

La extracción a presión presenta algunas ventajas sobre los sistemas centrífugos a tres fases:

- ☺ Moderados costes de inversión
- ☺ Máquinas fiables de funcionamiento sencillo
- ☺ Potencia eléctrica y consumo reducidos (30-50 kWh en una jornada de 7 horas)
- ☺ Orujos con poca humedad, muy aprovechables
- ☺ No precisa añadir agua y produce pocos alpechines (este punto es muy importante)

Pero tiene grandes inconvenientes:

- ☹ Proceso discontinuo
- ☹ Menor velocidad de proceso
- ☹ Elevado espacio necesario
- ☹ Necesidad de mano de obra: Se precisan 7 horas de trabajo para tratar una tonelada de aceituna.

El elevado coste de la mano de obra ha llevado a la tecnología a evolucionar hacia los sistemas continuos que permiten la automatización prescindiendo de la mano de obra directa. No obstante, los procesos continuos también han influido, positiva y negativamente sobre la calidad del aceite (Amirante *et Al.*, 1993):

- ☑ El aceite extraído por el método continuo tiene normalmente menos acidez (el proceso tiene mayor capacidad por lo que se evita la acumulación de aceitunas)
- ☑ Los aceites extraídos por presión o percolación tienen un contenido más elevado en polifenoles y son más coloreados, mientras que los aceites extraídos por centrifugación presentan un menor índice de sustancias fenólicas debido a la dilución de la pasta en agua caliente (Véase también Cimato, 1990).
- ☑ El hidroxitirsol (un compuesto fenólico importante en el aspecto organoléptico y en el de conservación del aceite) sólo se encuentra en cantidades apreciables en los aceites extraídos por presión y percolación, pues el agua añadida en el proceso de centrifugación elimina dicho compuesto.
- ☑

El método continuo va precedido de la trituración de las aceitunas mediante un molino (habitualmente denominado de martillos) con una potencia de 7 a 9 kW y la adecuación de la pasta en una termo-batidora durante una hora (con capacidades de hasta 15.000 kg de carga) muy importante para eliminar emulsiones (Graell *et Al.*, 1993b). En las almazaras, es habitual disponer de dos o tres batidoras.

Los molinos graníticos presentan ciertas ventajas sobre los molinos de martillos:

- ☺ No contaminan la pasta de aceitunas con trazas metálicas
- ☺ No provocan aumentos de temperatura en la pasta
- ☺ Rompen mejor las células
- ☺ Favorecen la formación de gotas mayores de aceite
- ☺ Menor desgaste del mecanismo

A la vez que desventajas:

- ☹ Proceso discontinuo
- ☹ Menor velocidad de proceso
- ☹ Elevado espacio necesario
- ☹ Menor calidad del aceite en términos de acidez o parámetro  $K_{270}$  debido al contacto del aceite con residuos en los capachos (Graell *et Al.*, 1993b).

Posteriormente, una centrifugadora vertical realiza un repaso del alpechín, aprovechando parte del aceite que contiene a la vez que limpia el aceite de los restos que pueda contener (centrifugación vertical cruzada).

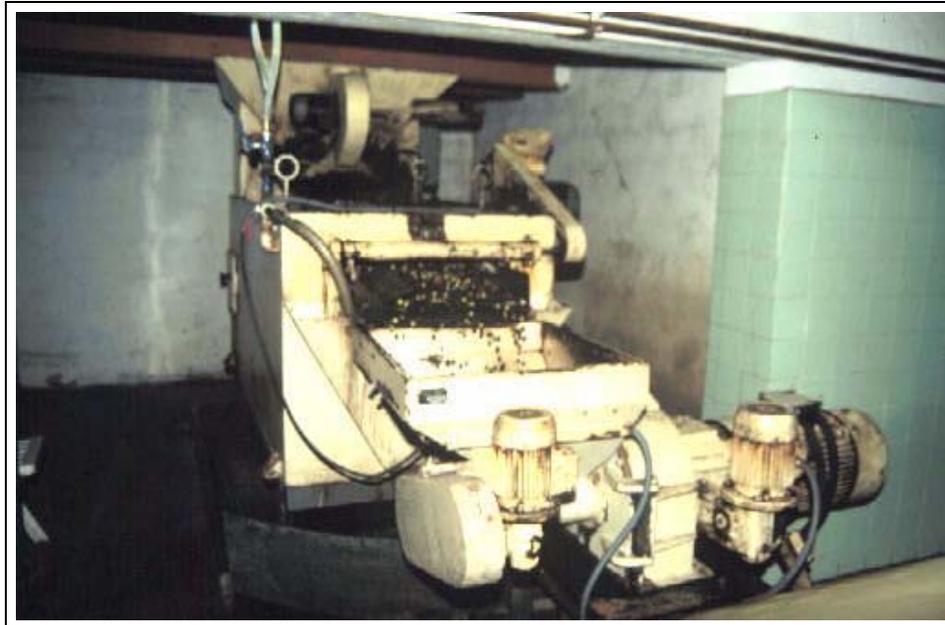


Ilustración 25. Aceitunas entrando en el molino de martillos en una cooperativa de Les Garrigues



Ilustración 26. Moderno sistema de termobateras Alfa Laval en una cooperativa de Les Garrigues

El empleo de métodos continuos se traduce en una mayor productividad (tanto por hora como por trabajador, siendo en este caso de dos a cuatro veces superior a los valores obtenidos con sistemas de prensas) y un coste muy reducido. Leone (1993) menciona que se pasa de 0,16 a 0,32 Tm por hora-hombre al pasar de una almazara tradicional a una automatizada de poca potencia aunque se puede alcanzar una productividad siete veces superior con una instalación continua de 4 Tm/hora, con una reducción a la mitad de costes de elaboración.

La introducción de la extracción continua también ha propiciado la reducción de almazaras que han pasado, como se ha comentado, de 7.000 en los años 60 a 1.900 en los 90. La Figura 11.3 resume las ventajas del sistema continuo (3 fases) frente al sistema de prensas tradicional.

<b>Comparativa Sistema continuo (3 fases) respecto al sistema de prensas tradicional</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
Más calidad (media)	Elevada necesidad energética
Menor espacio ocupado	Elevada demanda de agua
Continuidad del proceso (sin fermentaciones)	Orujos más húmedos y con menos grasa
Menor coste de mano de obra	Mayor producción de alpechín
Menor coste por Tm procesada	Mayor inversión inicial
Menor necesidad de calificación	
Mejor control del proceso	

Figura 11.3. Ventajas e inconvenientes de los sistemas continuos frente a los sistemas de prensas.



Ilustración 27. Batidora Rapanelli

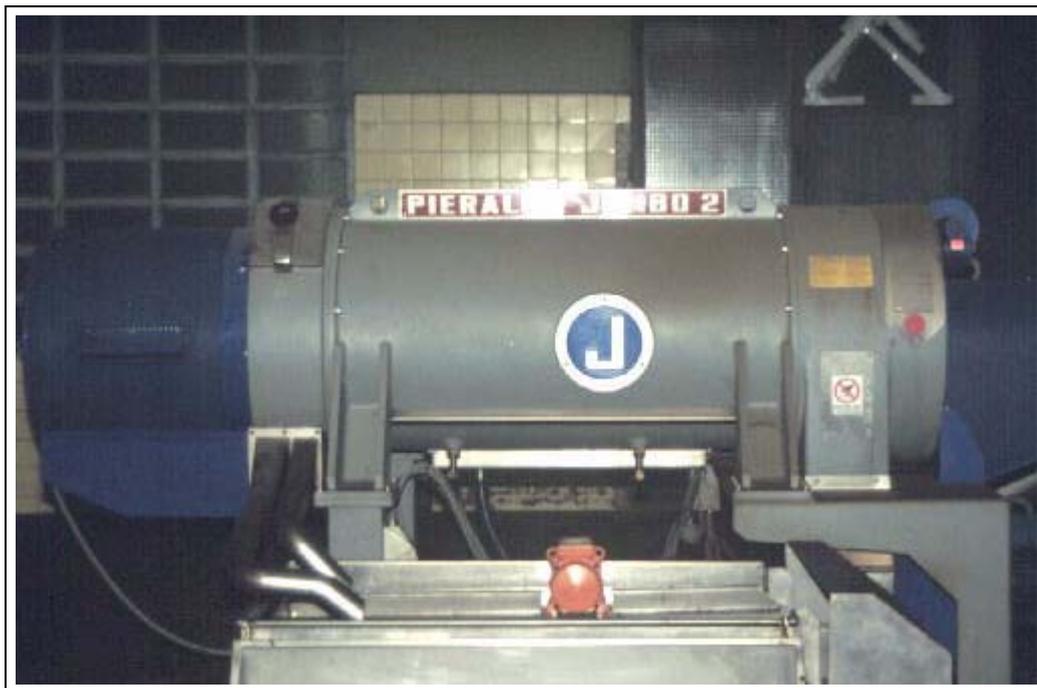


Ilustración 28. *Decanter* o centrífuga horizontal Perialisi de gran capacidad en una cooperativa de Tarragona



Ilustración 29. Proceso de centrifugación (vertical) cruzada para recuperar aceite del alpechín y eliminar alpechín del aceite

Para detalle sobre experimentos respecto a la influencia de los sistemas de extracción en la calidad, puede verse Di Giovacchino (1996). Análogamente, puede consultarse Civantos, Contreras y Grana (1992) para obtener detalles sobre los procesos tradicional y continuo de obtención del aceite.

La Figura 11.4 muestra de forma sinóptica el proceso de obtención del aceite por medio de un sistema continuo de tres fases. Se puede observar la necesidad de introducir agua en el proceso y los tres fluidos que se obtienen: aceite, alpechín y orujo.

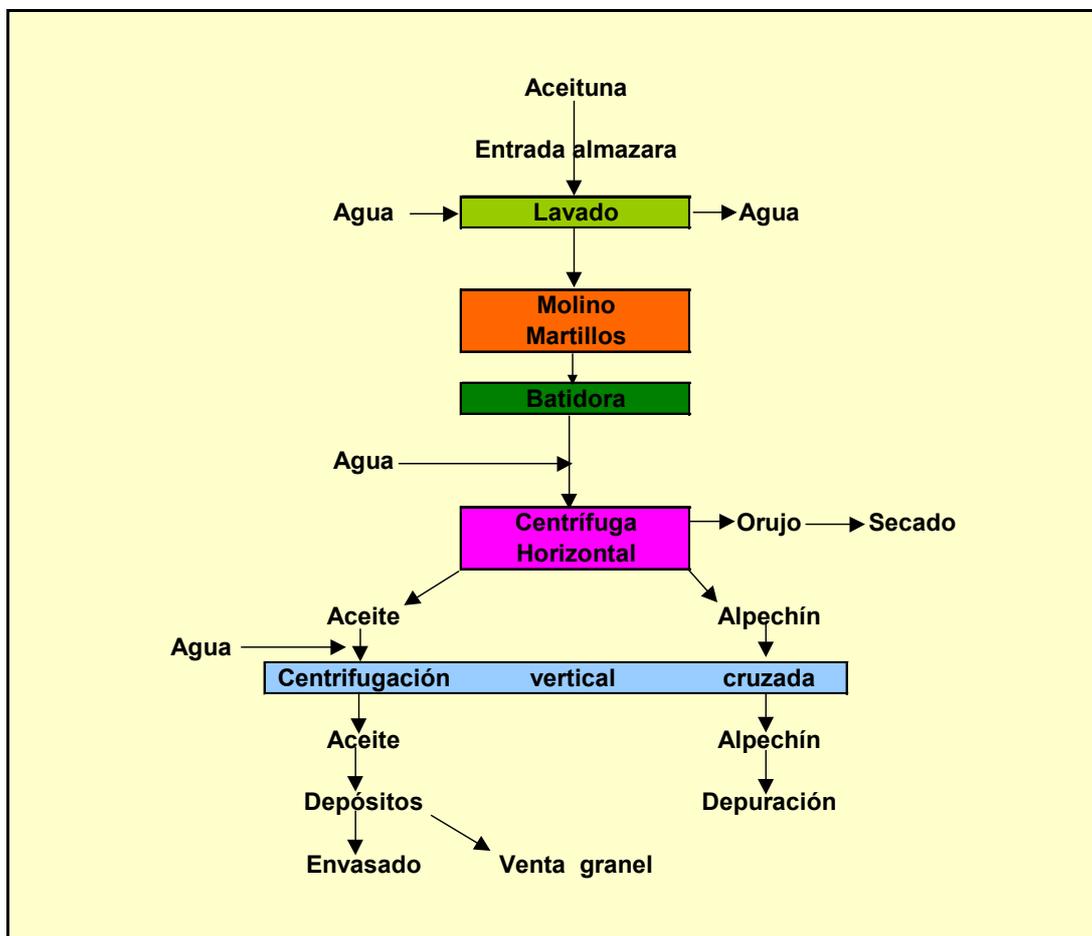


Figura 11.4. Esquema de funcionamiento del sistema continuo a tres fases.  
Fuente: Elaboración propia

En la segunda mitad de la década de los 90, el método de tres fases ha sido sustituido por el método de dos fases (que se empezó a experimentar en la campaña 92-93), de modo que se obtiene aceite y alpeorujo (alpechín y orujo mezclado) en lugar de aceite, alpechín y orujo, con lo que se reduce la contaminación ambiental debida al alpechín así como la necesidad de adición de agua. Sin embargo, surge la dificultad de manejar el nuevo orujo más húmedo (del 59 al 62%) que encuentra rechazo en las empresas orujeras por lo que es posible que haya que pensar en usos alternativos (aprovechamiento como fertilizante) y dejar que desaparezca el aceite de orujo -lo cual puede favorecer al de oliva- (Amirante *et Al.*, 1993) . El proceso se basa en la recirculación del alpechín en sustitución del agua añadida, eliminando la sobreproducción de alpechín y el coste del agua añadida.

La calidad del aceite obtenido en un sistema de dos fases es superior a la del aceite obtenido en un sistema de tres fases: mayor contenido en polifenoles (del 44 al 69%) y (Amirante *et Al*, 1993).

Es posible convertir, reversiblemente, un sistema de tres fases a uno de dos, por un importe comprendido entre un millón y un millón y medio de pesetas. La Figura 11.5 resume las ventajas del sistema continuo a 2 fases frente al sistema continuo a 3 fases.

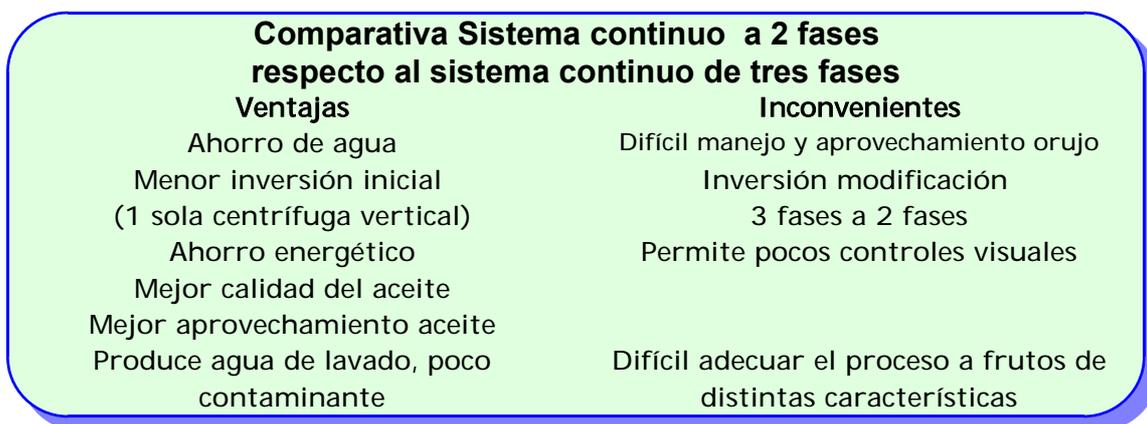


Figura 11.5. Ventajas e inconvenientes de los sistemas continuos de dos fases frente a los sistemas de tres.

Fuente: Elaboración propia en base a la bibliografía consultada

La Figura 11.6 resume, aproximadamente, los productos obtenidos empleando los tres modelos de almazara existentes en la actualidad.

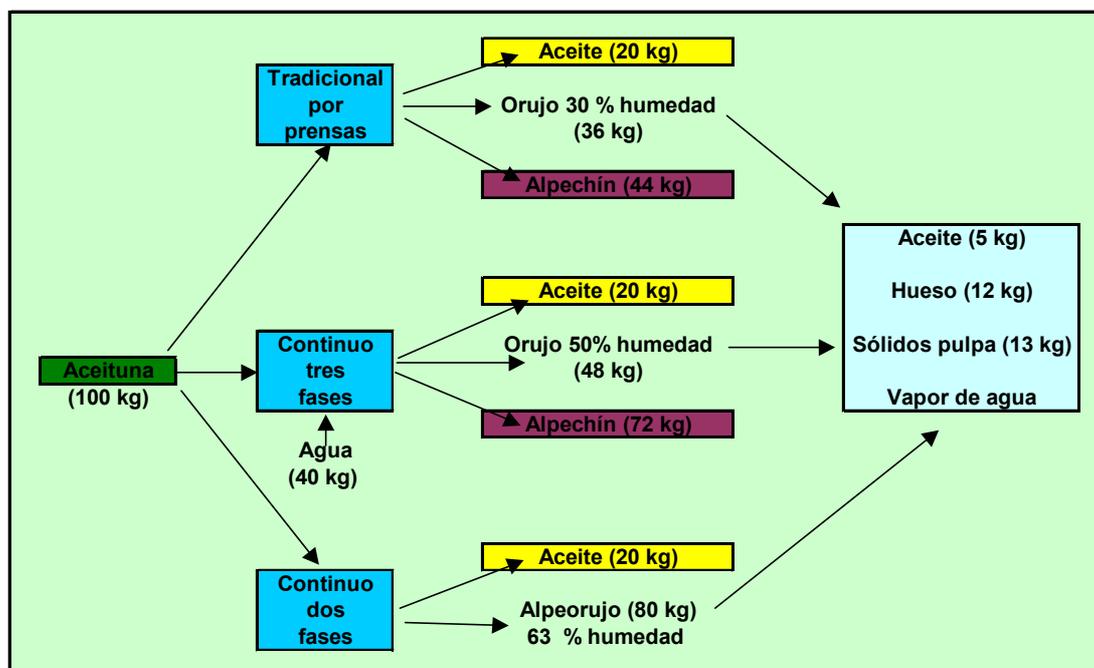


Figura 11.6. Productos de almazara según el sistema de obtención del aceite.

Fuente: Pierálisi (1992)

Las empresas fabricantes de maquinaria para almazara cuentan con soluciones integrales en sistema continuo. La compañía mercantil Pierálisi SA, de origen italiano que cuenta con una cuota de mercado del 80% en España y del 60% en el mundo, estando presente con sus centros de fabricación en España (Zaragoza), Italia y Grecia, ha estado instalando sistemas continuos (a tres fases) desde 1973. Su gama cuenta con molinos con potencias entre 20 y 40 caballos que permiten cubrir producciones entre 2 y 10 Tm por hora, con batidoras entre 15 y 200 Tm por día, distintos modelos de decantadores centrífugos con potencias entre 7,5 y 44 kW así como de centrífugas verticales, pudiendo suministrar líneas con producciones entre 15 y 200 Tm por día (realizando combinaciones que pueden incluir dos molinos, cinco batidoras, dos decantadores centrífugos y 5 separadores verticales).

La almazara actual completa su automatización con sistemas SCADA que permiten su funcionamiento automático e “inteligente” a la vez que queda constancia, a tiempo real, de los distintos parámetros como temperatura o análisis de orujos.

El último método de obtención del aceite que debe comentarse es el sistema de percolación que se basa en el principio de que una lámina de acero sumergida en la pasta de aceitunas se impregna de aceite debido a la diferencia de tensión superficial de las fases. Este principio se aplicó por primera vez en 1911 como método Acapulco y fue mejorado por Buendía en 1951 con el prototipo Alfin. Hoy en día, se construye con el nombre de Sinolea al que nos hemos referido. Es un aparato con capacidades entre 300 y 500 kilos de pasta con una potencia eléctrica de 2 a 3 kW necesaria para remover la pasta. (Di Giovacchino, 1991).

El método no se emplea solo porque tendría necesidades de mano de obra similares a las del sistema de presión y los mismos problemas de discontinuidad del proceso, pero se combina con el sistema de centrifugación.

Una vez analizado el proceso productivo, si hemos empezado su descripción comentando que el hecho que el proceso sea totalmente mecánico asegura la calidad del producto y la posibilidad de su consumo directo, observemos ahora, como punto débil del sector español y catalán, que toda la tecnología empleada es de origen italiano (principalmente), alemán, suizo o escandinavo (Suecia, Noruega, Dinamarca), países estos donde no existe tradición oleícola alguna. En cambio, no se aprecian empresas españolas, siendo España el principal productor mundial.

De igual forma, en nuestro país, existen incentivos fiscales y subvenciones oficiales que permiten a las empresas fomentar la investigación y el desarrollo de productos (i+d), pero en un porcentaje menor respecto al PIB que en otros países europeos. Entre las ayudas a la innovación, se pueden citar las del Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) de las que se benefician anualmente un centenar de empresas catalanas, que obtienen un crédito máximo de 200 millones de pesetas.

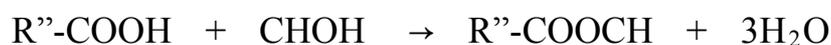
### 11.3.3. La refinación

Por motivos agrícolas como las plagas o las heladas, o por malos hábitos en la recolección (aceitunas del suelo, demasiado maduras, etc.), o por el almacenamiento excesivo y apilado (atrojamiento), o por problemas en la extracción del aceite e incluso por enranciamiento posterior, se puede obtener un aceite no apto para el consumo, con acidez excesiva (más de 3 grados), mal sabor y mal olor. Es el denominado aceite lampante, es decir, apto sólo para lámparas de aceite.

Este aceite puede recuperarse por medio de un proceso industrial de rectificación denominado refinación. Los procesos típicos de refinación, tanto para el aceite de oliva como para los aceites de semillas incluyen la clarificación mecánica (sedimentación, centrifugación y filtrado), desmucilagínación (con sales inorgánicas y ácidos diluidos), la neutralización (con lejías acuosas), la decoloración (con tierras descolorantes o carbón activado), la desodorización (por corriente de vapor de agua a presión normal o reducida) y la desmargarinación por hibernación (winterización) y separación posterior de estearinas-, siendo estos los procedimientos admitidos en España desde la entrada en vigor del Código Alimentario Español:

⇨Desengomado. Se separan impurezas hidratables mediante el empleo de ácidos orgánicos o minerales, agregándolos lentamente mientras se agita la disolución. Se añade agua y se separan las impurezas sedimentadas. También se puede realizar de forma continua en combinación con la neutralización (Fedeli, 1996).

⇨Desacidificación o Neutralización. Con hidróxido sódico (Ecuación 11.2) se procede a la neutralización del ácido excesivo, obteniéndose jabón que luego se separa. Está prohibido realizar la desacidificación uniendo los ácidos grasos libres a la glicerina (reesterificación o transesterificación), obteniendo de nuevo triglicéridos, proceso que saldría más ventajoso económicamente, pues la violencia de la reacción altera las estructuras profundas del aceite natural (Ecuación 11.3) (Kiritsakis, 1992).



Durante la neutralización, se destruyen varios constituyentes del aceite de oliva como los tocoferoles.

Modernamente, el neutralizado químico se sustituye por un refinado físico, precedido del desengomado y la decoloración, consistente en la destilación fraccionada al vacío de los ácidos grasos sin necesidad de emplear compuestos químicos.

⇒Decoloración (blanqueado). Se realiza por medio de tierras absorbentes e incluso carbón decolorante a temperaturas del orden de 90° C. Se pueden acentuar sabores y olores desagradables.

⇒Desodorización. En un recipiente al vacío con temperaturas de 150° C a 230° C, un chorro de vapor arrastra las sustancias volátiles que dan el olor a rancio al aceite

⇒Precipitación, desceración o desmargarinización. Las margarinas y esteroides de punto de fusión alto se hacen precipitar a baja temperatura (menos de 15° C), en un disolvente orgánico y se separan por filtración posterior. Esta operación especialmente importante en los aceites de orujo que contienen importantes cantidades de ésteres de los ácidos grasos con alcoholes de cadena larga (Fedeli, 1996).

Con estos procesos, los aceites pierden el insaponificable, con los componentes minoritarios que le proporcionan el valor dietético -como la vitamina E, que actúa de antioxidante natural- y su carácter organoléptico. (Clotet, 1977 y Ciurana y Torrado, 1981). No obstante, se trata de aceites comestibles (por ejemplo, empleados por la industria conservera) que se encabezan con aceite virgen para comercializarse como aceite de oliva, obteniéndose el sabor y color que cada envasador desea.

### 11.3.4. La obtención de otros aceites

Por lo que se refiere a la obtención de aceites vegetales de semillas (o mejor, grasas vegetales), se empieza con una limpieza para separar las semillas -raramente se emplean los frutos- de las impurezas que pudieran contener: ventiladores, tamices, seleccionadores por forma, etc.

A continuación, si es necesario, se separa la cáscara de la almendra por medio de máquinas descortezadoras y un proceso de cribado, flotación o ventado.

El siguiente paso es el machacado mecánico o la trituración. La pasta así obtenida (*pellets*) nos proporcionará el aceite por un mecanismo de presión (*expeller*) -en caliente o en frío-, centrifugado, hervido o mediante el uso de disolventes.

El proceso puede determinar su uso final. Así por ejemplo, el aceite de coco obtenido por presión en frío se emplea como aceite de mesa mientras que el aceite obtenido por medio de disolventes se emplea para la fabricación de jabones o como lubricante

El proceso más importante es el prensado. Cuando se realiza en caliente se trata de dar mayor fluidez al aceite y de separar impurezas por coagulación. Esto reduce la presión necesaria pero añade impurezas que hacen que el aceite resultante no sea apto para el consumo humano. El aceite exprimido se vierte en tanques de sedimentación y se clarifica, si es necesario, mediante calor o con sosa cáustica. También puede blanquearse o desodorizarse.

Las presiones que se emplean para extraer aceites de semillas son muy superiores a las de los molinos de aceite. Pueden alcanzar 1000 o 1500 kg/cm<sup>2</sup>.

La extracción con disolventes se practica cuando el uso final es de tipo industrial o para agotar la torta resultante del proceso de primera presión. Los disolventes empleados son el hexano (preferentemente), la gasolina, el éter sulfúrico, el bisulfuro de carbono y los etilenos clorurados (tricloroetileno) . El disolvente debe eliminarse de la miscela o mezcla de aceite y disolvente por medio de una corriente de vapor a alta temperatura.

Finalmente, se requiere un proceso de refinación como en el aceite de oliva. Además, existe un paso adicional que es el desgomado por el cual se eliminan las lecitinas (A 70°C y con un chorro de vapor, el aceite se trata con agua para hidratar los fosfátidos de manera que se vuelvan insolubles y se puedan separar por medio de centrifugación)

Estos procesos conllevan un elevado coste económico debido a las instalaciones donde se efectúan. Al mismo tiempo, el proceso debe ser optimizado para evitar pérdidas de disolventes volátiles y una correcta eliminación de los residuos de disolvente así como las lipasas que liberadas en el aceite podrían perjudicarlo.

Tras estos procesos, el aceite pierde las virtudes que podía tener en el interior de la planta en estado natural, resultando un producto artificial, neutro, incoloro, inodoro e insípido (Ciurana y Torrado, 1981).

Un proceso similar a la obtención de aceites de semillas es el aceite de orujo, que da salida en España a cuatro millones de toneladas de residuos (puesto que contiene alpechín) anuales, que antes iban a parar a los cauces públicos. Cuando el aceite de oliva se obtenía por presión, como ya se ha comentado, quedaba entre un 8% y un 10% de aceite, según la prensa empleada, que se podía recuperar tratando el orujo con un disolvente, como el percloroetileno que modernamente ya no se emplea. Con el uso de sistemas continuos a dos o tres fases, el aceite que queda en el orujo es mucho menor, entre un 4% y un 5%. Primeramente, el orujo debe secarse, lo que es especialmente importante en el alpeorujo procedente de los sistemas a dos fase, en secadoras que funcionan a más de 1000°C de temperatura. A continuación, se añade hexano para disolver el aceite y finalmente se destila para eliminar el hexano. El aceite crudo así obtenido no es comestible por lo que necesita de un proceso de refinado.

Otro proceso distinto puede ser hacer pasar la pasta por un digestor de vapor recalentado a alta presión (70 bar) para separar el aceite por efecto del calor (285°C).

### 11.3.5. Otros procesos industriales

Se habla de winterización cuando el aceite es sometido a un proceso de enfriado gradual, llegando a temperaturas de 2°C, cristalizando los glicéridos de alto punto de fusión, que se pueden separar por filtración. Este proceso es interesante en los aceites que se emplean en salsas o margarinas porque la solidificación de estos glicéridos puede romper la emulsión. (Kiritsakis, 1992)

El proceso de hidrogenación consiste en mezclar aceite con hidrógeno, en presencia de un catalizador, para transformar los ácidos grasos insaturados en saturados, obteniendo un producto con mayor punto de fusión: margarina o *shortening* (Kiritsakis, 1992)

### 11.3.6. Almacenaje, conservación y envasado

Finalmente, para los distintos tipos de aceite se dan los procesos de almacenamiento y conservación, filtrado y envasado.



Ilustración 30. Proceso de filtración

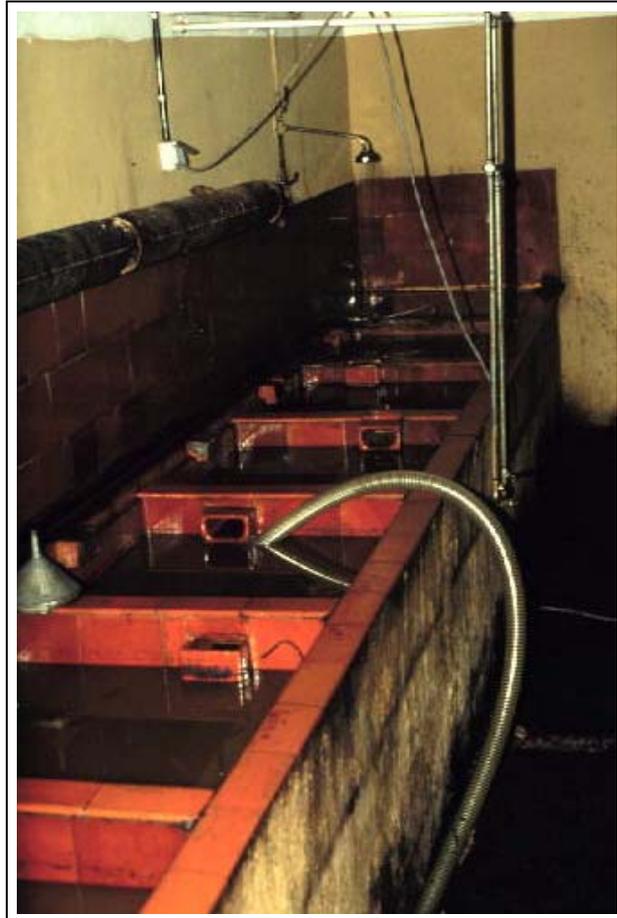


Ilustración 31. Proceso de decantación del aceite



Ilustración 32. Depósitos de acero de la firma Herpa conservan en aceite de esta cooperativa tarraconense

Tradicionalmente, el aceite se conserva en depósitos (en catalán, *trulls*), de baldosines refractarios, a 14° C - 15° C con baja iluminación y durante el año, se realizan tres trasiegos. Si es necesario, el aceite se puede filtrar.

Entre otros materiales, se han empleado depósitos de hierro, perjudiciales para el aceite, y recipientes de plomo o cobre que envenenan o degradan el aceite. Hoy en día, se realizan depósitos cerrados cilíndricos con la base cónica construidos en acero inoxidable.

Las pequeñas cooperativas emplean habitualmente envasadoras tipo gasolinera pero las grandes envasadoras instalan líneas de embotellamiento que constan de (Ranalli, 1986):

- Lavadora
- Envasadora/Dosificadora/Precintadora
- Etiquetadora
- Empaquetadora
- Encoladora

Estas líneas cuentan con capacidades de 1.000 a 10.000 botellas por hora.



Ilustración 33. Línea de envasado en una cooperativa leridana

TALENTO, CONOCIMIENTO, TECNOLOGÍA Y CAPITAL,  
BASES DE LA INNOVACIÓN Y EL PROGRESO EMPRESARIAL

Ilustración 34. Las bases del progreso

### 11.3.7. La problemática medioambiental

La concienciación de la necesidad de protección al medio ambiente, cuyos inicios se hallan en la década de los 60 (González, 1992), se ha extendido en la actualidad en nuestra sociedad: los gobiernos introducen leyes referentes a gestión de residuos, emisiones contaminantes, uso del agua, etc.; los consumidores se preocupan más por los productos que compran, su composición, su embalaje, etc., las empresas, ante la necesidad de cumplir las leyes, y para resaltar su voluntad de respetar el medio ambiente, pueden adoptar y certificar un sistema de gestión medioambiental según las normas internacionales ISO 14.000 (entre otras).

El Acta Única de la Comunidad Europea incluye los objetivos de mejorar el medio ambiente, contribuir a la salud de las personas y garantizar la utilización racional de los recursos naturales.

En el proceso de obtención del aceite de oliva, se genera un agua vegetal que al fermentar es contaminante: el alpechín. Si se emplea el sistema tradicional de molturación o empiedro, se genera medio litro de alpechín por cada kilo de aceitunas molturadas. Si se emplea el sistema continuo a tres fases, se llega a 1,5 litros por kilo de aceituna. Con estas proporciones, la Federación de Cooperativas (FCAC) estimó (Barniol y Comas, 1994) la producción de alpechines en las cooperativas oleícolas asociadas obteniendo los resultados de la Tabla 11.V, totalizando 46.600 m<sup>3</sup> de alpechín para una producción de aceite de 13.750 Tm en la cooperativas asociadas, de modo que realizando una extrapolación para 30.000 Tm de aceite resultan 102.000 m<sup>3</sup> de alpechines.

Comarca	Garrigues y zonas próximas	Siurana y alrededores	Zona del Ebro	Barcelona y Girona
<b>Aceite (tm)</b>	5.542	2.892	5.161	155
<b>Alpechín (m<sup>3</sup>)</b>	18.800	10.000	17.200	600

Tabla 11.V. Estimación de la producción de alpechines en las cooperativas asociadas a la FCAC. Fuente: Barniol y Comas (1994)

El mismo estudio determina así mismo la producción de orujos según el método de obtención (40.000 Tm para el total de cooperativas asociadas).

En Andalucía, la comunidad donde se produce más del 80% del aceite español, se estima que se producen anualmente 1,5 millones de metros cúbicos de alpechín. El vertido a los cauces públicos (desagües, ríos, balsas, etc.) genera problemas de contaminación medioambiental y es causa de sanciones (Real Decreto 3499/1981 de 4 de diciembre). Por otro lado, la eliminación del subproducto genera costes adicionales a las almazaras.

El nivel de contaminación del alpechín está entre 40 y 60 gramos de DBO<sub>5</sub> (demanda biológica de oxígeno a los cinco días) por litro de agua residual (con una media de 50 gramos), siendo el principal efluente contaminante de la industria agroalimentaria española (la carga contaminante media medida en gramos de DBO<sub>5</sub> por litro de agua es

de 1,35 para una fábrica de conservas, 45 para una fábrica de levaduras, 4,75 para las industrias lácticas, 3 para un matadero o 20 para industrias vínicas).

Contienen una media de 62 gramos de materia orgánica por litro y 1,25 gramos de nitrógeno, 0,65 de fósforo y 3 de potasio. Su pH está entre 4,5 y 5 y posee una elevada salinidad (de 8 a 16 milimhos por centímetro). Puede contener hasta un 1% en polifenoles (Tous, 1990).

La cantidad de polifenoles es mayor en el aceite obtenido por dos fases con lo que cuenta con una mejor protección frente al enranciamiento.

En la primera mitad de la década de los 90, el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya se mostró interesado en elaborar un estudio sectorial sobre la problemática de los residuos en el sector olivarero catalán (Ribera, 1994), incidiendo en las características de las zonas olivareras, la situación actual del sector productor y su gestión de residuos, las alternativas de minimización (paso de tres a dos fases), las de tratamiento de los residuos y la valoración de los alpechines (aprovechamiento como fertilizantes).

En el marco de la Fira de Sant Miquel de 1994, Miquel Angel Solé, jefe de la oficina comarcal del DARP en Borges Blanques demostró, con una documentada ponencia, que el alpechín se puede emplear como abono de cultivos (como ya recomendaba Abu Zacaría hace 900 años): olivos, almendros, viña, cereal, siempre prestando atención a las cantidades aplicadas. Si el alpechín es beneficioso para los cultivos, puede aplicarse con facilidad y no representa grandes inversiones para las almazaras (Solé, 1994). Cabe considerar que para emplear el alpechín como abono, una almazara que moltura 500 Tm de aceitunas requiere unos campos de olivos de 2.500 Ha, para lo cual se precisa un área de influencia de 25 km<sup>2</sup>. Si el volumen de alpechines es elevado se necesitaría un área muy extensa y los costes de los desplazamientos resultarían también elevados (Barniol y Comas, 1994).

En la misma ponencia, Solé expone el poder fitotóxico de los ácidos grasos y los polifenoles herbicida.

Del estudio de Medi Ambient se hizo eco la Federació de Cooperatives Agràries de Catalunya (Barniol y Comas, 1994) revisando los sistemas de tratamientos de alpechines empleados experimentalmente en Andalucía:

- Evaporación natural (mejorada)
- Evaporación forzada (pudiendo incluir procesos de ósmosis inversa o de tratamiento biológico)
- Depuración biológica
- Tratamientos físico-químicos (seguido o no de otros procesos)

La mayoría de estos procedimientos han sido desarrollados por empresas italianas o nórdicas y tienen diversos inconvenientes, destacando la necesidad de una inversión inicial de más de 40 millones de pesetas.

Los sistemas de dos fases eliminan el alpechín pero crean una sustancia denominada alpeorujo, orujo con muy alto contenido en humedad (superior al 60%) que dificulta su manipulación y almacenamiento, con lo que supone un coste adicional para las empresas orujeras que ya han dejado sentir su malestar.

Las empresas fabricantes de maquinaria para almazara ya han empezado a desarrollar soluciones para este problema. Gennaretti ha creado un nuevo sistema centrífugo que realiza la primera extracción y un repaso simultáneo del orujo, lo cual conlleva ahorros y la obtención de un aceite de segunda extracción que se puede aprovechar aunque haya que

Fuentes Cardona en colaboración con Westfalia Separator desarrollaron un proceso de extracción que elimina la necesidad de añadir agua (lo que ya supone un primer ahorro) y

La firma Pierálisi desarrolló un sistema para la eliminación de alpechines por evaporación en lecho de orujo, a partir de una línea de producción de dos o tres fases, de modo que el alpechín -mezclado con orujo- queda convertido en un vapor controlado, obteniéndose orujo con solo un 15% de humedad. Se han desarrollado modelos con potencias nominales entre 20 kW (con una potencia calórica de 900.000 kCal/h capaz de evaporar 550 litros de agua por hora) y 190 kW (con una potencia calórica de 12.000.000 kCal/h capaz de evaporar 13.200 litros de agua por hora) (Pierálisi, 1992)

Una vez analizado el tema a nivel científico y técnico, queda el problema de la aplicación práctica en la empresa. Para los molinos de poca o media capacidad (procesan de 1000 a 1500 Tm de aceitunas por campaña), se impone una concentración a medio plazo y no debe descartarse el uso de los alpechines como fertilizante combinado con la utilización de lagunas de acumulación y evaporación, que puedan realizarse sin demasiada inversión económica, puesto que dichas almazaras tienen poca capacidad de enfrentarse a inversiones de renovación debido a su baja actividad. Para las instalaciones de mayor continuidad, con la viabilidad garantizada, es más interesante adaptarse a sistemas a dos fases pues el volumen de alpechines obligaría a efectuar grandes desplazamientos para su empleo como fertilizante (Coiduras, 1994).

Barniol y comas (1994) realizaron un estudio económico de las distintas opciones viables:

- En el caso de la evaporación natural, para una laguna de 500 m<sup>3</sup>, resulta un coste de 1,72 Pta/L de alpechín (amortización y transporte). Se trata de una solución barata siempre que el volumen a tratar sea bajo. En caso contrario, su inconveniente principal es la superficie necesaria y su ubicación para evitar filtraciones, olores molestos e impacto visual.
- Para el uso como fertilizante, se requiere una laguna de almacenamiento, y los procesos de transporte y aplicación, lo cual, descontando el valor fertilizante del producto resulta en un coste de 1,78 Pta/L de alpechín (calculado para una distancia de 3 km). El inconveniente está en que el alpechín se genera en un periodo de tiempo breve, con lo cual se acumula para su aplicación.
- El coste de un secador para alpeorujo (potencia entre 1000 y 2000 litros de agua evaporada por hora) resulta alrededor de 3 Pta por kilo tratado. En total, se contempla la instalación de tres secaderos para cubrir las necesidades de Cataluña: uno en la zona de Garrigues (Por ejemplo, en la localidad de La Granadella), otro en la zona del Camp de Tarragona (La Selva del Camp) y otro en la zona del Ebro (Tortosa).

Además del problema específico de las almazaras con los alpechines, comentemos que las empresas catalanas producen 3,7 millones de Tm de residuos al año (Direcció General d'Indústria,

Respecto a los residuos, las empresas vienen obligadas a realizar toda una tramitación de la gestión de sus residuos. ante las exigencias de la Administración, las empresas deben, además de cumplir las normas, gestionar sus residuos -incluyendo minimización, recuperación o valorización-, modernizar su tecnología o adecuar sus

Respecto al agua, las industrias deben pagar un sobrepago por el agua que consumen (canon de saneamiento) y por el grado de contaminación, por lo que les es rentable instalar depuradoras (además pueden contar con subvenciones oficiales), como hizo Borges-Pont en Tàrrega, y desde luego, optimizar el uso del agua en sus procesos (pueden contar con el asesoramiento del Institut Català d'Energia -ICAEN- dentro del Programa de Ahorro de Agua en la Industria)

Las exigencias legales suponen frenos a la competitividad empresarial por los trámites, los costes y las inversiones que exigen pero ante las presiones de la sociedad que opta por un mejor medio ambiente las empresas deben optar por modernizarse, con lo que se vuelven más competitivas, de manera que la empresa que no avance en este sentido, finalmente no podrá competir.

Los aceites usados, especialmente en restauración y en la industria, no pueden escapar a este proceso de gestión de residuos, por lo que hay empresas que se encargan de su recogida y tratamiento. Alguna empresa oleícola, por el contacto que tiene por su actividad con el sector de hostelería, ha diversificado sus actividades entrando en el sector de la gestión de aceites de freír usados.

La Junta de Residus impulsa la transformación de estos aceites usados en biodiesel por lo que aporta hasta cien millones de pesetas a cada una de las dos empresas que han sido autorizadas para realizar esta transformación de aceite usado en combustible (Bionet Europa SL y Socks del Vallès SA)



Ilustración 35. Retirada del alpeorujó

## 11.4. El aceite de oliva y la dieta mediterránea

La civilización mediterránea es considerada por algunos autores (Ciurana y Torrado, 1981) como la portadora de una visión global del hombre. Esta civilización, heredera de las filosofías griegas y romanas es la civilización del aceite de oliva. Junto a la civilización grecorromana, las culturas árabe y judía han dejado también sus huellas en las tierras hispánicas y catalanas. Todas estas culturas daban gran importancia al aceite de oliva.

En el mundo, existen diversos modelos de alimentación: el norteamericano, el norteyuropeo, el asiático, el mediterráneo, etc. Se denomina *dieta mediterránea* (o mejor *alimentación mediterránea* por lo que de connotación restrictiva tiene la palabra *dieta* en nuestro país) al modelo de alimentación típico de las regiones costeras del mar Mediterráneo (aunque existen marcadas diferencias entre sus patrones de alimentación), donde se ha puesto en evidencia que la esperanza de vida de los individuos adultos está entre las más altas del mundo y que los índices de algunas enfermedades (infartos, algunos tipos de cáncer, etc.) están entre los más bajos del planeta.

Hoy en día, gracias al desarrollo de los medios de comunicación y transporte y a nuevos estilos de vida que favorecen el turismo y los desplazamientos profesionales, los modelos de alimentación tienden a converger a escala mundial (Rastoin, 1993), siendo muy importante la función de los establecimientos de restauración: restaurantes chinos, pizzerías, establecimientos de *fast-food*, etc.

A partir del final de la Segunda Guerra Mundial, se observó un aumento de la incidencia de las enfermedades cardiovasculares en Estados Unidos y Gran Bretaña. A partir de estudios realizados en los años 60 (podemos destacar a los profesores Keys -creador de la ración K de los soldados americanos-, Anderson y Grande Covián) sobre la incidencia de distintas enfermedades en distintas culturas, se observa que en los países mediterráneos (Yugoeslavia, Creta, Italia) se alcanza una esperanza de vida mayor y una menor incidencia de enfermedades del corazón y de algún tipo de cáncer.

Surge así el interés por la dieta mediterránea. Entre 1966 y 1976, se incrementó por 14 el consumo de aceite de oliva en Estados Unidos (Varela, 1994).

Los trabajos de investigación de Goldenstein y Brown sobre colesterol y enfermedades cardiovasculares fueron galardonados con el premio Nobel en 1985. Las experiencias de Grundy y Matson sobre el efecto de los ácidos monoinsaturados y poliinsaturados sobre las lipoproteínas de los individuos fueron publicadas en el *New England Journal of Medicine* en 1986.

En enero de 1993, expertos mundiales en dieta, nutrición y salud se reúnen para desarrollar una guía alimentaria, en forma de pirámide, que reflejen la tradición alimentaria mediterránea como un modelo beneficioso para la salud. En 1994, Oldways diseña la Pirámide de la dieta mediterránea (Figura 11.7).

El Senado norteamericano ha convertido la dieta mediterránea en modelo alimentario, que incluye de 30 a 50 gramos diarios de aceite.

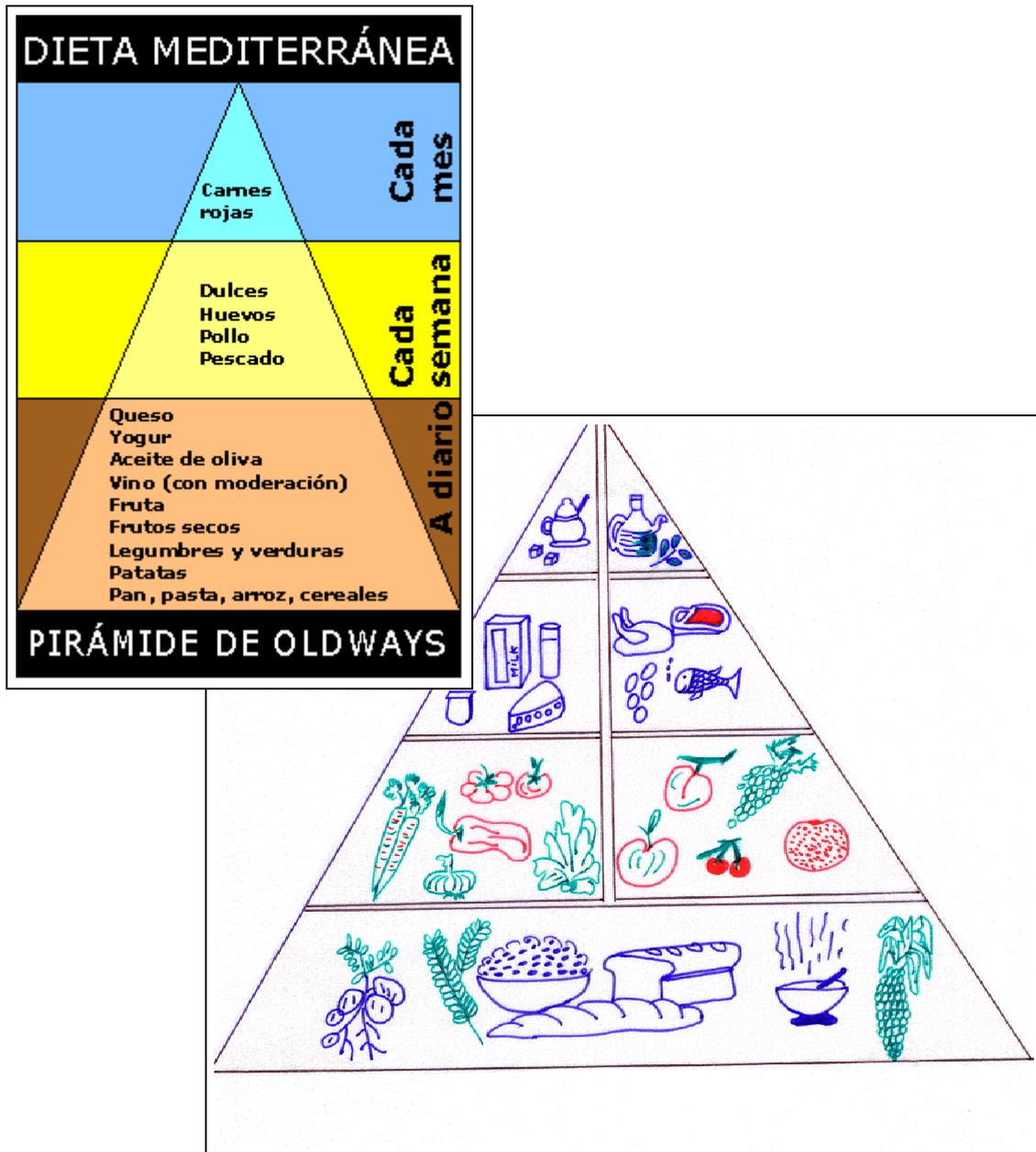


Figura 11.7. La pirámide de la dieta mediterránea de Oldways.  
Fuente: Elaboración propia en base a ejemplos consultados

El Consejo Oleícola Internacional ha propiciado la celebración de congresos y coloquios para determinar y divulgar el valor nutritivo y terapéutico del aceite. Entre ellos, se puede mencionar la reunión en la Academia de Medicina de New York en 1985 (Capel, 1992).

La dieta mediterránea ayuda a prevenir cardiopatías y acumulaciones nocivas de colesterol. La nutrición de los pueblos del Sur de Europa es más rica en grasa vegetal que en grasa animal.

la dieta mediterránea se caracteriza por:

- ⊗ Abundancia de productos vegetales (frutas y verduras) mínimamente procesados, frescos y estacionales.
- ⊗ Fruta fresca en el postre
- ⊗ Aceite de oliva como fuente de grasas
- ⊗ Pequeñas cantidades diarias de productos lácteos
- ⊗ Consumo moderado de pescado y pollo
- ⊗ Hasta 4 huevos semanales
- ⊗ Pequeñas cantidades de carne roja
- ⊗ Pastas, arroz y sopas
- ⊗ Frutos secos
- ⊗ Cantidades moderadas de vino (hasta medio litro diario) con las comidas

El aceite es un alimento de elevado valor calórico puesto que sus componentes son lípidos (grasas). Un 10% son ácidos saturados, como la grasa animal, un 80% son ácidos monoinsaturados (el ácido oleico) y el restante 10% ácidos poliinsaturados. La elevada composición en ácidos grasos permite aportar al organismo una parte de la energía que necesita sin necesidad de un elevado volumen de la dieta. Al mismo tiempo, la grasa en los alimentos contribuye a su palatabilidad. Dietas con menos de un 30% de grasas son poco apetecibles.

Se ha comprobado por medio de estudios científicos que existe una fuerte correlación entre el consumo de grasa y el desarrollo de ciertas enfermedades, como la aterosclerosis, cuya principal complicación es el infarto de miocardio, responsable de la mitad de las muertes de varones adultos en Estados Unidos. Al mismo tiempo, se ha demostrado que existe una estrecha relación con los niveles de colesterol total en el plasma.

Se denomina arteriosclerosis al proceso de envejecimiento y endurecimiento de las arterias. Si se producen depósitos anómalos de ciertas sustancias, entre las que se encuentra el colesterol, denominados placas de ateroma, se puede llegar a producir la oclusión del vaso, llamada aterosclerosis.

El colesterol es un compuesto químico sintetizado por el organismo (hígado e intestino delgado) con una función benéfica en el metabolismo de los alimentos cuando la sangre contiene entre 120 y 240 miligramos por cada 100 ml. Muchas hormonas del organismo se elaboran a partir del colesterol. También es precursor de los ácidos biliares y participa en las membranas celulares (March y Ríos, 1989).

Químicamente, el colesterol no es una grasa, sino un esteroide, un alcohol secundario, policíclico e hidroaromático, derivado del ciclohexanoperhidrofenantreno, monodesaturado, con el grupo OH en el C-3 y un doble enlace entre el C-5 y C-6. Posee dos radicales metílicos en los carbonos C-10 y C-13 y una cadena lateral C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>.

Los ácidos grasos saturados, propios de la grasa animal, incrementan los niveles de colesterol en la sangre y producen unos procesos de oxidación de las lipoproteínas, encargadas de transportar las grasas a la sangre, que provocan la acumulación de colesterol en las paredes arteriales (ateromas) (March y Ríos, 1989).

Existen dos tipos de lipoproteínas, las LDL (denominadas colesterol de baja densidad, aterógeno o malo que transporta un 60% de colesterol total del plasma humano) y las HDL (denominadas colesterol de alta densidad, protector o bueno que contiene un 25% de colesterol), encargadas de trasvasar el colesterol de los tejidos a la sangre para su eliminación posterior.

En estudios científicos, se ha encontrado que existe una correlación negativa entre mortalidad coronaria y consumo de grasas vegetales. Los ácidos grasos poliinsaturados rebajan el nivel de colesterol en la sangre. La ecuación 11.4, propuesta por Keys, Anderson y Grande (Grande, 1988), muestra los efectos de las grasas animal saturada (S) y vegetal poliinsaturada (P) (expresadas en porcentaje de la energía total de la dieta) sobre el nivel de colesterol en la sangre (expresado en mg/dl).

$$\Delta\text{Colesterol} = 2,7 \cdot \Delta S - 1,3 \cdot \Delta P \quad (11.4)$$

Las grasas vegetales (poliinsaturadas) rebajan el nivel total de colesterol en la sangre pero también rebajan la fracción protectora transportada por la lipoproteína de alta densidad.

El aceite de oliva reduce el colesterol LDL en personas que lo tengan alto, de modo similar a como actúan los aceites vegetales ricos en ácidos grasos poliinsaturados y aumenta además el colesterol HDL.

Las cicloesterinas (denominadas actualmente esteroides) contenidas en la fracción insaponificable no se pueden convertir en colesterol una vez dentro del organismo humano. (Ciurana y Torrado, 1981).

Además del ácido oleico, el aceite de oliva contienen ácido linoleico, poliinsaturado, que el organismo no es capaz de sintetizar. Una persona que consume una dieta diaria de 2.700 kilocalorías precisa unos 54 kilocalorías (2%) de ácido linoleico (6 gramos) que puede obtener con una ingestión de 50 o 60 gramos de aceite de oliva (Grande, 1988)

En los países mediterráneos, el 50% de la grasa que se consume proviene del aceite empleado para cocinar, lo que permite además manipular la ingestión de la grasa consumida (Varela, 1994).

En los diabéticos, el aceite de oliva permite reducir la proporción de hidratos de carbono sin aumentar el riesgo de padecer complicaciones cardiovasculares (Grande, 1988).

Otra de las ventajas para la salud relacionadas con el aceite de oliva es su mayor resistencia a la temperatura, pues al calentarse, todos los aceites ven alteradas sus cualidades físicas y desprenden productos tóxicos (acroleína).

De forma aproximada, la mantequilla alcanza la temperatura crítica a los 110°C, la margarina vegetal a los 150°C, los aceites de semillas (maiz, soja, girasol) entre los 160°C y los 170°C, mientras que el aceite de oliva virgen extra puede superar los 200°C (pruebas efectuadas por la Cooperativa de Cervià dieron 210°C, según su folleto informativo).

Igualmente, el aceite de oliva es el más indicado para las frituras, una de las técnicas culinarias más antiguas y comunes a los países mediterráneos, que han ganado popularidad actualmente al demostrarse que se trata de una técnica menos agresiva que otras para el valor nutritivo de los alimentos y que incluso permite mejorar la injesta lipídica (Varela, 1994).

- No se consume con el alimento toda la grasa culinaria, pues el alimento se escurre
- Una parte del agua del alimento se reemplaza por aceite
- El proceso contribuye a la palatabilidad del alimento (al placer de comer)
- El proceso de evaporación del agua mantiene el alimento a una temperatura próxima a los 100° C, independientemente de la temperatura del aceite, lo cual contribuye a la conservación de las vitaminas del alimento
- Parte del aceite de freír pasa al alimento y parte de la grasa del alimento pasa al aceite, por lo que se puede mejorar el tipo de ácidos grasos existentes en el alimento.

Además, las frituras resultan crujientes y acarameladas, sin que el producto pierda su sabor original (siempre que la temperatura del aceite se mantenga en su punto óptimo de fritura a 180° C, sin que el aceite llegue a humear).

El aceite forma parte de los lípidos, los alimentos más ricos en calorías. Esto los convierte en la principal reserva de energía para el organismo y les dan una función de protección contra la pérdida de calor y de protección de las vísceras. También forman las membranas celulares y las cubiertas de los nervios y forman parte de los tejidos del cerebro.

El aceite virgen es rico en vitaminas:

- La vitamina E es muy importante contra la esterilidad humana y el aceite de oliva contiene de 10 a 13 mg por cada 100 centímetros cúbicos.
- La *vitamina F* (realmente no es una vitamina, pero durante un tiempo se le denominó así) -ácidos grasos esenciales como el linolénico o el linoleico- tiene gran influencia sobre trastornos dermatológicos, del crecimiento y del desarrollo sexual.
- La vitamina K tiene una importante acción antihemorrágica.

☞ Aunque en pequeñas dosis, el aceite contiene provitamina A: los betacarotenos (colorantes) forman la vitamina A, dentro del organismo humano, de gran importancia en ciertos problemas de la visión. La presencia del hidrocarburo escualeno, muy ligado a la provitamina A, permite determinar si un aceite es de oliva o no.

Cabe decir que estas vitaminas sufren alteraciones y desaparecen cuando el aceite se somete a un proceso de refinado o rectificación.

La vitamina E, el betacaroteno y los ácidos grasos monoinsaturados actúan como protección frente a los depósitos de colesterol que conducen a la arteriosclerosis u obstrucción de las arterias que desemboca en enfermedades como el ictus cerebral o el infarto de miocardio que son la principal causa de mortalidad en los países industrializados

Los antioxidantes (polifenoles) actúan como protectores frente a los radicales libres, responsables de la degeneración celular.

Durante la digestión, el aceite de oliva ofrece una rápida y completa absorción. La clorofila y otros componentes aumentan el proceso secretor durante la digestión.

Otras virtudes que se le atribuyen son el crecimiento de los huesos, el desarrollo de las funciones del cerebro y del sistema nervioso y su suave poder laxante o regulador de la dispepsia infantil.

Por otro lado, el consumo de aceite de oliva cuenta con una tradición milenaria y no existe evidencia de efectos negativos para la salud.

Desde el punto de vista de las empresas productoras de aceite, los efectos beneficiosos para la salud pueden modificar los hábitos de compra del consumidor en los próximos años, si se comunican adecuadamente al público. Las cualidades distintivas del aceite de oliva frente a otras grasas son fuente de ventajas competitivas y base de una estrategia de diferenciación, muy distinta de la política de homogeneización de los grandes envasadores, que permita obtener del mercado un precio superior, pero para que esta ventaja exista es necesario que el consumidor sepa valorar estas cualidades distintivas (Parras, 1996a).

La necesidad de comunicar las ventajas de la dieta mediterránea a profesionales y al público en general halla en Cataluña mecanismos diversos. Así, de las personas que fundaron el Institut Català de la Cuina (que agrupa un centenar de restaurantes) surgió la idea de crear la Cátedra de Gastronomía y Alimentación Mediterránea en la Universidad de Barcelona.

Rafael Aracil, Director de esta cátedra, en una entrevista para la Vanguardia (1998a), concluye que en los últimos 100 años ha cambiado la alimentación y que no se sabe comer aunque en Cataluña existen una cultura media alta y a la gente le gusta comer.

Afirma, al mismo tiempo, que la gente gasta mucho en alimentación, aunque parece apuntar a la existencia de una demanda de productos de mayor valor añadido (*no se puede gastar en pan más de lo que puedes comer, pero cuando ya estás harto de pan vas a otro producto y así se gasta más*).

Curiosamente, cuando la dieta mediterránea se divulga por todo el mundo, los países que tradicionalmente la han empleado evolucionan en su modelo de alimentación por influencia de otras culturas (el *fast food* americano, por ejemplo) o por necesidades económicas (exportar aceite de oliva y consumir aceite de semillas), de modo que en los últimos 20 años nos hemos alejado del patrón de alimentación hacia posiciones desequilibradas

Un estudio realizado en 1988 por el Instituto Nacional de Consumo (García, 1995) pone en evidencia que en España:

- ‡ Se consume un exceso de calorías
- ‡ Se consumen demasiadas proteínas, especialmente de origen animal
- ‡
- ‡ Se consumen pocos hidratos de carbono
- ‡ Se consume poca fibra
- ‡ Se consume demasiado colesterol como consecuencia del consumo de grasas animales

Un estudio de la firma farmacéutica Parke-Davis (Segre, 1997b) muestra que más de la mitad de los catalanes tiene exceso de colesterol y que sus hábitos empeoran esta situación: se sobrealimentan, fuman y no realizan ejercicio físico. El 90% de los afectados

Se realizan distintas convenciones o simposios para dar a conocer los efectos positivos del aceite sobre la salud. Como ejemplo, se puede citar el I Simposio del Aceite de Oliva y Salud en el Umbral del Nuevo Milenio, en Mallorca (octubre de 1998), organizado por el Patrimonio comunal Olivarero. En las conferencias celebradas en este marco se destacaron las evidencias científicas del efecto protector del aceite de oliva frente a diversas enfermedades (Mercacei, 1998d).

Entre las conclusiones del simposio, cabe destacar:

- ✍ Conservar la tradición mediterránea
- ✍ Fomentar la incorporación de aceite de oliva en alimentos preparados
- ✍ Información nutricional en los productos (colesterol, ácidos grasos, calorías)
- ✍ Información en los medios de comunicación, en la escuela y en los puntos de venta
- ✍ Incentivar la investigación

La Generalitat de Catalunya también realiza campañas de promoción de la dieta mediterránea por medio de la empresa pública PRODECA bajo el lema *Catalunya, alimentació mediterrània de Qualitat*. Ha participado en actos en New York (Convención anual de asociaciones culinarias), Colonia, París (Salón Internacional de la Alimentación), Casablanca, Milan (Expo food) o Beirut (Food and Hotel Fair), con asistencia de restauradores, hosteleros y reconocidos periodistas gastronómicos.

### **11.5. Los otros usos del aceite de oliva**

En la antigüedad, el aceite se ha empleado como perfume, bálsamo (para quemaduras, contraveneno, laxante...), tonificante corporal, símbolo de purificación (los santos óleos), símbolo de triunfo (corona de olivo), alumbrado, lubricante, etc. Y el olivos e ha empleado también como madera de gran calidad.

Estos usos permiten comprender la profundidad de las relaciones entre el hombre mediterráneo y el aceite de oliva, aquello que podría denominarse la civilización del olivo

En la actualidad, estos usos pueden recuperarse: La firma cordobesa Dermoliva trata de introducir el aceite de mejor categoría en el mercado de los productos cosméticos (incluso a través de Internet), en forma de jabones, geles y champús de fabricación artesanal a partir de aceite de oliva virgen extra, como hacían las mujeres cordobesas de otro tiempo (Coronilla, 2001).

