua de la parte inferior y distribuyéndolo mediante difusores laterales y superiores (ciclo de calentamiento). La presión necesaria se logra mediante inyección de aire a presión. La fase de enfriamiento posterior, se realiza con un pequeño volumen de agua que se enfriá mediante intercambio exterior, reduciendo la cantidad de agua que entra en contacto con el producto/envase y, por tanto, reduciendo el volumen de las aguas residuales.

Este sistema permite aprovechar el calor procedente de la primera fase de enfriamiento para precalentar el agua de ciclos posteriores o para precalentar agua de otros procesos de la planta, por lo que la optimización del rendimiento energético de la operación es elevada.



- Esterilizador con inundación de agua y reutilización del agua.

Este autoclave se inunda de agua que es calentada mediante un intercambiador vapor-agua situado en el exterior del mismo. El primer agua caliente del ciclo de enfriamiento es almacenado en un recipiente aislado para ser utilizado en el siguiente ciclo, aprovechándose a su vez parte del calor del agua de refrigeración restante mediante un sistema de intercambiador tubular o de placas que permite su uso en otras partes de la planta.

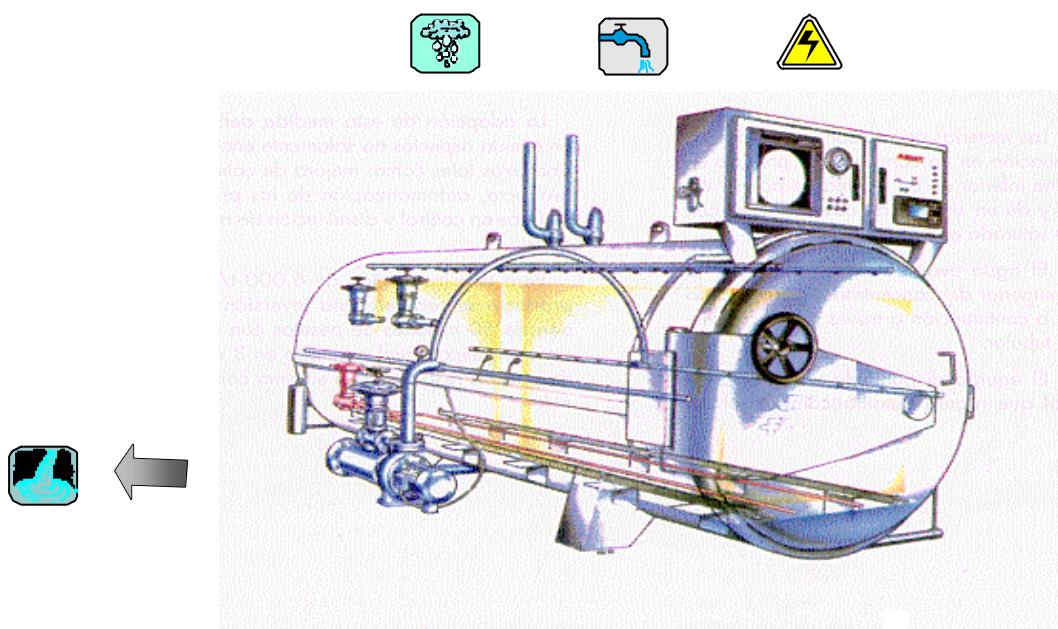


Figura 25.- Esterilizadores cerrado con recuperación de calor (Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE)

El rendimiento energético de éstos equipos es elevado, pudiendo admitirse unos consumos específicos medios de 300-420 kg vapor /t producto.

Esterilizador horizontal. Con recuperación de calor		
Sist calentamiento	Duchas de agua	Inmersión agua caliente
Consumo vapor (Kg vapor/t producto)	300-420	

Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE



E.1.4.2. Esterilizadores continuos atmosféricos

Consisten en unos baños de esterilización abiertos que se mantienen calientes mediante la introducción directa de vapor y en los que se introducen los envases de forma continua. Estos sistemas disponen de una fase posterior de enfriamiento de envases mediante ducha o baños con agua.

Sistemas con recirculación de aguas de enfriado

Estos sistemas permiten la reutilización de las aguas de enfriado mediante su recogida y envío a torres de refrigeración, con el consiguiente ahorro de agua con respecto a los sistemas clásicos en los que se vierte el agua de enfriado. La reducción del consumo de agua con este sistema suele ser superior al 70%.

A medida que esta agua se va reutilizando, va aumentando su concentración en sales debido a la evaporación, debiendo ser renovada cada cierto tiempo. Las aguas desechadas pueden ser utilizadas en etapas previas del proceso (limpiezas iniciales) siempre y cuando los productos antioxidantes o algicidas que puedan contener sean de uso alimentario.



E.1.4.3. Esterilizadores continuos a presión

Los sistemas continuos a presión están pensados para grandes producciones y poca variabilidad en el tamaño y forma de los envases. A pesar de que permiten ahorros muy importantes de agua y energía con respecto a los sistemas discontinuos, la inversión necesaria para su adquisición y las producciones que rentabilizan estos sistemas son tan elevadas, que solo pueden llegar a ser viables en algunas empresas de tamaño muy grande.

Esterilizador sistema FMC rotatorio:

Autoclave horizontal rotativo con alimentación continua y descarga continua a un segundo autoclave de enfriamiento a presión. Puede presentar un precalentador atmosférico de entrada o un enfriador atmosférico de salida. Permite realizar calentamiento y enfriamiento uniforme en menor tiempo, con el consiguiente ahorro de energía con respecto al sistema convencional. Pensado para grandes producciones. Como dato orientativo, según IDAE, el coste para una instalación de 15.000 t/año es superior a 160 Mill. ptas., con un ahorro de 7 Mill. respecto al sistema convencional. Capacidad hasta de 500 latas/minuto.

Esterilizador Rotativo Continuo	
Consumo específico medio	370-500 kg vapor /t producto
Uniformidad de esterilización	Buena
Inversión	160 millones de pesetas
Ahorro energético estimado con respecto al sistema convencional	7 Mill de pesetas
Capacidad	Elevada

Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE



Esterilizador hidrostático

Equipo para producciones en continuo en instalaciones de alta capacidad de producción. Utiliza la presión de una columna de agua para compensar la temperatura de esterilización ligeramente por encima de los 100°C. Esta tecnología permite reducir los consumos de energía y agua, minimizando el shock térmico y de presión al alimento con una excelente uniformidad de esterilización.

Tal como se muestra en el esquema, el equipo consta de una zona de precalentamiento, zona de esterilización con agua sobrecalentada o vapor saturado y zona de enfriado en torre de refrigeración atmosférica y baño de refrigeración.

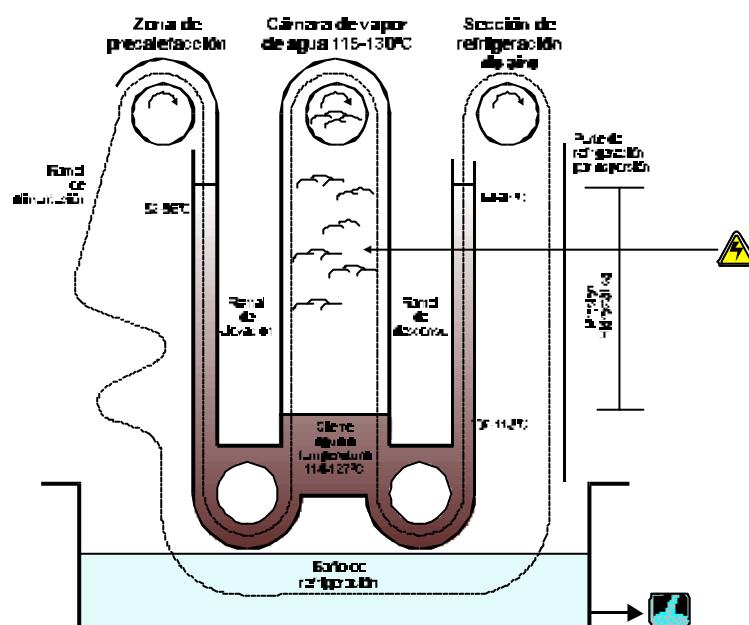


Figura 26.- Esterilizador hidrostático

Esterilizador Hidrostático	
Consumo de energía	330-450 kg vapor/t de producto
Uniformidad de esterilización	Alta
Tiempo	Corto
Coste de inversión	Muy elevado
Capacidad de producción	1.000 latas/minuto

Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE



Esterilizador Continuo tipo "Odenberg "

Consiste en una serie de autoclaves verticales colocados sobre un canal de recepción y enfriamiento. Como dato orientativo, según IDAE, el coste puede ser de 140 Mill. pts para una instalación de 15.000 t/año, con un ahorro energético de 5.000.000 ptas./año. La instalación este equipo no se justifica únicamente por razones energéticas.

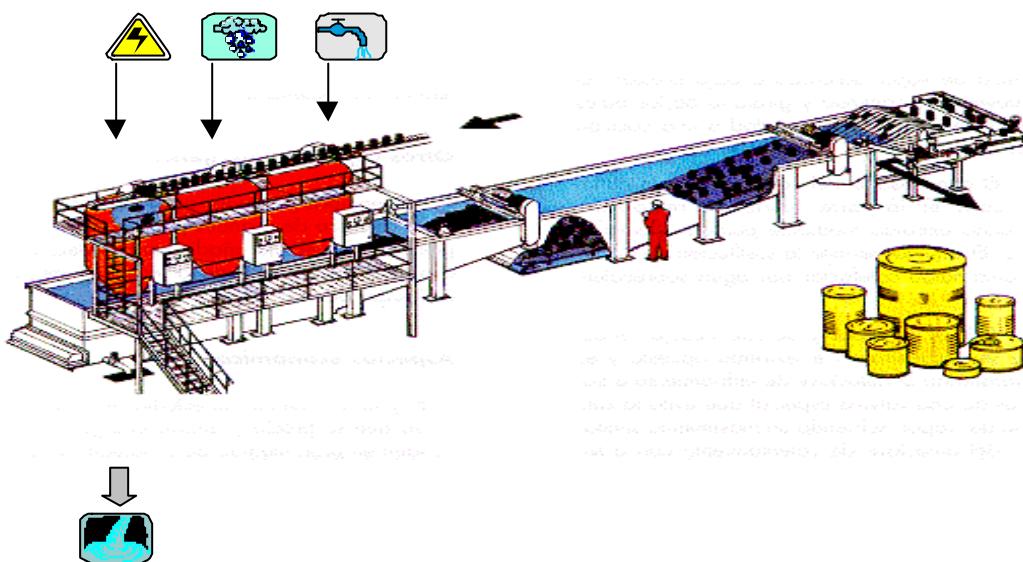


Figura 27.- Esterilizador tipo "Odemberg". Esterilizadores cerrado con recuperación de calor (Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE)

Esterilizador continuo tipo "Odemberg"	
Consumo de energía	350-500 kg vapor/t de producto
Coste de inversión	140 Mill
Ahorro energético anual	5 Mill.
Capacidad de producción	Grandes producciones

Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE



E.1.5. Congelación

Existen varios sistemas de congelación, muchos de ellos adaptados a los productos o su presentación final.

Dado que existe un grupo que está trabajando en la definición de las mejores tecnologías de producción de frío considerándola como tecnología horizontal, no entraremos en el presente documento más que a describir algunas de las características de las tecnologías más utilizadas en la industria de congelados vegetales.



E.1.5.1. Congelación por contacto

Consisten en una serie de placas metálicas (horizontales o verticales) huecas por donde pasa el líquido refrigerante entre las que se colocan los productos a congelar. Estos espacios se cierran manteniendo una presión para asegurar el íntimo contacto entre las placas y el producto. Al acabar el proceso de congelación las placas se calientan para desescarcharlas y limpiarlas antes de comenzar un nuevo ciclo. Este desescarche puede realizarse con agua, resistencias eléctricas o gas caliente, siendo el de resistencias el más costoso. El sistema de desescarche con agua resulta ventajoso si se dispone de un sistema de almacenamiento y reutilización del agua.

Los congeladores de placas horizontales se suelen utilizar para productos envasados en cajas de cartón rectangulares y los de placas verticales para los de envases deformables.

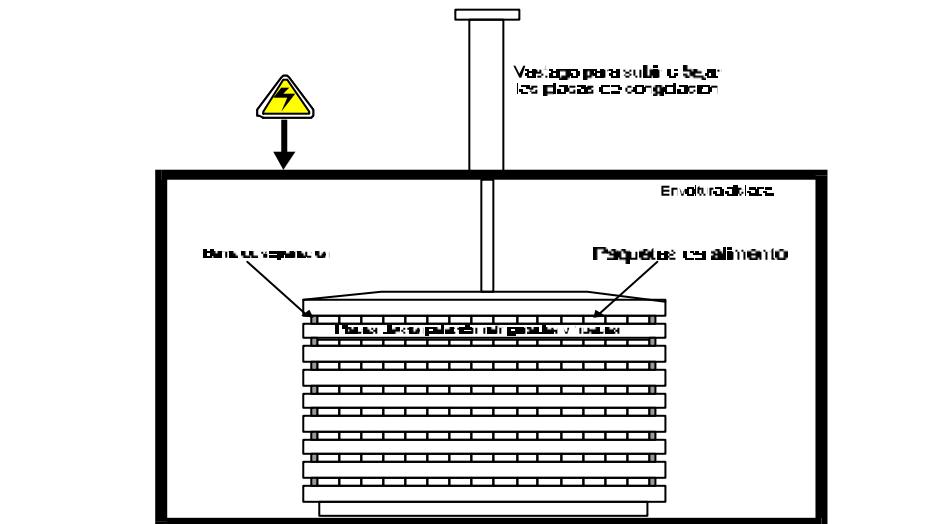


Figura 28.- Congelación por contacto

E.1.5.2. Congelación por inmersión

La congelación se consigue sumergiendo el producto en un líquido a temperatura inferior a 0°C, que generalmente es una salmuera o glicol. Con este sistema se obtienen elevados coeficientes de transmisión de calor, y se pueden congelar cuerpos con formas irregulares. Sin embargo, tienen el inconveniente de que parte del líquido refrigerante se queda en el producto, y debe ser eliminado mediante lavado (sí el líquido no es volátil). En el lavado se producen, por tanto, vertidos con concentraciones variables del líquido refrigerante.

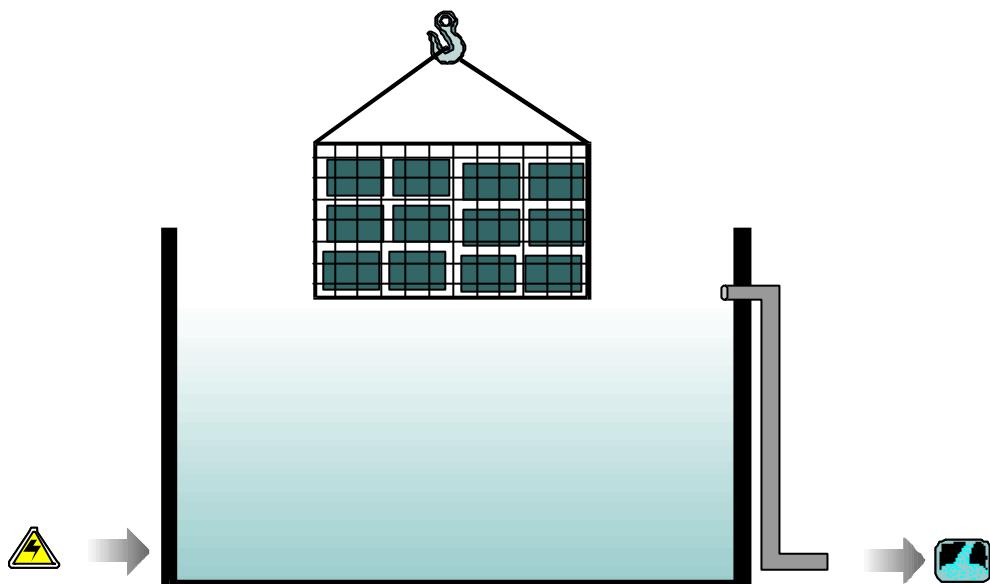


Figura 29.- Congelación por inmersión



E.1.5.3. Túneles de congelación

El producto se congela tras introducirlo en un túnel en el que se produce una corriente de aire frío.

Los coeficientes de transmisión de calor obtenidos con este sistema son inferiores a los obtenidos con el sistema por inmersión. Los túneles pueden ser estáticos, dinámicos o de lecho fluidificado.

Una mejora de este sistema son los congeladores de lecho fluidizado, que son equipos muy compactos, donde el coeficiente de transmisión de calor es elevado y en el lecho se crea una elevada superficie de partículas. Los vertidos se producen al desescarchar los túneles y en las limpiezas de los mismos.

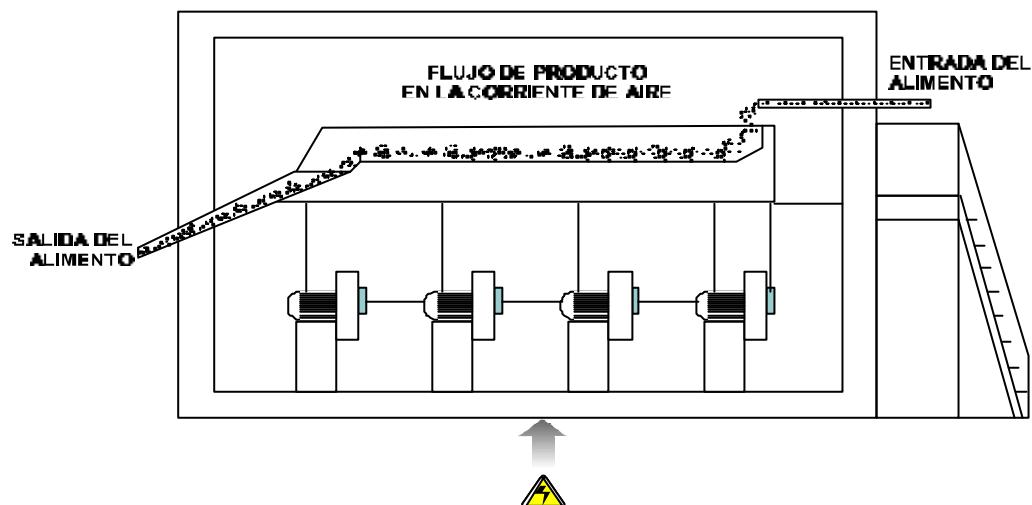


Figura 30.- Túneles de congelación

E.1.5.4. Aplicación de fluido criogénico

Estos sistemas se basan en la pulverización de un líquido sublimante (CO_2) o en ebullición (N_2) sobre el producto a congelar. La baja temperatura del líquido y el calor que este absorbe en el cambio de fase líquido-gas, permite realizar congelaciones muy rápidas del producto. Este método es muy adecuado cuando se persigue que durante la congelación no se produzcan pérdidas de agua de los productos por evaporación, ya que estos fluidos presentan una baja capacidad de captar agua a baja temperatura.

La emisión a la atmósfera de estos gases no presenta problemas medioambientales.

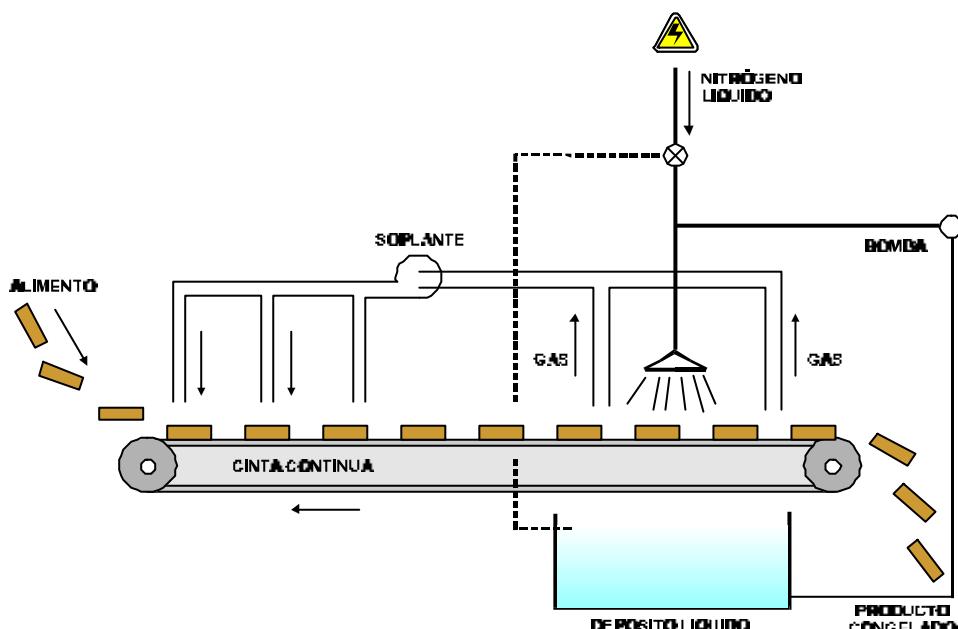


Figura 31.- Aplicación de fluido criogénico



En las siguientes tablas se muestra un resumen de las características de los 4 sistemas de congelación de verduras que acabamos de describir.

Tabla 7. Comparación entre diferentes sistemas de congelación de verduras

	Contacto por placas	Inmersión
Coeficiente de transmisión de calor	Elevado, si el contacto es íntimo y el envase está totalmente lleno.	Mayor que en el contacto por placas.
Calidad final del producto		En productos sin envasar aparecen restos de fluido refrigerante.
Deshidratación del producto	Baja	
Volumen aguas residuales	Descarte de las placas y limpieza de ellas si el producto no está envasado.	Por el lavado de los envases y en la renovación de los baños de fluido refrigerante (probablemente sea un vertido puntual).
Carga orgánica vertida	En principio no debe estar muy cargado	
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Si el descarte se hace con agua, se puede recuperar. • Limitaciones según el tipo de alimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden congelar productos con formas irregulares y de forma individual (IQF).
Coste económico	Inversión alta.	

	Túneles de congelación	Fluidos criogénicos
Coeficiente de transmisión de calor	Menor coeficiente de transmisión que en inmersión.	
Calidad final del producto		Productos de alta calidad al ser la congelación muy rápida.
Deshidratación del producto	Si los alimentos no están envasados. Pérdidas de 1-8 %	Bajas pérdidas de humedad, alrededor del 0,5 %
Volumen aguas residuales	Descarte de los túneles y limpieza de los mismos.	
Carga orgánica vertida		
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden congelar productos con formas irregulares y de forma individual (IQF). • En congeladores de lecho fluidizado el coef. Transmisión de calor es más elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si se utiliza nitrógeno líquido se puede recircular. Si se hace inmersión en él el gas se puede usar para preenfriar el producto a la entrada del túnel. • Se pueden congelar productos con formas irregulares y de forma individual (IQF).
Coste económico		El coste depende principalmente de la cantidad de gas usado. 1,3 kg N ₂ /Kg

E.2. ZUMOS Y CONCENTRADOS

En el siguiente cuadro se resumen aquellas operaciones con algún efecto con impacto medio ambiental significativo. En ellas se analizarán las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efectos Medio Ambientales	Grado de Impacto
Lavado	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado consumo de agua • Vertidos con elevada concentración de arenas, SS y/o materia orgánica. 	2º
Pelado/descorazonado	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Consumo de E. eléctrica (escalado, pelado mecánico) • Vertidos con elevada carga orgánica y en caso de pelado químico con acidez o basicidad elevada • Residuos sólidos orgánicos 	2º 2º 1º 2º
Extracción de jugo-tamizado	<ul style="list-style-type: none"> • Vertidos con elevada carga orgánica • Consumo de energía 	1º 2º
Pasterización	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía 	1º
Concentración	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía • Condensados 	1º 2º
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Vertidos puntuales de importante caudal y carga contaminante elevada (orgánica y detergentes) 	1º 1º



E.2.1. Limpieza/lavado de la materia prima

Ver apartado E.1.1 *Limpieza/lavado de la materia prima* en Conservas Vegetales.

E.2.2. Extracción

Para la obtención de zumos y concentrados se utilizan gran variedad de sistemas y equipos, a menudo adaptados muy específicamente a la materia prima procesada. Esta operación puede ser compleja, en cuyo caso existe una operación de extracción y otra de tamizado del zumo (caso de los cítricos) o básica, en cuyo caso la extracción y el tamizado se realizan en la misma operación (prensado o centrifugación).

Como se ha comentado, los sistemas de extracción están muy íntimamente ligados a la naturaleza de la materia prima procesada. En la siguiente tabla se muestran los sistemas más utilizados en los principales productos elaborados.

Sistema	Productos
In line	Naranja
Exprimidores	Naranja
Prensa tornillo, hidráulica, etc.	Uva, manzana, tomate
Centrífugas	Manzana, pera
Difusión	Naranja, melocotón, manzana, uva
Tamices y refinadores	Tomate

El tamizado posterior, o coincidente con la fase de extracción, se realiza para eliminar las sustancias de mayor tamaño, a fin de comunicar una mejor apariencia al zumo. El tamizado genera unos residuos sólidos que, como ya se ha comentado, pueden ser aprovechados como subproductos por otras industrias agroalimentarias o para fabricación de piensos, por lo que generalmente no presentan problemas de eliminación.



En el caso de la manzana y la pera, las técnicas de degradación enzimática de pectina antes del prensado aumentan el rendimiento de extracción y permiten sustituir el prensado por un centrifugado. Los efectos medioambientales más importantes son la producción de residuos sólidos más o menos húmedos y la producción de vertidos debido al lavado de las máquinas de extracción.

A continuación se muestran varios sistemas de extracción de zumos.

Sistema de Extracción IN LINE

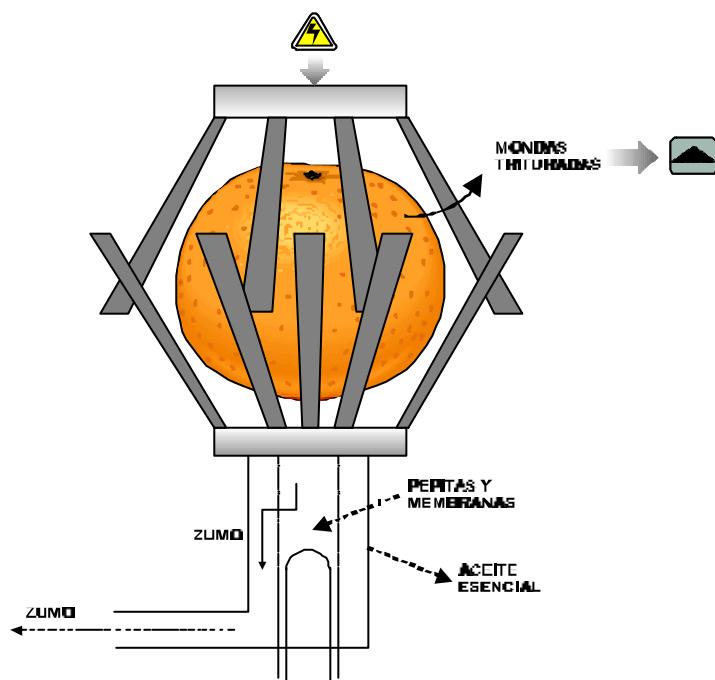


Figura 32.- Extracción *In line*



Sistema de Extracción por medio de EXPRIMIDORES

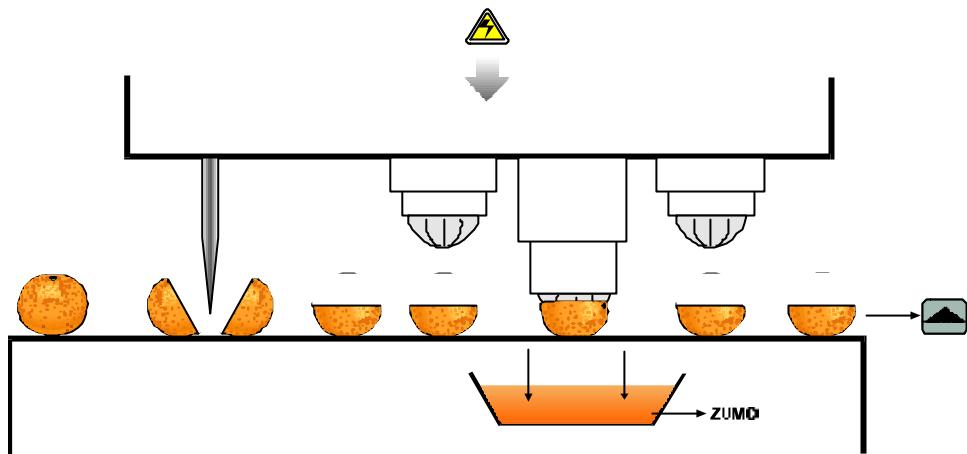


Figura 33.- Exprimidor

Sistema de Extracción por medio de PRENSADO

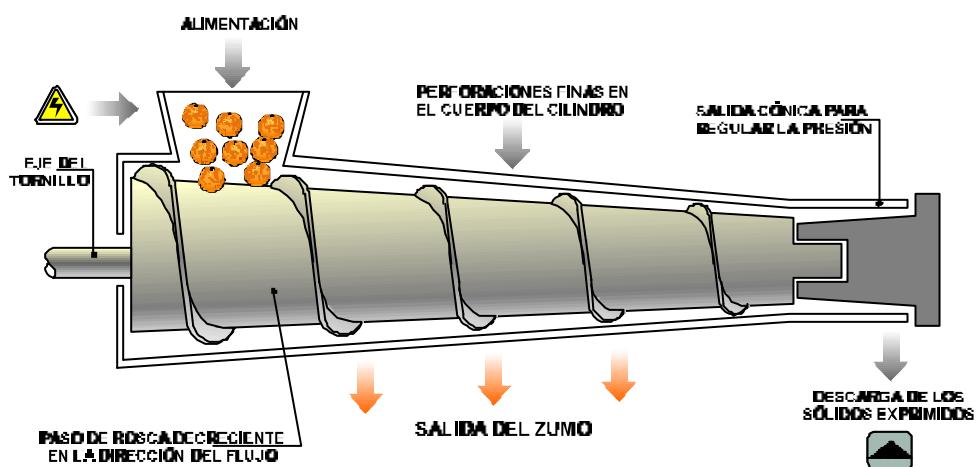


Figura 34.- Prensado



Sistema de Extracción por DIFUSIÓN

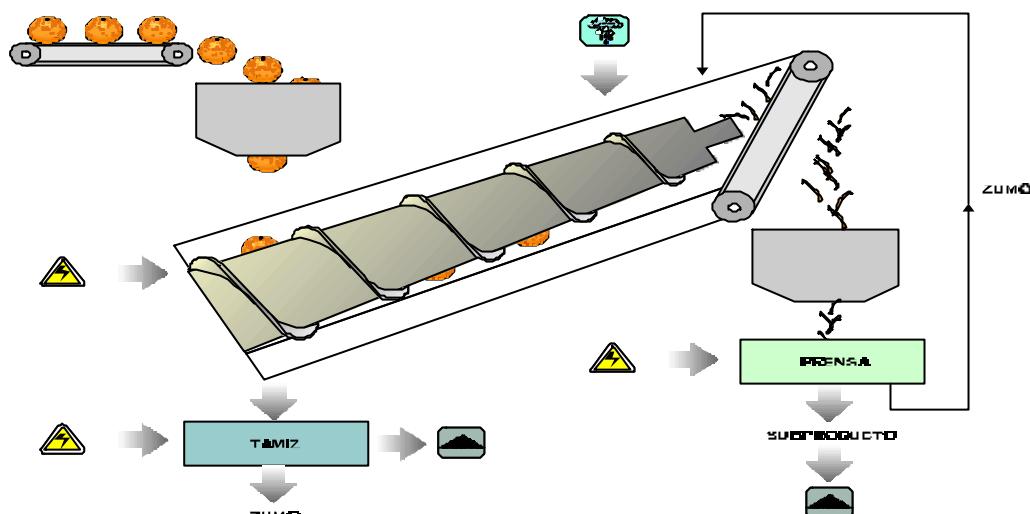


Figura 35.- Extracción por difusión

Sistema de Extracción por TAMIZADO

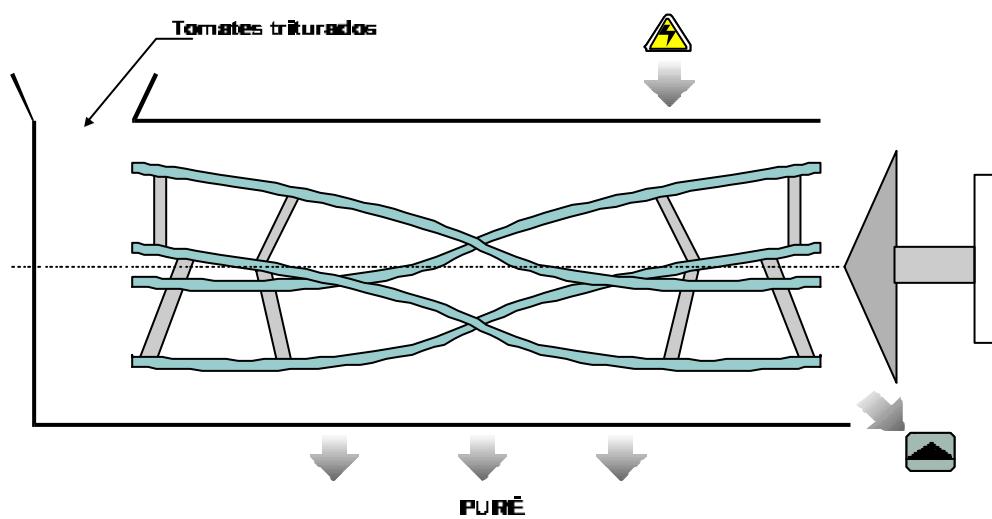


Figura 36.- Extracción por tamizado



Sistema de Extracción por CENTRIFUGACIÓN

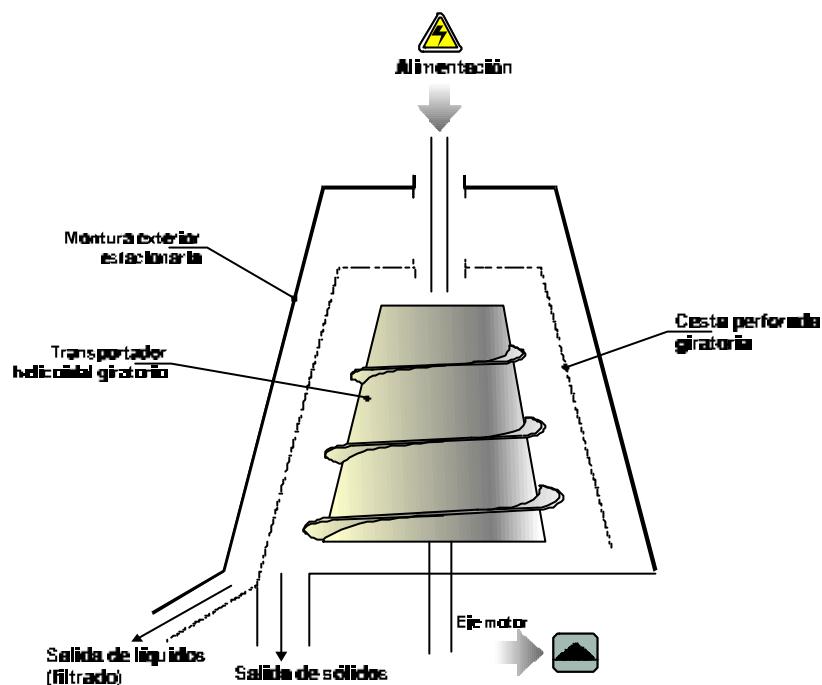


Figura 37.- Extracción por centrifugación



E.2.3. Pasterización

Los zumos y concentrados pueden recibir un tratamiento térmico de conservación consistente en pasterización o esterilización en función del tipo de envasado posterior que vayan a recibir.

Dependiendo de la materia prima y del producto final, el orden en el que se realizan las operaciones de pasterización y concentración puede ser modificado.

La pasterización suele realizarse sobre el zumo antes de envasar o concentrar, realizando el enfriado una vez cerrados los envases.

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

Para pasterizar zumos de baja y media densidad se suelen usar esterilizadores de placas o tubulares, que están bastante optimizados en cuanto a recuperación de calor, disminución de consumos de agua en el enfriado y precalentamiento del alimento. Además, estos equipos permiten utilizar sistemas integrados de limpieza C.I.P (Cleaning In Place).

E.2.3.1. Pasterización por intercambiador de placas

Constituidos por una serie de placas corrugadas que se encuentran taladradas convenientemente en sus extremos con el fin de permitir o dirigir el flujo de líquido a calentar o enfriar. Los fluidos circulan entre las placas, pasando unos por las separaciones pares y el otro por las impares. El hecho de ser corrugadas las placas hacen que aumente la superficie de intercambio, así como la turbulencia en los fluidos, lo que aumenta el coeficiente global de transferencia.

Generalmente son equipos compactos de pequeño tamaño.

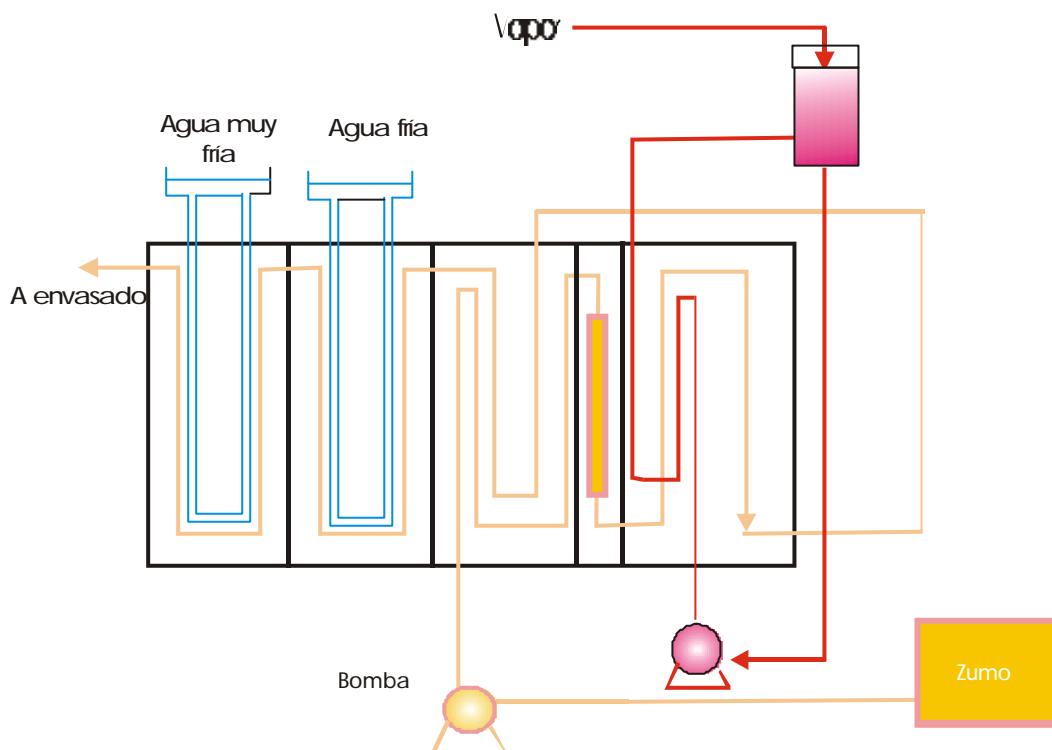


Figura 38.- Pasterización por intercambiador de placas

Un equipo de éstas características suele incluir las siguientes funciones:

- Calentamiento por recuperación del calor del líquido de salida ya pasterizado
- Calentamiento con agua
- Enfriamiento del líquido pasterizado calentando el líquido de entrada.



- Pasterización por intercambiador de haz tubular

El equipo consta principalmente de una red tubular concéntrica de doble camisa. Por el tubo interior circula el producto a tratar, estando rodeado por un tubo concéntrico por el que circula el fluido calefactor o bien el fluido refrigerante cuando son utilizados para enfriar producto.

El calentamiento se realiza mediante agua caliente que circula por el tubo concéntrico exterior, previamente sobrecalentada en un cambiador vapor/agua. El proceso de enfriamiento se realiza mediante agua fría circulando en contracorriente por la red tubular descrita, hasta alcanzar la temperatura adecuada.

Este tipo de sistemas permite la incorporación de sistemas automáticos de limpieza C.I.P.

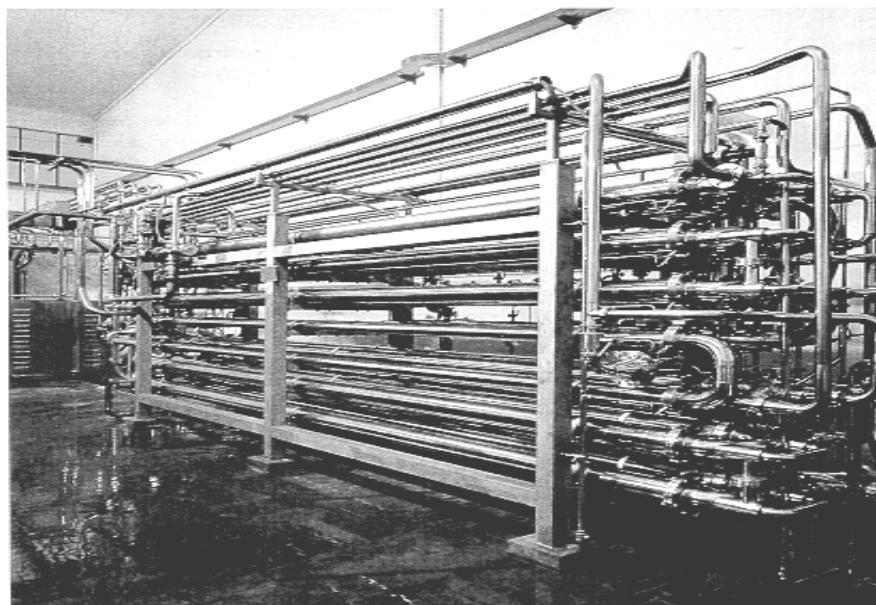


Figura 39.- Intercambiador tubular (Rossi & Castelli)

Consumo específico medio de este tipo de equipos, según capacidad y producto a tratar, es de 100-150 kg vapor / tonelada de producto.



Pasterizador de intercambiador tubular concéntrico con recuperación de calor

Se trata de una variante del sistema anterior en el cual el equipo se ha adecuado para conseguir una adecuada recuperación de calor.

En el caso de productos de muy baja viscosidad se puede utilizar el producto que sale a la temperatura de esterilización, haciéndolo circular en contracorriente con el propio producto a tratar, en la primera fase de calentamiento del mismo. En este caso sólo en la fase final de esterilización se utiliza agua sobrecalentada con vapor para alcanzar la punta de temperatura precisa y agua fría en la fase final de enfriamiento para refrigerar el producto hasta la temperatura de envasado posterior.

Este sistema permite ahorros importantes de energía en el calentamiento y de agua en el enfriamiento.

Consumo específico medio de este tipo de equipos, según capacidad y producto a tratar, es de 60-120 kg vapor / ton. producto.

Pasterización sobre el producto envasado:

Se suelen utilizar pasterizadores continuos a presión atmosférica, similares a los anteriormente descritos en el apartado de esterilización.



E.2.4. Concentración

Se utilizan tres grandes grupos de técnicas para realizar esta operación:

- Evaporación
- Técnicas de membrana
- Crioconcentración

Las dos primeras tecnologías son las más utilizadas en la industria de concentrados, siendo la crioconcentración una tecnología que, aunque produce concentrados de gran calidad, no es utilizada por sus elevados consumos energéticos.

En la operación de concentración, los efectos medioambientales más importantes son el consumo energético, las aguas de refrigeración (concentración por evaporación) y la producción de efluentes derivados de la condensación de las aguas de evaporación (concentración por evaporación).

Actualmente, las tecnologías de membrana están limitadas a unos grados de concentración relativamente bajos (30° - 35° Brix).



E.2.4.1. Evaporadores a vacío

La concentración por evaporación es el sistema más utilizado en la industria y consiste en la eliminación del agua del zumo por evaporación mediante calentamiento del producto. Dado que esta evaporación se realiza a vacío las temperaturas que alcanza el zumo son relativamente bajas. En algunos productos, es necesario disponer de sistemas de recuperación de aromas para mantener la calidad del producto final.

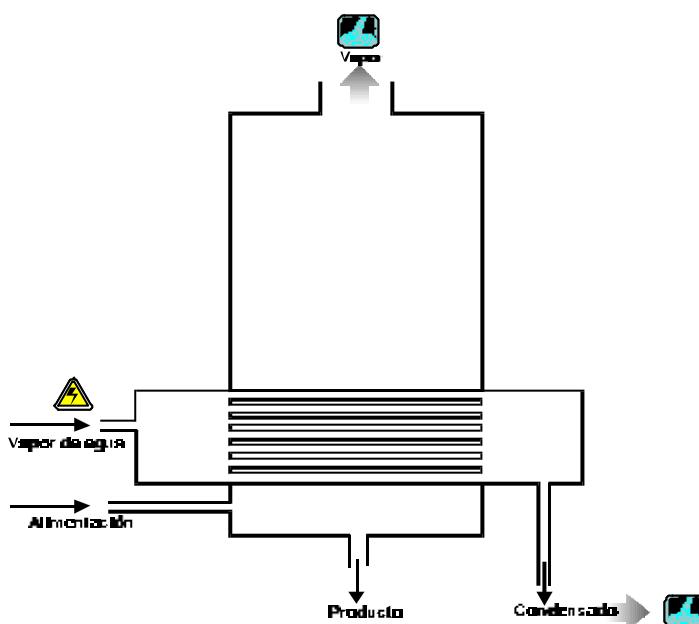


Figura 40.- Evaporador a vacío. Adaptado de: Las operaciones de la ingeniería de Alimentos

Los efectos medioambientales más importantes producidos en estos sistemas son el elevado consumo de energía, de agua de refrigeración y la producción de vertidos procedentes de los condensados de la evaporación (aceites esenciales, compuestos orgánicos).

Un evaporador a vacío de simple efecto puede tener un consumo específico de 825-900 kg vapor/t producto para una evaporación de 750-800 kg de agua evaporada por hora (para instalaciones de 10-60 t/día), aunque estos datos dependen del tipo de producto elaborado y el grado de concentración final obtenido.

Las mejores tecnologías centran sus mejoras en la optimización del rendimiento energético de la operación.

Evaporación de efectos múltiples

Consiste en el aprovechamiento del vapor que sale de un evaporador en la calandria de un evaporador posterior. El sistema se puede repetir en el caso de que haya varias calandrias en serie. Al final el vapor es enviado a condensación. Existe, además, una fase inicial de precalentamiento del producto con el vapor de calentamiento de la calandria. Este sistema permite reducir las temperaturas de evaporación y, por tanto, mejora la calidad final del zumo.

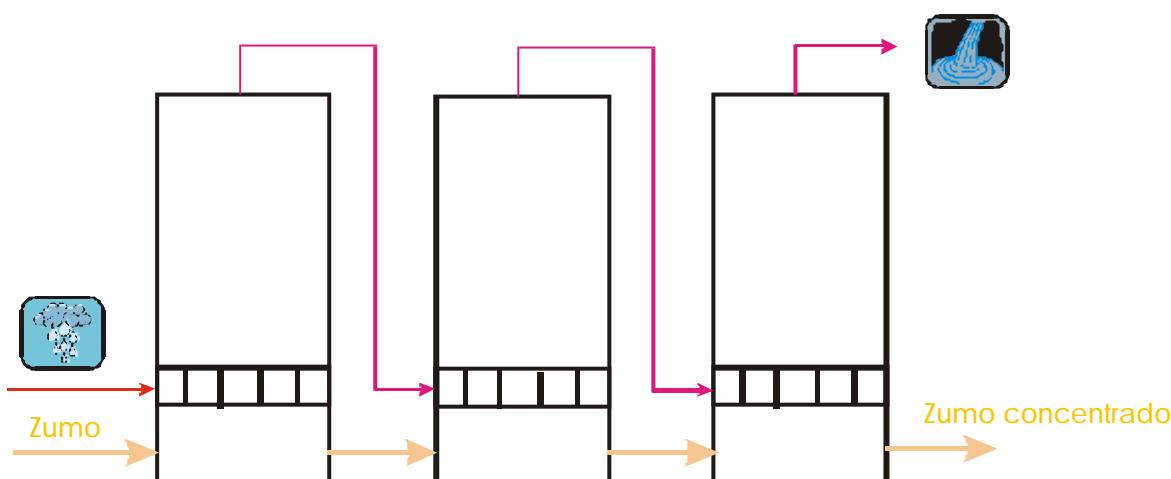


Figura 41.- Esquema de funcionamiento de un evaporador continuo de efectos múltiples (alimentación hacia delante)

Evaporador de efectos múltiples	
Temperatura	40-45°C en precalentamiento 60-65 °C en concentración
Consumo (para una cantidad de 0.8 t de agua evaporada)	430-500 kg vapor/t producto (doble efecto) 300-340 kg vapor/t producto (triple efecto) 220-260 kg vapor/t producto (cuádruple efecto)
Coste	85 Mill.
Ahorro energético estimado	7.5 Mill.
Capacidad de producción	200-2.000 t/día

Fuente: "Eficiencia energética en la pequeña y mediana industria: sector conservas vegetales".IDAE

Nota: Los datos mostrados dependen del tipo de producto, grado de concentración final y tamaño del equipo.



Evaporador de cassettes

Es un equipo que consta de una serie de placas cassette que en su parte superior son quebradas y lisas en su parte inferior. El zumo desciende por una de las caras de la placa mientras que el fluido calefactor lo hace por la otra cara. Estos sistemas son muy adecuados para la concentración de zumos a baja temperatura y durante espacios cortos (p.e. cítricos).

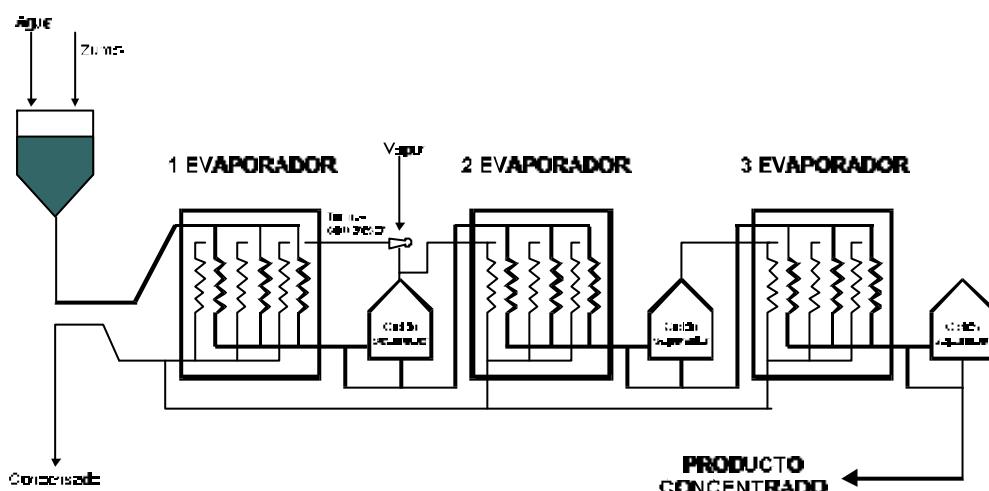


Figura 42.- Evaporador de cassettes

Evaporador de Cassettes	
Temperatura	45-50°C
Posibilidad de automatización	Sí
Concentración del zumo	Elevada (>70 °Brix)
Consumo ⁽¹⁾	200kg vapor/kg de agua evaporada (triple efecto)
Coste	80 Mill.
Ahorro energético estimado frente a convencional	6 Mill.
Capacidad de producción	10.000 l/h

Fuente: "Eficiencia energética en la pequeña y mediana industria: sector conservas vegetales" .IDAE
Nota: Los datos mostrados dependen del tipo de producto, grado de concentración final y tamaño del equipo.

Recompresión del vapor

La evaporación con recompresión mecánica de vapor significa concentrar el producto en las mejores condiciones técnicas, anulando prácticamente el consumo de vapor y de agua de enfriamiento. En este tipo de evaporadores, el vapor liberado por el producto durante la concentración por el vacío, se recomprime mecánicamente y se utiliza como fluido caliente en los intercambiadores de calor.

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

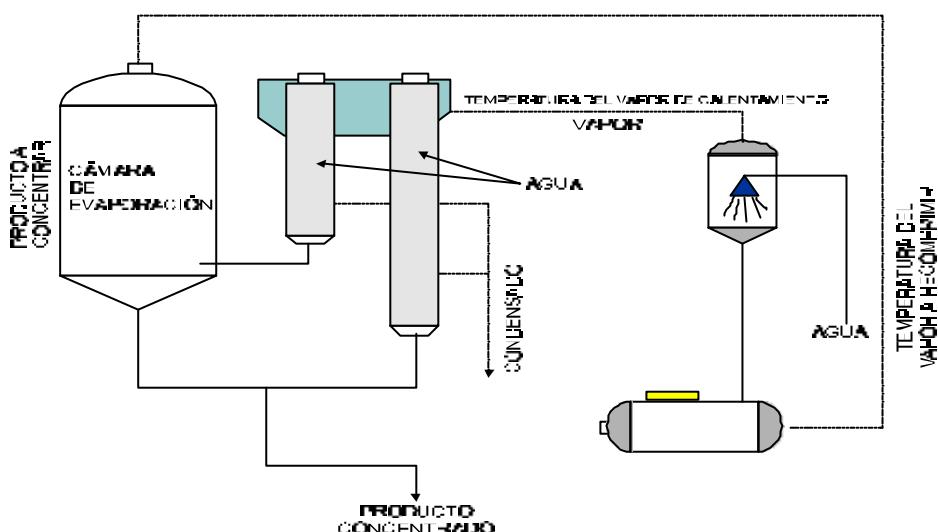


Figura 43.- Recompresión de vapor. Adaptado de Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias. IDAE.

Tabla 8. Tasas de consumo de vapor con diferentes sistemas de recuperación de calor

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

Fuente: Food Processing Technology



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

E.2.4.2. Técnicas de membrana

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

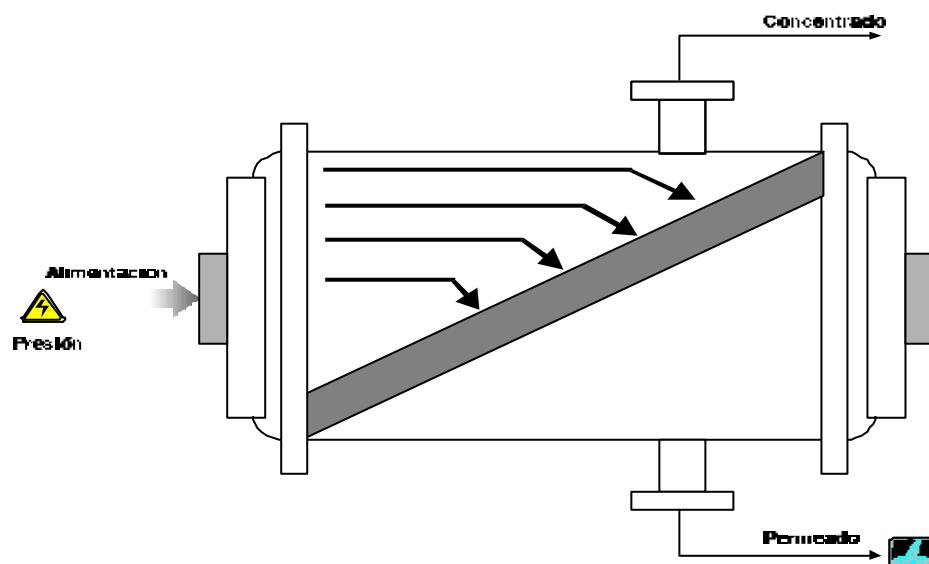


Figura 44.- Técnicas de membrana. Adaptado de Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias. IDAE.

En función del tamaño de los poros de la membrana se obtienen composiciones diferentes de la corriente del permeado, y, por tanto, cambia su campo de aplicación a la concentración de zumos. A menor diámetro de poro, mayores deben ser las presiones a alcanzar para realizar la filtración, y a medida que el zumo se va concentrando, mayores

deben ser las presiones aplicadas. Esta es una limitación de la técnica ya que con las membranas disponibles actualmente no se pueden obtener grados de concentración tan elevados como con otros métodos como la evaporación (30-35° Brix frente a los 70-75° Brix alcanzados mediante evaporación).

Tabla 9. Características del permeado en los sistemas de filtración por membrana

Sistema	Diámetro poro	Presión	Permeado
Ósmosis inversa	5-20 Å	2-7 MPa	Aqua + algún ion
Ultrafiltración	10 Å–0.2 μm	0.3-1.3 MPa	Aqua + iones + moléculas pequeñas
Microfiltración	0.05-2 μm	0.05-0.4 Mpa	Aqua + iones + coloides + bacterias +partículas pequeñas en suspensión

El agua eliminada del zumo (permeado) posee unas características analíticas aceptables para su almacenamiento y posterior reutilización.

En la siguiente tabla se muestran algunas características de los sistemas de concentración por ósmosis inversa y evaporación.

Tabla 10. Parámetros de la concentración por Ósmosis inversa y Evaporación (en suero)

Parámetro	Ósmosis inversa	Evaporación
Consumo de vapor (kg/m ³ agua eliminada)	0	250-550
Consumo de electricidad (kWh/m ³ agua eliminada)	10 (Sist. Continuo) 20 (Sist. Batch)	5
Consumo de energía (kw/h)	3.6 (6-12% sólidos) 8.8 (6-18% sólidos) 9.6 (6-20% sólidos)	387 (6-50% sólidos) un efecto 90 (6-50% sólidos) un efecto 60 (6-50% sólidos) un efecto 44 Recompresión mecánica de vapor
Consumo de agua de refrigeración (kJ/m ³ agua eliminada)	0-30.000 (continuo) 0-59.000 (Batch)	12.000.000-52.000.000
Tamaño de planta	60.000 l/día	80.000-100.000 l/día
Concentración final del producto	Máximo variable hasta 30-35%	Más de 60% de sólidos totales

Fuente: "Food Processing Technology"

Como se puede ver en la tabla comparativa la evaporación requiere unos consumos energéticos de operación y unos volúmenes de agua de enfriado muy elevados frente a la ósmosis inversa. Por el contrario esta técnica de membrana tiene la limitación de la concentración máxima a alcanzar, de 25° a 35° Brix.

E.2.4.3. Crioconcentración

La crioconcentración consiste en la separación parcial de los cristales de hielo de una disolución tras un proceso de congelación. Los cristales se van eliminando por centrifugación, repitiendo la operación varias veces hasta que se consigue la concentración adecuada. Los principales efectos medioambientales de este sistema son el muy elevado consumo energético y la producción de disoluciones con elevado contenido en sólidos solubles debido a su arrastre en los cristales. En cuanto a la calidad del producto, con esta técnica se pueden alcanzar los estándares más elevados. Su utilización es muy limitada por el elevado consumo energético.

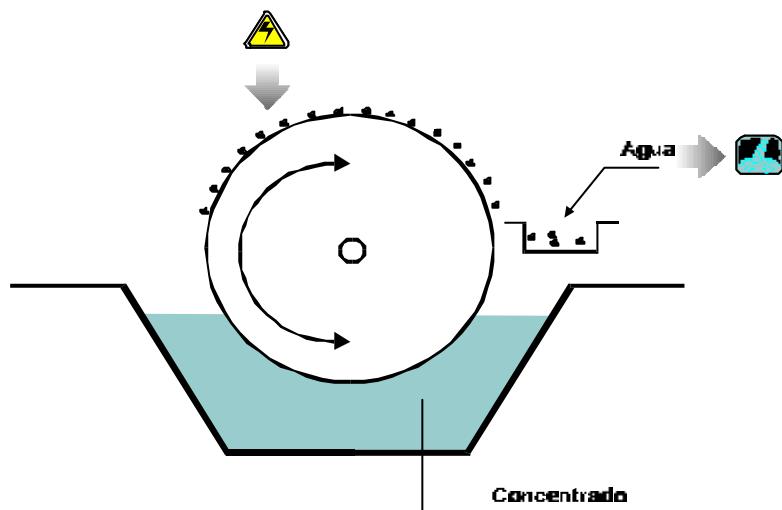


Figura 45.- Crioconcentración



F. FACTORES A CONSIDERAR EN LA DETERMINACIÓN DE MTDS.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS

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

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

Debido a lo anterior, se identifican alternativas tecnológicas para las operaciones con impacto medio ambiental de 1^{er} orden o de 2º orden.

F.1. METODOLOGÍA

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

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



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

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

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

	<i>Items de evaluación de BAT</i>	<i>Unidades de Cuantificación</i>	<i>Observaciones</i>
1	Consumo de Recursos		
1.1	Materias Primas	Kg Mat.Prima/Kg de Producto transformado	Se toman unidades relativas para poder comparar sin tener en cuenta la capacidad de la máquina. Además, se tiene en cuenta la cantidad de material conseguida tras la transformación en esa única etapa de producción. Se pide, por tanto, el rendimiento de la transformación.
1.2	Materias Auxiliares	Kg Mat Aux./Kg Producto transformado	
1.3	Agua	M3 Agua consumida/Kg de producto transformado	
1.4	Energía eléctrica	Kw/h/Kg de producto transformado	
1.5	Energía Térmica	Termias/Kg de producto transformado BTUs/Kg de producto transformado Kcal.h/Kg de producto transformado	
2	Emisiones y Residuos		
2.1	Residuos Sólidos	Kg de Residuo tipo/Kg de materia prima procesada	Generalmente no presentan problemas de gestión
2.2	Aguas Residuales	Caudal (m3/Kg materia prima procesada) Carga contaminante (Kg DQO o DBO5/Kg materia prima procesada) Toxicidad del influente (Unidades de Toxicidad, Equitox/m3 o EC50)	Se incluye la DBO5 por la existencia de datos de efluentes cuantificados en este sector
2.3	Emisiones Gaseosas	NO CONSIDERADO	Hay que considerar la relación inversa entre el volumen de agua consumido y la concentración de carga contaminante.
2.4	Nivel Sonoro	NO CONSIDERADO	Poco importante
3	Calidad del Producto Final		
	Producto Principal	Alta, Aceptable o Inaceptable	Se valora la calidad del producto respecto al estándar de mercado
	Subproductos	Alta, Aceptable o Inaceptable	Se valora la calidad del subproducto respecto a la facilidad de su aprovechamiento como subproducto.
5	Experiencia acumulada		
	Años de utilización en el sector	Años	Se considera la tecnología evaluada, no la operación en sí misma
	Extensión en su utilización en el sector	Generalizada o Puntual	Se referirá al sector industrial en nuestro país
	Posibilidad de Sustitución	Alta, Media o Ninguna	Se intenta reflejar si es una tecnología obsoleta o sigue todavía comercializándose. Importante para plantas existentes.
6	Estudio de Costes		
	Costes de Inversión	Ptas./Unidad de producción	Se referirán a una capacidad de procesado intermedia para cada tecnología
	Costes de Personal asociado	Horas hombre/Unidad de producción Cualificación específica	Se intenta reflejar la necesidad de personal asociada con cada tecnología

Tabla 11. Items de Evaluación de MTD's para Industrias de Conservas Vegetales



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

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

- En nuestras condiciones, debería resultar prioritario minimizar el consumo de un bien tan escaso como es el agua.
- Generalmente es económica y técnicamente más viable depurar pequeños volúmenes de agua con elevada carga contaminante que elevados caudales con poca carga.

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

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



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

- a) Aquellas alternativas tecnológicas que destacan por la minimización **integral** de la contaminación producida o por aumentar innecesariamente el impacto medio ambiental sobre el medio, con respecto a las alternativas existentes.
- b) Aquellas alternativas tecnológicas que no destacan por la minimización o incremento innecesario de la contaminación producida, sino que realizándola de manera diferente sobre los diferentes medios (medio hídrico, suelo y/o atmósfera), pueden considerarse aceptables si sobre ellas se establecen las medidas de control suficientes.
- c) Aquellas tecnologías que a pesar de tener un impacto ambiental acusado, no pueden ser excluidas ya que constituyen la única alternativa tecnológica existente en la actualidad para el procesado de un cierto tipo de materia prima, o la única capaz de asegurar los niveles de calidad y/o costes de producción compatibles con el actual sistema de mercado. En estos casos, solo se considerará como tecnología aceptable cuando se articulen los sistemas que permitan asegurar el funcionamiento óptimo de la operación, la minimización de los efectos ambientales principales y lleve asociado los sistemas de control para corregir los impactos producidos.

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

Conviene, sin embargo, profundizar más sobre la manera de clasificar como MTD's aquellas técnicas que sin tener una clara distinción sobre el resto por su bondad medioambiental, puedan considerarse como mejores técnicas disponibles siempre que su



nivel de optimización y control sea máximo. Por tanto, se trata de establecer las condiciones de operación bajo las cuales este tipo de tecnologías puede estar incluida dentro de este grupo de MTD's.

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

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

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

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



G. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

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

G.1. CONSERVAS VEGETALES

G.1.1. Lavado

Si tenemos en cuenta que en algunos procesos el consumo de agua en la operación de lavado supone el 50% del total del proceso, es fundamental optimizar el consumo de agua en esta operación, siempre y cuando se alcancen los estándares "adecuados" de limpieza de las materias primas (que deberán especificarse para cada uso en particular).

En algunos casos y dependiendo del tipo de materia prima, sería conveniente estudiar la posibilidad de realizar una limpieza en seco (por medio de cepillos, discos, cintas vibrantes, tambores rotativos, corrientes de aire, etc.) previa a la limpieza en húmedo, a fin de eliminar las partículas más groseras (terrones de tierra, piedras, restos vegetales, etc.). De esta forma se disminuiría el consumo de agua, los residuos derivados de esta limpieza serían más fácilmente gestionables, al tener un bajo porcentaje de humedad, y se minimizaría la producción de aguas residuales.

Siempre y cuando la materia prima lo permita, se considera mejor tecnología disponible para limpieza en húmedo la utilización de duchas para el lavado de la materia prima. Con este sistema se consiguen reducciones en los principales efectos medioambientales con respecto al lavado por inmersión, aunque la cuantificación de dichas reducciones se ve afectada por el tipo de materia prima, estado de madurez, suciedad, manejo de las limpiezas, presión del agua, temperatura del agua, etc.



En general se pueden conseguir los siguientes beneficios utilizando un lavado con duchas:

- Menor consumo de agua
- Menor volumen de aguas residuales

Independientemente de la tecnología utilizada, existen una serie de mejoras tecnológicas que permiten optimizar el consumo de agua para lavado de la materia prima:

- ✓ Reutilización del agua de lavados posteriores, menos contaminados, para realizar el lavado inicial, siempre y cuando esta reutilización no conduzca a recontaminaciones microbiológicas de la materia prima. En cada caso, habrá que evaluar la viabilidad de la reutilización y la necesidad de instalar sistemas de filtrado y de desinfección del agua.
- ✓ Sistemas que permitan ajustar la dosificación de desinfectantes (en aquellas operaciones en las que se utilicen) hasta alcanzar la concentración óptima previamente determinada. Con estos sistemas de control aseguraremos un gasto mínimo en desinfectantes y la menor carga contaminante del vertido correspondiente.



G.1.2. Escaldado

Partiendo de los sistemas de escaldado convencionales (con vapor o con agua), y dada la dependencia existente entre producto y tecnología, se consideran mejores técnicas disponibles las que permiten aumentar la eficiencia energética y disminuir el volumen y/o la carga contaminante de los efluentes asociados, siempre y cuando se mantengan los estándares de calidad del producto.

Otro factor muy importante a considerar en esta operación es el rendimiento ponderal del producto (reducción mínima del peso inicial de la materia prima), factor que tiene una influencia muy significativa sobre el coste de escaldado.

Escaldado por duchas con recirculación de agua

Estos equipos realizan precalentamientos de los productos empleando agua caliente procedente de la primera fase de enfriamiento. El precalentamiento progresivo del producto aprovecha el agua caliente de las sucesivas etapas para ser bombeado a las duchas de la etapa anterior. En el enfriamiento se vierte agua a contracorriente sobre el producto, tomando el agua fría de las etapas siguientes para ser proyectada en la etapa anterior más caliente.

Items de evaluación de MTD	Escaldado convencional con agua	Escaldado con recirculación de agua
Consumo de vapor	250-350 kg vapor/T producto (1)	70-120 kg vapor/T producto (1)
Consumo de agua	Alto	Menor
Eficiencia energética	Alta	Alta
Aguas residuales	Volúmenes altos de efluentes	Menor volumen de efluentes
Pérdida de comp. solubles	Alta	Menor.
Calidad producto final	Escaldado homogéneo	Escaldado homogéneo
Limpieza/esterilización equipo	Normal	Possible instalación sistema CIP
Costes inversión	Menor	14 Mill., para 5.000 t/año (1)

(1) Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE



Escaldado con vapor

Desde el punto de vista medioambiental, los sistemas de escaldado con vapor generan un menor volumen de aguas residuales y con menor carga orgánica total que los escaldados con agua.

Sin embargo la elección de un sistema de escaldado con vapor frente a un escaldado con agua dependerá del tipo de materia prima a procesar y de la finalidad que se pretenda conseguir con el escaldado (inactivación enzimática de la parte externa del alimento, estabilización del color, mejora de la textura).

Dentro de las tecnologías de escaldado con vapor existen mejoras tecnológicas que permiten un ahorro energético importante con respecto a los sistemas convencionales y que pueden ser utilizados para algunas materias primas, como las incorporadas por el sistema IQB, Termocíclico, etc.

G.1.3. Pelado

Los sistemas de pelado descritos en el apartado de tecnologías más utilizadas dependen fundamentalmente de la materia prima y de su estado de madurez, existiendo en ocasiones una sola tecnología que asegure los niveles la calidad requeridos y un bajo porcentaje de pérdida de producto. (p.e. un melocotón poco maduro puede pelarse con métodos mecánicos, pero si está maduro este sistema deja de ser eficiente). Estos hechos deben ser considerados como limitantes cuando se determinan las Mejores Técnicas para esta operación y por tanto, para cada sistema de pelado determinaremos cuales deben ser los sistemas de control de la operación y los sistemas correctivos que aseguren el menor impacto de la tecnología.

Cuando existan varias alternativas de pelado viables (desde el punto de vista técnico y de calidad) para un determinado vegetal, será prioritario la utilización de sistemas mecánicos, térmicos (escaldado) y termo-físicos.

En los casos en los que la única alternativa de pelado sea mediante baño químico, deberá incorporarse:

- Sistemas de control de la concentración de base/ácido del baño a un valor óptimo predeterminado en función del tipo de materia prima (conductímetro y dosificador automático en continuo).
- Sistema de filtrado fino para eliminación de sólidos que permita la reutilización del baño químico y las aguas de enjuagado.
- Sistema de neutralización de las aguas residuales (ver Apartado H: Técnicas disponibles para el tratamiento y control de la contaminación).

G.1.4. Esterilización

Dado que en función del tipo de conserva a producir puede ser necesario o no aplicar temperaturas por encima de los 100 °C, se consideran las dos tecnologías (atmosféricos y a presión).

Los dos efectos más importantes que se producen en esta operación son el consumo de energía necesario para la esterilización y el consumo de agua para el enfriamiento de envases. Por tanto las técnicas a considerar en este apartado son aquellas que permiten minimizar las pérdidas de vapor, que permitan el precalentamiento del envase por aprovechamiento del agua de enfriamiento o sistemas de recirculación de las aguas de enfriamiento.

Esterilizador en autoclave horizontal cerrado con recuperación de calor

Items de MTDs	Sistema convencional (Esterilizador vertical)		Con recuperación de calor (Esterilizador horizontal)	
Sist calentamiento	Vapor directo	Inmersión agua caliente	Vapor directo	Inmersión agua caliente
Consumo vapor (Kg vapor/t producto)	400-500	700-800		300-420
Consumo de agua	-	Alto		Menor
Rendimiento energético	Bueno	Bueno	Mayor	Elevado
Coste económico			9 Mill de ptas. (producción de 1,5 t/día)	



Sistemas a presión atmosférica con reutilización de las aguas de enfriado

Los sistemas atmosféricos suelen utilizarse cuando se tienen que esterilizar productos con un grado de acidez alto, que no requieren elevadas temperaturas de esterilización.

La mejor técnica disponible es la recirculación de las aguas de enfriado en la misma operación mediante el uso de torres de refrigeración. Este sistema permite un ahorro superior al 70 % del agua consumida en esta operación.

Sistemas de esterilización en continuo a presión

Estos sistemas permiten obtener elevadas eficiencias en el consumo de agua y energía comparados con los sistemas discontinuos. Sin embargo, tienen un elevado coste de inversión, presentan una gran rigidez frente a las variaciones de producción o de tamaños/formas de los envases y están diseñados para instalaciones de gran capacidad de producción en continuo. Estas características suelen ser limitantes en el subsector de conservas vegetales en España debido a su alta variabilidad en los productos y su elevada estacionalidad en cuanto a la producción, lo que explica su escasa implantación a nivel nacional.

Recirculación de las aguas de enfriado

Dado el elevado consumo de aguas de enfriado, los sistemas de recirculación de estas aguas mediante el uso de torres de refrigeración o intercambiadores de calor permite obtener ahorros superiores al 70 % del agua consumida en esta operación.



G.1.5. Limpieza de instalaciones

Para la limpieza de instalaciones existen una serie de *Buenas Prácticas* de carácter medioambiental que se pueden considerar como mejores técnicas de limpieza disponibles, ya que permiten reducir los consumos de agua, energía y productos de limpieza, así como los volúmenes y carga contaminante de los vertidos correspondientes.

Estas mejores técnicas son:

- Realizar limpiezas en seco siempre que sea posible.
- Evitar la entrada de sólidos en el sistema de evacuación de aguas residuales.
- Poner por escrito las operaciones o procedimientos de limpieza.
- Uso de sistemas de cierre automático en mangueras de limpieza.
- Uso de sistemas que permitan el uso combinado de agua y vapor.
- Uso de detergentes tipo espuma combinados con enjuagues de agua a baja presión.
- Uso de productos de limpieza menos peligrosos.



G.2. ZUMOS Y CONCENTRADOS

Como el apartado anterior de Conservas Vegetales, se pretende determinar las Mejores Técnicas Disponibles en aquellas operaciones más relevantes desde el punto de vista medioambiental, teniendo en cuenta otros aspectos incluidos en las MTD's como son calidad de producto y viabilidad técnica y económica.

G.2.1. Lavado

Mirar apartado G.1.1 *Lavado* en Conservas Vegetales.

G.2.2. Extracción

Como se ha comentado, los sistemas de extracción están muy íntimamente ligados a la naturaleza de la materia prima procesada. Esta dependencia entre materia prima y tecnología implica que no se pueda destacar una Mejor Técnica Disponible.

Para disminuir los efectos medioambientales asociados a ésta operación se debe intentar generar residuos sólidos orgánicos con el menor grado de humedad posible (facilitando de esta manera su gestión) y minimizar la producción de vertidos por el lavado de las máquinas de extracción.



G.2.3. Pasterización

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

Intercambiador de placas

En el caso de pasterización de zumos, que en su acabado final no sean portadores de pulpa o lleven pulpa de un tamaño muy pequeño, es conveniente la utilización de intercambiadores de placas. Sus ventajas respecto a los intercambiadores tubulares son sus reducidas dimensiones, su facilidad de limpieza y sus elevados porcentajes de recuperación de calor (80-90%).

Los cambiadores de calor de placas constan, normalmente, de cuatro etapas: precalentamiento (regeneración), calentamiento, retención (mantenimiento) y enfriamiento.

Además de poder incorporar unidades de limpieza C.I.P., el poder desmontar las placas del intercambiador hace que se puedan realizar limpiezas y mantenimientos más eficaces.

Intercambiador tubular concéntrico con recuperación

A parte de ser utilizados para productos viscosos o zumos con elevados porcentajes de pulpa, en caso de productos de muy baja viscosidad este sistema permite utilizar el propio producto que sale a la temperatura de esterilización para precalentar el producto entrante, haciéndolo circular en contracorriente por un tubo concéntrico.

Items de MTDs	Intercambiador tubular	Intercambiador tubular con regeneración.
Consumo específico	100-150 Kg vapor/t producto	60-100 Kg vapor/t producto



G.2.4. Concentración

Concentración por evaporación

En los sistemas de concentración por evaporación deben considerarse como Mejores Técnicas Disponibles aquellos que consigan una optimización energética por medio del aprovechamiento del calor contenido en los vapores generados. Estas tecnologías deberán incorporar:

- precalentamiento del producto
- efectos múltiples (al menos doble efecto), y
- recuperación de condensados.

Concentración por ósmosis inversa

Como se desprende de la información facilitada en el apartado de tecnologías más utilizadas, la concentración mediante ósmosis inversa presenta ventajas en algunos casos con respecto a la evaporación en cuanto a calidad del producto, consumos de energía y características de los vertidos resultantes. Sin embargo, su utilización está limitada a zumos con grados de concentración relativamente bajos (generalmente menores de 30° Brix).

Ósmosis inversa + evaporación

Esta tecnología permite concentrar el zumo mediante ósmosis inversa hasta valores de 15-30 °Brix, para posteriormente alcanzar mediante evaporación de efectos múltiples valores de concentración superiores. De esta manera, en la primera etapa de concentración se reducen los consumos energéticos y se obtienen unos permeados con unas características analíticas que permiten su posterior reutilización.

Para cada caso en concreto, habría que estudiar la viabilidad de la instalación de ambos equipos en serie tomando en consideración los costes de implantación, costes de mantenimiento, costes de depuración de agua, consumos de agua de refrigeración, consumos de energía y tamaño de los equipos instalados.



G.2.5. Limpieza de equipos

En algunas operaciones y tecnologías concretas (por ejemplo pasterización) es posible realizar la limpieza de los equipos de forma manual o mediante sistemas CIP (Cleannig In Place). El sistema manual no permite la automatización y control de la operación ya que implica desmontar los equipos y realizar su limpieza/desinfección manualmente.

El sistema de limpieza CIP consiste en hacer circular el agua de enjuagado y las soluciones de limpieza a través de los equipos de proceso, sin necesidad de que éstos sean desmontados. El paso de líquidos con elevada velocidad de flujo sobre las paredes de los equipos produce la limpieza por arrastre mecánico.

En instalaciones grandes es posible encontrar dos tipos de sistemas CIP: centralizados y descentralizados.

Sistemas centralizados

Los sistemas centralizados tienen una única estación CIP y las soluciones de detergentes y agua se suministran a través de una red de tuberías hasta los equipos afectados. Una vez realizada la limpieza las soluciones retornan a la estación central, donde pueden ser recuperadas reajustando su concentración para limpiezas posteriores.

Sistemas descentralizados

El sistema CIP descentralizado tiene una serie de unidades CIP de menor tamaño situadas en las proximidades de los distintos equipos de proceso. Este tipo de estaciones operan con un volumen mínimo de soluciones de limpieza, lo que reduce el consumo de agua, energía y carga contaminante de las aguas residuales.

G.2.6. Limpieza de instalaciones

Ver apartado G.1.5 *Limpieza de instalaciones* en Conservas Vegetales.



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

A pesar de la gran diversidad del sector, la contaminación ambiental producida por las industrias de procesado de vegetales y frutas está originada, fundamentalmente, por residuos líquidos y sólidos, siendo la provocada por gases o ruidos menos relevante.

Residuos sólidos

En cuanto a los residuos sólidos generados sus características no son especialmente problemáticas, dado que están mayoritariamente constituidos por compuestos naturales procedentes de restos de materias primas fácilmente degradables y/o aprovechables como subproductos. No obstante, el gran volumen de residuos producidos por algunas de estas industrias puede provocar problemas puntuales de gran magnitud.

Conociendo el origen y las características de estos restos orgánicos existe una gran diferencia entre considerarlos como residuos, cuyo único destino es su deposición en un vertedero controlado, a gestionarlos como subproductos donde se puede obtener un beneficio económico derivado de esta gestión si tenemos en cuenta que los restos de materia prima se pueden utilizar para:

- la extracción de sustancias de alto valor añadido, como pueden ser aceites esenciales, aromas, etc.
- alimentación animal
- la obtención de compost, añadiendo a estos restos algún sustrato del tipo residuo urbano o virutas de madera, y
- el aprovechamiento térmico de algunos de éstos restos, como pueden ser los huesos de las frutas.

Este debería ser el orden de priorización en el aprovechamiento de los restos orgánicos generados en las industrias de conservas vegetales, zumos y concentrados de fruta, considerando el depósito en vertedero como una excepcionalidad a las opciones de aprovechamiento indicadas.



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

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

Emisiones atmosféricas

Respecto a las emisiones atmosféricas, las industrias de este subsector en particular y las agroalimentarias en general no suelen presentar ningún efecto medioambiental significativo asociado a ellas, únicamente pueden ocasionar algún efecto ambiental las emisiones producidas por las calderas utilizadas para la obtención de vapor, aunque ésta problemática es de tipo horizontal, afectando a todos los sectores de producción.

En cuanto a problemas de olores las empresas de este sector no suelen provocar efectos ambientales importantes. Ocasionalmente se producen por una acumulación inadecuada de restos orgánicos en los exteriores de las empresas. Este problema es fácilmente solucionable si se realiza un buen acondicionamiento y una rápida recogida de estos restos de materia prima.

Aguas residuales

El consumo de agua y la generación de aguas residuales es el aspecto que presenta una mayor incidencia medioambiental en las empresas conserveras y de zumos.

Las aguas residuales de las industrias de conservas vegetales y de zumos y concentrados presentan las siguientes características generales:

- Presencia de sólidos en suspensión, procedentes de las operaciones de calibrado, pelado y acondicionamiento del producto.



- Marcado carácter orgánico por la solubilización de componentes de las materias primas en los procesos de lavado y escaldado principalmente.
- Alta biodegradabilidad.
- Ocasionalmente pueden tener pH extremos debido a las operaciones de limpieza o a la utilización de sistemas de pelado químico.

Conviene señalar que la elevada variabilidad de las industrias que estamos tratando no permite indicar unos valores concretos a los parámetros anteriormente señalados. En concreto el nivel de carga orgánica de un vertido (medido como DBO₅ y DQO) puede estar influenciado por los siguientes aspectos:

- El tipo de alimento procesado (pimiento, alcachofa, melocotón, tomate, etc.)
- El sistema de producción empleado (lavado con duchas o por inmersión, escaldado con agua o con vapor, pelado térmico, mecánico o químico, etc.)
- La presentación final que se quiera dar a es producto (congelado, en salmuera, en su jugo, concentrado, etc.)
- El nivel de producción (sistemas continuos o por cargas)
- El tipo de industria (si procesa un solo producto o es multiproducto)
- Si se mezclan las aguas de proceso con las de refrigeración (vertidos más diluidos o más concentrados)
- Si se han implantado buenas prácticas de gestión medioambiental (menor consumo de agua produce vertidos más concentrados)
- Si la empresa tiene implantado un plan de minimización de residuos o un sistema de gestión medioambiental.

A pesar de ésta variabilidad en los parámetros de vertido (valores de DQO entre 800 y 5.000 mgO₂/l y de sólidos en suspensión entre 70 y 400 mg/l) se pueden considerar unos sistemas básicos de control y de pretratamiento que se adapten a las características



generales de las aguas residuales y que puedan servir de orientación para que las empresas desarrollen unos sistemas más específicos y adecuados a los vertidos que generan.

Respecto al marco legal, los sistemas de control y depuración de vertidos se ven influenciados por el punto al que vierte la empresa, ya que si el vertido se realiza a cauce público los límites son más restrictivos que si se realiza a un colector municipal, y por tanto los sistemas de tratamiento deben adecuarse para garantizar el cumplimiento de los límites establecidos.

En este sentido se va a exponer lo que consideramos como un sistema básico (que no suficiente) de control y pretratamiento que deberían tener, por las características generales de sus aguas residuales, todas las empresas de este sector.

Sistema de desbaste para la retención de los sólidos en suspensión. En primer lugar se instalará una reja de gruesos para retener los sólidos de mayor tamaño y posteriormente se debe colocar un sistema de separación de finos para los sólidos en suspensión de pequeña granulometría.

El paso de la reja de gruesos dependerá del tipo de residuos sólidos groseros que se presente en los vertidos de cada empresa. En cuanto al sistema de separación de finos se recomienda un paso de luz entre 0,25 y 1 mm.

Los sistemas de desbaste más utilizados para la separación de sólidos en suspensión son:

- Tamices rotativos
- Tamices de escalera

ambos con sistemas autolimpiantes, para evitar la obstrucción de los mismos.

Estos sistemas de separación de sólidos llevarán acoplados equipos de recogida de los sólidos separados para que puedan ser recuperados como subproductos. Estos equipos de recogida deberán llevar un sistema de drenaje para evacuar el agua contenida en estos restos y así puedan ser más fácilmente gestionados al tener menor contenido en humedad.



Sistema de homogeneización que lamine, desde el punto de vista de volumen y de carga orgánica, los vertidos generados en las empresas.

Esta necesidad surge de la heterogeneidad de productos tratados por las empresas a lo largo de una jornada y de la variabilidad de las características analíticas de los vertidos que surgen de esta heterogeneidad de productos y de los distintos acabados de los mismos.

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

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

Para homogeneizar el vertido se pueden utilizar sistemas de agitación mecánica o de agitación mediante aireadores. Estos últimos permiten además aumentar la oxigenación del agua y favorecer el desarrollo de poblaciones de microorganismos aerobios que eliminan parte de esa materia orgánica.

Sistema de neutralización, en el caso de que se generen vertidos con pH extremos como consecuencia del pelado químico de la materia prima. Se recomienda la segregación de este vertido en la zona del proceso en la que se genere, donde se conduciría a un pequeño tanque, en el cual, por medio de una sonda de medición en continuo de pH, un agitador y unos tanques de almacenamiento y dosificación de ácido o base, se conseguiría su neutralización.

Una vez que este vertido tiene un pH próximo a la neutralidad, se conduce junto con el resto de los vertidos hacia la balsa de homogeneización, evitando así tener que neutralizar volúmenes de vertido muy elevados..

En determinados casos estos sistemas descritos son suficientes para disminuir de forma considerable la contaminación asociada a las aguas residuales generadas. En todo caso se



ha indicado un sistema básico de control y pretratamiento que debe ser modificado o ampliado en función de la especificidad del vertido de cada empresa y de la fragilidad del medio receptor.

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

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



I. TECNOLOGÍAS EMERGENTES

I.1. ESCALDADO

I.1.1. Escaldado con microondas

Este tipo de escaldado se ha utilizado en frutas y hortalizas introducidas en bolsas de películas finas y parece ofrecer ciertas ventajas relativas a la reducción de la carga microbiana y la disminución de las pérdidas de nutrientes. Por ejemplo en ensayos realizados sobre retención de ácido ascórbico en brécol utilizando distintos tipos de escaldado, se puede apreciar cómo al usar microondas se necesita menor tiempo de escaldado y la retención de ácido ascórbico es mayor.

Método de escaldado	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	% Retención ácido ascórbico (en base húmeda)
Agua	100	4	57
Vapor	77	3	61
		10	55
Microondas		5	79
		2	79

Fuente: "Developments in Food Preservation"

A éstas ventajas sobre la calidad del producto tendríamos que añadir el mínimo impacto ambiental que ocasiona ésta técnica debido a la nula generación de vertidos. Un parámetro a estudiar sería el consumo energético ocasionado por la generación de las microondas.

Este método puede ser útil en ciertos alimentos en los que se requiera una inactivación enzimática en todo el producto, no solo en la parte externa del mismo.



I.2. PELADO

I.2.1. Pelado termo-físico

Consiste en someter a la materia prima (p.e. patata, tomate) a una elevada presión (cercana a 15 atm.) durante un periodo corto de tiempo (1 minuto) después del cual se libera la presión provocando el estallido de la cutícula vegetal. Posteriormente existe una eliminación mecánica de la piel y un lavado con duchas. Esta técnica permite reducir los consumos de agua y energía, así como el volumen de vertido.

I.2.2. Pelado enzimático exógeno

Es una alternativa a los sistemas de pelado químico, en los que se adicionan enzimas que permiten hidrolizar las paredes celulares de las células de la cutícula del vegetal. La ventaja de este sistema respecto al sistema de pelado químico es la eliminación de los vertidos de pH extremo.

Un inconveniente de este sistema es el coste de las enzimas.

I.3. CONCENTRACIÓN

I.3.1. Concentración por sistemas de membrana y evaporación

Se puede considerar como un sistema de concentración de zumos a estudiar la utilización de un proceso que combine diferentes operaciones utilizando sistemas de membrana y de evaporación. De esta forma se podrían producir zumos de superiores características organolépticas, reducir los costes y minimizar la producción de efluentes.

Tal como se muestra en la siguiente figura, el sistema podría constar de las siguientes etapas: clarificación previa del zumo usando ultrafiltración y adición de enzimas (pectininasas y amilasas), preconcentración por ósmosis inversa, extracción de aromas por medio de pervaporación, evaporación hasta obtención de la concentración deseada y reintroducción de aromas en el producto final.

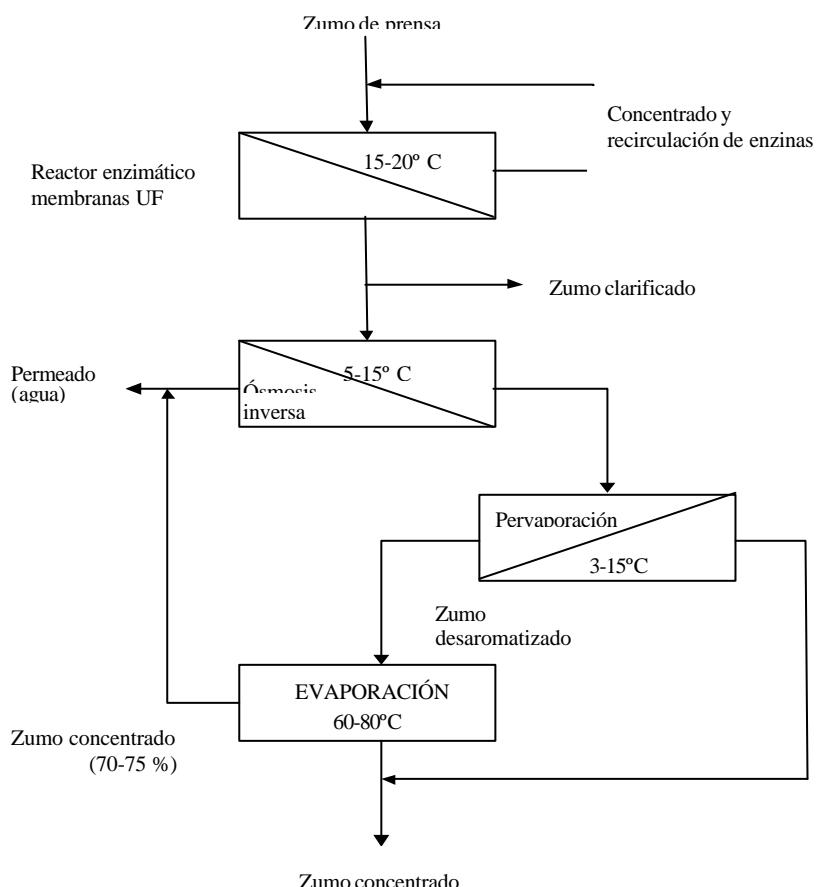


Figura 46.- Método combinado de concentración de zumos Osmosis Inversa + pervaporación + evaporación.



I.4. PASTERIZACIÓN

I.4.1. Microfiltración

Técnica normalmente usada en la pasterización de vinos y cervezas, se utiliza para la eliminación de partículas en suspensión muy finas, coloides y bacterias. Se podría estudiar su aplicación para el filtrado de zumos que necesiten una presentación final muy clarificada o para realizar una "pasteurización" en frío.



J. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mejores Técnicas Disponibles

En los apartados anteriores se han determinado las mejores técnicas disponibles de proceso y de pretratamiento en la industria de elaborados vegetales, zumos y concentrados. Dado que en muchos casos, la selección de la tecnología a emplear está muy condicionada por el tipo de materia prima y calidad del producto que se pretende elaborar, se han determinado los sistemas y técnicas que permiten mejorar el comportamiento medioambiental de dichas tecnologías, así como los sistemas de corrección necesarios para que aquellas sean medioambientalmente admisibles.

Límites de emisión

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

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



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

Coste de adaptación tecnológica

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

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

De los datos disponibles sobre número de empresas afectadas en el sector y el volumen de ventas de las principales empresas, se ha establecido la siguiente distribución por subsectores.

	Total
Conservas y congelados	39
Zumos y concentrados	20
TOTAL	59

Lavado de materia prima

Sistema que permita su reutilización de las aguas de operaciones “más limpias” en los primeros lavados donde es posible que pueda utilizarse un agua de peor calidad. Para ello es necesario disponer de sistemas de eliminación de sólidos y desinfección de las aguas. Solo una pequeña proporción de las empresas dispone de sistemas de recirculación de aguas (<20%).

Coste unit. (Mpta)	Nº empresas De conservas y congelados	Nº empresas De zumos y concentrados	Total (Mpta)
10 - 15	21	11	480



Nota: El porcentaje de aplicación se estima teniendo en cuenta el grado de implantación actual de la MTD's propuestas, así como su idoneidad.

Esterilización

Sistema de recirculación de las aguas de enfriamiento de los envases y torre de refrigeración. Se estima que un 30-40% de las empresas conserveras disponen de sistemas adecuados de recirculación de aguas de refrigeración.

Coste unit. (Mpta)	Nº empresas De conservas y congelados	Nº empresas De zumos y concentrados	Total (Mpta)
16 - 20	12		240

Con estos sistemas se obtienen porcentajes de ahorro de agua en la operación superiores al 70%.

Limpieza de instalaciones

Actuaciones y sistemas para la optimización de las limpiezas:

- Estudios de optimización y elaboración de manuales de operación
- Sistemas de cierre automático en mangueras
- Mangueras de bajo caudal (a alta o baja presión)

En prácticamente la totalidad de las empresas afectadas haría falta realizar alguna de estas actuaciones.

Coste unit. (Mpta)	Nº empresas De conservas y congelados	Nº empresas De zumos y concentrados	Total (Mpta)
1	26	14	40



Este tipo de actuaciones permitirá reducir considerablemente los consumos de agua (20-40%) en esta operación, así como la racionalización del consumo de productos de limpieza peligrosos y la consiguiente disminución de dichos productos en las aguas finales de vertido.

Sistema de pretratamiento de aguas residuales:

Al margen de los sistemas de neutralización necesarios en caso de disponer de pelado químico, el sistema básico de pretratamiento de aguas residuales consiste en:

- sistema de eliminación de sólidos gruesos y finos (1-0.25 mm)
- balsa de homogeneización aireada.

Un pequeño porcentaje de empresas dispone de sistemas de pretratamiento de aguas residuales como el indicado en este documento, aunque muchas empresas están en fase de implantación de estos sistemas o incluso otros más completos. Suponemos que un 80% de las instalaciones aún no dispone de estos sistemas de pretratamiento.

Coste unit. (Mpta)	Nº empresas		Total (Mpta)
	De conservas y congelados	De zumos y concentrados	
30 - 45	21	11	1.440

Nota: Los costes unitarios pueden variar considerablemente en función del tamaño de la balsa de homogeneización y de los materiales utilizados.

Una batería de tamices adecuada (hasta 0.25 mm de luz) permite, en la mayoría de los casos, obtener reducciones de los sólidos en suspensión de un 70-80%, y la correspondiente disminución en carga orgánica asociada a dichos sólidos.

La balsa de homogeneización permitirá laminar las puntas de caudal o de carga contaminante que se vierten en el punto de vertido. La aireación de esta balsa permitirá reducir la carga orgánica al favorecer las condiciones para que se produzca la descomposición aerobia de la materia orgánica.



Sistema de neutralización para instalaciones que dispongan de pelado químico

Sistema separativo de las aguas residuales procedentes del pelado químico y equipo de neutralización de las aguas que disponga de:

- Balsa de neutralización con agitador
- Dosificador automático
- Sonda de pH
- Tanques de almacenamiento de ácido y base

Algunas de las empresas conserveras que tienen pelado químico disponen de sistemas de neutralización de sus aguas residuales. Sin embargo, en la mayor parte de los casos estos sistemas no aseguran un control adecuado del pH de los vertidos.

Coste unit. (Mpta)	Nº empresas De conservas y congelados	Nº empresas De zumos y concentrados	Total (Mpta)
8 - 12	26		312

Nota: Los costes unitarios pueden variar considerablemente en función del tamaño de la balsa de neutralización y de los materiales utilizados.

Estos sistemas evitarán la producción de vertidos con pH extremos, especialmente los vertidos puntuales debido a las renovaciones del baño, asegurando así un adecuado pH de vertido.



Anexo I: Legislación aplicable al sector



Normas generales en materia medioambiental

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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



I. AIRE.

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

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

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

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

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



II. AGUA.

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

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

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

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

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



mediante estudio hidrogeológico, aseguren su inocuidad en la graduación establecida. Se condiciona asimismo el establecimiento de instalaciones industriales a la obtención de la preceptiva autorización de vertido, en su caso.

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

III. RESIDUOS

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

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

En particular, establece:

Obligaciones relativas ala puesta en el mercado de productos generadores de residuos.

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

Normas específicas sobre la producción y gestión de los residuos peligrosos

Instrumentos económicos en la producción y gestión de residuos

Regulación de los suelos contaminados. Declaración y reparación.

Actuaciones de inspección y vigilancia.

Responsabilidad administrativa. Régimen sancionador.

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

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

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



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

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

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

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

En particular, la norma establece:

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



Anexo I: Legislación aplicable al sector.

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



Anexo II: Bibliografía



Fellows: "**Food Processing Technology**". VCH, 1988.

Brennan: "**Las operaciones de la ingeniería de los alimentos**". Edit. Acribia, 1998.

IDAE: '**Eficiencia energética en la pequeña y mediana industria: Sector conservas alimenticias**'. IDAE, 1995

Singh: '**Energy in Food Processing**'. Elsevier, 1986.

AINIA: '**La contaminación industrial en el sector agroalimentario de la Comunidad Valenciana**'. Impiva, 1993.

Dalzell: '**Food Industry and the Environment, practical issues and cost implications**'. Blackie Academic and Professional, 1994.

Centro de Estudios de la Energía: '**Técnicas de conservación Energética en la Industria. Fundamentos y ahorro en operaciones, Tomo I**'. MINER, 1982.

Centro de Estudios de la Energía: '**Técnicas de conservación Energética en la Industria. Ahorro en procesos, Tomo II**'. MINER, 1982.

Stuart Thorne: "**Developments in Food Preservation**". Margaret A. Hill, "The effect of microwave procesing on some foods" APPLIED SCIENCE PUBLISHERS LTD, 1981.

Artículos publicados en las revistas: **Alimentación Equipos y Tecnología, Alimentaria y Food Science and Technology International**.



Anexo III: Diagramas de flujo



INDICE DE CONTENIDOS

A.	Introducción.....	1
B.	El Sector de Elaborados Vegetales en España	4
C.	Descripción General de LOS Procesos Industriales.....	12
	C.1. CONSERVAS Y CONGELADOS VEGETALES.....	13
	C.1.1. Limpieza/lavado de la materia prima.....	16
	C.1.2. Escaldado-enfriado	16
	C.1.3. Pelado	16
	C.1.4. Esterilización/pasterización	16
	C.1.5. Congelación.....	17
	C.2. ZUMOS Y CONCENTRADOS DE FRUTAS.....	18
	C.2.1. Extracción	22
	C.2.2. Decantación.....	22
	C.2.3. Clarificación-filtración.....	23
	C.2.4. Desaireación.....	23
	C.2.5. Pasterización	23
	C.2.6. Concentración	24
D.	Análisis General de la Contaminación producida. Operaciones con impacto medio ambiental significativo	25
	D.1. CONSERVAS VEGETALES.....	26
	D.2. ZUMOS Y CONCENTRADOS.....	30
E.	Tecnologías Más Utilizadas. Descripción de Procesos y Alternativas Tecnológicas para las operaciones contaminantes.....	32
	E.1. CONSERVAS VEGETALES.....	32
	E.1.1. Limpieza/lavado de la materia prima	33
	E.1.1.1. Lavado por Inmersión:.....	35
	E.1.1.2. Lavado por duchas	36
	E.1.2. Escaldado-enfriado.....	37
	E.1.2.1. Escaldado con agua por inmersión.....	38
	E.1.2.2. Escaldado con agua por duchas	40
	E.1.2.3. Escaldado con vapor de agua.....	43
	E.1.2.4. Enfriado.....	46
	E.1.3. Pelado.....	47
	E.1.3.1. Pelado térmico	48
	E.1.3.2. Pelado Mecánico.....	49
	E.1.3.3. Pelado Químico.....	50
	E.1.3.4. Pelado termo-físico	51
	E.1.4. Esterilización	52
	E.1.4.1. Esterilizadores discontinuos	53
	E.1.4.2. Esterilizadores continuos atmosféricos.....	56
	E.1.4.3. Esterilizadores continuos a presión	57
	E.1.5. Congelación	60
	E.1.5.1. Congelación por contacto.....	61
	E.1.5.2. Congelación por inmersión.....	62
	E.1.5.3. Túneles de congelación.....	63
	E.1.5.4. Aplicación de fluido criogénico.....	64
	E.2. ZUMOS Y CONCENTRADOS	66
	E.2.1. Limpieza/lavado de la materia prima	67
	E.2.2. Extracción.....	67
	E.2.3. Pasterización.....	72
	E.2.3.1. Pasterización por intercambiador de placas.....	73



<i>E.2.4. Concentración.....</i>	76
E.2.4.1. Evaporadores a vacío	77
E.2.4.2. Técnicas de membrana.....	81
E.2.4.3. Crioconcentración.....	83
F. Factores a considerar en la determinación de MTDs. Metodología de Evaluación de Tecnologías.....	84
F.1. METODOLOGÍA	84
G. Mejores TÉCNICAS disponibles.....	90
G.1. CONSERVAS VEGETALES.....	90
<i>G.1.1. Lavado</i>	90
<i>G.1.2. Escaldado.....</i>	92
<i>G.1.3. Pelado</i>	94
<i>G.1.4. Esterilización</i>	95
<i>G.1.5. Limpieza de instalaciones</i>	97
G.2. ZUMOS Y CONCENTRADOS.....	98
<i>G.2.1. Lavado</i>	98
<i>G.2.2. Extracción</i>	98
<i>G.2.3. Pasterización</i>	99
<i>G.2.4. Concentración.....</i>	100
<i>G.2.5. Limpieza de equipos.....</i>	101
<i>G.2.6. Limpieza de instalaciones</i>	101
H. Técnicas disponibles para el tratamiento Y CONTROL de LA CONTAMINACIÓN.....	102
I. Tecnologías Emergentes.....	108
I.1. ESCALDADO	108
<i>I.1.1. Escaldado con microondas.....</i>	108
I.2. PELADO.....	109
<i>I.2.1. Pelado termo-físico</i>	109
<i>I.2.2. Pelado enzimático exógeno</i>	109
I.3. CONCENTRACIÓN	110
<i>I.3.1. Concentración por sistemas de membrana y evaporación.....</i>	110
I.4. PASTERIZACIÓN.....	111
<i>I.4.1. Microfiltración.....</i>	111
J. Conclusiones y recomendaciones.....	112
Anexo I: Legislación aplicable al sector.....	1
Anexo II: Bibliografía.....	1
Anexo III: Diagramas de flujo	1



INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Número de industrias y trabajadores y distribución del tamaño de los establecimientos industriales del grupo “frutas y hortalizas” Fuente: INE 1996..	4
Figura 2.- Tamaño de las empresas en función del número de empleados, en la industria agroalimentaria general (izqda.), b) en el sector de frutas y hortalizas (dcha.) Fuente: INE 1996	7
Figura 3.- Distribución de empresas por sectores Fuente: INE 1996	7
Figura 4.- Distribución de empresas de menos de 20 trabajadores por sectores. Fuente: INE 1996.....	8
Figura 5.- Distribución de empresas de entre 20 y 50 trabajadores por sectores. Fuente: INE 1996	8
Figura 6.- Distribución de empresas de entre 50 y 200 trabajadores por sectores. Fuente: INE 1996	9
Figura 7.- Distribución de empresas de más de 200 trabajadores por sectores. Fuente: INE 1996.....	9
Figura 8.- Procesos considerados en Sector de Elaborados Vegetales	12
Figura 9.- Diagrama de flujo de la elaboración de conservas y congelados vegetales.....	15
Figura 10.- Diagrama de flujo de la elaboración de zumos y concentrados	21
Figura 11.- Lavado por inmersión.....	35
Figura 12.- Lavado por aspersión.....	36
Figura 13.- Escaldado por inmersión.....	38
Figura 14.- Escaldador con reciclado de agua	39
Figura 15.- Escaldado por duchas.....	40
Figura 16.- Escaldador con recirculación de agua	41
Figura 17.- Escaldador con recirculación de agua	42
Figura 18.- Escaldado con vapor de agua	43
Figura 19.- Escaldador termocíclico con vapor de agua	44
Figura 20.- Escaldador IQB	45
Figura 21.- Pelado térmico.....	48
Figura 22.- Pelado mecánico.....	49
Figura 23.- Pelado químico.....	50
Figura 24.- Esterilizador vertical discontinuo.....	53



Figura 25.- Esterilizadores cerrado con recuperación de calor (Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE)	55
Figura 26.- Esterilizador hidrostático.....	58
Figura 27.- Esterilizador tipo "Odemberg". Esterilizadores cerrado con recuperación de calor (Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias". IDAE)	59
Figura 28.- Congelación por contacto.....	61
Figura 29.- Congelación por inmersión.....	62
Figura 30.- Túneles de congelación.....	63
Figura 31.- Aplicación de fluido criogénico	64
Figura 32.- Extracción <i>In line</i>	68
Figura 33.- Exprimidor	69
Figura 34.- Prensado	69
Figura 35.- Extracción por difusión.....	70
Figura 36.- Extracción por tamizado.....	70
Figura 37.- Extracción por centrifugación.....	71
Figura 38.- Pasterización por intercambiador de placas	73
Figura 39.- Intercambiador tubular (Rossi & Castelli)	74
Figura 40.- Evaporador a vacío.....	77
Figura 41.- Evaporador continuo de múltiples efectos (MANCINI-COMACO).....	78
Figura 42.- Evaporador de cassettes.....	79
Figura 43.- Recompresión de vapor. Adaptado de <i>Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias. IDAE</i>	80
Figura 44.- Técnicas de membrana Adaptado de <i>Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias. IDAE</i>	81
Figura 45.- Crioconcentración.....	83
Figura 46.- Método combinado de concentración de zumos Osmosis Inversa + pervaporación + evaporación.	110



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Empleo e ingresos de explotación por sectores. Fuente: INE 1994	5
Tabla 2.	Nº de establecimientos en función del número de trabajadores de los sectores de la industria agroalimentaria (Fuente: INE 1996).....	6
Tabla 3.	Establecimientos industriales afectados por la Directiva IPPC en el epígrafe 6.4 b) apartado “tratamiento y transformación de materia prima vegetal”. Fuente: INE, MAPA, AINIA.....	11
Tabla 4.	Consumo energético medio en el sector de conservas alimenticias. Fuente: "Eficiencia Energética en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conservas Alimenticias".IDAE	26
Tabla 5.	Pérdida de calidad del producto en los diferentes sistemas de escaldado-enfriado (expresado en % de perdida de ac. Ascórbico).....	46
Tabla 6.	Alternativas de pelado térmico y productos a los que se puede aplicar	48
Tabla 7.	Comparación entre diferentes sistemas de congelación de verduras.....	65
Tabla 8.	Tasas de consumo de vapor con diferentes sistemas de recuperación de calor... <td>80</td>	80
Tabla 9.	Características del permeado en los sistemas de filtración por membrana	82
Tabla 10.	Parámetros de la concentración por Ósmosis inversa y Evaporación (en suero)	82
Tabla 11.	Items de Evaluación de MTD's para Industrias de Conservas Vegetales.....	86