

# Influencia del Proceso de Extracción sobre la calidad del Aceite de Oliva Virgen y la Contaminación Ambiental

Ing: Alfredo A. Caballero<sup>(1)</sup>

## DESARROLLO DE UN SISTEMA CON VENTAJAS TÉCNICAS-ECONÓMICAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ACEITE DE OLIVA.

### RESUMEN

Tras años de investigación se mejoró la extracción del aceite de oliva por medio de máquinas centrífugas.

En este trabajo se presentan las ventajas y desventajas de trabajar en un proceso de extracción por medio de máquinas centrífugas de dos fases, respecto a las de tres fases.

También se incorpora una rápida explicación del proceso completo de extracción de aceite de oliva, aplicando criterios modernos.

Finalmente se establece una serie de conclusiones del trabajo.

### SUMMARY

After a long fine of research work the extraction of olive oil was improved by means of centrifugal machines.

In this paper it is shown the advantages and disadvantages of working in an extraction process by means of centrifugal machines of two phases comparing it with that of three phases. It is also included a brief explanation about the olive oil complete extraction process when applying modern criterial. At the end a series of final conclusions is presented.

### 1 - EXTRACCION DEL ACEITE DE OLIVA.

La operación de extracción de aceite de oliva, en apariencia sencilla, no lo es, ya que para obtener un aceite de calidad hay que cuidar muchos factores del proceso.

El aceite presente en las aceitunas, entre un 15-35%, se aloja en las células del mesocarpio, encurado en su mayor parte en las vacuolas y en menor medida disperso en el tejido coloidal del citoplasma.

Una condición indispensable para extraer el aceite por procedimientos mecánicos es liberarlo de los tejidos de tal manera que las minúsculas gotas se reúnan formando gotas más grandes que constituyen las denominadas bolsas, capaces de separarse en una fase líquida continua.

1- Ing. Industrial, Miembro del Instituto de Estadística y Economía Aplicada a la Ingeniería.

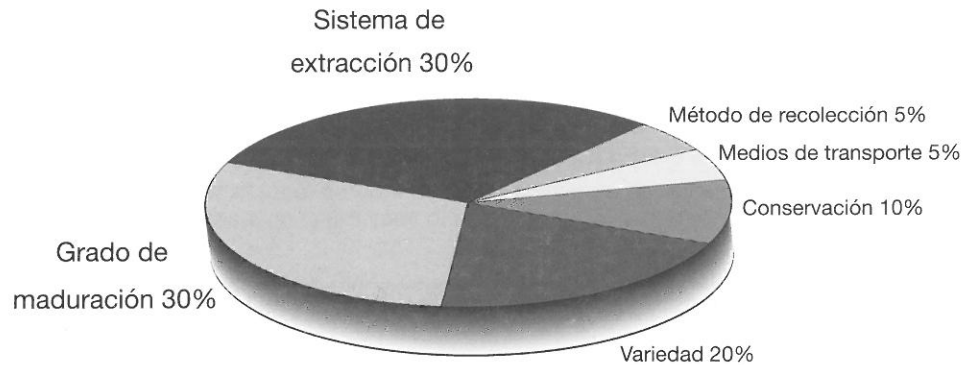
Jefe de Trabajos Prácticos de las Cátedras Operaciones Unitarias y Equipos Industriales y Mantenimiento. Becario en el XXV Curso de especialización de Grasas, Instituto de la Grasa, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sevilla, España.

El aceite de oliva virgen conserva inalterables todos los componentes y propiedades de las aceitunas como auténtico zumo del fruto del olivo, destacan su valor nutritivo y su poder vitamínico. En la fracción insaponificable se encuentran aportes vitamínicos A y E, además de un gran contenido de  $\beta$ -sitosterol que puede interferir competitivamente con la absorción intestinal del colesterol.

El sistema de extracción ejerce gran influencia en las características cualitativas del aceite de oliva además de otros factores como lo muestra la figura.

De las características de un aceite de oliva.

### Factores condicionantes de las características de un aceite de oliva



Un aceite de oliva de calidad se obtiene de la aceituna sana y con un óptimo estado de maduración. En la recepción no debe existir demora porque los procesos fermentativos comienzan rápidamente y deterioran la calidad, suministrando al aceite mal olor, sabor o elevada acidez.

Las primeras operaciones a las que se someten las aceitunas son la eliminación de las hojas y el lavado, que pueden representar entre el 5 y 10 % del peso del fruto en el momento de entrar en la fábrica de aceite, además de posibles restos de contaminantes agrícolas.

La molienda tiene por objeto romper las células de la pulpa y provocar la salida del aceite de las vacuolas para unirse en una fase continuo y ser extraído. La operación se realiza en la actualidad con trituradoras mecánicas que giran a 3.000 r.p.m. dentro de una cámara o rejilla perforada que va en sentido contrario a 80 r.p.m., teniendo como ventajas la continuidad de la molturación, su alta capacidad horaria, su menor costo y volumen. Los inconvenientes que presenta son, la rápida molturación no asegura una adecuada preparación de la pasta, posibilidad de generar emulsiones, posibilidad de favorecer alteraciones organolépticas de las aceitunas (aceites amargos), desgaste de las partes metálicas con posibilidad de contaminar el aceite.

El rendimiento industrial está relacionado con el grado de molienda que es regulable en los molinos de martillo por el diámetro de las perforaciones de la criba o rejilla. Depende del tipo de aceituna, por lo que es difícil dar normas generales, pero se puede decir que a principio de campaña debe ser más fino que cuando la aceituna está más madura al fin de la temporada.

Desde el punto de vista de la calidad, hay que reducir en lo posible la superficie y el tiempo de molienda, evitando el contacto de la masa con el oxígeno del aire, que provoca pérdidas de aroma e inicia los procesos oxidativos. Evitar la incorporación de trazas metálicas, ya que deterioran el color y sabor del aceite, por ser catalizadores de los procesos oxidativos disminuyendo la estabilidad de los mismos. Evitar la formación de emulsiones por la adición de agua a la pasta o por molienda muy fina ya que también produce pérdidas importantes de aromas.

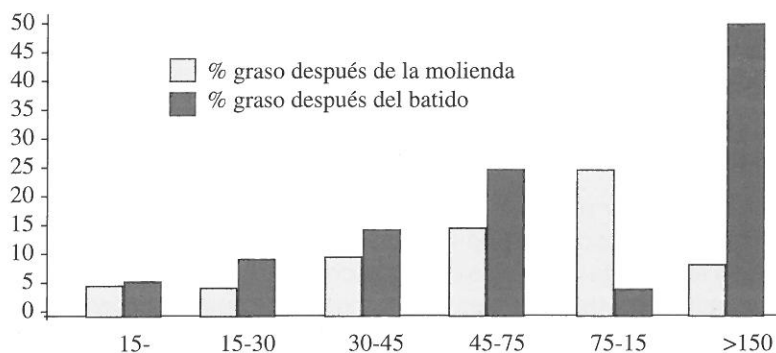
El batido es una operación fundamental para lograr un buen agotamiento reuniendo en una fase oleosa las gotas de aceite dispersas en la pasta para lograr la separación del aceite en los procesos de elaboración siguientes.

Esto se muestra en la figura siguiente en la que se grafica el tamaño de las gotas de aceite después de las operaciones de molienda y batido.

Se debe calentar la masa en esta operación para disminuir la viscosidad, no superando los 25-30°C, ya que por sobre estos valores se producen pérdidas de componentes volátiles, adquisición de tonos rojizos, elevación del valor del índice de peróxido y pérdida de estabilidad de los aceites favoreciendo su enranciamiento.

El tiempo de batido no debe superar los 50 minutos, ya que luego empieza a disminuir el rendimiento graso.

#### Variación del % de gotas de aceite según su diámetro después de la molienda y el batido.



La separación de fases sólidas y líquidas se puede hacer por presión o centrifugación de la masa con o sin extracción parcial, siendo esta una fase del proceso de elaboración basada en el principio de la filtración selectiva, que permite la extracción del aceite que queda “suelto en la pasta, después de las fases de molienda y batido y este aceite no necesita más que su propio peso para separarse.

Normalmente el tiempo de permanencia de la pasta en el extractor no supera los 30 minutos con lo que se consigue entre el 20-50% del aceite total de la pasta.

Obviamente, un sistema de extracción parcial debe ir acompañado de la necesaria instalación de un sistema de agotamiento por presión o centrifugación.

### SISTEMAS CONTINUOS POR CENTRIFUGACIÓN

Tras años de investigación se mejoró la extracción del aceite de oliva por medio de máquinas centrífugas.

Las primeras experiencias prácticas de extracción se realizaron con máquinas Perogio y posteriormente con el sistema Corteggiani, que consistía en una centrífuga con una cuba de gran diámetro con capacidad para 100 Kg. de pasta que giraba a 900 r.p.m., se le adicionaba agua la que era desalojada junto al aceite y para evacuar el orujo se debía parar la máquina y limpiarla.

### Sistema continuo de 3 fases

La centrífuga horizontal (decanter) que permite la separación sólido/líquido consiste en un tambor cilíndrico-cónico que puede girar de 3.000 a 4.000 r.p.m. y lleva en su interior un cuerpo hueco de forma similar con resalto helicoidal. Debido a una diferencial de velocidad de rotación entre el tambor y el tornillo sin fin (más rápido), el orujo sale por el extremo de la centrífuga y el agua y el aceite por el opuesto. Los mostos oleosos obtenidos (aceite con poca agua y agua con poco aceite) son separados en las centrífugas automáticas.

La separación de la fase sólida de las líquidas por centrifugación se realiza por adición de agua caliente a la pasta de aceituna. Dada la posible incidencia del volumen de agua añadida en el rendimiento en aceite, es necesario ajustar la proporción agua/pasta al equipo y a las características reológicas de las aceitunas. La proporción se determina empíricamente observando las características del aceite y del agua a la salida del decanter. A título orientativo se puede decir que varía entre 1:0.5 a 1:1.

Para reducir el consumo de agua se recicla el alpechín en el decanter con efectos positivos en el rendimiento de extracción y en el contenido fenólico del aceite mientras la velocidad del alpechín no sea tan elevada que dificulte la circulación del agua.

### **Sistema continuo de 2 fases**

La adición de agua de procesos a las pastas, como requiere el sistema de extracción con decanter de tres fases, da como resultado la eliminación de sustancias contenidas en los alpechines entre los que se encuentran especialmente los antioxidantes naturales presentes en los aceites. El reciclado de los alpechines en sustitución del agua de proceso, minimiza esta pérdida y trae aparejado, menor consumo de agua y menor volumen de efluentes residuales a evacuar.

Los resultados obtenidos por el reciclado han impulsado la introducción del decanter de dos fases. Mediante este sistema de extracción ya no es necesario añadir agua de proceso o se ha reducido a cantidades mínimas en el caso de aceitunas con bajo contenido de humedad, con la ventaja suplementaria de eliminar la evacuación de efluentes contaminantes (alpechín), pero con el inconveniente de obtener orujos muy húmedos que dificultan su almacenamiento y el secado de los mismos en el proceso de extracción de aceite de orujo por solvente.

El decanter de dos fases trabaja mejor con aceitunas de principio de temporada o recién recolectadas, lo que está relacionado con la humedad de la aceituna que es mayor al principio de temporada y con frutos con poco tiempo de almacenamiento, mejorando el rendimiento a principio de campaña e induciendo una mejor organización del trabajo en fábrica para evitar los tiempos de espera en playa de almacenamiento de la materia prima para lograr mejores rendimientos y calidad de aceite.

Se sugiere, cuando la humedad de la aceituna desciende, de adicionar agua a las pastas, o bien inyectándola en la batidora, o directamente en el decanter, en cantidades que no superen el 10-15% del peso del fruto.

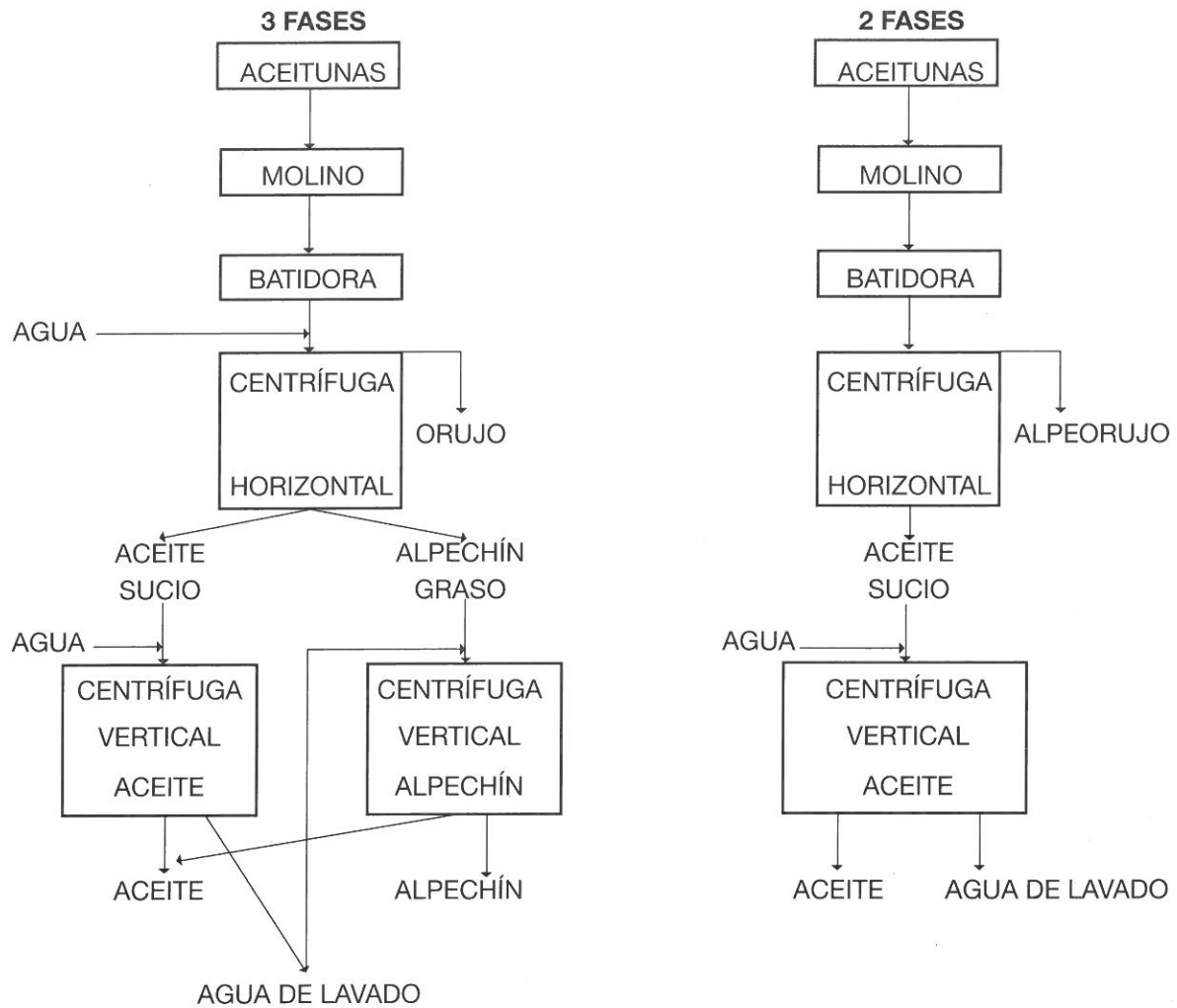
### **Comparación de los sistemas continuos de dos y tres fases**

A nivel comercial los sistemas continuos para la extracción de aceite de oliva instalados actualmente en el país son de tres fases, sin embargo, su funcionamiento implica dos condicionantes:

- 1) Producción importante de alpechín (1 a 1,2 lts. por Kg. de aceituna) con un alto poder contaminante.
- 2) Alto consumo de agua de proceso (fluidización de la pasta y lavado de aceites), evaluable en 0,7-0,8 lts. por Kg. de aceitunas.

Con el objeto fundamental de minimizar estos inconvenientes, se ha comenzado a utilizar con gran éxito en España los sistemas continuos de dos fases, dos salidas o "ecológicos", en los que el sistema básico diferenciador es el decanter, en el que se anula la salida del alpechín y se aumenta la distancia al eje del bol, de la salida del aceite.

En el gráfico siguiente se esquematizan los sistemas de elaboración en continuo de dos y tres fases.



### Ventajas del sistema de elaboración en dos fases

- 1- Ahorro de agua, al quedar suprimida la de adición al decanter, en 0,51 lts. de agua por Kg. de aceituna.
- 2- Menor inversión, en centrifugas verticales, calderas de calefacción de menor potencia.
- 3- Ahorro energético, al no tener que calentar agua de inyección al decanter, no consumir energía eléctrica en la centrifuga vertical de alpechín. Se puede estimar en \$0,002/Kg. De aceituna molturada.
- 4- Producción muy reducida de alpechín, con escaso poder contaminante, siendo esta la principal ventaja que aporta el sistema. realmente el efluente que se produce es el agua de lavado del aceite. Las características se reflejan en el cuadro siguiente.

### Valores de efluentes de sistemas continuos de dos y tres fases.

	Agua de lavado 2F	Alpechín 3F
Producción (Kg. por 100 Kg. de aceituna)	25,00	120,00
Humedad %	99,00	90,00
Grasa%	0,04	0,45
Azúcares reductores%	---	2,80
Polifenoles (p.p.m.)	2500,00	10000,00
D.Q.O (p.p.m)	10000,00	80000,00

### Conclusiones:

Como se observa, la reducción de efluentes en el sistema de dos fases es del orden del 80% y la reducción del poder contaminante (D.Q.O.) del orden del 90%, siendo mucho más variable su depuración. (Instituto de la Grasa).

### Desventajas del sistema de dos fases

1- La producción de orujo en dos fases es un 60% mayor que en tres fases; toda la materia seca que en el sistema de tres fases se encuentra en el alpechín en el sistema de dos fases se localiza en el orujo (alpeorujo) y el contenido de azúcares reductores es más del doble que en el sistema de tres fases, esto unido a que los sólidos "finos" y los solubles que van en el alpechín de tres fases se encuentran en el orujo de dos fases (alpeorujo), hace que la consistencia de este sea totalmente diferente (fluida). En el siguiente cuadro se exponen las características de los orujos obtenidos por ambos sistemas.

### Valores de orujos de sistemas continuos de dos y tres fases.

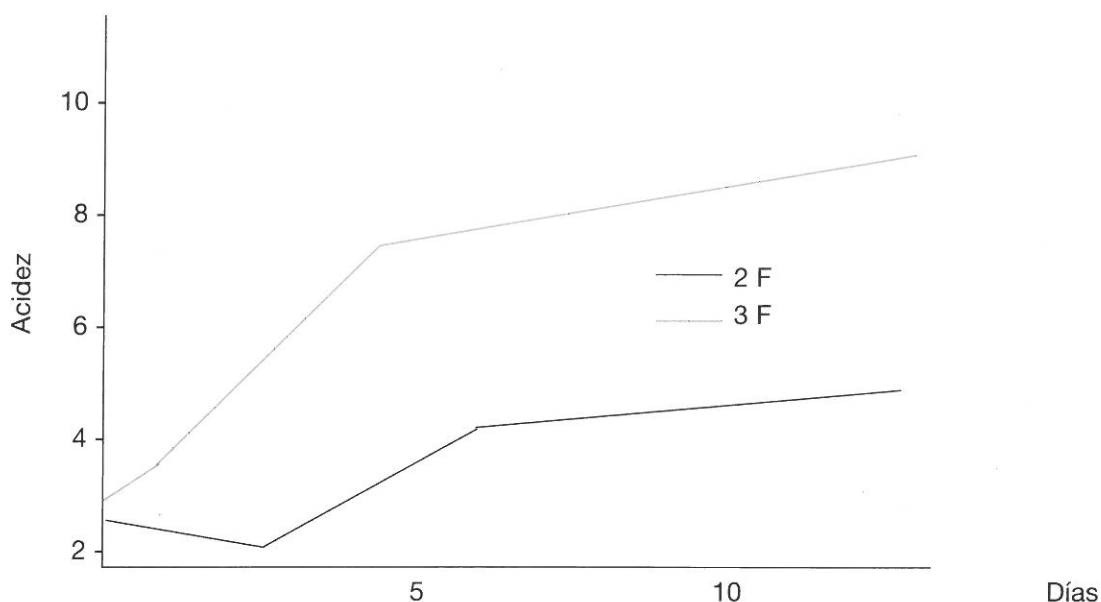
	2 Fases	3 Fases
Producción (Kg. por 100 Kg. de aceituna)	80,00	50,00
Humedad %	55,00	48,00
Grasa %	3,00	3,40
Azúcares Reductores %	4,80	2,00
Polifenoles (p.p.m.)	23.000,00	10.000,00
N % (base seca)	0,80	0,50
P % (base seca)	0,25	0,12
K % (base seca)	1,80	0,50

2- Escasos controles visuales en el manejo del proceso, al desaparecer determinadas referencias que en el sistema de tres fases eran esenciales (tamices de alpechines y salidas de la centrifuga vertical de alpechines).

3- Adecuación del manejo a frutos con diferentes características, al quedar suprimido un elemento regulador como el agua de inyección.

## Conclusiones:

Se debe adecuar los sistemas de almacenamiento para contener este alpeorujo en las fábricas que los procesan y que extraen aceite de orujo de oliva por solvente, con la ventaja de que el aceite contenido en el orujo de dos fases aumenta su acidez con mayor lentitud en el tiempo que el de tres fases.



Se debe mejorar las instalaciones de secado de las extractoras de aceite por solvente para secar el alpeorujo, fundamentalmente por su alto contenido de azúcares reductores que se caramelizan en dicho proceso.

Con respecto a las posibles mayores pérdidas de aceite del proceso de dos fases respecto del proceso de tres fases se utiliza el repaso del alpeorujo obteniendo un aceite de oliva con características organolépticas inferiores, pero superior a cualquier aceite de orujo de oliva.

## Consideraciones finales

Si observamos ambos procesos el sistema de dos fases tiene ventajas en lograr aceites con un grado mayor de polifenoles que origina mayor estabilidad (resistencia al enranciamiento), siendo estos compuestos sustancias antioxidantes que producen beneficios a la salud. Esto se debe a que no se utiliza agua de proceso, responsable de la disminución en los aceites de las sustancias mencionadas.

Este sistema obliga a una optimización de todo el proceso desde el árbol a la botella de aceite de oliva lo que conlleva a lograr un producto de óptima calidad que permitirá aumentar la demanda interna y lograr nuevos mercados externos.

Desde el punto de vista económico y ecológico el sistema tiene ventajas por menor necesidad de equipamiento (ahorro de una centrífuga vertical de alpechín), no necesita planta de tratamiento de efluentes ya que el agua de lavado no contiene parámetros tan elevados (2500 p.p.m de polifenoles



contra 10000 p.p.m. del alpechín de tres fases), que puede afectar si es volcado en terrenos cultivados por su fitotoxicidad.

Desde el punto de vista del ahorro de agua de proceso es una variable a tener en cuenta sobre todo que en nuestro país las zonas de producción de aceite de oliva son semidesérticas de tal manera que el agua es un recurso escaso a cuidar y optimizar su uso industrial, sobre todo que en este caso en que el 100% se convierte en un efluente industrial contaminante a tratar, con costos al sector industrial y costos sociales.

## BIBLIOGRAFÍA

“Elaboración de aceite de oliva de calidad, Obtención por el sistema de dos fases”. Manuel Hermoso Fernández, Jesús González Delgado, Marino Uceda Ojeda.

“La extracción del aceite de oliva con un decantador de dos fases resultados obtenidos”.

A Koutsaltakis

“Effect of extraction system on the quality of virgen olive oil”.

L. Giovacchino, M. Solinas, M. Miccoli.



**SISTEMAS VISUALES**

Distribuidor Oficial **3M** ARGENTINA

VENTA Y ALQUILER

**jt JOSE B. TAPIA S.R.L.**  
SERVICIOTECNICO

LAS MEJORES MARCAS

IBM - OLIVETTI - SHARP - BEE  
HEWLETT PACKARD - EPSON  
JVC - PANASONIC - LANIER

bee intel

Adolfo Calle 696 - 5519 Dorrego - Guaymallén - Mendoza  
Tel y Fax 061 312004 / 321606  
Correo electrónico (Email): [jt@cpsarg.com.ar](mailto:jt@cpsarg.com.ar)