

APROVECHAMIENTO



INTRODUCCIÓN.

En este capítulo expondremos todos los usos que actualmente se dan a los principales productos del olivar, así como a los subproductos más utilizados.

Dividiremos el capítulo en los siguientes apartados:

El aceite de oliva

La aceituna de mesa

Subproductos del olivar

EL ACEITE DE OLIVA.

Como ya comentamos en el primer capítulo, el uso del aceite de oliva se remonta a las culturas más antiguas de nuestra historia, encontrándose restos de antiguos molinos por todo el contorno mediterráneo. El diseño de las instalaciones no ha variado considerablemente durante muchos siglos ya que, hasta la implantación de los modernos sistemas de extracción continua, el aceite se obtenía por trituración en molinos de piedra llamados empiedros, y posterior prensado mediante prensas de tornillo.

En las siguientes páginas describiremos los diferentes sistemas de extracción de aceite y las peculiaridades de cada uno. Añadiremos al final un apartado donde comentaremos los **productos contaminantes** de la extracción y su posible tratamiento.

Sistema clásico de extracción

Preparación de la aceituna

Molienda

Batido

Extracción del mosto

Obtención del aceite

Operaciones finales.

Preparación de la aceituna

Desde que tiene lugar la recolección hasta que comienza la molienda, la aceituna pasa por una serie de etapas que pueden dejar una huella importante en la calidad del futuro aceite.

El momento de la recolección es importante, ya que del grado de madurez de la aceituna dependen las proporciones de aceite, agua y otras sustancias, que influirán decisivamente en las características organolépticas del producto final.

El momento óptimo es difícil de precisar pero coincide aproximadamente con el inicio del ennegrecimiento (envero). En análisis realizados tras la recogida se observa que el mejor aceite se obtiene en aceitunas de recogida temprana. Estos aceites tienen un aroma afrutado más profundo, color verde claro y muy baja acidez, haciéndolos ideales para el consumo. Por el contrario, si la recolección se retrasa los aceites son de colores más amarillentos, de menor aroma y con niveles de acidez más elevados.

Aparte de los criterios de calidad, mencionados anteriormente, hay que tener en cuenta que el porcentaje total de aceite crece con el grado de madurez, aumentando por tanto la rentabilidad del producto. Lo ideal es mantener un buen equilibrio para conseguir aceites de elevada calidad con un máximo de producción.

Es necesario destacar también la influencia de la variedad de aceituna empleada, tanto en la calidad como en la cantidad de aceite obtenido.

Tras la recogida es importante tener en cuenta una serie de aspectos básicos para la obtención de un buen aceite. Éstos podrían resumirse en dos palabras: limpieza y rapidez.

Aunque previamente a la molturación la aceituna va a ser lavada, la presencia de tierra y otros productos, durante el transporte, podría producir efectos indeseados. Estas alteraciones pueden incrementarse por el deterioro debido a la presencia de partículas duras y a la presión generada por el propio peso, por lo cual es aconsejable el transporte en recipientes rígidos o, en su defecto, no cargar excesivamente los camiones.

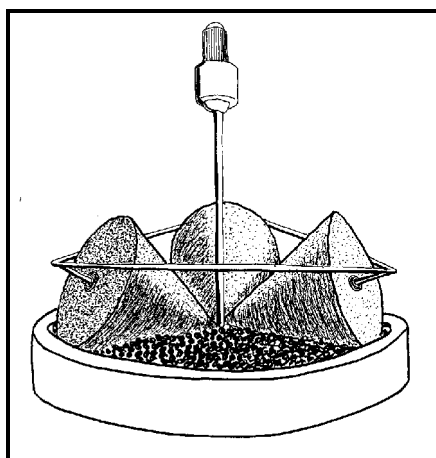
Al llegar a la almazara los camiones deberían descargar su contenido directamente al molino, pero normalmente no es posible coordinar los procesos de recogida, transporte y molturación, descargándose en un lugar preparado para tal fin. Los montones así formados reciben el nombre de trojes y cuando transcurre mucho tiempo entre la descarga y la molienda se produce el "atrojado" de la aceituna, que consiste simplemente en el inicio de los procesos de putrefacción responsables de la disminución de la calidad del aceite

obtenido. Este efecto puede paliarse colocando las aceitunas en recipientes que posibiliten su aireación y dejando pasar el menor tiempo posible entre la recogida y la extracción. En algunos lugares se emplean sistemas de bateas e incluso conservación en agua corriente con el fin de evitar el calentamiento y atrojado.

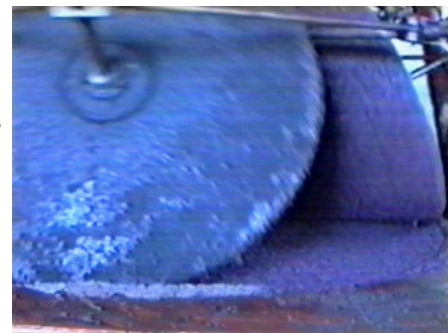
Para proceder a la trituración se descargan las aceitunas en una tolva de la que van cayendo a una pileta con agua. Un tornillo sinfín se encarga de sacarlas del agua y transportarlas hasta la parte superior del molino, desde donde pasan a la zona de molido. En algunas factorías el proceso de limpieza es mucho más complejo, realizándose varios lavados e incluso incorporando al agua sustancias detergentes. Es necesario mencionar que aunque este proceso es importante para la obtención de aceites de primera calidad, es imprescindible eliminar la mayor cantidad de agua posible para evitar que se formen emulsiones durante la molienda, que dificultarían la extracción del aceite.

Molienda

Procedentes del tornillo sinfín, las aceitunas caen en la plataforma del molino, también llamada solera, por la parte central. Las muelas, en número de 3 ó 4 se mueven alrededor del eje central



y trituran las aceitunas a su paso. La pasta formada va desplazándose hacia la periferia,



hasta que finalmente sale del molino y llega a la batidora. En la mayoría de los molinos actuales las muelas son de forma cónica, como puede verse en el esquema. En el pasado existían muelas de diversas

formas, frecuentemente cilíndricas. El material con el que se fabrican normalmente es piedra arenisca o granito, y de 1 a 1.5 m de diámetro. La velocidad de desplazamiento de las muelas es un factor importante, ya que si es demasiado lenta baja el rendimiento y si es demasiado alta provoca la emulsión. Asimismo es conveniente el efecto de desgarrado que se produce en la aceituna además del aplastamiento. Este desgarrado se consigue, en los molinos de muelas troncocónicas, también llamados "tipo español", controlando las velocidades de rotación del molino y de las muelas, y en los de muelas cilíndricas de forma espontánea. En esencia consiste en hacer que las muelas en su desplazamiento no sólo rueden, sino que también se deslicen sobre la solera, produciendo el desgarrado del fruto.

Actualmente los molinos emplean motores eléctricos. En el pasado se utilizaban sistemas accionados por animales de tiro mediante una viga central. También han sido empleados otros sistemas, hidráulicos, eólicos, etc.

Durante la molienda es importante tener en cuenta algunos aspectos, entre los que destaca el tamaño de las partículas obtenidas. Al igual que con otros factores existen tamaños críticos por encima de los cuales se está perdiendo productividad, al quedar las células intactas. Podría pensarse que la solución es conseguir el mayor grado de trituración posible, pero si la pasta es excesivamente fina, provoca la aparición de coloides que dificultarán la posterior extracción. Otros problemas que podrían surgir son el calentamiento de la mezcla y la incorporación de impurezas, ya que ambos acelerarían los procesos de oxidación que culminarán con el enranciamiento del aceite. Entre las impurezas destacan las de tipo metálico, que consideraremos con más detalle en los sistemas de extracción continua.

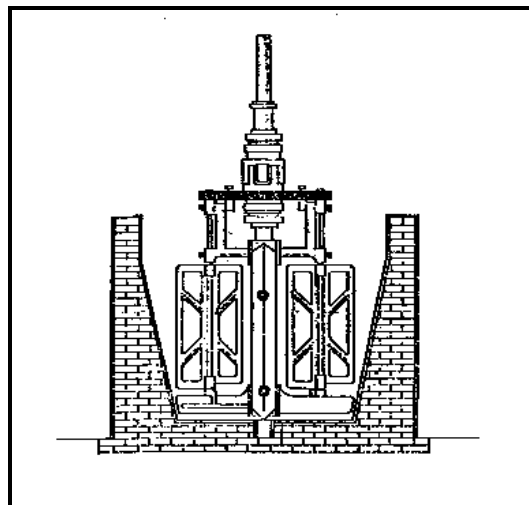
Batido

Tras la molienda se obtiene una pasta homogénea compuesta fundamentalmente por aceite, agua, partículas procedentes de la destrucción de la pulpa y huesos

fragmentados. Es necesario reunir las microgotas de aceite en una fase continua que facilite la extracción. Esto se consigue mediante el batido.

La batidora es la máquina encargada de este fin. En esencia consiste en un sistema de paletas con diseños diversos que están sometidas a un doble giro: cada paleta por una parte y el conjunto de éstas por otro. Ésto produce un efecto de cizalla que contribuye a separar las gotas de aceite y, secundariamente, a culminar el dilacerado producido durante la molienda. La pasta procedente de molinos con bajo efecto de desgarramiento se trata antes del batido con dilaceradoras especiales.

La preparación de la pasta, tanto durante la molienda como en el posterior batido, es de capital importancia en el rendimiento y calidad del aceite obtenido. Debido a las bajas temperaturas de la época de recolección es necesario calentar la pasta para el batido. Si la temperatura sobrepasa los 25°C se producirán reacciones químicas y bioquímicas no deseadas. La calefacción se realiza en recipientes de doble pared, entre las cuales circula agua caliente. Debido a la baja conductividad de las pastas de aceitunas, a veces es necesario añadir agua caliente a la propia pasta. La cantidad de agua que puede añadirse está en estrecha relación con



Batidora

el contenido previo de la aceituna, ya que, nuevamente, pueden producirse problemas de emulsión. La velocidad y el tiempo son factores importantes para lograr la fase continua, la primera debe estar comprendida entre 18 y 20 rpm, y la duración del batido de 20 a 30 minutos.

Extracción del mosto

Una vez preparada la pasta se procede a la extracción del líquido existente en la misma, mezcla de aceite y soluciones acuosas o alpechines. En las almazaras tradicionales la extracción se lleva a cabo por el exprimido de la pasta en una prensa de discos. Aunque prácticamente todas las prensas actuales son hidráulicas, movidas por motores eléctricos, aún se conservan prensas de tornillo de presión directa accionadas por animales de tiro.

Una prensa consta de una parte fija, normalmente la superior, y una plataforma móvil, donde se va situando la pasta.

Para colocar la pasta en la prensa se utilizan unas alfombrillas de esparto o plástico, de forma circular y provistas de un agujero central, que se denominan "capachos", que se apilan uno sobre otro intercalando entre ellos capas de pasta. El conjunto de todos los capachos y la pasta colocada entre ellos recibe el nombre de "carga". Cuando el cargo está dispuesto se sitúa en la prensa y se comienza la extracción. Por el peso ejercido por el cargo comienza a obtenerse aceite de descuelgue o flor de aceite. Aunque éste es de la máxima



calidad, no siempre se separa, sino que se extrae conjuntamente con el correspondiente al inicio de la aplicación de presión (aproximadamente hasta que el cargo reduce su

volumen en un 20%). Con el aumento de presión el cargo se reduce en más del 95% de su volumen original, extrayéndose toda la fase líquida.

Los productos sólidos restantes constituyen un residuo que recibe el nombre de "orujo", del cual nos ocuparemos en el apartado de subproductos.

Antiguamente el cargo se formaba a mano. En la actualidad existen máquinas para la formación de cargos de hasta 2,15 m de altura, con capacidad para 145 capachos.

Obtención del aceite

A partir del prensado se obtiene un líquido compuesto por aceite (30%), soluciones acuosas o alpechines (60%) y residuos sólidos en suspensión. Para separar estas fases se somete el mosto a tres procesos diferentes: filtrado, centrifugación y decantación.

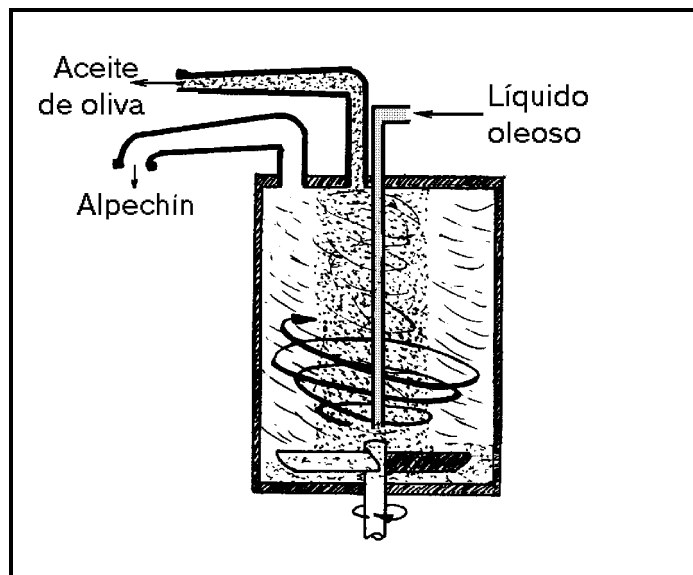
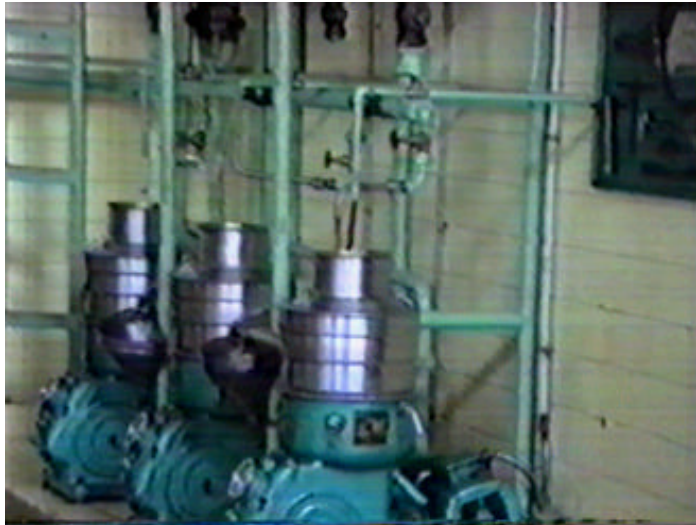
Aunque se haya mencionado el filtrado en esta fase, porque los residuos sólidos pueden dañar a las centrifugadoras, normalmente se realiza al final, salvo que la cantidad de partículas sea elevada o de alta

granulometría. Nos referiremos al filtrado en el siguiente punto.



CENTRIFUGACIÓN

Debido a la diferencia de densidad de aceite y alpechín cuando una mezcla de ambos se somete a centrifugación la fase acuosa se desplaza hacia la periferia de la centrífuga, mientras que el aceite queda en la zona central. Normalmente las centrifugas tienen tres o cuatro salidas, obteniéndose aceite en la interior, alpechín en la exterior y una mezcla variable en las intermedias. El proceso suele repetirse para conseguir el máximo rendimiento en aceite.



DECANTACIÓN

A pesar de la centrifugación el aceite obtenido aún contiene pequeñas cantidades de agua y el alpechín algo de aceite. El aceite se deja reposar durante un cierto tiempo en pilones contruidos de mampostería y recubiertos de azulejos. Es frecuente que tras la decantación, que no debe ser superior a 8 horas si se pretende obtener aceite de máxima calidad, se proceda a una centrifugación final.



Del tratamiento de alpechines nos ocuparemos en el apartado de subproductos.

Operaciones finales

Las operaciones descritas en este punto, son esencialmente las mismas en todos los sistemas de extracción, por lo cual las omitiremos en la descripción de los sistemas de extracción continua.

Consideraremos los siguientes aspectos:

Análisis para **control de calidad**


Filtrado

Sistemas de **almacenamiento y envasado**.

ANÁLISIS PARA CONTROL DE CALIDAD

El aceite obtenido por el método descrito anteriormente se denomina "ACEITE DE OLIVA VIRGEN". Dicho aceite no tiene, necesariamente, que ser un aceite de buena calidad, pudiendo llegar a ser incluso no apto para consumo. Será necesario realizar los análisis pertinentes para clasificar el aceite según su grado de acidez de acuerdo con la escala adjunta.

El aceite de calidad "lampante" no es apto para el consumo y debe ser refinado, pudiendo comercializarse



Extra . . . < 1°	Corriente 1.5° a 2.5°
Fino . . . 1° a 1.5°	Lampante > 2.5°

como "aceite refinado de oliva". Mezclado con aceite virgen de mejor calidad para aromatizarlo, se comercializa con el nombre de "aceite de oliva".

Además de comprobar la acidez del aceite se realizan varios análisis químicos para determinar entre otros el índice de peróxidos, grado de enranciamiento, etc. y una serie de

controles para evaluar sus características organolépticas (color, aroma, sabor, etc.), que son tanto más complejas cuanto mayor sea la calidad del aceite. En el siguiente cuadro se muestra una tabla correspondiente a la determinación de sabor en un panel de cata.

Apartados	Calificación	Puntuación				
A	frutado de la aceituna					
B	manzana					
	verde					
	amargo					
	picante					
	dulce					
	otras frutas maduras					
C	basto					
	otros tolerables					
	metálico					
	avinado					
	moho					
	borras					
	atrojado					
	rancio					
	otros muy desagradables					

Los catadores deben valorar la intensidad de la percepción del sabor correspondiente en el aceite de acuerdo con la siguiente tabla:

- | |
|----------------------|
| 1 casi imperceptible |
| 2 ligera |
| 3 media |
| 4 grande |
| 5 extrema |

Realizada la cata, se llevará a cabo una ponderación por apartados, que conducirá finalmente a una puntuación de la calidad del aceite en un rango de 1 a 9. Los aceites que obtengan puntuación inferior a 3 no son aptos para el consumo.

Desde el punto de vista industrial, también es necesario comprobar el rendimiento graso de la aceituna que se está procesando. Todos estos criterios, cualitativos y cuantitativos, influirán en el precio que la almazara pague por la aceituna y en el posterior precio del aceite. Como es frecuente que se mezclen aceitunas de diferentes partidas, además de los análisis realizados al final del proceso, en los laboratorios de las almazaras disponen de equipo necesario para moler, batir, prensar, etc. pequeñas cantidades y de esta forma realizar un muestreo a la entrada de la aceituna.

FILTRADO

Incluso en el caso de que se hayan realizado tratamientos para eliminar partículas gruesas, es necesaria una filtración más fina para impedir que la presencia de dichas partículas deterioren la imagen del aceite, y sean el núcleo de los procesos de oxidación que provocan el enranciamiento, consiguiéndose que el aceite tenga un aspecto limpio y transparente.

Las maquinas filtradoras constan de una bomba de vacío que hace pasar el aceite por una serie de cartuchos, normalmente de papel, que realizan el filtrado.

Esta operación debe hacerse en la etapa final del proceso para eliminar todas las posibles trazas de humedad que pudieran aparecer. Cuando se trata de aceites de elevada calidad, se suele realizar el filtrado por su propio peso mediante filtros de algodón.

A veces se realiza una operación llamada "*abrillantado*" que consiste en un segundo filtrado para dar al aceite un aspecto más brillante. A veces, antes de estos



filtrados se procede a una operación llamada desmargarinación (o winterización) consistente en enfriar los aceites para la eliminación de las margarinas.

Sistemas de almacenamiento y envasado

Como hemos expuesto anteriormente el filtrado debe realizarse con poca antelación respecto a la comercialización del producto. Por ello en las almazaras deben existir depósitos para conservar el aceite desde su extracción hasta su posterior filtrado y envasado. La conservación en los depósitos no representa, normalmente, grandes problemas; ya que suele ser de poca duración, a lo sumo algo más de un año. No obstante deben mantenerse ciertos controles en la limpieza, temperatura de conservación, material de los depósitos y llenado de los mismos.

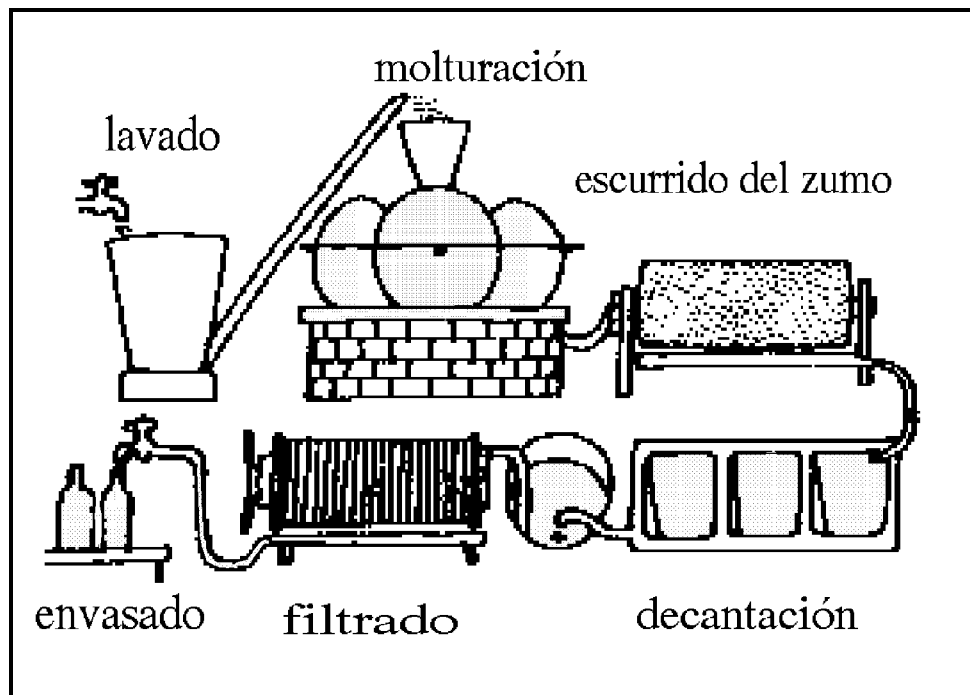
El material ideal para la construcción de los depósitos es el acero inoxidable. Frecuentemente se utilizan de otros materiales que deben ser opacos, pues la luz favorece los procesos de oxidación, y de superficie lisa para permitir una limpieza total. La temperatura idónea para la conservación son 15°C, ya que las temperaturas más bajas favorecen el cuajado (separación de "margarinas") y las más altas la oxidación. Respecto al llenado es muy importante que no existan cámaras de aire que provocarían oxidaciones.

Para el envasado se utilizan diferentes tipos de materiales: hojalata, cartón revestido, vidrio, pvc, polipropileno, etc. existiendo diferentes niveles de conservación del aceite en relación con el tipo de envase. Tradicionalmente se considera que los envases de vidrio son los mejores. En el caso del aceite ésto no es así, ya que aunque se trate de vidrios coloreados, siempre dejan pasar la luz y por tanto contribuyen a la pérdida de calidad. Los envases que mejores resultados dan son los envases de hojalata y los de cartón revestido.

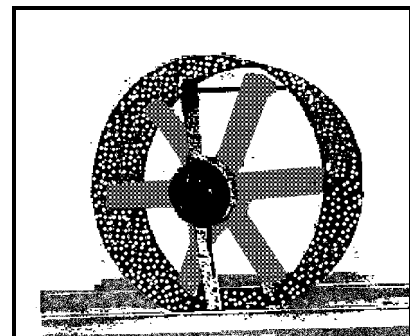
Sistemas de extracción continua

Cada vez se están extendiendo más los sistemas de extracción continua, en los que tras la molienda se extrae el aceite por procesos de centrifugación en lugar de prensado.

Los sistemas de extracción continua suelen montar molinos de martillos, de cilindros o de ruedas dentadas. No es extraño encontrar sistemas mixtos en los que se combinan empiedros y batidoras convencionales con sistemas de extracción centrifugo. El siguiente esquema nos muestra uno de estos sistemas.



Los molinos de martillos son los más extendidos dentro de los sistemas de extracción continua. En esencia constan de un cilindro metálico en el interior del cual hay otro cilindro de paredes agujereadas. En el centro de dichos cilindros giran a alta velocidad un sistema de



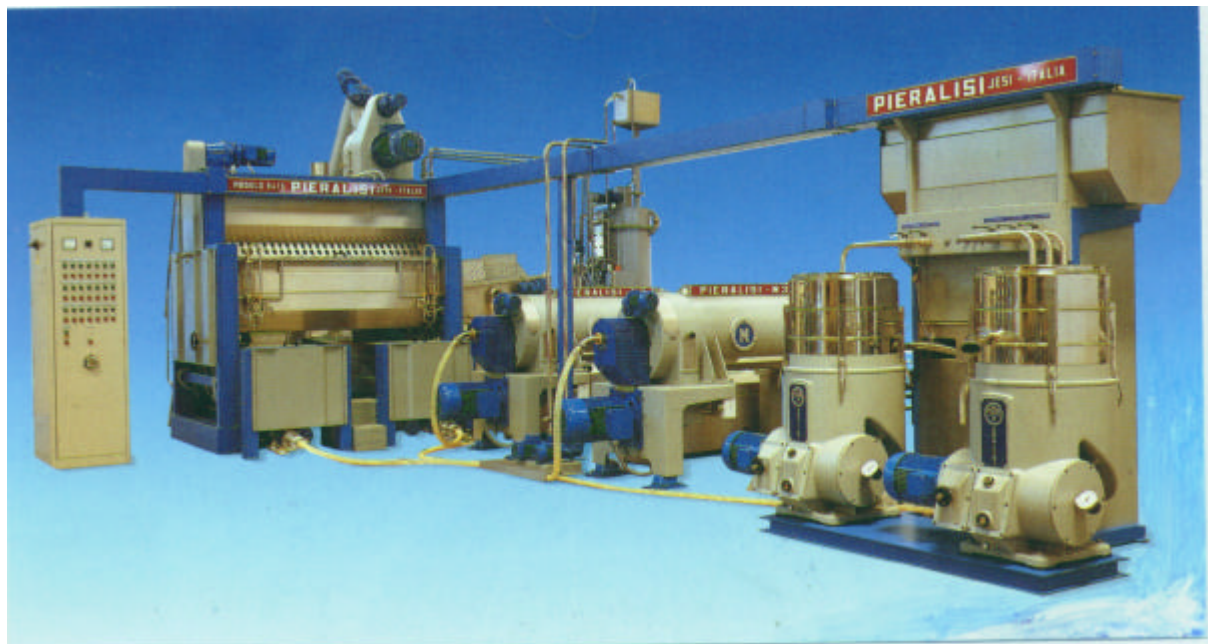
martillos de acero que golpean a las aceitunas hasta que los fragmentos son lo suficientemente pequeños como para atravesar la pared cribosa del cilindro interno. Existen diferentes tamaños de criba para obtener varios grados de molienda. Al atravesar las paredes perforadas, la pasta así formada es recogida por el cilindro exterior y conducida a la centrifuga que realizará la separación de

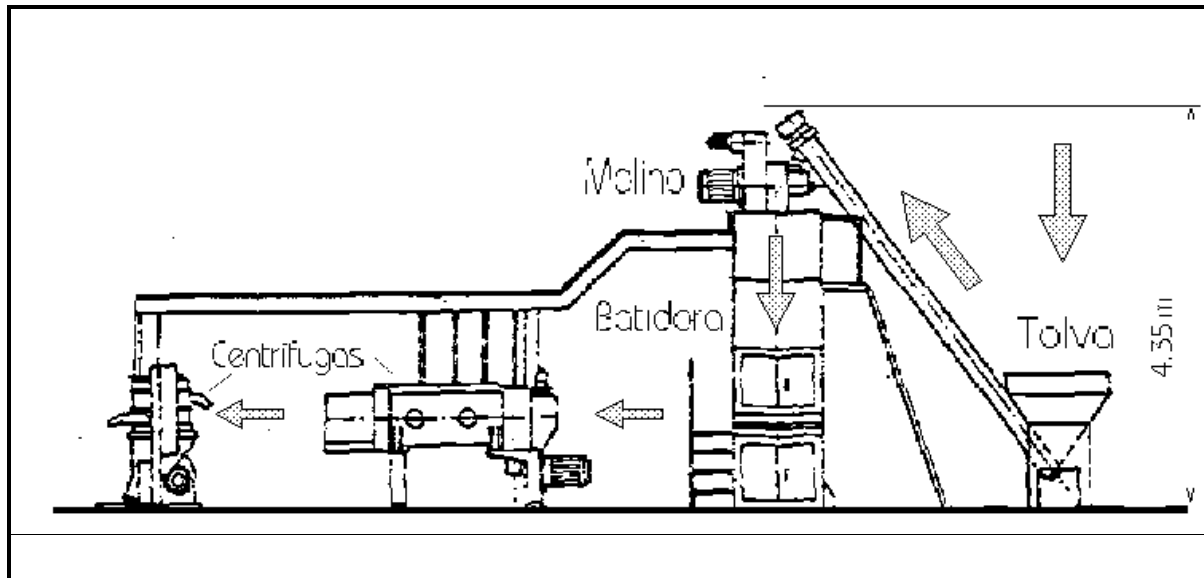


residuos sólidos, aceites y alpechines, sustituyendo el sistema de prensas tradicional.

El tamaño del molino es de unos 70 cm de diámetro por 15-20 cm de altura. Se sitúan de forma que el eje de rotación esté situado en posición horizontal.

Las siguientes imágenes muestran un sistema de extracción continua de forma real y esquemática respectivamente.

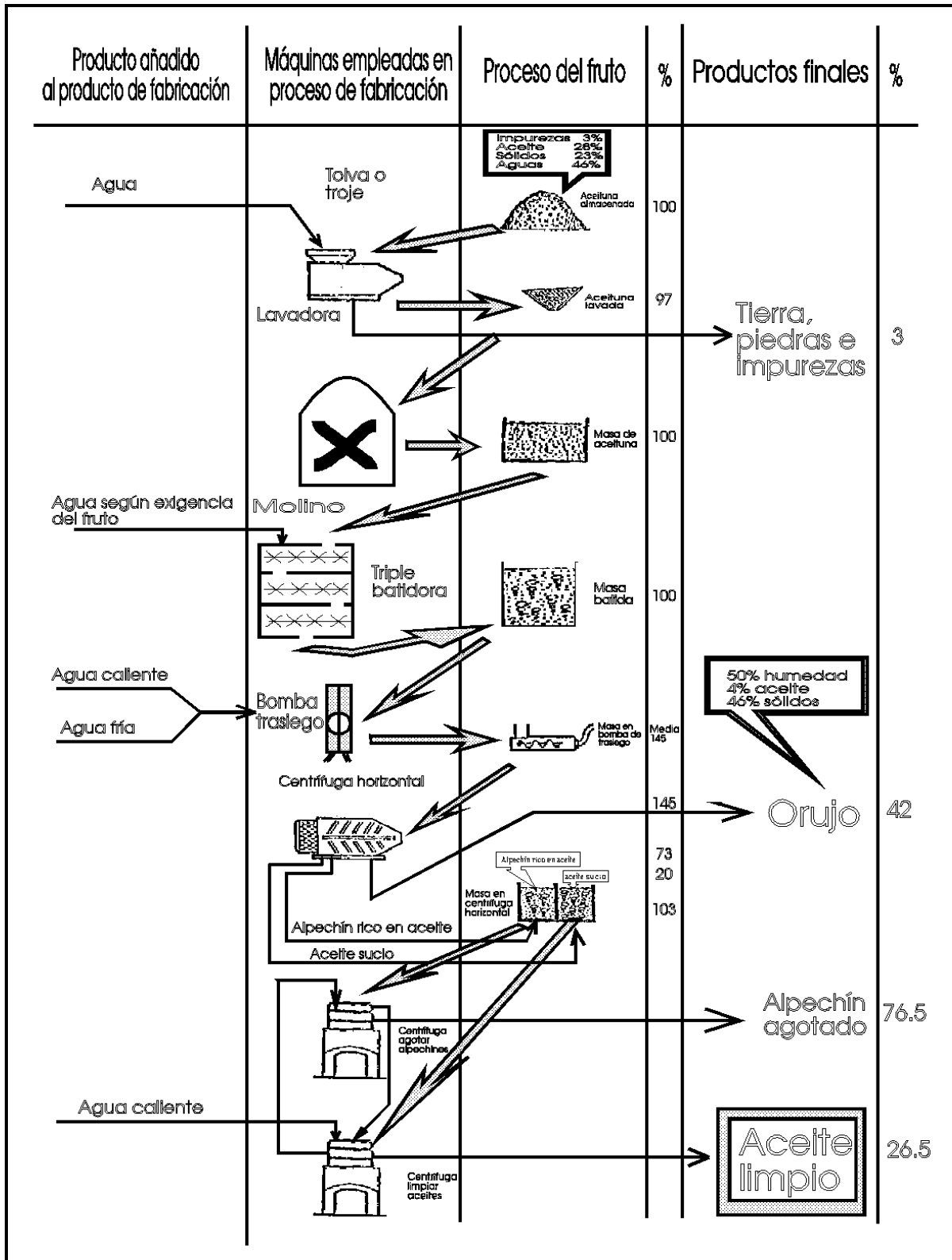




Los martillos de cilindros y de ruedas dentadas, aunque tienen rendimientos y características similares a los de martillo, son muy escasos en nuestra región.

Las principales ventajas de los sistemas continuos son su pequeño tamaño, y la reducción de los gastos de instalación y mantenimiento. También puede considerarse positivo el escaso tiempo de triturado (unos 10 segundos), el aislamiento del exterior y la facilidad de regulación del grado de molido. Entre los inconvenientes podemos citar el mayor grado de emulsionado, la ausencia de dilacerado y la posibilidad de incorporar al aceite pequeñas trazas metálicas que podrían actuar como catalizadores en los procesos de oxidación que podrían conducir al enranciamiento.

En la siguiente página podemos ver un sistema clásico de extracción continua junto con los procesos implicados y los productos obtenidos.



Impacto de los alpechines

Las almazaras son una de las industrias más contaminantes de nuestra región. Además de aceite hemos visto que se producen residuos sólidos (orujos) y líquidos (alpechines). Los orujos tienen diversas formas de aprovechamiento, que describiremos en el apartado de subproductos, pero los alpechines suelen ser arrojados al cauce público con la consiguiente contaminación orgánica. Aunque de los alpechines todavía es posible obtener aceite, la baja rentabilidad alcanzada en el proceso es la causa de la práctica inexistencia de alpechineras. La vigilancia por parte de la administración y las medidas coercitivas son las únicas que pueden obligar a las empresas a cumplir la normativa vigente. Si esto no se realiza así seguiremos teniendo, en nuestra región, el récord de contaminación fluvial. Afortunadamente, la adopción de sistemas de dos fases va reduciendo el problema. En el apartado de subproductos del olivar estudiaremos la

LA ACEITUNA DE MESA

Existen innumerables formas de aderezo de aceitunas para el consumo humano, pero sin duda alguna, la forma más extendida por todo el mundo, por sus excelentes resultados de conservación, es el "entamado" o "aderezo a la sevillana". Por esta razón y porque es la que más posibilidades de utilización didáctica conlleva, dedicaremos la mayor parte de este capítulo a dicha modalidad de preparación. Al final del capítulo describiremos someramente algunas **otras formas de aderezo**.

Entamado o aderezo a "la sevillana".

Esta forma de preparación se conoce vulgarmente como "*aceitunas en cáustica*", ya que el inicio del proceso consiste en el tratamiento de las aceitunas con una disolución de sosa. Distinguiremos en este proceso las siguientes partes:

Operaciones preliminares

Cocido

Lavado

Fermentación

Almacenamiento

Operaciones finales

OPERACIONES PRELIMINARES.

El proceso comienza con la recogida del fruto en el campo. A diferencia de la aceituna destinada a la producción de aceite, la aceituna para consumo de mesa debe recogerse cuando aún está verde. Por esta razón la operación se denomina "verdeo" debiendo realizarse de forma que se dañe lo menos posible a las aceitunas. En la Campiña y el Alljarafe se lleva a cabo por el sistema conocido por "ordeño", descrito en el capítulo de técnicas agrícolas.

Tras la llegada a la factoría se almacenan en contenedores de rejilla, que permiten la aireación, ya que si se amontonan se eleva la temperatura y pueden comenzar a producirse procesos de descomposición. No es conveniente iniciar el cocido hasta transcurridos uno o dos días desde la recogida, ya que de lo contrario es



frecuente que se produzca el despellejado. Otra práctica frecuente para evitar el despellejado es la incorporación de sal durante el almacenamiento.

Antes de iniciar el proceso de aderezo se realiza un muestreo o "escandallo", para determinar las características del fruto, tanto en cuanto a tamaño como en aspecto del mismo, presencia de hojas, porcentaje de aceitunas maduras, etc. En las industrias modernas, existen máquinas muestreadoras que recogen las aceitunas desde la cinta transportadora que las lleva al interior y procede a un escandallo automático.

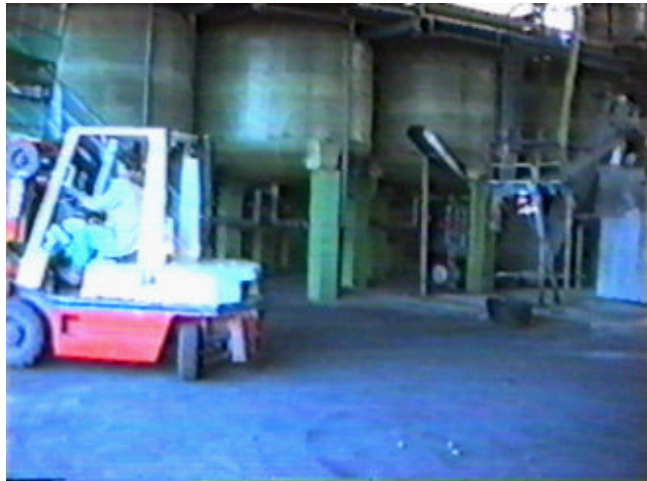


Después del muestreo se suele proceder a la separación de los frutos de pequeño calibre. Esta operación se realiza con una clasificadora. Las aceitunas se desplazan

sobre unas cuerdas divergentes hasta que la separación entre las cuerdas es igual a su diámetro; en ese punto caen en recipientes preparados para tal fin. Las aceitunas que llegan hasta el final de la clasificadora son depositadas en los recipientes de cocido.

COCIDO

En esta fase las aceitunas se someten a un tratamiento con NaOH diluida a concentraciones entre 1.5 y 4.5 %. El cocido se realiza en depósitos de poliéster y fibra de vidrio con capacidad para 5.000 ó 10.000 Kg de aceitunas. Ocasionalmente se utilizan pilones de mampostería que aún se conservan de épocas anteriores a la implantación de los sistemas actuales.



Con el cocido se consiguen los siguientes efectos:

Hidrólisis de glucósidos responsables del sabor amargo

Desnaturalización de las proteínas

Formación de jabones a partir de las grasas

Hidrólisis del almidón y otros polisacáridos

Hidrólisis del almidón.

Aunque la aceituna, como todos los productos vegetales, almacena almidón la cantidad de éste es muy reducida ya que tiende a acumularse directamente glucosa.

Por la hidrólisis del almidón se produce glucosa según la siguiente secuencia:



Hidrólisis de glucósidos.

Los glucósidos, que son glúcidos complejos de sabores amargos, se hidrolizan por la acción de la sosa dando lugar a glúcidos simples carentes de sabores desagradables.

Desnaturalización de las proteínas.

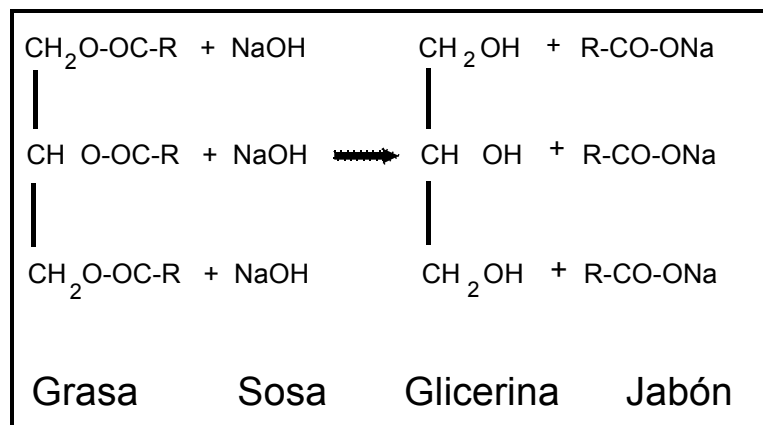
Las proteínas, en contacto con la sosa desorganizan su estructura pero no llegan a hidrolizarse y permanecen insolubles. Este proceso de desorganización recibe el nombre de desnaturalización.

Formación de jabones a partir de las grasas.

Las grasas, presentes en cantidad apreciable en la aceituna aunque no esté

madura, reaccionan con la sosa produciendo glicerina y jabones. Ambos son eliminados por el lavado.

Durante todo el proceso la celulosa, constituyente de las paredes celulares, se



mantiene inalterada. Si no fuese así las aceitunas perderían su consistencia y se tornarían demasiado blandas.

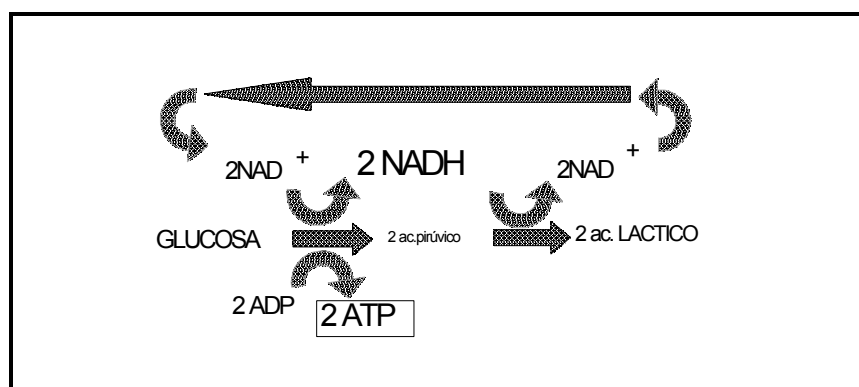
El grado de cocción no depende únicamente del tiempo, sino también de otras variables como temperatura, grado de madurez de la aceituna, tamaño de ésta, variedad, etc. Por esa razón el tiempo de cocido, que oscila entre 6 y 8 horas debe ser determinado mediante catas periódicas. El punto exacto se sitúa cuando la cocción afecta a los 2/3 del mesocarpo.

LAVADO

Después del cocido es necesario eliminar los restos de NaOH que podrían impedir la fermentación. Ésto se lleva a cabo en uno o dos pasos, realizándose el mismo con agua corriente que se bombea al interior de los recipientes de cocción. Al igual que un lavado corto puede ser negativo para la fermentación al impedir el desarrollo de microorganismos, también lo es un lavado excesivamente largo, ya que se eliminará la mayor parte de la glucosa, impidiendo asimismo la fermentación.

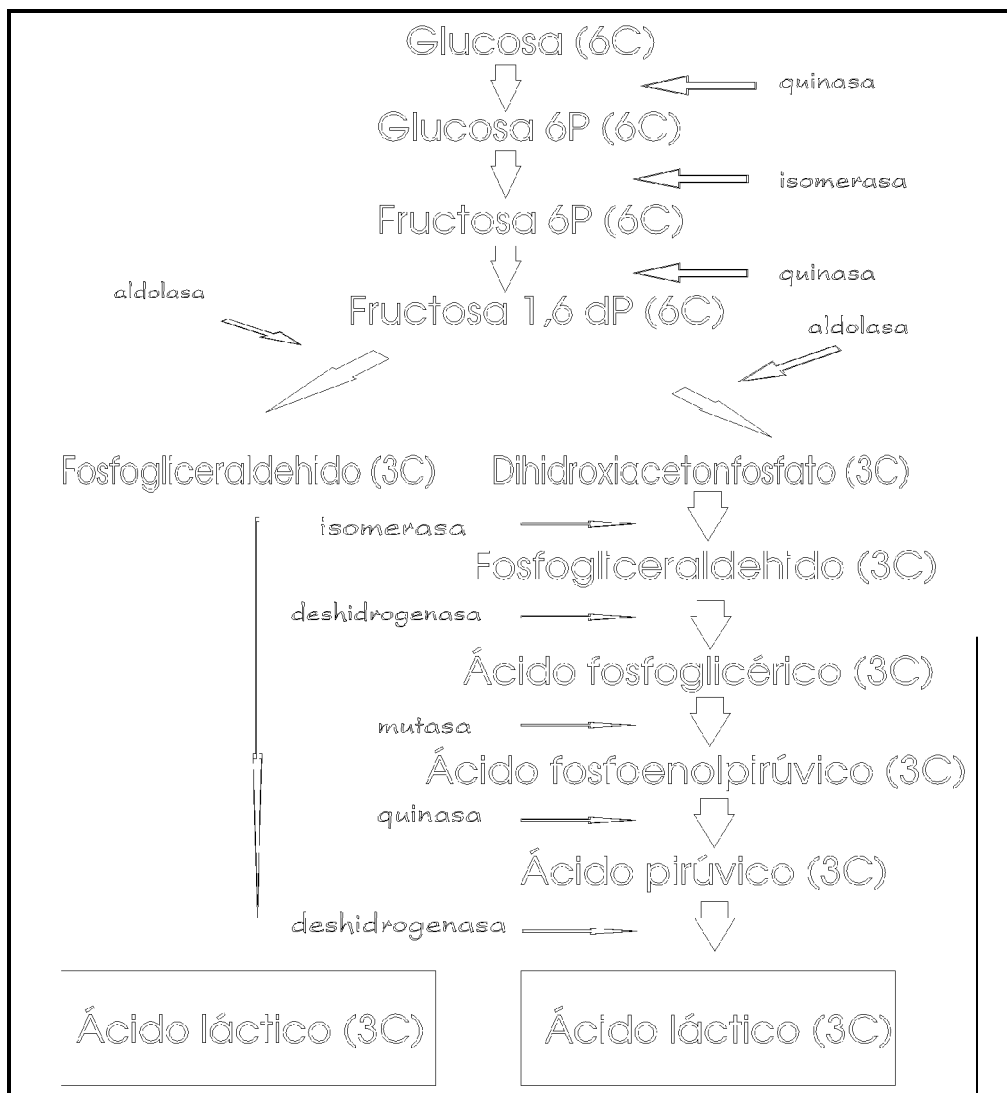
FERMENTACIÓN

A partir de los azúcares presentes, las bacterias lácticas realizan una fermentación que da lugar a ácido láctico, según el siguiente proceso:

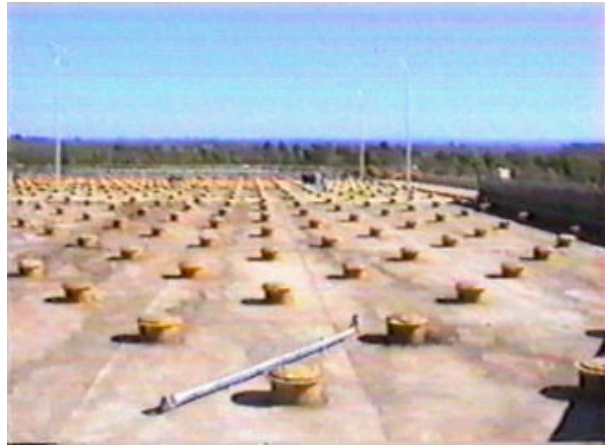


Para ello, el agua del lavado se cambia por una salmuera a una concentración aproximada del 10%. De esta forma se impide el desarrollo de muchos gérmenes permitiendo reproducirse a las bacteria halófilas, entre las que se encuentran los lactobacilos. Cuando éstos comienzan a desarrollarse el pH disminuye considerablemente, debido al ácido láctico producido. De esta forma sólo sobreviven las halófilas y acidófilas al mismo tiempo eliminándose todas las coliformes y demás especies no deseadas.

El cuadro siguiente muestra un esquema detallado del proceso de fermentación láctica, donde se señalan los productos formados y las enzimas que intervienen en él.



Para la fermentación se utilizan recipientes similares a los utilizados en la cocción, con la única diferencia de que suelen encontrarse enterrados para mantener mejor la temperatura. Las aceitunas son trasladadas a los mismos mediante sistemas de bombeo.



En el capítulo de aplicaciones en el aula se incluye una práctica para la realización de dicho proceso en el laboratorio, detallándose el protocolo de la práctica y los resultados obtenidos en una experiencia.

ALMACENAMIENTO

El almacenamiento tiene lugar en los mismos recipientes empleados en la fermentación, ya que el ácido láctico formado actúa como conservante.

Tradicionalmente se han empleado barricas de madera, pero actualmente éstas han sido sustituidas por recipientes de PVC de 200 litros de capacidad o, con mayor frecuencia, por contenedores de fibra de vidrio y poliéster de 10.000 Kg de capacidad.



Es necesario mantener el nivel de salmuera en los recipientes para que no se produzcan crecimientos de levaduras en la superficie. Para ello se realiza la operación denominada "*requerido*", consistente en la adición de salmuera hasta que ésta rebosa.



OPERACIONES FINALES

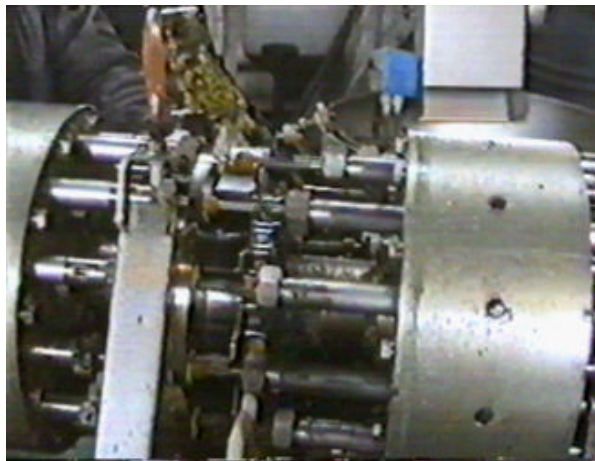
Cuando llega el momento de la venta desde la factoría, las aceitunas son extraídas de los contenedores mediante bombas, lavadas, desprovistas de los pedúnculos mediante una máquina denominada desrabadora y clasificadas por tamaños, En estas condiciones pueden ser vendidas en grandes bombonas de PVC o sometidas a nuevos procesos de elaboración como rellenado, picado, deshuesado, etc. y envasadas en pequeños recipientes para el consumo.



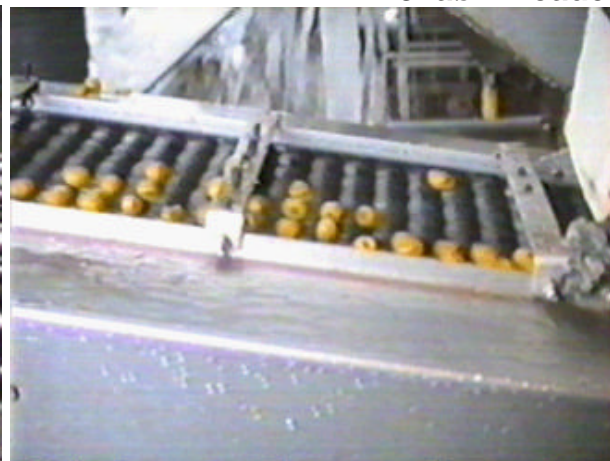
Desrabadora



Clasificado



Deshuesadora



Cortadora de rodajas

Otras formas de preparación

Además del aderezo a la sevillana es interesante destacar los siguientes sistemas industriales de aderezo:

Ennegrecido por oxidación

Aderezo a la Azcolana

Conservación de aceitunas moradas en salmuera.

Ennegrecido por oxidación (sistema californiano).

Este proceso comienza con la cocción completa de la aceituna, hasta que esté afectada toda la pulpa, en una disolución de NaOH. A continuación se procede a la oxidación por inyección de aire a presión o por removido, que hace adquirir un color negro intenso a los frutos. Este color debe estabilizarse con la adición de sales de hierro como el sulfato ferroso o el gluconato ferroso. Tras proceder al lavado de los frutos, para la eliminación de residuos, se procede a la esterilización por calor, quedando listas para el aderezo, envasado y comercialización.

Aderezo a la Azcolana

Se puede considerar una variante del entamado, en el que los lavados, tras la cocción, son tan intensos que se eliminan la mayor parte de los azúcares y por tanto la fermentación será sólo parcial. Por esta razón es necesario proceder a la esterilización por calor o a la incorporación de conservantes artificiales. Recibe el nombre de la variedad "azcolana" que suele prepararse siempre así. En nuestra comarca es frecuente que los entamados caseros, realizados por muchas personas en sus hogares, presenten estas fermentaciones incompletas por exceso de lavado, siendo necesario su consumo en un plazo muy inferior al correspondiente a aceitunas tratadas en la industria.

Conservación de aceitunas moradas en salmuera.

Las aceitunas moradas no suelen ser sometidas al cocido sino que, directamente, son sumergidas en salmueras. En éstas se producen numerosas fermentaciones lentas, algunas de tipo alcohólico. Las aceitunas así preparadas pueden consumirse tras algunos meses, teniendo un sabor más amargo que las preparadas en verde. El plazo de conservación suele ser inferior a un año.

Alteraciones, artefactos y fermentaciones indeseadas.

Si no se extrema el cuidado en el proceso y la limpieza en los recipientes utilizados, a veces se producen fermentaciones pútridas, propiónicas, butíricas, etc que deterioran e incluso inutilizan el producto obtenido. A continuación detallaremos algunas de las alteraciones más corrientes en el proceso, y otros defectos que presentan las aceitunas listas para el consumo.

MARCAS DE MANIPULACIÓN.

Aparecen como rayas o marcas más gruesas de color oscuro, y representan arañazos ocurridos durante la recogida o transporte, cuando la aceituna todavía está cruda. El porcentaje de aceitunas arañadas constituye un índice importante en la valoración y determinación de la calidad para la venta.



DESPELLEJADO.

Consiste en la separación de la piel del resto del fruto. Se presenta durante los procesos de cocido y lavado, y para evitarla se dejan reposar los frutos dos o tres días antes de tratarlos. Si este almacenado se produjese en grandes montones se producirían alteraciones en la aceituna, por el peso y por las fermentaciones espontáneas que contribuirían a acelerar el proceso de deterioro. Por esta razón las aceitunas se conservan en unas jaulas metálicas de aproximadamente un metro cúbico de volumen, donde permanecen aireadas durante este periodo de espera.

ARRUGADO.

Se produce cuando la presión osmótica es muy alta, debido a la diferencia de concentraciones entre lejías y salmueras, y el zumo de la aceituna. Su intensidad depende de la calidad de los frutos y del tratamiento a que se sometan. Es un defecto que se corrige con facilidad, añadiendo salmuera de menor concentración.

ALTERACIONES POR PARÁSITOS.

Mosca.

Se pone de manifiesto por la presencia de orificios en la aceituna, que son producidos por la salida del insecto tras su desarrollo en el interior del fruto. Las galerías interiores están llenas de excrementos.

Arañuelo.

Se reconoce por los abultamientos presentes en los frutos que llegan a adquirir formas irregulares.

ALAMBRADO.

Aparece durante los primeros días del proceso fermentativo. Se caracteriza por la aparición de fisuras bajo la piel, debidas a la acumulación de gases producidos por bacterias Gram negativas del tipo *Aerobacter*.

La mejor forma de evitar el alambrado es conseguir un descenso rápido del pH, hasta valores próximos a 4.5 unidades. Algunos estudios indican que con salmueras de concentraciones inferiores al 10% no hay alambrado, mientras que con valores superiores se presenta con frecuencia.

La cloración de las aguas utilizadas durante todo el proceso es, igualmente, una forma de prevenir esta alteración.

ZAPATERÍA.

Este defecto, así llamado por el característico sabor a cuero, se produce por la acción conjunta de, al menos, dos géneros de bacterias, *Clostridium* y *Propionibacterium*. La alteración aparece, frecuentemente, cuando en la fermentación no se alcanza con rapidez el pH adecuado. También suele coincidir con grandes desarrollos de levaduras superficiales.

Esta alteración no se puede corregir, por lo que es necesario evitarla mediante una gran limpieza de todos los utensilios, cloración de las aguas, evitar en lo posible que queden restos del agua del lavado en las bombonas o fermentadores, y efectuar correctamente el "requerido".

FERMENTACIÓN PÚTRIDA.

Algunas bacterias del género *Clostridium* (anaerobios formadores de esporas) pueden originar la putrefacción de las proteínas del fruto, dando lugar a la formación de sustancias malolientes como anhídrido sulfuroso, amoníaco, etc., así como metano y sustancias venenosas como la ptomaína, cadaverina y otros.

FERMENTACIÓN BUTÍRICA.

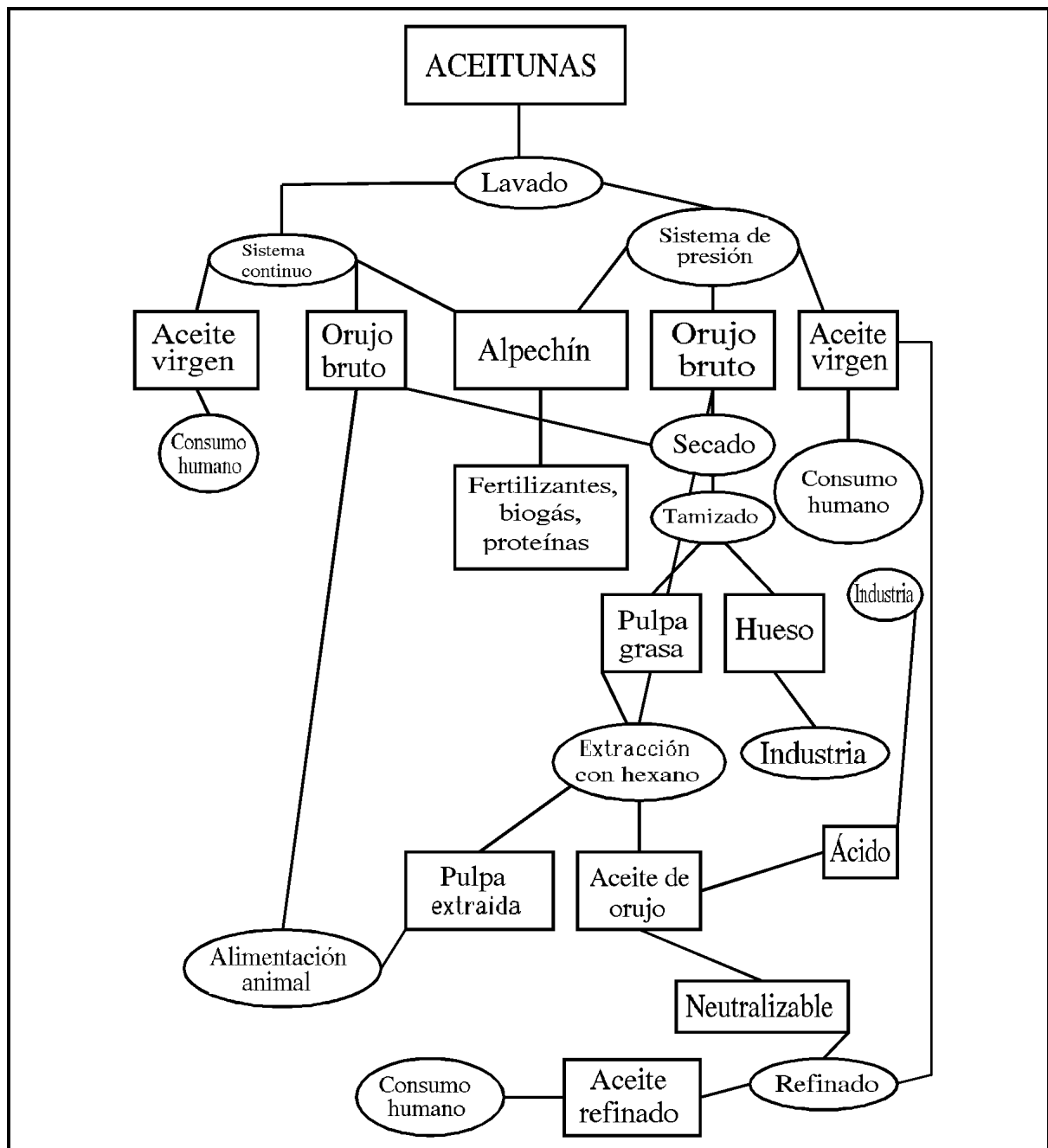
Se produce durante las primeras etapas de la fermentación, cuando las salmueras son ricas en azúcares y otras materias fermentables. Químicamente, consiste en la transformación del ácido pirúvico en ácido butírico. Se debe a la presencia de bacterias del género *Clostridium* (distintas de las causantes de la fermentación pútrida) que se desarrollan cuando la concentración de ClNa no es alta y el pH es elevado. Al igual que en el caso de la zapatería y la fermentación pútrida, la principal fuente de este problema son los residuos del agua de lavado en las zonas inferiores de los bocoyes y fermentadores, debido a su elevado pH, baja concentración de sal y condiciones de anaerobiosis.

FERMENTACIÓN PROPIÓNICA.

Está producida por la acción de bacterias del género *Bacillus*, y como su nombre indica produce una acumulación de ácido propiónico.

SUBPRODUCTOS DEL OLIVAR

Una vez que hemos visto los usos más importantes de la aceituna, esto es, consumo directo y extracción de aceite de oliva, daremos un breve repaso a los consumos menos conocidos, ya que en realidad son subproductos. La siguiente trama nos muestra estos aspectos.



Aceites de orujo

Se conoce como orujo al residuo sólido procedente de la extracción del aceite. Dicho residuo puede quedar en los "capachos" o efluir de las centrifugas, según el sistema de extracción empleado.

El orujo bruto es mezclado con disolventes orgánicos, fundamentalmente hexano, para proceder después a la separación del aceite residual mediante destilado de la mezcla.

Los aceites de orujo así obtenidos son sometidos a procesos de refinado y finalmente mezclados con aceite de oliva virgen y envasados para su venta con la denominación de "aceite de orujo de oliva". La composición de ácidos grasos de este aceite es similar a la del aceite de oliva, siendo por tanto apto para los mismos usos. Los aceites de orujo de acidez muy elevada son destinados a consumo industrial.

Tras la extracción resulta un orujo residual que puede ser utilizado en la fabricación de piensos o como combustible para el proceso de destilación en la misma factoría.

Los huesos de las aceitunas sometidas a deshuesado, con un precio aproximado de un 10% del de la aceituna, se utilizan para la extracción de aceite de orujo.

Pienso

Finalizados los procesos de extracción mecánica y química, aún quedan residuos aprovechables, ya que prácticamente sólo se han extraído los productos grasos. El hueso de la aceituna tiene un alto contenido en proteínas, que se localizan en la semilla. Éstas son perfectamente aptas para el consumo animal, utilizándose para la fabricación de piensos.

Combustibles

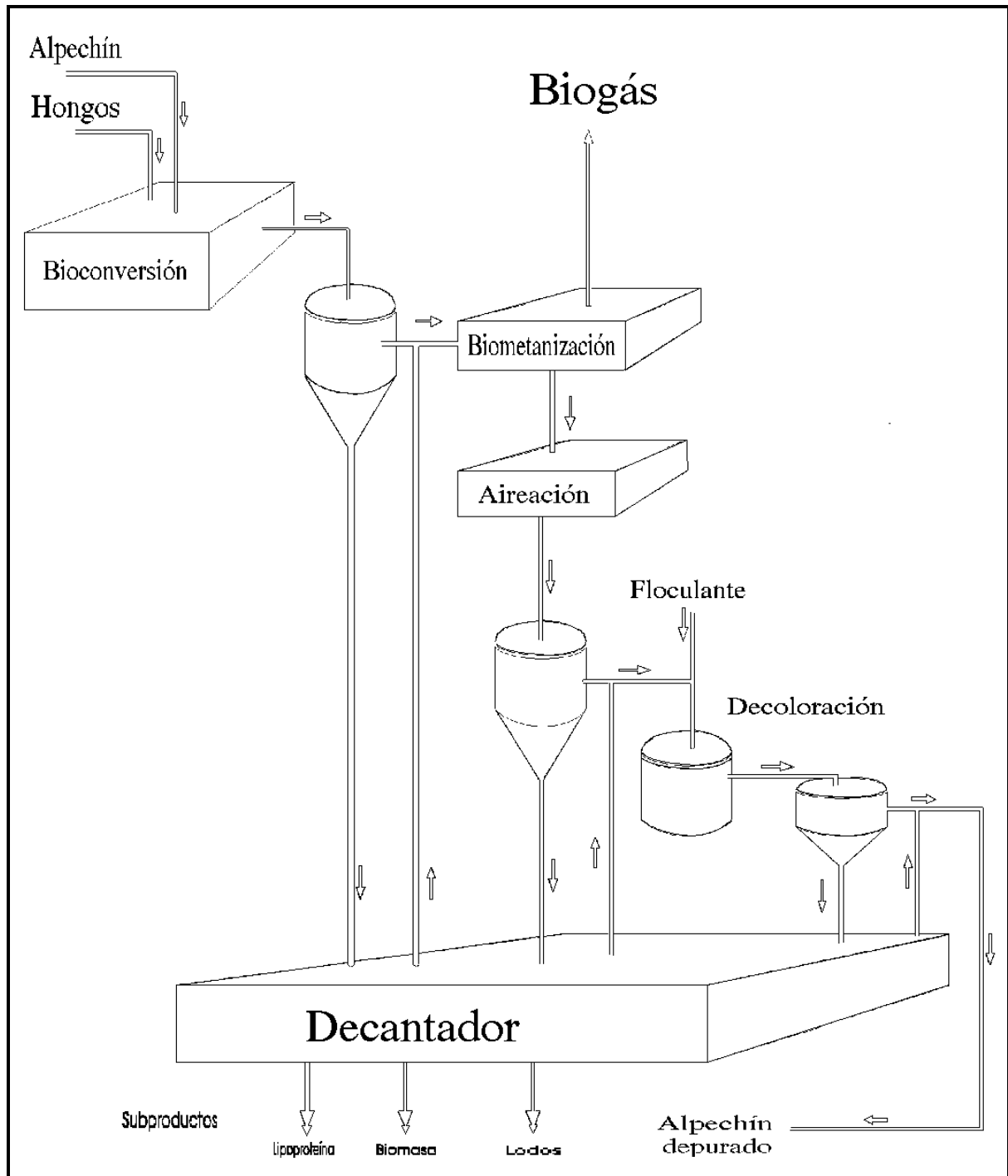
Además del uso tradicional de los troncos de olivo para leña, hay otras utilidades como combustible de los productos del olivar bastante menos conocidas: restos de ramas finas para la fabricación de "cisco", orujos secos y bloques de huesos preparados para chimeneas.

Alpechines

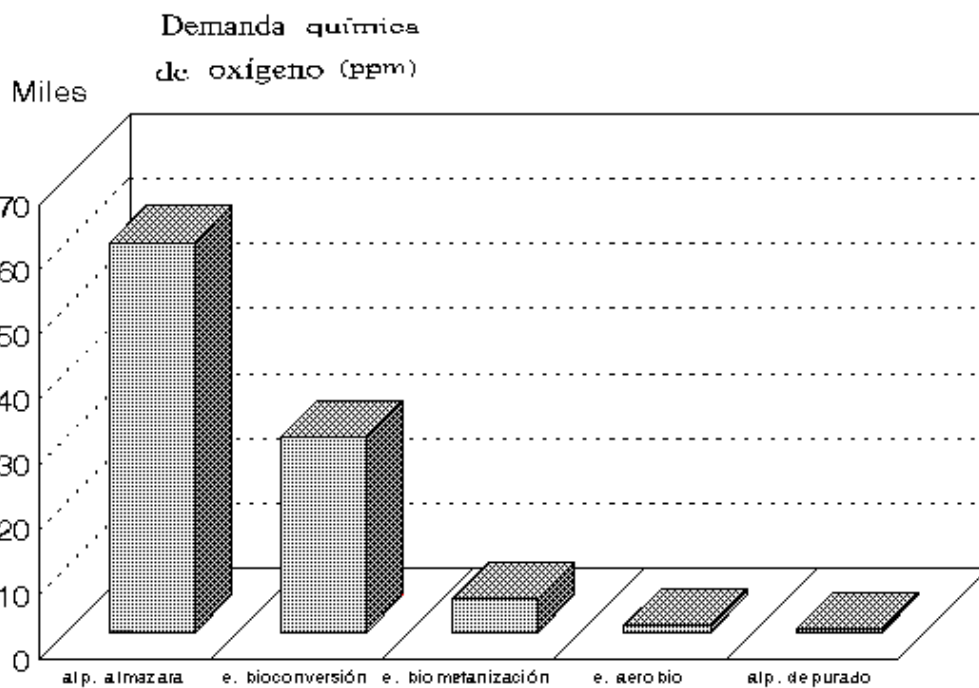
El alpechín es el efluente acuoso que se obtiene tras la extracción del aceite de oliva. Contiene algo de aceite y otras sustancias orgánicas siendo el principal agente contaminante de la industria olivarera.

El alpechín recién extraído puede ser sometido a diversos procesos para recuperar el aceite contenido. La proporción de aceite en los alpechines es escasa, siendo dependiente del sistema de extracción empleado. Casi todas las plantas de extracción poseen "alpechineras" destinadas a esta recuperación. Las restantes materias residuales, fundamentalmente glúcidos, provocan problemas de contaminación en las aguas sobre las que se realizan los vertidos. Actualmente es posible eliminar la mayor parte de dichos residuos, sin que, desgraciadamente, se proceda a dicha eliminación en gran parte de las almazaras.

Se han realizado estudios de utilización de alpechines para regadío pero los sistemas que actualmente gozan de más aceptación son sistemas de depuración biológica en fermentadores preparados para tal fin. El esquema de la página siguiente corresponde a una instalación para la depuración integral de alpechines, y a continuación, una gráfica que recoge las diferencias volumétricas entre los efluentes brutos y los restos del proceso de depuración.



Depuración integral del alpechín



La demanda química de oxígeno nos refleja la cantidad de oxígeno necesaria para transformar los residuos orgánicos en restos inactivos no contaminantes. Este punto se tratará más ampliamente en el apartado de contaminación.

Abonos

A partir de los alpechines es posible la fabricación de abonos con los restos procedentes de los decantadores. También se han realizado experiencias de regadío de olivares con efluentes de alpechineras, donde la materia orgánica de los mismos serviría directamente como abono.

Ramoneo

En la naturaleza se produce un intenso ramoneo de las ramas bajas de los olivos y de los brotes de acebuches silvestres o de olivos cultivados. Es frecuente la práctica de transportar los restos de podas o limpieas para la alimentación del ganado, fundamentalmente cabras. Los sobrantes del ramoneo son utilizados como combustibles.



CONTAMINACIÓN

El olivar es la fuente de dos tipos de contaminación distintos. Por una parte las almazaras producen alpechines de los que se ha hablado anteriormente, pero además, las plantas de aderezo de aceitunas producen lejías de lavado y otros restos que contaminan igualmente.

Almazaras.

Sus residuos constituyen una fuente de contaminación orgánica que produce la eutrofización de las aguas sobre las que se vierten. Los elevados aportes de materia orgánica provocan la proliferación de un gran número de organismos, fundamentalmente bacterias, que agotan el oxígeno disponible, ocasionando posteriormente la muerte de la mayoría de los organismos presentes en el medio.

Como se citó anteriormente, el nivel de contaminación orgánica se mide por la demanda química de oxígeno. El tratamiento en las depuradoras de aguas residuales consiste en la utilización de organismos que se alimentan de la materia orgánica gracias a la oxigenación del agua mediante agitado o burbujeo. Este proceso consume energía eléctrica de forma continua, siendo éste el gasto principal de las plantas depuradoras.

Una alternativa a la depuración de las aguas contaminadas es la eliminación, durante el proceso de extracción, de los líquidos contaminantes. Actualmente se instalan almazaras que no necesitan la adición de aguas para la extracción, por lo que la cantidad de residuos acuosos que producen es mínima. Éstas son las llamadas almazaras de dos fases, debido a que sólo producen aceites y residuos sólidos, a diferencia de los sistemas

clásicos de tres fases, en los que además se produce alpechín. Entre sus ventajas hay que mencionar que reducen de forma drástica el consumo de agua, por lo que sería aconsejable que en el futuro sólo se permitiera la instalación de dichos sistemas. La planta extractora que se muestra en la página 169 corresponde a un sistema de dos fases.

Plantas de aderezo.

La contaminación de las plantas de aderezo está constituida fundamentalmente por lejías de cocción y aguas de lavado. Es un tipo de contaminación química que elimina gran parte de los organismos debido a la elevación del pH tras los vertidos. Aunque la normativa vigente impide la devolución al cauce público de dichos residuos todavía existen numerosas factorías de aderezo que incumplen esta norma ante la pasividad de las autoridades competentes. Actualmente se realizan dos actividades destinadas a eliminar la contaminación: reutilización de las lejías y vertido de los residuos en balsas de evaporación.

REUTILIZACIÓN DE LAS LEJÍAS.-

Tras la cocción, la lejía experimenta un descenso en la concentración de NaOH. Además en ésta aparecen una serie de productos que afectan, fundamentalmente al color de la misma, por lo que no es posible la reutilización directa de dichas lejías, siendo necesario reajustar los valores de concentración. Respecto al color, parece ser que no afecta al aspecto final de las aceitunas, no siendo por tanto un obstáculo importante. Hay que añadir que el ahorro de agua es considerable, apoyando por tanto dicha reutilización. Los tratamientos necesarios encarecen el proceso haciendo que no sea rentable. Es

evidente que el sistema no se llevará nunca a cabo, si no se acentúan las medidas de represión sobre las industrias contaminantes.

BALSAS DE EVAPORACIÓN.

Otra posibilidad es el vertido de las lejías y aguas de lavado en balsas de evaporación, donde se produce una concentración de los solutos existentes. A veces se acentúa el proceso de evaporación mediante la utilización de microaspersores.

Es posible la neutralización de las lejías y la posterior eliminación de los posos producidos en las balsas. El principal inconveniente de las mismas es el filtrado de residuos alcalinos si la base no es totalmente impermeable. La impermeabilidad de las mismas se consigue por compactación, si el terreno es impermeable, arcillas, o con láminas de pvc. Las fisuras naturales y el deterioro normal de los materiales obliga a un constante mantenimiento de las balsas, que no se produce. Además el gasto de agua, el impacto paisajístico y las posibilidades de derrames con las lluvias hace desaconsejable el sistema, debiéndose aceptar solamente como mal menor. Los olores de las balsas de evaporación, aunque son fuertes, no son extremadamente desagradables cuando se vierten exclusivamente lejías y aguas de lavado; pero, si se añaden residuos de almazaras, los olores desprendidos, y la presencia de mosquitos y otros insectos, repercuten de forma notable en la salubridad de dichas instalaciones.