



GRUPO OPERATIVO REGIONAL

Incremento de la competitividad de los Aceites de Oliva  
de la variedad Arbequina cultivados en Extremadura,  
mediante prácticas agronómicas y su implantación en las almazaras.

# MANUAL BÁSICO DE ELAIOTECNIA

del Grupo Operativo Regional Raise\_Arbequina





La innovación es un instrumento esencial para lograr un sector agrícola y forestal sostenible y competitivo dentro del ámbito europeo. Los Grupos Operativos (GO) EIP-AGRI los integran grupos de personas que trabajan en equipo en un proyecto de innovación financiado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural en el marco del Programa Nacional de Desarrollo Rural 2014-2020. Estos GO reúnen colaboradores con conocimientos complementarios que se asocian para conseguir una innovación para resolver un problema o aprovechar una oportunidad, con el enfoque de acción conjunta y multisectorial.

Todo Grupo Operativo comienza por identificar un problema o una idea innovadora que pueda ponerse a prueba. La idea siempre tiene que abordar un problema concreto al que se enfrentan los agricultores o silvicultores europeos.

El Grupo Operativo "RAISE\_ARBEQUINA" tiene como objetivo incrementar la competitividad de los Aceites de Oliva Vírgenes Extra de la variedad Arbequina cultivados en Extremadura, al mostrar cómo aumentar su capacidad antioxidante mediante prácticas agronómicas y la implantación en las almazaras de conocimientos elaiotécnicos que reducirán la pérdida de fenoles durante el proceso de extracción.

El proyecto innovador "Incremento de la competitividad comercial de los aceites de oliva de arbequina" del grupo operativo regional RAISE\_ARBEQUINA está financiado en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Extremadura 2014-2020, por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) de la Unión Europea en un 75%, por la Comunidad Autónoma de Extremadura en un 21,28%, y por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) en un 3,72%.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>04</b>
<b>DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE MADURACIÓN</b>	<b>06</b>
• La Aceituna.	06
• Variaciones en la fisiología del fruto a lo largo de la maduración.	07
• Evolución del contenido graso, humedad y materia grasa desengrasada durante la maduración.	10
• Evaluación del grado de maduración de la aceituna.	14
• La integridad física del fruto.	19
• La temperatura ambiente durante la recolección.	20
<b>LIMPIEZA Y LAVADO DE LAS ACEITUNAS</b>	<b>21</b>
• La eliminación de hojas y otras impurezas.	21
• El lavado de las aceitunas.	22
• Efecto del lavado sobre el contenido final de pesticidas en los aceites de oliva vírgenes.	23
• El daño físico del fruto ¿es influyente en la calidad?	23
• Posibles aspectos negativos del lavado y mecanismos para minimizarlos.	24
<b>COALESCENCIA: BATIDO - AMASADO DE LA PASTA DE ACEITUNA</b>	<b>30</b>
• Efectos del batido sobre la masa de aceituna.	31
• Tipos de batidoras.	32
• Principales parámetros que controlar durante el batido.	35
<b>COADYUVANTES EN LA EXTRACCIÓN DE LOS ACEITES</b>	<b>37</b>
• Actuación del talco.	38
• Ensayos industriales: ¿Funciona el talco?	38
• ¿Aporta beneficios el talco en pastas con baja humedad ?	39
• Influencia del talco en los aceites de oliva vírgenes.	40
<b>SEPARACIÓN SÓLIDO - LÍQUIDO</b>	<b>40</b>
<b>SEPARACIÓN LÍQUIDO - LÍQUIDO</b>	<b>42</b>
<b>POST-ELABORACIÓN</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>47</b>

## Introducción

La actividad dedicada a la elaboración de Aceites de Oliva está sometida a un balance económico, dependiente de que el saldo por la venta de los productos generados (Aceites de Oliva Vírgenes envasables, Aceite de Oliva Lampante, huesos, borras, etc.) sea superior al coste de la suma de compra de la materia prima (aceitunas, portes...) y los costes de elaboración. Un simple balance debe contemplar como gasto: (1) la compra de aceituna, la cual debe ser acorde con la rentabilidad que ésta pueda aportar a la industria. A este coste de la aceituna, a la que hay que añadir (2) los costes de elaboración y (3) de comercialización.

Con estos costes se ha adquirido una materia prima con un potencial de calidad comercial determinado, la cual debe rentabilizar la inversión realizada. Esta rentabilidad va a depender del (a) rendimiento industrial, es decir, no solo del aceite que contenga el fruto, sino del que vamos a ser capaces extraer, pues no siempre la extractabilidad es elevada, pudiendo aparecer pastas difíciles o bien, con determinadas variedades los orujos son difíciles de bajar en muchas ocasiones de un rendimiento graso sobre seco del 10%; y (b) precio de venta del aceite. No hay que obviar otras posibles fuentes de ingresos, como la venta del (c) aceite de segunda centrifugación, que puede suponer un rendimiento industrial del 0,5-1,0% y (d) del hueso, cuyo volumen rondaría el 8-12% de la aceituna molturada en función de la campaña, variedad, etc.

Cuando se suman los costes y los ingresos, el objetivo es que el saldo sea positivo y, aun siéndolo, ser más exigentes y buscar que en el año siguiente lo sea aún más. Para ello se puede actuar en los diferentes puntos propuestos en los párrafos anteriores:

**- Coste efectivo de producción:** Es vital tener una planificación de las necesidades de los recursos humanos realmente necesarios durante la campaña, sin embargo, muchas almazaras errónea e injustamente consideran que siempre sobra personal en las almazaras, sobre todo cuando todo marcha bien, el proceso está estable y no hay averías; sin embargo, ahorrar en personal y en un sueldo acorde al profesional que trabaja en la almazara sale caro. Cualquiera que haga unas cuentas básicas en una hoja de cálculo podrá ver que el impacto sobre el balance final es pequeño, y un buen maestro de almazara con actitud y aptitud como hay muchos, llegan incluso a reducir estos costes, pues un buen maestro de almazara siempre está buscando cómo mejorar el proceso reduciendo su gasto.



- **Rendimiento industrial:** En muchas ocasiones la capacidad de aumentar el rendimiento se limita al uso de talco, bajar el ritmo de trabajo o empleo de equipos que mejoren el proceso. Sin embargo, en ciertos momentos de la campaña, la extracción es difícil y se reduce enormemente la cantidad de aceite que se puede obtener.

- **Precio final de venta:** Este factor es el que más va a determinar el resultado final del balance de resultados, pues defendiendo un precio adecuado a la calidad del aceite elaborado, se maximizarán los beneficios. Si este precio final viene impuesto por el mercado, solo se conseguirá vivir a merced de las corrientes como si de un naufrago se tratara la almazara. En la actualidad los precios están en el umbral o por debajo de los conocidos costes de producción en muchas comarcas extremeñas, con cotizaciones que ya se alcanzaron no hace tantos años. Para esquivarlos no basta solo la calidad (sensorial y comercial), ya se demanda incluso una hiper-diferenciación para alcanzar las mejores ofertas del mercado o bien ser el elegido por un consumidor. El objetivo tiene que ser el consumidor, el que paradójicamente está más cerca que nunca del producto gracias a internet, pero a su vez está más complicado que nunca convencer para que elija nuestra marca frente a 3.000 referencias que también son de calidad y están hiperdiferenciadas.

Por tanto, es en la calidad final del producto donde se encuentra el mayor impacto que se puede dar en la cuenta de resultados. A nivel mundial ya se aprecia que en los mercados internacionales están demandando la máxima calidad, Aceite de Oliva Virgen Extra, y cada vez más con alguna singularidad, como, por ejemplo, de forma básica, el AOVE Ecológico, por tanto, la apuesta por la singularidad ya es obligada, no una opción.

Y ¿dónde está la calidad?: algunos afirman que la calidad de un aceite se encuentra en las aceitunas, un fruto de calidad en un estado de madurez determinado y con unas condiciones de producción concretas. Otros piensan que la calidad está en determinado modelo de molino, batidora o dec, y más recientemente en un definitivo y exclusivo sistema que prepara la pasta. Todas estas aseveraciones serían ciertas, e incluso más razón tendrían aún si las combinamos, pero no hay que olvidar que no servirían de nada si detrás no existiera un profesional, un MAESTRO DE ALMAZARA con corazón y pasión para a partir de un fruto de calidad y con unas adecuadas herramientas, poder sacar el mejor zumo de aceituna.



# Determinación del momento óptimo de maduración

## La aceituna

La aceituna u oliva, denominaciones válidas ambas para identificar el fruto del olivo en función del origen etimológico de la palabra, es una drupa, fruto de pulpa carnosa, amarga y rica en aceite con un sólo hueso, grande y duro, del cual se extrae un aceite cuya calidad estará en función de la integridad, estado sanitario y maduración de este. El tamaño de la aceituna es variable, estando generalmente comprendido entre 5 g y menos de 1 g, como ocurre en la variedad Arbequina, forma ovoide y cuyo color varía del color verde amarillento a morada durante su maduración.

En la aceituna se pueden diferenciar tres tipos de tejidos:

- El *epicarpio* o *piel*, tejido superficial conformado por una finísima capa y que constituye la epidermis del fruto; este puede suponer entre el 0,5% al 2,5% del peso del fruto. La pared de sus células contiene principalmente celulosa y en sus vacuolas y plastos encontramos compuestos aromáticos y pigmentos. Como es frecuente en la epidermis de los órganos vegetales, las paredes celulares están impermeabilizadas por su parte externa con una capa de cera, la cual la protege contra la deshidratación y posibles ataques de microorganismos.
- El *mesocarpio*, *sarcocarpio* o *pulpa* como parte carnosa del fruto y que llega a representar del 70% al 85% del peso. El mesocarpio es duro cuando la aceituna está verde, pero se vuelve esponjoso a medida que el fruto madura. Contiene, en condiciones normales entre un 45-60% de agua, en función de las condiciones climáticas y de cultivo, y entre un 12-30% de aceite, también en función de las condiciones climáticas, maduración y variedad. En el mesocarpio se encuentran otros componentes como azúcares simples (glucosa, fructosa...) y complejos (celulosa, hemicelulosa, lignina, etc.). Esta parte carnosa está compuesta por células con oleosomas (de unos pocos a uno único en función de la maduración, fase de lipogénesis y su fusión dentro de la célula), donde se almacena el aceite.
- El *endocarpio* o *hueso*, tejido lignificado que supone del 15% al 30% del peso del fruto. Este tejido protege a la almendra o semilla y supone del 2 al 3 % del peso del fruto y contiene también aceite, aunque de una composición muy diferente al sintetizado en el mesocarpio (con parámetros de composición más similar a las grasas de semillas oleaginosas), llegando a suponer en torno entre 1,0-1,5 puntos del Rendimiento Industrial en primera extracción.

## Variaciones en la fisiología del fruto a lo largo de la maduración

La aceituna es, en comparación con otros frutos similares, uno de los frutos tipo drupa que más tiempo le lleva su desarrollo, en torno a 200 días desde la floración, el cual se desarrolla habitualmente siguiendo una doble curva sigmoideal, con un periodo de latencia más o menos marcado durante el periodo estival, ya que, durante la escasez de agua, el metabolismo se inhibe y se detienen tanto el crecimiento del fruto como la acumulación de aceite.

El inicio de la maduración de la aceituna arranca cuando el fruto alcanza un color verde claro con motivo de un ensanchamiento de las células e inicio de la descomposición de los cloroplastos. En este inicio de la maduración arrancan una serie de variaciones fisiológicas, algunas perceptibles a simple vista y otras que necesitarán mecanismos objetivos para su seguimiento y que se detallarán a continuación.

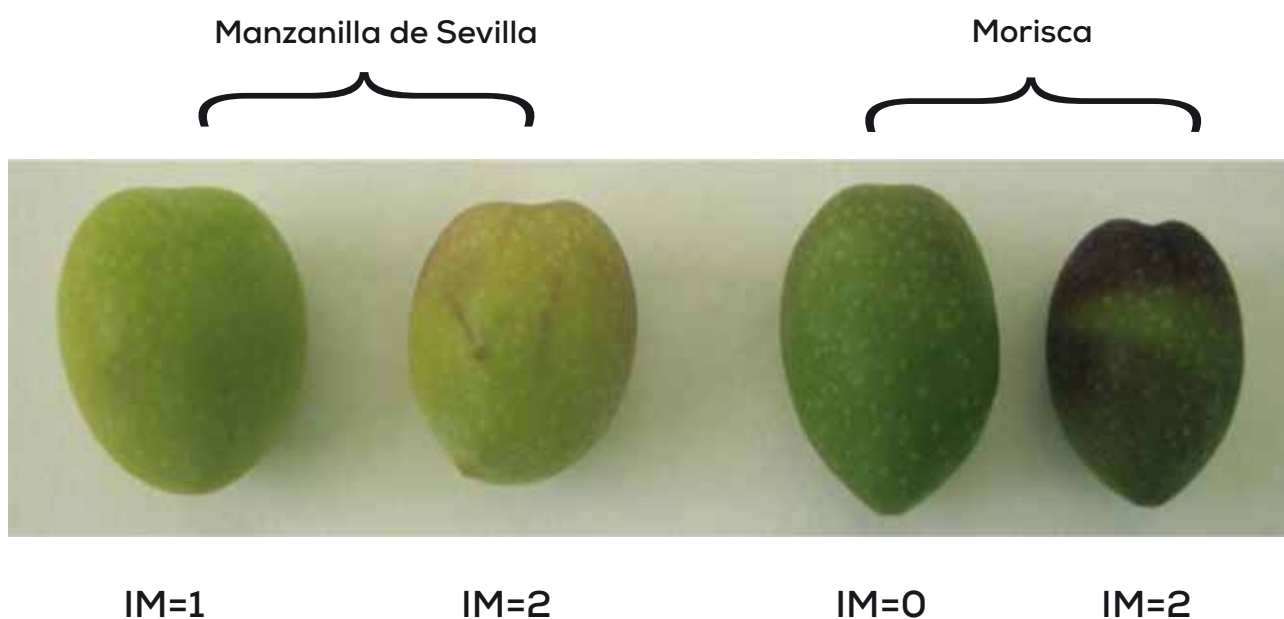
El principal cambio fisiológico que tiene lugar en la aceituna es la variación de la coloración del fruto (Figura 1), inicialmente en el epicarpio y posteriormente en el mesocarpio. Este cambio de coloración es el parámetro más empleado y fácil de seguir, el cual es causado no solo por la pérdida del color verde de los frutos, sino por la síntesis por las células epidérmicas de antocianinas, pigmentos morados similares a los encontrados en otros frutos. La aparición de las primeras manchas del pigmento suele seguir una pauta típica en función de la variedad, pudiéndose iniciar en el extremo distal como en la proximal del fruto.



*Figura 1. Aceitunas arbequinas en la misma inflorescencia con diferentes estados de madurez en función a su pigmentación.*



En ciertas variedades, la pérdida de clorofilas y la síntesis de antocianos suelen estar sincronizados, pero son procesos fisiológicos independientes que en muchas variedades son coincidentes y en otras no. Cabe destacar casos como la variedad Morisca, en la que la aparición de los antocianos tiene lugar con el mesocarpio aún con altos contenidos en clorofilas, mientras que, en otras variedades, como en Blanqueta o Verdial de Badajoz (Figura 2), los antocianos pueden aparecer incluso con el fruto con tonos blancos (muy avanzada la descomposición de los cloroplastos) en su epicarpio. También es conocida la circunstancia que en algunos olivares superintensivo de Arbequina o Arbosana, pueden incluso no aparecer la pigmentación de antocianos en toda la campaña, no por ello indicando que permanezcan los frutos en un estado perenne anterior del envero.



*Figura 2. Diferente sincronización de la pérdida de clorofilas y aparición de antocianos en la variedad Manzanilla de Sevilla y Morisca.*

A pesar de ello, el empleo de la evolución del cambio de color de la aceituna, tanto externo como interno, método conocido como Índice de Madurez es el método más aceptado y empleado a nivel mundial para el seguimiento de dicho proceso. En un apartado más adelante se detallará esta metodología junto a otras también empleadas en la actualidad.

Al mismo tiempo que la aceituna está tornando su color, en el interior del mesocarpio está teniendo un alto número de procesos de síntesis y anabolismo de sustancias orgánicas, sobre todo la de los triglicéridos que conformarán el aceite tras su extracción.



La síntesis de aceite se inicia a mediados del mes de julio, tras el endurecimiento del hueso, aumentando notablemente a finales del verano para finalizar, en función de cada variedad y condiciones edafoclimáticas, entre mediados de otoño-inicio del invierno.

### **Evolución del contenido graso, humedad y materia grasa desengrasada durante la maduración**

De forma general podemos sistematizar que el endurecimiento del hueso marca el inicio de la acumulación del aceite en las aceitunas. Desde este punto, el aceite es sintetizado hasta un nivel máximo característico de cada variedad e influido por las condiciones climáticas y prácticas culturales. Bajo condiciones normales, el contenido de aceite se incrementará a lo largo del desarrollo y maduración del fruto. Hacia el final de esta, la aceituna irá perdiendo humedad y la velocidad de formación de aceite disminuye de forma progresiva durante un periodo de tiempo que varía en función de la variedad y de las condiciones ambientales.

### **Rendimiento graso sobre húmedo**

El valor del Rendimiento Graso sobre Húmedo (RGH) aporta información sobre el contenido graso del fruto, siendo variable en función de un elevado número de factores, como la variedad, características edafoclimáticas, prácticas culturales, carga del olivo e incluso de la localización del fruto dentro del árbol.

El dato únicamente del RGH aporta información de poco alcance en cuanto a monitorización de la maduración de la aceituna y de la productividad del olivar. Es más acertado evaluar los contenidos grasos de los frutos cuando se expresan sobre seco, pues se elimina la distorsión creada por la humedad, la cual puede fluctuar enormemente a lo largo de la maduración por el aporte de agua recibido por la aceituna, por sus

características varietales, así como por el método empleado en la determinación del contenido graso.

En la Figura 3 se muestra una evolución característica del RGH de la aceituna, la cual, tiene una tendencia a aumentar conforme la aceituna madura. Sin embargo, este valor va a estar muy influenciado por la humedad del fruto, pues, por ejemplo, las lluvias otoñales van a frenar su aumento, e incluso a disminuirlo, ya que el incremento del porcentaje de agua provoca la bajada del porcentaje del RGH. Habitualmente el agricultor no toma en consideración que el fruto aumenta su peso por la entrada de agua en el fruto, no considerando que el mismo fruto posee igual o mayor peso en aceite. De la misma forma, con la llegada del invierno, los fríos y las heladas, la aceituna pierde humedad, por tanto, baja el porcentaje de agua en su composición y aumenta el RGH, sin que el fruto gane peso en aceite, sino que pierde peso en forma de que sale agua del fruto hacia el material leñoso.

A la hora de comparar producciones se debe hacer contabilizando los kilos de aceite por unidad de superficie, por ejemplo, por hectárea, pues el comparar el RGH de una muestra estará en función de la carga del olivo como mínimo, siendo un error frecuente creer que es más rentable para el olivarero la recolección del fruto cuando mayor RGH posee, no siendo siempre así. En la Figura 3 se observa claramente como el fruto para la última semana de noviembre posee todo su aceite sintetizado con un 15% aproximadamente de RGH; sin embargo, por la pérdida de humedad, el RGH aumentará hasta por encima del 25% teniendo la aceituna los mismos gramos de aceite. Por tanto, la demora en la recolección no conlleva a un mayor contenido en aceite del fruto, pero sí, indudablemente, a una pérdida de calidad irreparable.

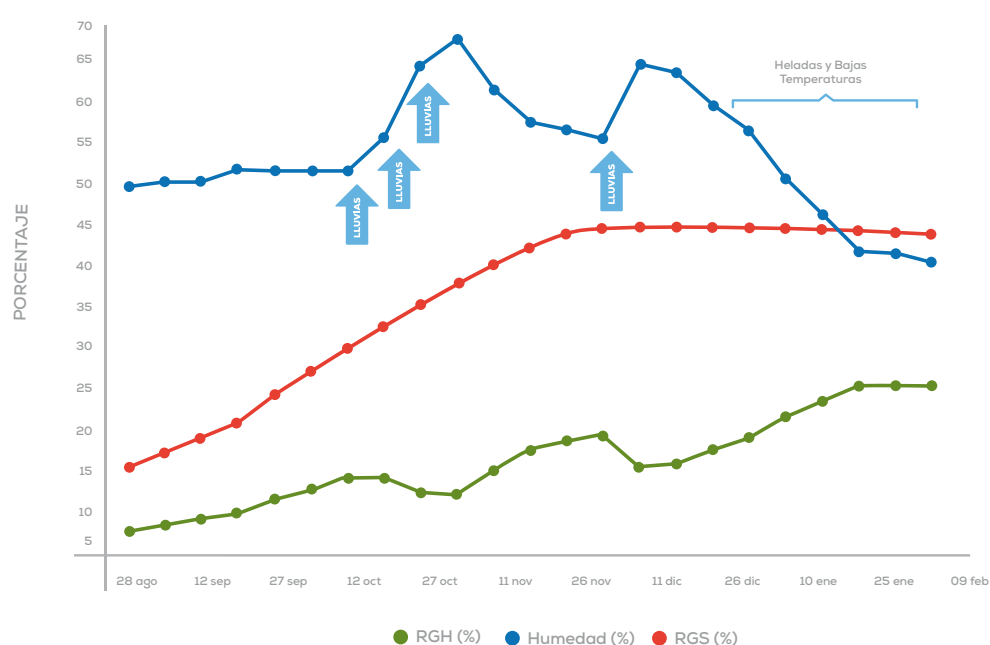


Figura 3. Modelo de evolución típica del RGH, Humedad y RGS de la aceituna durante su maduración.

## Rendimiento graso sobre seco

El Rendimiento Graso sobre Seco (RGS) hace referencia al contenido en aceite del fruto si este no contuviera agua, permitiendo conocer la riqueza grasa sin la distorsión que puede aportar la humedad.

Este valor sí es útil para la comparación de lotes de aceitunas con diferentes grados de humedad (por ejemplo, es la forma correcta de comparar dos muestras de alpeorujo a fin de conocer el agotamiento), así como para hacer una monitorización sobre la acumulación de aceite en el fruto, además para conocer cuando la lipogénesis ha llegado a su fin.

Para calcular el valor solo se necesita conocer el RGH, la Humedad (H) y aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{RGS (\%)} = \frac{\text{RGH} \times 100}{(100 - H)}$$

Su valor estará en función de la variedad, carga del olivo, condiciones edafoclimáticas, condiciones fitosanitarias del fruto y momento de madurez del fruto. En la Figura 3 se muestra la evolución sigmoideal típica que sigue la acumulación de aceite en la aceituna. Tras la época estival, se inicia una rápida acumulación de aceite en las células del mesocarpo, la cual durará hasta varias semanas después. Tanto la velocidad de síntesis como el punto final de la lipogénesis son factores varietales e influenciado por varias causas como se ha anotado anteriormente; por ello es importante un seguimiento de su evolución, una monitorización de cómo y cuánto aceite se va acumulando en el fruto, para así tener información acerca del mejor momento de recolección.

Como se observa en la Figura 3, el momento de fin de lipogénesis no coincide con el momento de mayor valor de RGH, pues éste último, como ya se ha anotado, está influenciado por la humedad que posteriormente irá perdiendo el fruto, aunque ya todo el aceite está sintetizado en la aceituna. Para obtener una correcta monitorización de la acumulación del aceite se recomienda empezar a tomar muestras representativas de al menos 1 kg un mes antes, aunque mejor entre 6-8 semanas, antes de la fecha prevista de recolección. Este bajo punto nos permitirá obtener una curva sigmoidea más clara. Inicialmente sería suficiente una muestra quincenal hasta que la velocidad de síntesis de aceite se incremente sensiblemente, pasando posteriormente a un muestreo semanal o, si se dispone de medios, cada 5 días a fin de precisar el momento en el que el incremento de puntos porcentuales entre dos muestreos sea inferior a 1. Llegado ese momento es conveniente repetir la toma de muestra para confirmar el fin de lipogénesis y tenerlo todo listo para la

recolección, lo que algunos autores han denominado el “*Momento Crítico de Recolección*”.

Es crucial hacer una correcta toma de muestra, que sea representativa del olivar y tomando de todas las partes del olivo (norte, sur, este, oeste, arriba, abajo, centro y en el interior del olivo).

La monitorización del RGS permitirá determinar el momento de fin de lipogénesis (Figura 4), y, por ende, el momento de mayor contenido graso que alcanza la aceituna. Tanto para el olivicultor que desee maximizar tanto su producción, la calidad, así como el que desee obtener el mejor precio para sus aceitunas, debe emplear este parámetro para conocer cuando recolectar sus frutos, pues la demora de toda fecha posterior al final de la lipogénesis solo acarrea una pérdida de Humedad del fruto y la dilapidación de la calidad nutricional, sensorial y fisicoquímica de sus aceitunas. En la Figura 4 se observa la diferente acumulación de aceite en las campañas 2018/19 y 2019/20, mostrando claramente el momento de fin de acumulación de aceite en los frutos, la cual podría concretar en la tercera semana de noviembre para este caso concreto de la parcela de ensayo del proyecto.

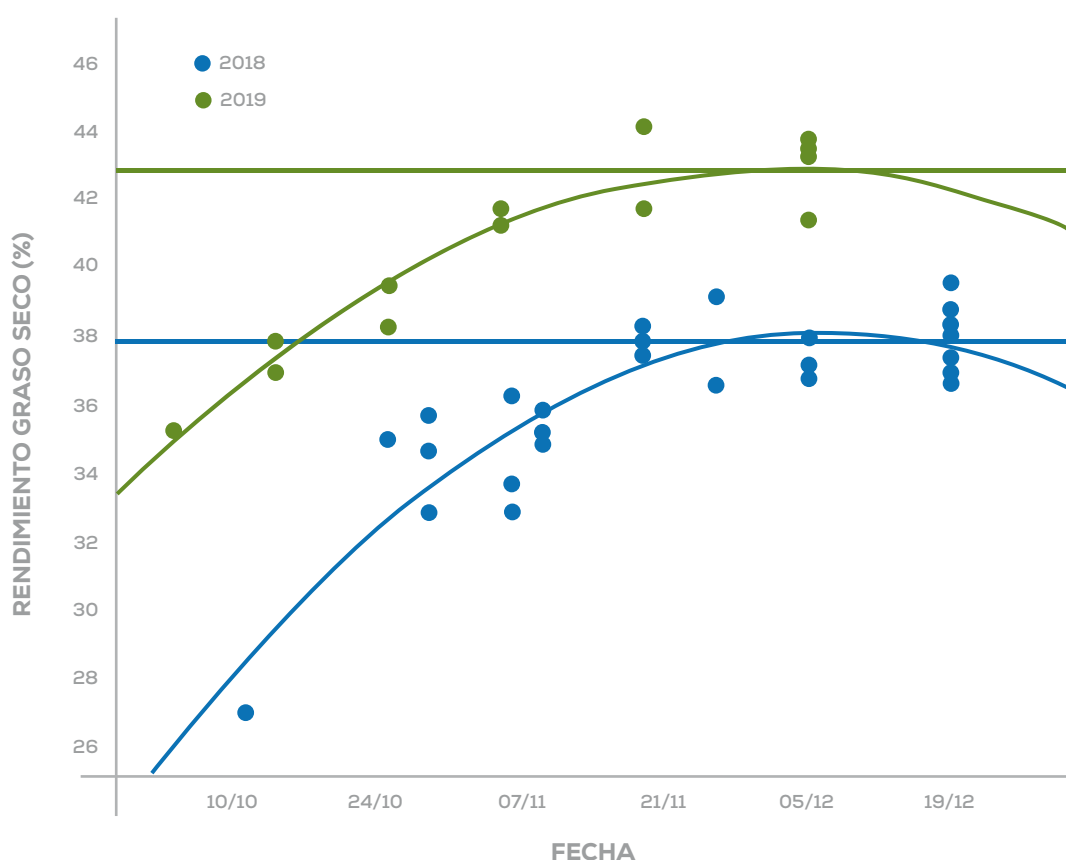


Figura 4. Evolución del RGS (%) de aceitunas Arbequinas cultivadas en marco superintensivo en Alvarado (Badajoz).

## Evaluación del grado de maduración de la aceituna

La aceituna, como todo fruto posee un ritmo de maduración, el cual va a determinar las propiedades del aceite que se va a obtener, sobre todo los aspectos de composición química (fenoles, antioxidantes, pigmentos...), calidad sensorial, sobre todo sus matices cualitativos. Es importante en primer lugar tener claro cuál es mi objetivo en la cadena de valor, saber qué quiero elaborar para tomar las decisiones oportunas a la hora de recolectar la aceituna.

Además, es crucial hacer una monitorización de la maduración de la aceituna, a fin de conocer su velocidad de maduración y conocer cómo va evolucionando el fruto cada campaña.

Para determinar dicho momento óptimo se han empleado diferentes indicadores, pero el método más empleado y mundialmente admitido es el Índice de Madurez (IM), en el que se emplea la evaluación visual de la variación del color externo e interno del fruto. Para determinar dicho índice se toman 100 frutos al azar entre la muestra representativa y se clasifican en los 8 grupos establecidos en función a la pigmentación del epicarpio y del mesocarpio tal y como se refleja en la Figura 5: grupo 0, piel verde brillante; grupo 1, piel verde-amarillenta; grupo 2, piel verde con puntos morados; grupo 3, piel rojiza-morada; grupo 4, piel negra con mesocarpio blanco; grupo 5, piel negra con <50% del mesocarpio negro; grupo 6, piel negra con ≥ 50% y <100% del mesocarpio negro; y grupo 7, piel negra con la totalidad del mesocarpio oscuro. El IM es determinado mediante la siguiente ecuación, donde n es el número de frutos en cada estado:

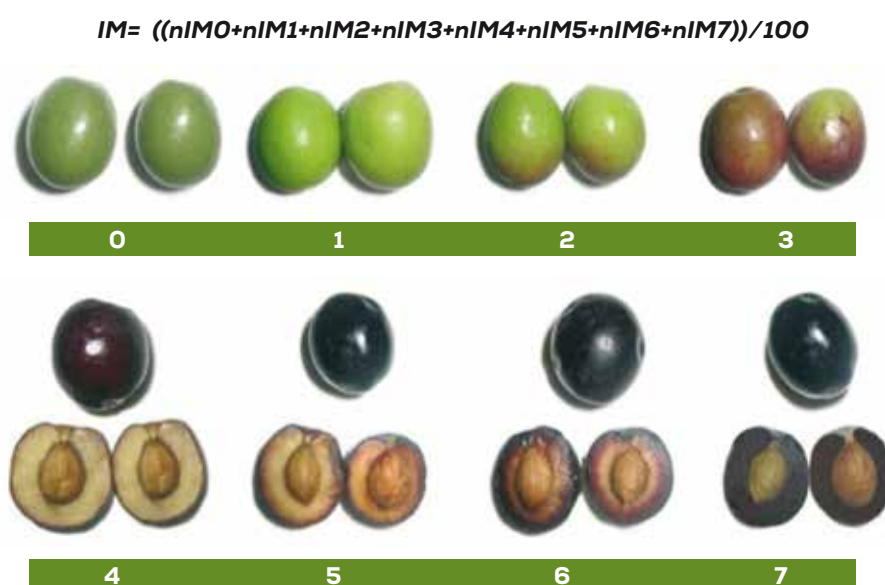


Figura 5. Cambio de coloración de la aceituna en diferentes estados de maduración. Referencias numéricas de cada uno de los estados para evaluar el Índice de Madurez de la aceituna. Imagen cedida por Victorino A. Vega Macías (Investigador del IFAPA de Córdoba).

No solo es importante contabilizar el valor del IM sino también el porcentaje de frutos en cada estado, pues, dos lotes de aceitunas con valores diferentes pueden ofrecer el mismo valor de IM (p.e. dos lotes de aceitunas con 50% de frutos en IM=0 y el otro 50% en IM=2 versus un lote con 25% en IM=0, 50% en IM=1 y el 25% restante en IM=2) y ofreciendo un producto final totalmente diferente.

La velocidad de maduración de los frutos puede verse afectada en diferente a causa de factores edafoclimáticos, la carga del árbol, las características de cada variedad y el manejo del cultivo (riego vs secano; olivar de sierra vs olivar superintensivo), afectan de forma variable a la velocidad de maduración de la aceituna.

Hasta la actualidad los métodos planteados para la evaluación de la maduración de la aceituna para molino no han podido sustituir al propuesto por Marino Uceda, a pesar de que el análisis de laboratorio esté sometido a la subjetividad de una valoración visual de los cambios de color de la epidermis de las aceitunas. No es sencillo diferenciar entre colores muy parecidos como el verde pálido y el verde amarillento, o entre el morado oscuro y el negro. Además, no sería acertado la consideración del color verde de un fruto a mediados de septiembre (inicio de recolección de la aceituna Manzanilla Cacereña para mesa) frente a otra aceituna verde de inicio de noviembre (Cornicabra inmadura), aunque para el técnico, bajo su ojo humano, indique que poseen el mismo estado de maduración.

Por otro lado, y como se ha comentado anteriormente, hay variedades que presentan dificultades a la hora de su evaluación, como las variedades Blanqueta y Verdial, o para el caso de Extremadura, Verdial de Badajoz y Morisca. Tanto la variedad Blanqueta como Verdial de Badajoz sufren una decoloración previa al envero, mientras que la variedad Morisca pigmenta su epidermis de forma temprana pasando de IM=0 directamente a IM=2 sin que su epidermis haya mostrado el color amarillo pajizo característico del IM=1 (Figura 2).



La variedad Arbequina, como puede darse el caso con otras variedades en marcos de plantación superintensivas, no puede monitorizarse su maduración únicamente con su pigmentación externa tal y como se observa en la Figura 6, en la que se observa en 60 días de campaña no llega a superar el envero los frutos.

Por este motivo se hacen necesarios nuevos sistemas para una más correcta y objetiva evaluación del proceso de la maduración que puedan complementar al IM.

La resistencia a la penetración es un método muy común en la evaluación de frutos, pues la maduración provoca el ablandamiento de éstos por la acción de enzimas como las celulasas o poligalacturonasas que debilitan las paredes celulósicas de las células vegetales. Para la aceituna de molino también se emplea dicho parámetro mostrando ser más eficiente para la adecuada monitorización de la maduración de la aceituna que el método del IM, como, por ejemplo, para las aceitunas Arbequina, las cuales muestran en muchas ocasiones, sobre todo para marcos de cultivo superintensivo, un lento cambio de pigmentación que conlleva a un lento incremento del IM a pesar de que los procesos fisiológicos relacionados con la maduración siguen su curso (Figura 7).

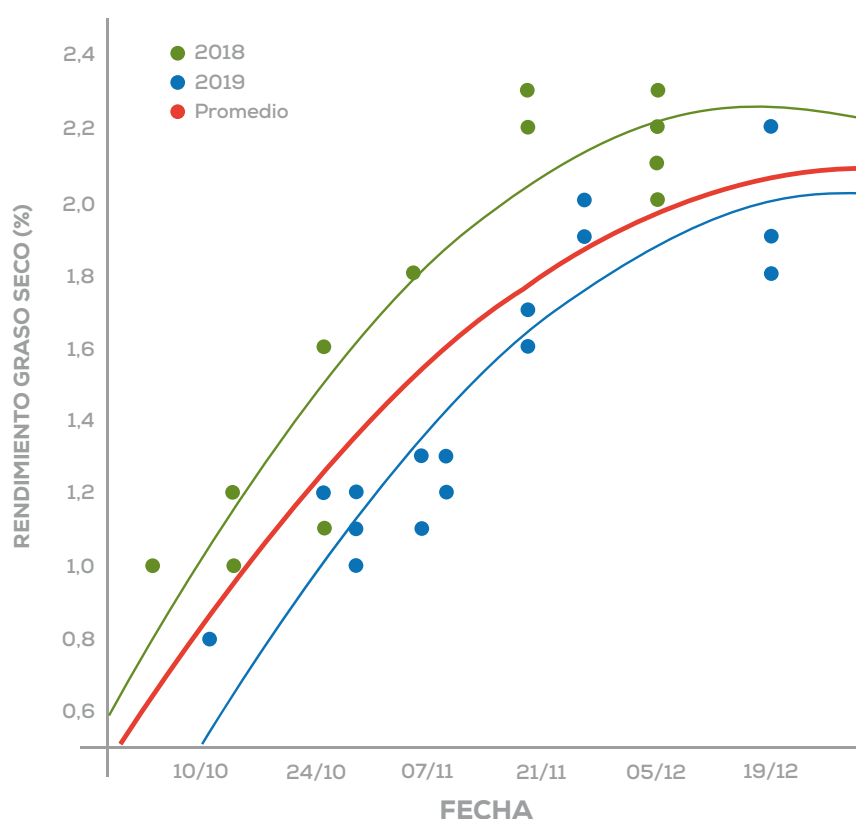


Figura 6. Valores de IM en aceitunas de la variedad Arbequina cultivada en marco intensivo en Alvarado (Badajoz) durante las campañas 2018/19 y 2019/20

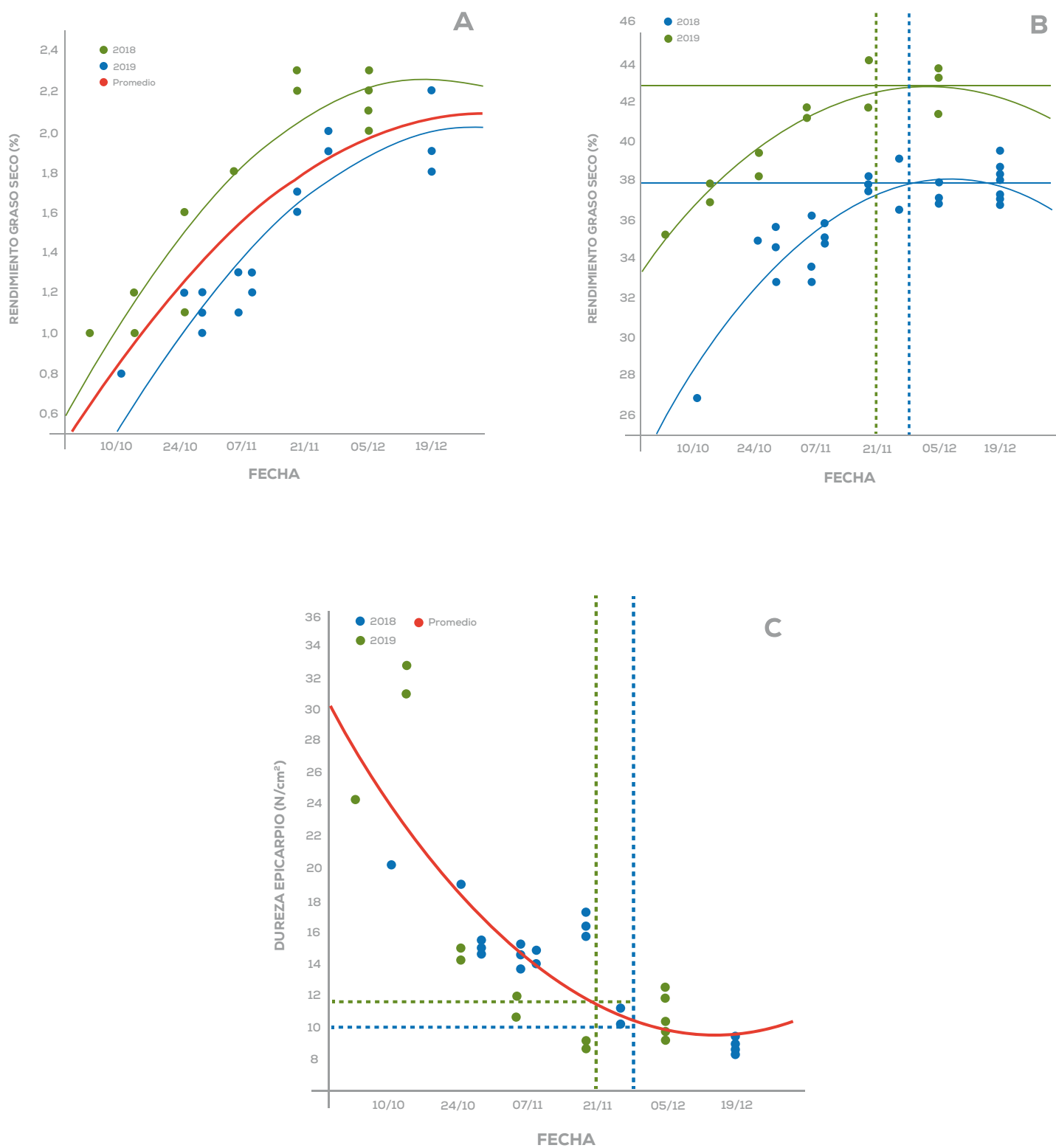


Figura 7. Evolución del índice de Madurez (A), Rendimiento Graso Seco (B) y Dureza del Epicarpo (C) a lo largo de la maduración de diferentes muestras de Arbequina en 2018 y 2019 cultivada en marco superintensivo en la localidad de Alvarado (Badajoz).

El análisis de textura se puede llevar a cabo con un penetrómetro de mano, habitual en el control de frutas en campo, y que permite conocer la dureza del epicarpo. Para obtener más información se emplea un texturómetro de mesa (Figura 8), que permiten determinar la dureza progresiva del mesocarpio además de otros parámetros como deformación. Es importante considerar que las medidas variarán en función del punzón seleccionado (3 o 6 mm habitualmente), siendo el empleado en los resultados mostrados en la Figura 7 el de 3 mm debido al tamaño del fruto en estudio.

Mediante el análisis de la dureza del epicarpo, y, sobre todo, de la pérdida de dureza del mesocarpio de la aceituna se puede implementar la información que nos aporta el Índice de Madurez y la evolución sigmoideal del Rendimiento Graso sobre Seco (Figura 7).

Tanto la dureza del Mesocarpio como el valor de la pendiente muestra unos rangos de variabilidad de un fruto verde hasta que este alcanza el envero mucho más elevado que otros métodos como el IM, el RGH o RGS. Por tanto, permitiría hacer una importante implementación a la metodología que habitualmente empleada por el personal técnico, lo que incrementaría la sensibilidad del resto de parámetros, optimizando la información necesaria para la toma de decisiones antes de la recolección.



Figura 8. Detalle de la medida de los parámetros de dureza con el Texturómetro TA.XTplus con célula de carga de 5kg y punzón de 3 mm.

## Recolección y recepción del fruto

Ya la separación de suelo-vuelo se da por superado, sobre todo en los olivares con sistemas de recolección cabalgantes y el gran número de vibradores que han modernizado el olivar en los últimos 10 años. Además, quien no haga esta básica separación no es porque desconozca el perjuicio que tiene: “La mezcla de un poco de aceituna mala con mucha buena hace toda mala”.

## La integridad física del fruto

En la recolección, sea por el sistema que sea, es crucial evitar la rotura del fruto, pues ello liberará su jugo, un caldo de cultivo perfecto para los microorganismos existentes en el epicarpo de las aceitunas, preferentemente levaduras, puedan provocar fermentaciones y generar metabolitos que determinarán la pérdida aromática y aparición de defectos. Este problema se suele dar en los sistemas de recolección cabalgantes de marcos de plantación superintensivos, los cuales golpean y molestan sensiblemente al fruto. Esto provoca que en pocas horas que el frutado verde que debe ofrecer esa aceituna en octubre, sea un frutado “sobre-maduro” e incluso se detecte olor a agrio. Por ello, es crucial hacer una recolección y transporte de los frutos adecuados para simplemente mantener la calidad de la aceituna hasta su entrada en la almazara.



Figura 9. La pérdida de integridad física de las aceitunas en su transporte provoca pérdidas de calidad sensorial en el aceite resultante.



## La temperatura ambiente durante la recolección

La tendencia cada día mayor de hacer una recolección temprana, que puede ir desde finales de septiembre con variedades como Manzanilla Cacereña o Frantoio, sumado con la prolongación de temperaturas máximas diarias por encima de los 30º C, hace que muchos lotes de aceitunas sean recepcionados en las almazaras con una temperatura del fruto muy elevadas que conlleva a no obtener aceites aromáticos y, en cambio, aparezcan olores a "cocido".

Las herramientas o alternativas para mitigar este daño al estar el fruto inadecuado para obtener la calidad deseada no son muchas ni económicas. Ante la limitación de recolección solo en momentos de luz natural es imposible aprovechar las horas más frías del día. Otras alternativas es la de "robar" el calor, mediante inmersión en agua fría (pero ello es caro y generaría un alto volumen de agua de lavado de aceituna) o aire frío; más económico sería dejar reposar la aceituna en cestos antes de su molturación, siendo poco efectivo e incluso se mantendría o incrementaría el calor en el centro de este por la simple respiración del fruto.

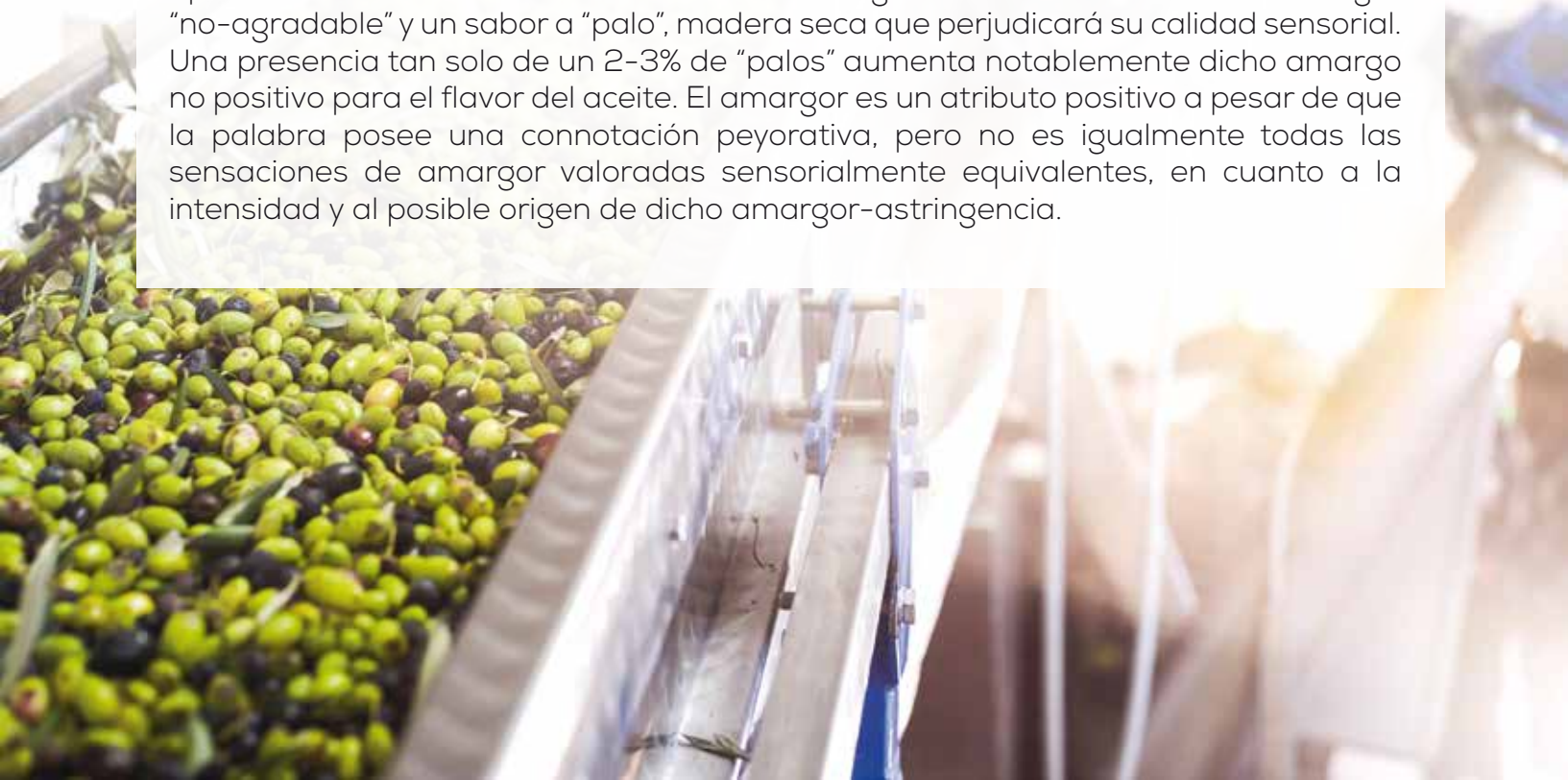
# Limpieza y lavado de las aceitunas

El proceso de lavado de la aceituna ha recibido una baja atención en comparación con otros pasos del proceso, en parte debido al paradigma de “como es negativo” y solo hay que elaborar aceites de calidad con aceitunas de vuelo, no hay que decir nada más. Aunque decantarse por sacar la mejor calidad es el camino para mejorar nuestro sector, también hay muchos productores que no están posicionados en este sentido, que producen parte de ese 45-50% de los aceites de oliva nacionales que no pertenecen a la categoría “Virgen Extra”, y que, a su vez, compran maquinaria que necesitaría ser implementada y mejorado el proceso para intentar buscar una mejora global.

## La eliminación de hojas y otras impurezas

Tras la llegada de la aceituna a la almazara, el primer paso es el de la eliminación de impurezas como hojas, ramas e impurezas pequeñas (polvo, piedrecillas, huesos y frutos pequeños). Este paso debería ser un paso de preparación liviana y solo un control de la mercancía recibida, pero en la mayoría de los casos pasa a ser un servicio de limpieza para el agricultor que ralentiza la descarga y el proceso de recepción del resto de proveedores, así como se provoca una pérdida de eficiencia de la propia limpieza al “atascar”, crear aglomeraciones y dificultar la separación de las impurezas de los frutos, lo que hace bajar la eficiencia del propio lavado de los frutos posteriormente.

Los palos pequeños pasan por la limpiadora y lavadora en muchos sistemas actuales, los cuales, a parte de los problemas de vaciado de las tolvas al favorecer que se apelmace los frutos en la tolva y/o taponen la salida de los frutos en la teja, aportarán al aceite final una intensa astringencia, un aumento del amargor “no-agradable” y un sabor a “palo”, madera seca que perjudicará su calidad sensorial. Una presencia tan solo de un 2-3% de “palos” aumenta notablemente dicho amargo no positivo para el flavor del aceite. El amargor es un atributo positivo a pesar de que la palabra posee una connotación peyorativa, pero no es igualmente todas las sensaciones de amargor valoradas sensorialmente equivalentes, en cuanto a la intensidad y al posible origen de dicho amargor-astringencia.



Por otro lado, la presencia de hojas sí ha sido descrita como positiva en determinados casos y bajo unas condiciones concretas. La presencia de un 2-5% de hojas podrían favorecer el aumento de la calidad aromática (frutado verde hoja), la intensidad de amargor, contenido en clorofila y estabilidad oxidativa de los aceites resultantes. No obstante, estas hojas deberán ser sanas, no hojas con enfermedades, secas o viejas. Las hojas además de poseer enzima lipoxigenasa, poseen presencia de sus precursores, aportando de pigmentos clorofilicos y oleuropeína que incrementarán los sustratos en las reacciones fisicoquímicas durante el proceso de extracción. No obstante, como única nota negativa estaría un ligero aumento de los peróxidos (como ocurren con los aceites tempranos también) en los que los tejidos verdes poseen también enzimas oxidativos (la familia de las lipoxigenasas lo son) que podrían incrementarlos ligeramente, pero sin riesgo, en principio, a superar el límite máximo legislado.

### **El lavado de las aceitunas**

El sistema empleado mayoritariamente por las lavadoras es una inmersión en agua potable de las aceitunas que la arrastra y, que, por diferencia de densidad, las separa de otras impurezas como piedras o metales. Parte de las impurezas quedarán en el agua y deteriorará su calidad de forma inmediata e irreversible, generando un problema más serio de lo que en la actualidad se quiere afrontar. Este incremento de suciedad y de carga microbiana impide llevar a cabo su función de eliminación de impurezas de una forma eficiente. El fruto temprano aún respira y genera calor, que, con el agua adsorbida, crea un medio muy idóneo para el crecimiento de levaduras y bacterias.

Tras el lavado, la eliminación del agua adsorbida en el fruto es importante para reducir el crecimiento microbiano como se comentará en el siguiente apartado y esto se consigue reduciendo la humedad adsorbida en los frutos y manteniendo una mínima calidad de agua en la lavadora.



Como posible solución a la presencia de agua “sucia” de la lavadora, cada día es más frecuente encontrar patios en los que la aceituna es lavada inmediatamente justo antes de entrar en el molino (para frutos de calidad, sanos y que aguantan su integridad en la tolva), o tras el lavado, reciben una ducha de agua limpia que eliminaría el agua sucia adsorbida en la piel de la aceituna, aunque difícilmente también la absorbida por frutos de baja humedad, porque “echar agua a la aceituna” no es igual que “echar aceitunas en agua”.

### **Efecto del lavado sobre el contenido final de pesticidas en los aceites de oliva vírgenes**

Si ya la carga de suciedad es un problema para la almazara, aún más preocupante es si el agua de la lavadora contuviera residuos de fitosanitarios, pues las aceitunas que sean lavadas en estas aguas pueden ser fácilmente contaminadas durante el proceso. Aun así, la lavadora realiza una importante labor de eliminación de pesticidas durante la inmersión en agua, aunque en parte sobre las materias activas hidrosolubles y

en menor medida en las liposolubles en función de muchos factores (presencia de polvo superficial, tiempo desde la aplicación, ceras del epicarpo de la aceituna, tiempo de lavado...).

### **El daño físico del fruto ¿es influyente en la calidad?**

Parece evidente que, en el proceso de transporte, limpieza, lavado, pesado, nuevo transporte hasta la tolva pulmón y caída al molino, los frutos reciben un alto número de impactos que dañan irremediablemente su integridad física. De este daño no toda la culpa es achacable a la limpiadora y lavadora, siendo necesario para minimizar el daño a la aceituna la simplificación al máximo del transporte en las almazaras. A la hora de crecer y ampliarse muchas industrias simplemente suman tolvas y usan metros y metros de sinfines para hacer llegar la aceituna al molino.



*Figura 10. El lavado de aceituna es una opción que el maestro deberá decidir en función a factores intrínsecos de cada almazara.*

Además del aspecto de ser elementos de difícil limpieza y, por tanto, de escasa higiene, son puntos donde la rotura del fruto y el daño se harán muy evidentes. Quizás un poco de “empatía” entre ingenierías, soldadores, quien toma las decisiones en una almazara y quienes están trabajando en ellas, sería necesaria para concienciarnos que el fin no justifica los medios, que el fin de llevar las aceitunas de un punto a otro del patio no justifica que ésta tenga que llegar como sea. No obstante, resultados propios relacionan más la presencia de frutos rotos antes de la descarga de la carga en la tolva de recepción que los rotos y deteriorados tras el proceso de limpieza y lavado sobre los parámetros de calidad, más concretamente sobre la acidez de los aceites resultantes.

El hecho que este transporte, la limpieza y lavado de los frutos puede no afectar negativamente a la integridad de los frutos lo tenemos en el hecho que varias industrias de aderezo, al menos con la variedad Hojiblanca, recepcionan, limpian e incluso lavan la aceituna destinada a aderezo en verde y no para negras-oxidadas, sin que ello les haya supuesto una pérdida de rendimientos en la aceituna de primera. Este uso en la industria de aceituna de mesa tendría una finalidad de reducir polvo, residuos de pesticidas, carga microbiana no deseable y bajar la temperatura de los frutos.

**Posibles aspectos negativos del lavado y mecanismos para minimizarlos**

En la Tabla 1 se resumen los aspectos negativos identificados en la bibliografía consultada y su potencial efecto en el proceso de extracción, así como las posibles soluciones que se podrían implantar o favorecer una reducción del impacto negativo.

Efecto negativo sobre...	Repercusión	Posible solución
Extractibilidad	Se reduciría la extractabilidad por la adsorción del agua: en un 0,3%.	Mejorar el escurrido para reducir el agua adsorbida.  El agua absorbida es difícil retirarla y a menor humedad de los frutos habría una mayor absorción. Aun así, estos frutos “secos” suelen entrar al molino incluso con agua adicionada en el mismo molino para evitar atranques y facilitar su fluidez entre la tobera del molino y la batidora.
Rendimiento Industrial	No significativo en frutos sanos de vuelo, pero algo de aceite podría quedar en las aguas de las lavadoras.	Los frutos que han perdido la integridad física, los rotos, son los que liberarían dicho aceite. Parte de estos provienen del campo y de un transporte dentro de la almazara deficiente.

Tabla 1. Aspectos negativos recurridos en la bibliografía consultada para desaconsejar el lavado de la aceituna, su influencia en el proceso y posibles mecanismos para reducir su impacto.

Efecto negativo sobre...	Repercusión	Posible solución
<b>Humedad de la aceituna</b>	Aumenta la humedad de los frutos lavados, sobre todo en los de baja humedad.	Se podría diferenciar el agua absorbida por el fruto, el cual ya entraría en el molino con ella, y la adsorbida que se podría reducir con un eficiente escurrido.
<b>Pérdida de estabilidad oxidativa y K225</b>	Los fenoles son parcialmente polares y la presencia de agua dificultaría su solubilización en el aceite.	Ídem que en el apartado anterior.
<b>Parámetros fisicoquímicos de calidad (acidez, peróxidos, ésteres etílicos, K232 y K270)</b>	Inicialmente no se verían afectados.	
<b>Valoración organoléptica</b>	Reducción de la calidad sensorial y valorización.	<p>No todos los estudios ven una pérdida en intensidad del frutado, incluso mejoras en resultados puntuales. Más que una diferencia en intensidad se aprecia una diferencia cualitativa en los descriptores.</p> <p>La (mala) calidad del agua podría afectar a la maquinaria enzimática de la ruta de la lipoxigenasa con otros enzimas provenientes de microorganismos, bien por competencia por sustratos o por inhibición de las enzimas.</p>
<b>Color</b>	Oxidación de las clorofilas y feofitinas.	La maquinaria oxidativa de los microorganismos podría favorecer la oxidación de muchos compuestos durante la extracción.
<b>Coste de producción</b>	El consumo de agua potable y gasto eléctrico incrementan los costes de producción.	<p>La reutilización del agua y empleo de motores de bajo consumo con la ayuda de la gravedad deberían ayudar a reducir el gasto.</p> <p>No obstante, el gasto por el efecto abrasivo de piedras y otras impurezas que suelen entrar en la almazara son un gasto que se reduce con el lavado.</p>
<b>Impacto medioambiental</b>	El consumo de agua potable y su gestión .	<p>Optimizar el consumo mediante una depuración y su empleo para riegos podrían ser opciones para la reducción del impacto y de la huella hídrica de la almazara.</p> <p>El consumo de agua diario puede variar en función de la suciedad de los frutos pudiéndose cifrar entre un 5-10% v/p.</p>

Tabla 1. Aspectos negativos recurridos en la bibliografía consultada para desaconsejar el lavado de la aceituna, su influencia en el proceso y posibles mecanismos para reducir su impacto.

Sobre la influencia del lavado o no de los frutos sobre las características sensoriales se han obtenido en las publicaciones consultadas conclusiones dispares, en el que se obtuvo una mayor intensidad de frutado incluso en aceitunas lavadas frente a los lotes de aceitunas no lavadas. El lavado podría no aumentar la intensidad de defectos en los aceites resultantes, pero sí podría conllevar un decremento de intensidad del frutado, picante y amargo (por la menor concentración de fenoles), bajada del “verde” y aumento del “maduro” y del “dulce”.

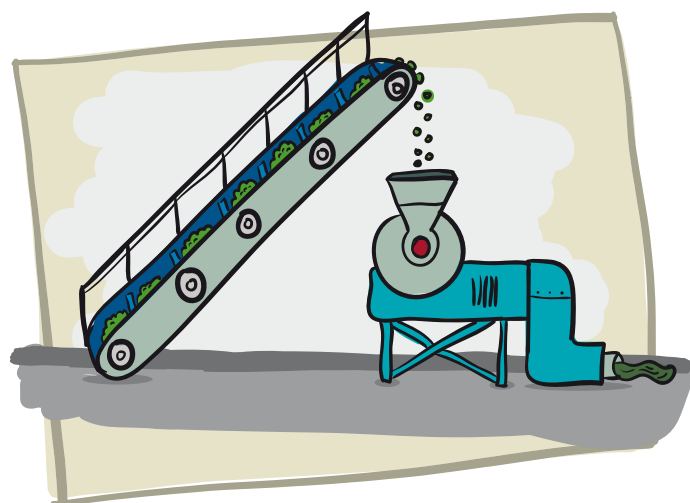
El maestro de almazara debe encontrar una solución de compromiso, pues el lavado actúa como medida correctora: (a) para eliminar impurezas que reducirían la calidad del producto final, (b) eliminación total o parcial de posibles pesticidas y (c) reducción del riesgo de averías en los molinos y roturas de piezas.

## Molienda de la aceituna

El aceite se encuentra en oleosomas o gotas de aceite dentro del citoplasma de cada célula. Para facilitar la liberación de este aceite, las aceitunas se trituran en molinos, los más habituales son los molinos metálicos, consistentes en un eje con martillos que golpean repetidamente las aceitunas para triturarlas hasta un tamaño de molienda inferior al de la criba. Tal tamaño suele rondar desde los 4 a los 7 mm, de acuerdo con las características del fruto, aunque los más frecuentes tienen montadas cribas de 5 o 6 mm.



Figura 11. La presencia de imanes ayudar a reducir el riesgo de entrada de metales al molino.



Existe una influencia entre la cantidad de aceitunas con la que se alimentan las batidoras y la calidad del aceite que se obtiene (calidad relacionada con la concentración de Fenoles). Con distintas cargas de alimentación a un molino, existe un máximo en la concentración de Fenoles del aceite obtenido, estando éste cercano al valor óptimo teórico del molino de martillo. La intensidad de trabajo también influye en la calidad de los aceites obtenidos, no solo variando la concentración de Fenoles, sino además influye en los valores de Índice de Peróxidos y de Acidez, siendo estos menores cuanto mayor volumen de trituración de aceitunas se realiza, debido principalmente a que a mayor cantidad de aceitunas menor contacto con el oxígeno atmosférico y menor tiempo de contacto con las enzimas que favorecen la hidrólisis u oxidación de los ácidos grasos.

Un aspecto que tener en cuenta en los ensayos son las características del fruto, en cuanto al tamaño y relación pulpa-hueso de este, pues una baja relación podría causar un mayor calentamiento en la rotura del hueso frente a aceitunas con un mayor contenido en pulpa y humedad.



*Figura 12. Las cribas deben conservarse ordenadas y protegidas contra deterioros.*

Como principales consideraciones en la molienda debemos destacar (1) el estado del molino y (2) el cómo hagamos la molienda, pues afectará a la calidad final del aceite. En primer lugar, el estado del molino no solo es referirse a su limpieza, sino también al estado de las pastillas y la criba (Figura 13). La limpieza es indudablemente crucial, y siendo conscientes que se ensucia durante el trabajo en campaña, hay que diferenciar que es la suciedad de un día de trabajo frente a la suciedad ennegrecida e incrustada en muchos molinos (Figura 14). Esta suciedad permanente no es solo una fuente de malos olores y sabores, si no que a la vez inculca bacterias y levaduras que son capaces de alterar la calidad sensorial del aceite final en tan solo el tiempo que tarda la pasta en batirse, a la vez que crea focos de más fuentes contaminantes en los siguientes pasos del proceso.

Las pastillas y las cribas deben tener un estado óptimo para favorecer la rotura y dilacerado de las aceitunas. Una criba debe estar rugosa por su cara interior y las pastillas sin sus filos romos a fin de que la rotura del tejido sea más eficiente y rápida; un molino con sus piezas gastadas tarda más en romper el fruto hasta un tamaño suficiente para salir del molino, provocando una mayor permanencia del fruto dentro del molino, incremento del consumo y mayor calentamiento de la pasta.



*Figura 13. Un mal agotamiento de los orujos puede venir por un mal estado de conservación de pastillas y criba.*



*Figura 14. La suciedad de los molinos pueda provocar pérdida de atributos sensoriales frescos e incluso aportar defectos que perjudiquen la clasificación comercial de los aceites.*

En segundo lugar, el cómo hacer la molienda es también importante, pues por un lado debemos tener un molino potente para que nos llene la batidora lo antes posible, recomendando tener una capacidad de molienda que pueda llenar una batidora en 15-30 minutos, sobre todo aquella que haga pequeñas partidas y maquilas. Para mejorar la calidad sensorial es recomendable hacer una molienda en la que el molino vaya con un bajo consumo, sin un amperaje alto; además, una vez llena la batidora y trabajando en continuo, mejor que el molino muele al ritmo del decánter antes que estar arrancando y parando de forma continua. Con ello se favorecerán la generación de aromas positivos y que los aceites sean menos amargos y picantes, es decir, más “redondos”, pues suelen solubilizarse menos los fenoles en el aceite final. Los molinos ofertados actualmente de “bajas revoluciones” parece ser que están dando interesantes resultados, no obstante, cada almazara debe saber su papel en la cadena de valor de los Aceites de Oliva y qué calidad desea obtener, y con eso, actuar en consecuencia a la hora de equipar su almazara.



## Coalescencia: Batido – amasado de la pasta de aceituna

La masa de aceitunas trituradas está formada por una fase sólida (trozos de huesos y pulpa) y fases líquidas de distintas densidades (gotas de aceite y alpechín en fase continua). Como consecuencia del contacto del alpechín (siendo este el agua aportada durante el proceso más el agua de vegetación), las proteínas solubilizadas en el alpechín se depositan en las gotas de aceite, desnaturalizándose parcialmente y formando membranas lipoprotéicas que aportan a las gotas una estabilidad considerable.

El batido es la fase en la cual, mediante el amasado lento y continuado de la pasta de aceituna, ayudándonos con una temperatura controlada, favorecemos la rotura de la emulsión agua-aceite formada durante la molienda. Con ello se promueve la coalescencia de las gotas de aceite liberadas durante la molienda, aumentando de este modo la proporción de mosto suelto, y favoreciendo así una buena separación de las diferentes fases que constituyen la pasta en las fases posteriores de centrifugación o presión.

Este paso es el único paso en lote en el proceso de extracción, punto del proceso en el que tienen lugar un altísimo número de procesos: coalescencia, reacciones enzimáticas variadas (síntesis de compuestos volátiles, oxidativos, etc.), fenómenos fisicoquímicos que afectan a la difusión-solubilización de compuestos, etc.

Sobre el batido afectan innumerables factores: las características de las aceitunas, la molienda, la composición química del espacio de cabeza, geometría de la batidora, forma de palas, la energía calorífica (aportada o robada) y el tiempo de duración de estos factores actuarán determinarán no solo la calidad sensorial, nutricional, sino también el rendimiento económico del proceso.

A pesar de la gran importancia del batido, hoy en día existe una clara deficiencia en la eficiencia y efectividad de este punto del proceso. La masa de aceituna recién triturada no posee la temperatura óptima para maximizar la coalescencia de las gotas de aceites liberadas, perdiéndose el 50% del tiempo destinado al batido en que la masa de aceituna alcance la temperatura de consigna para una calidad adecuada. Ello provoca que los tiempos de batidos se alarguen a dos horas, cuando lo recomendado es una hora, e incluso menos de 50 minutos para Aceites de Oliva Virgenes Extra (AOVE) de calidad *Premium*.

A esta deficiente forma de batir se une en los últimos años otro problema durante el batido: las “pastas calientes” favorecido por el adelanto de la recolección a principios de octubre, como ocurre en la recolección con equipos cabalgantes en olivos en recolecciones tempranas, para así obtener una calidad excelente y diferenciadora en el mercado de los AOVE.

### Efectos del batido sobre la masa de aceituna

La masa de aceitunas triturada está formada por fases sólidas, trozos de huesos y pulpa, y fases líquidas, gotas de aceites y alpechín en fase continua. La preparación de la pasta requiere un batido para facilitar que las gotas de menor estabilidad, generalmente las de mayor tamaño, se unan por coalescencia formando en algunos casos las bolsas de aceite que se desligan de los sólidos de la pasta. La trituración de las aceitunas sólo consigue entre el 40-50% de las gotas de aceites dispersas en la pasta tengan un diámetro superior a los 30 µm. Para la separación en fase continua el diámetro de las gotitas deberá superar las 30 µm (Figura 15), pues la estabilidad de las gotitas de aceites es tanto mayor cuanto menor es su tamaño, dificultándose así su agrupación es gotas más gruesas. Solamente tras el batido se puede conseguir que las gotas de un tamaño mayor de 30 µm superen el 80%.

El batido además complementa el efecto del cizallamiento de las partes insuficientemente tratadas. El batido consigue, junto con la coalescencia de las gotitas de aceites, un decremento de la viscosidad de la masa de aceituna, decremento que favorecerá la separación sólido-líquido.

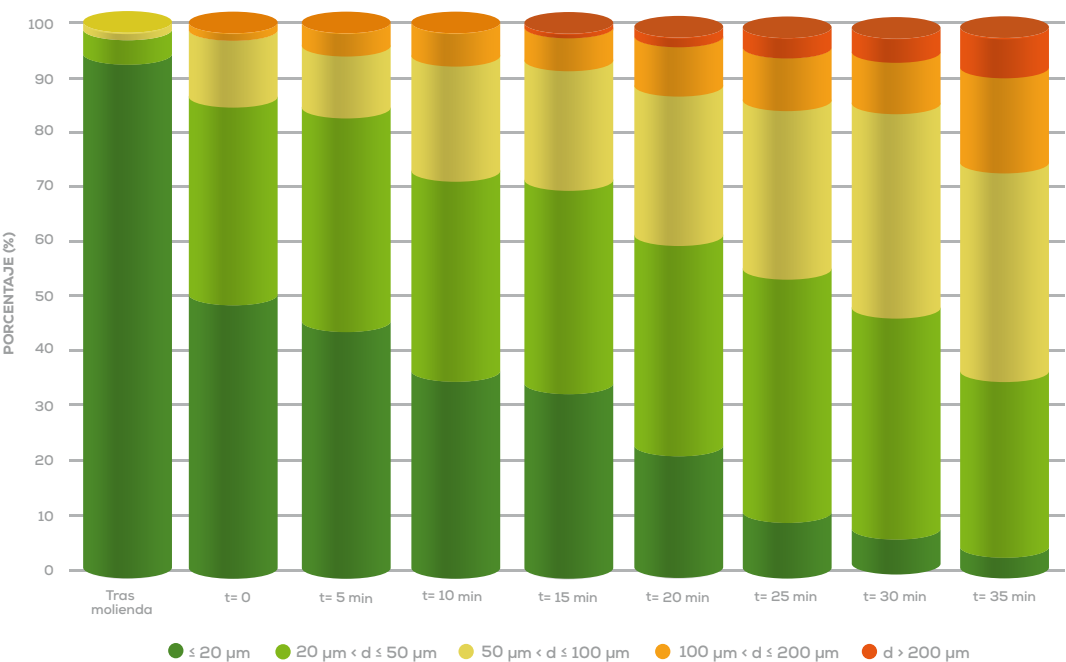


Figura 15. Tamaño de las gotas de aceites de oliva durante el batido. Tomado de Kalogianni et al. (2018).



Figura 16. La coalescencia de las gotas de aceites provoca en ocasiones una gran "balsa" de aceite sobrenadante.

## Tipos de batidoras

La batidora es básicamente una cámara de acero inoxidable provista de un eje con paletas que "amasa" la pasta de aceituna y adecúa una temperatura gracias a una doble pared o camisa, tuberías internas o paletas huecas por las que circula el fluido calefactor. El movimiento de estas paletas deberá ser el suficiente como para facilitar la homogenización de la masa y la coalescencia de las gotas de aceite. Las paletas que mueven la masa pueden ser de dos tipos principalmente: helicoidales o triangulares, sin que se haya localizado en la bibliografía consultada estudios objetivos de la influencia del tipo de aspás en la calidad final del aceite obtenido.

Según la forma o posición del eje de las paletas de batido, se pueden clasificar en:

- **Batidoras Horizontales:** De forma semicilíndrica, son las más comunes en la actualidad. Las paletas giran alrededor de un eje paralelo a la base de la termobatidora. Suelen encontrarse en las almazaras de dos a cuatro cuerpos, permitiendo la circulación de la masa en cascada, aunque ya son frecuentes las organizadas en paralelo de forma que cada cuerpo bate de forma independiente.
- **Batidoras Verticales:** Son batidoras cilíndricas en las que el eje de la batidora gira en torno a un eje perpendicular a la base de la batidora. Una diferencia que posee frente a las horizontales también se encuentra en las paletas, las cuales suelen ser de mayor diámetro.

No son muchos los estudios que indiquen qué tipo de batidoras son mejores o afectarían negativamente a las cualidades del aceite que se obtendrá, aunque algunos investigadores destacan que las batidoras horizontales mejoran el dilacerado, la uniformidad y la regulación del tiempo de tratamiento, mientras que, las batidoras verticales poseen menor superficie de contacto con el aire y oxidaría menos la pasta de aceituna.

Para la comparación entre batidoras y valorar su rendimiento se deben tener en cuenta dos aspectos:

- **1.- Un aspecto cinemático**, relacionado con la forma de moverse la masa de aceituna triturada en su interior, que favorezca los procesos de dilaceración de las células. El rendimiento máximo se alcanzaría cuando las paletas lograsen mover toda la masa a la vez a una velocidad ideal. La eficiencia cinemática de una batidora es inversamente proporcional al radio de esta, siendo más eficiente el batido cuanto menor radio posea una batidora.
- **2.- Un aspecto térmico**, relacionado más con el decremento de la viscosidad del aceite contenido en la masa de aceituna que con el calentamiento de la masa de aceitunas, facilitándose su separación. Un proceso de batido es eficiente térmicamente cuando se minimiza al máximo el tiempo hasta que se alcanza la temperatura de consigna. Está claro que el rendimiento térmico de una batidora se correlaciona con la relación superficie/volumen de esta, con lo que al incrementar la superficie de contacto entre la masa de aceituna y la superficie de intercambio de calor se alcanza en menos tiempo la temperatura de consigna.

Entre los diferentes sistemas innovadores que se están investigando (ultrasonidos, pulsos eléctricos, etc.) son los intercambiadores de calor (utilizados no solo para enfriar la masa sino también para calentarla) los que mejores resultados pueden ofrecer.

No hay que objetar que el proceso de batido posee un coste económico en la producción de Aceites de Oliva Vírgenes (AOVs), y este coste será menor cuanto mayor sea el radio de la batidora. Nuevamente se vuelve a plantear la idea del objetivo de la molturación: calidad versus cantidad, es decir, qué AOVs se desean obtener.

*Figura 17. El control de la temperatura en batidora es clave para la calidad buscada, pero sobre todo tener la pasta a la temperatura consignada lo antes posible.*



En número de cuerpos de las batidoras, ya sean horizontales o verticales suelen variar de 2 a 6 cuerpos, dependiendo básicamente de la capacidad de trabajo del decantador centrífugo. Así podemos encontrar decánteres que ya alcanzan capacidades de 25 t/h, frente a los modelos más pequeños que molturan por debajo de la tonelada por hora. El batido es un paso muy importante, y como se describirá más adelante, un tiempo de batido correcto es indispensable tanto para la calidad como un máximo agotamiento. Por ello, el número y dimensionamiento de los cuerpos de las batidoras es vital, debiendo ser calculados, en primer lugar, en base a la calidad comercial que se desea obtener, y posteriormente con respecto al sistema de separación sólido-líquido.

En la actualidad se están comercializando batidoras inertizadas o con atmósfera controlada para minimizar los efectos de la oxidación y pérdidas de aromas. Su uso no está aún muy difundido, quedando relegadas a pequeñas almazaras que buscan la extrema calidad. La finalidad de estas batidoras es minimizar el efecto oxidativo del oxígeno sobre compuestos de interés nutricional. Sin embargo, algo de oxígeno es necesario para la ruta de síntesis de aromas, la ruta de la Lipoxigenasa. La clave está en aportar la cantidad adecuada de oxígeno durante el batido. En una batidora cerrada, sin intercambio gaseoso con el aire, existe durante el batido un consumo de oxígeno y generación de  $\text{CO}_2$  (Figura 18. En función del modelo de la batidora, la aceituna (variedad, estado de madurez, etc.) y otras variables del batido (tiempo y temperatura), el oxígeno aportado por la molienda y espacio de cabeza de la batidora podría ser suficiente. Para obtener una mejor intensidad de aroma las batidoras deben permanecer cerradas, evitando el "escape" de aromas, con un espacio de cabeza de aproximadamente el 25% del volumen de la batidora, que sería suficiente para la síntesis de compuestos volátiles, y, además, el  $\text{CO}_2$  generado, posee un papel protector contra las oxidaciones.

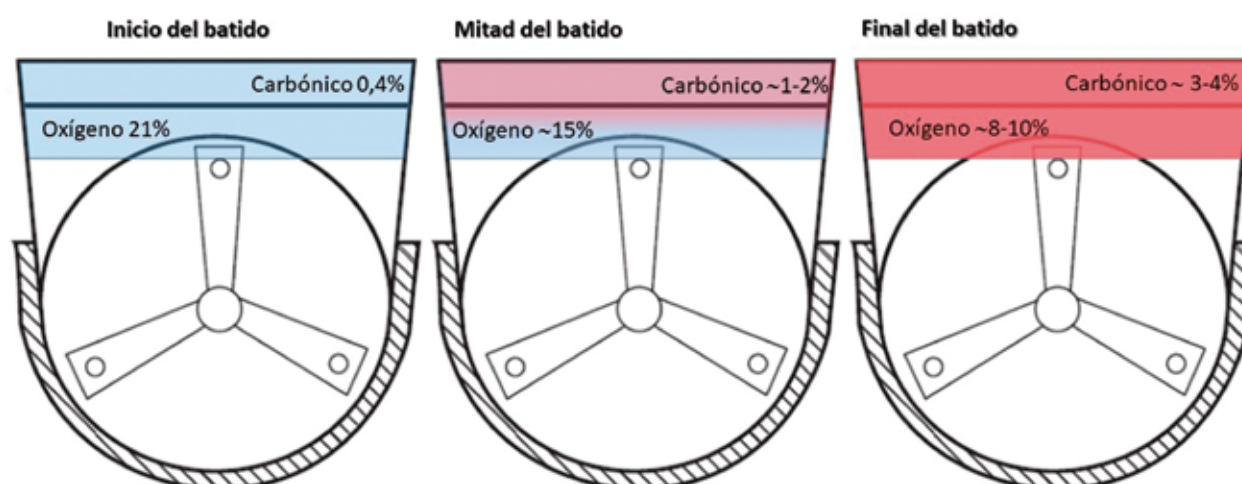


Figura 18. Durante el batido se consume  $\text{O}_2$  y se genera  $\text{CO}_2$  que puede ayudar a proteger oxidaciones y pérdida de volátiles durante el batido.

## Principales parámetros que controlar durante el batido

Durante el batido existen una serie de factores o parámetros que han de ser controlados para minimizar la pérdida de calidad del producto final.

### Tiempo de batido

Es el tiempo de permanencia que estará la masa de aceitunas en el interior de los cuerpos de batido. Como anteriormente se ha comentado, el diseño del número y capacidad de los cuerpos de batido dependerá de la capacidad de trabajo del sistema empleado en la separación sólido-líquido, pero, además, hay que tener en cuenta el sistema de molienda empleado, así como el tipo de centrifugación empleado (dos o tres fases). El tiempo de batido puede favorecer o perjudicar la extractabilidad según las características de las aceitunas, pues con unas aceitunas con un alto contenido en humedad y tiempo de batidos largos se favorecerán las emulsiones, disminuyendo la extractabilidad. En cambio, aceitunas con una adecuada humedad, a mayor tiempo de batido, se obtienen mayores valores de extractabilidad.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que con tiempos de batido largos se favorecen los procesos de oxidación, disminuyéndose el contenido en sustancias de interés nutricional como los Derivados Secoirroideos de la Oleuropeína o el Hidroxitirosol. Los compuestos fenólicos en general poseen una baja solubilidad en el aceite, y su presencia final va a depender de un equilibrio entre factores que favorecen su presencia en el aceite (relación directa con la temperatura hasta un límite, bajos valores de pH de la pasta de aceituna) y factores que propiciarán su oxidación (presencia de peroxidasas y polifenoloxidasas, tiempo de batido, temperatura excesiva, aireación...).

Los **componentes volátiles** que se generan a partir de la molienda incrementan su concentración en los aceites obtenidos al incrementarse el tiempo de contacto de la masa de aceituna con el aire, aunque hay que tener en cuenta que esto estará influenciado por la temperatura consignada que podrá favorecer la desaparición de los compuestos volátiles si es excesivamente elevada, obteniendo el efecto contrario al buscado alargando los tiempos de batido.

El tiempo de batido también va a influir en otros parámetros fisicoquímicos de los AOVs, como en el **color** que poseerán los aceites. Cuanto más tiempo de batido, se obtendrán aceites con mayor concentración de clorofilas, por tanto, más verdes. Estas diferencias de coloración son perceptibles con tiempos de batido entre los 30 y los 60 minutos. La temperatura también tendrá una relación directa con la solubilidad de las clorofilas; en cambio, no existen diferencias significativas en cuanto a concentración de carotenoides.

La medición del tiempo de batido en las almazaras con batidoras de diferentes cuerpos en serie es, en muchas ocasiones, difícil de determinar, pues no existe garantía exacta del vaciado completo de la batidora. Este tiempo deberá ser estimativo y deberá ser determinado por el Maestro de Almazara en base a la información que obtenga del estado de la aceituna, características de humedad, grado de madurez, etc. En Italia, para determinar el tiempo de batido en los sistemas de elaboración en lotes o "batch", se suma la mitad del tiempo de llenado, la mitad del tiempo de vaciado y el tiempo de batido tras el llenado y antes de bombear masa en la batidora.



*Figura 19. De poco puede ayudar el control de las variables térmicas, de tiempo o de atmósfera si la higiene no es lo primero que se posee.*

## **Temperatura**

La viscosidad del aceite, y por tanto su fluidez, está directamente relacionada con la temperatura: al aumentar la temperatura, la viscosidad es menor, facilitándose así la separación del aceite de los sólidos que la contienen, además de favorecerse la actividad de las enzimas contenidas de forma natural en las aceitunas, las cuales también actúan las proteínas (oleosinas) que recubren los oleosomas, favoreciendo su coalescencia.

La temperatura adecuada para el batido deberá ser el punto de intersección entre calidad y extractabilidad deseada, es decir, si buscamos aceite de extrema calidad habrá que utilizar una temperatura baja, desde los 20 a los 27º C. Sin embargo, con esta temperatura no conseguiremos unos óptimos agotamientos de los orujos. Por otro lado, si no buscamos calidad, sino maximizar la cantidad de aceite, se empleará la temperatura máxima, agotando los orujos al máximo, pero elaborando, muy probablemente, un aceite de oliva lampante, destinado para refinado. Es importante destacar que no siempre tiene por qué cumplirse esta premisa, pues variedades con una óptima extractabilidad, como la Picual, puede ofrecer resultados muy buenos a temperaturas menores de 20º, o como Arbequina, en cuya molturación el empleo de mayores temperaturas de batido no llega a mejorar significativamente los agotamientos de los orujos.

La elección de la temperatura de batido deberá venir dada por la fácil extractabilidad del aceite y el destino comercial que se desee para el AOVE. Por ello habrá que decidir qué aceite se desea elaborar, cual es mi nicho de mercado o los gustos de los consumidores, y qué es más importante para la industria: la calidad o la cantidad. La temperatura de la masa que sea el punto de intersección entre calidad y cantidad, aquel que me permita obtener una buena calidad y un agotamiento de los orujos sensato, deberá estar entre los 25-27º C.

El empleo de temperaturas mayores a 35º C favorece las alteraciones en la calidad de los aceites: la pérdida de aromas, aumento del índice de peróxidos al acelerarse las reacciones de oxidación, oxidación de fenoles con la consecuente pérdida de estabilidad, incremento en la concentración de ceras, alcoholes alifáticos, alcoholes triterpénicos (eritrodiol y uvaol), clorofilas, carotenoides, etc. El aumento de la temperatura de batido incrementa inicialmente el contenido en fenoles del aceite debido a que se incrementa la solubilización de los fenoles por el decremento inicial de la viscosidad de la pasta por la temperatura, aunque posteriormente disminuye debido a que se ven favorecidos procesos oxidativos por la temperatura.

## Coadyuvantes en la extracción de aceites

En el proceso de extracción de los aceites de oliva está permitido el empleo de ciertos coadyuvantes que ayuden a incrementar los rendimientos industriales de la almazara, sobre todo en determinadas circunstancias en las que se forman pastas en las que la coalescencia de las pequeñas gotas de aceites liberadas de los oleosomas tras la molienda tiene lugar de una forma deficiente.

A nivel nacional el RD 640/2015 recoge la lista de coadyuvantes tecnológicos autorizados para la elaboración de aceites vegetales comestibles y sus criterios de identidad y pureza. Dentro de este RD solo son dos los coadyuvantes permitidos a nivel nacional: el silicato magnésico hidratado (talco natural) y la arcilla caolinítica. Siendo la primera la más empleada en las almazaras.

El talco es un aditivo alimentario ampliamente empleado en la industria alimentaria (E553b) y cuyas aplicaciones son muy variadas tal y como se puede consultar en el Reglamento CE 1333/2008. Sobre el talco se ha investigado mucho, ampliándose sus conocimientos, comparando diferentes cantidades y formas de presentación, así como frente a otros candidatos que aún no han sido admitidos para su empleo en las almazaras como son el Carbonato Cálcico o la Sal.

## **Actuación del talco**

El talco no actúa químicamente, sino por sus propiedades físicas. La forma de actuación del talco en muchas ocasiones se ha justificado con una supuesta propiedad de absorber agua y ayudar a “equilibrar” la ratio agua/aceite presente en la pasta de aceituna y facilitar así la coalescencia rompiendo la emulsión. Sin embargo, el talco no absorbe agua, sino más bien absorbería aceite. El talco actuaría adsorbiendo las pectinas y actuando sobre las uniones electrostáticas pectina-proteína que actúan como emulsificantes de la pasta. No obstante, el empleo de talco podría afectar a la solubilidad de determinados compuestos vinculados con la calidad sensorial como se abordará más adelante.

La intensidad de estas consecuencias dependerá mucho la dosis aplicada, así como el tipo de talco empleado e intensidad de la mejora en el proceso de coalescencia. De forma global, existirían dos tipos de talco en función del tamaño de partícula: microtalco natural y el talco micronizado, siendo de acuerdo con los estudios publicados, en teoría, más eficiente el de menor tamaño de partícula al poder actuar con una mayor relación superficie-volumen, aunque las impresiones de maestros de almazara no siempre coinciden con los resultados publicados. A su vez, las diferentes casas comerciales pueden tener una composición diferente, la cual debe ser consultada en su ficha técnica, siendo recomendado, en base a estos estudios científicos, las que posean un mayor porcentaje de Carbonato Cálcico. No obstante, cada almazara debería hacer sus pruebas, pues no debe dar nada por verdad incontestable, pues son varios los maestros que declaran la mejor o peor eficiencia de determinado producto en base a sus propias realidades y formas de trabajo.

## **Ensayos industriales: ¿Funciona el talco?**

Antes de profundizar en estos resultados reales, es importante anotar que el talco es importante dosificarlo correctamente, en cantidad adecuada y constante empleándose un equipo adaptado a las características del talco que se va a

emplear, teniendo en cuenta su tamaño de partícula, densidad y recomendaciones del fabricante.

El punto de aplicación no debería ser ni en el molino ni justo tras la molienda de la pasta, debiéndose hacer en un punto donde se garantice que el talco que cae se va a mezclar de forma homogénea con la pasta. El talco no deberá quedar ni flotando sobre el aceite descolgado ni formando “un reguero” sobre la pasta. En base a ello se debería añadir en batidoras de dos y tres cuerpos horizontales al final del primer superior, antes de caer por el rebosadero al siguiente.

La cantidad de talco necesaria será la mínima indispensable para adquirir las ventajas elaiotecnias que nos puede aportar el talco, y estará en relación directa con el tamaño de partícula de talco que se haya adquirido. Para ello es obligado hacer las pruebas necesarias a fin de ajustar dichos beneficios. Cada talco podrá tener unas cantidades máximas o mínimas de empleo, otorgadas por sus propiedades físicas y químicas, estando en un rango entre 0,2-0,5% el talco de menor tamaño de partícula y de 0,5-2,5% para el talco de mayor granulometría.



### **¿Aporta beneficios el talco en pastas con baja humedad?**

Uno de los beneficios que se obtienen del talco no están solo relacionados con los rendimientos industriales, sino en la limpieza de los aceites resultantes. El empleo de talco mejoraría la separación en el decánter de la fase sólida la fase acuosa de la fase oleosa, mejorando con ello además el trabajo de las centrífugas verticales.

Esta es una de las ventajas más visibles cuando se implanta el uso del talco en una almazara: mejor separación en el decánter y mejor clarificado sale el aceite de la vertical, aspectos que analizados se reflejan en menores pérdidas de aceite en el alpechín y aceites con menos impurezas en los depósitos. No obstante, estos beneficios no siempre son tan palmarios, hay decánteres y verticales que muestran mejor estos beneficios y otros en los que estas ventajas no son tan claras, indicando que son muchos los factores que inciden en el proceso de extracción.

## Influencia del talco en los aceites de oliva vírgenes

El empleo del talco no debe afectar a la calidad reglada de los aceites de oliva vírgenes, no alterando de una forma significativa la clasificación comercial del mismo, pues no baja la acidez o los parámetros oxidativos, ni elimina o favorece las intensidades de atributos negativos. No obstante, el empleo de talco podría afectar a la solubilidad de determinados compuestos vinculados con la calidad, por ejemplo, fenoles o pigmentos, así como favorecerse o interferir en las reacciones enzimáticas que se vincularían a procesos oxidativos (como la síntesis de aromas). Es común observar que, frente al aceite control sin talco, los aceites resultantes posean ligeramente mayor intensidad de amargor y, sobre todo, de picante. Podría tener lugar un ligero aumento al favorecer la solubilidad de éstos, aunque no por ello un elevado aumento de la estabilidad oxidativa. En cuanto al color, el empleo de talco podría favorecer la solubilidad de los pigmentos.

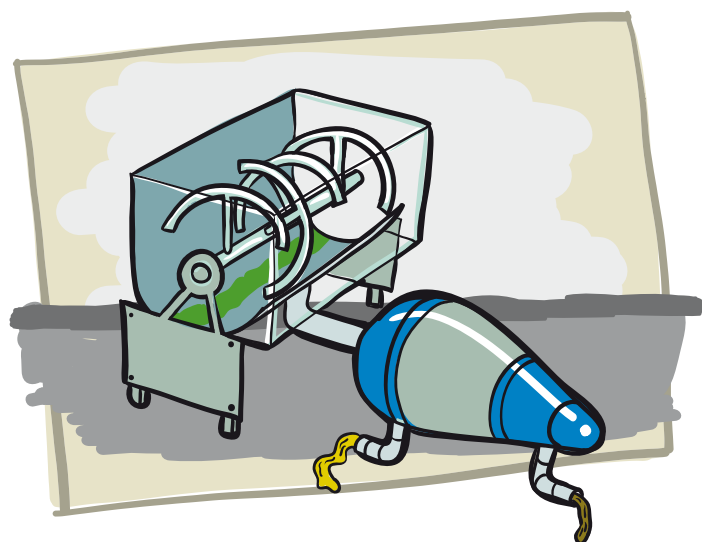


Figura 20. El punto y la forma de adición del talco deberá ser aquél que garantice su mezcla en la pasta y que no quede mezclado con el mosto oleoso descolgado.

## Separación sólido-líquido

En la actualidad existe una amplia oferta de decantadores centrífugos horizontales, con diferentes características y formas de trabajo. Sin embargo, muchos de ellos suelen presentar dos puntos cruciales a resaltar:

**1)** Uno de los puntos más críticos y que en ocasiones menos se puede controlar es **la temperatura** que alcanza el decanter cuando lleva varias horas trabajando.



La generación de calor de las distintas partes del decánter (motores, bowl y sinfin) no se disipa de forma eficiente provocando que, aunque tenga poco tiempo de permanencia la pasta de aceituna.



Figura 21. El paso de la pasta de aceituna puede incrementar en exceso el aceite a pesar de esforzarnos en hacer un batido a baja temperatura.

**2) La humedad del orujo** es uno de los factores que más incide en su agotamiento y por ende en la Extractabilidad. La relación entre el contenido graso seco de un orujo y la humedad se simularía a una hipérbola, en la que hay un punto de baja humedad del orujo en el que maximizaría la extractabilidad, pero que, por debajo de ella, y por necesidad de agua de la pasta, se dejaría de extraer aceite. Es por ello recomendable un control de los agotamientos, y un ajuste de la adición de agua en función a las características de la aceituna y de la humedad de los orujos con adiciones entre el 1-2% del caudal de la masa. Necesidades de agua superior al 4% debería conllevar otras medidas de ajustes como el ajuste del diafragma.



Figura 22. El tamiz puede provocar una pérdida importante de calidad si no es vaciado y limpiado a diario. Que posea una inclinación y un fácil desmontaje será vital para evitar aportar defectos al aceite.

## Separación líquido-líquido

El buen manejo de la centrífuga vertical y darle el valor que posee es una asignatura pendiente en las almazaras. A los diferentes equipos del proceso de elaboración, como molino, batidora o decanter, se le otorga mucha importancia a la hora de elegir sus características, sin que en muchos casos se cuestionen los requisitos y funcionalidad que debe poseer una centrífuga vertical, salvo que los litros/hora que puedan pasar por dicha máquina sean suficiente para un determinado modelo de decanter. Solo hay que ver el lugar al que quedan confinadas en las almazaras, en una esquina con difícil

acceso por la parte de atrás donde se “esconde” la salida del agua de lavado de aceite, uno de los puntos de control principales, si no el que más, en una almazara. La centrífuga vertical debería quedar en un punto accesible, donde cualquier operario pueda manipularla fácilmente para no solo su desmontaje, sino para su control, y con el chorro del aceite y el del agua visible desde casi cualquier punto de la almazara, para con un simple control visual en la distancia, conocer cómo está funcionando.

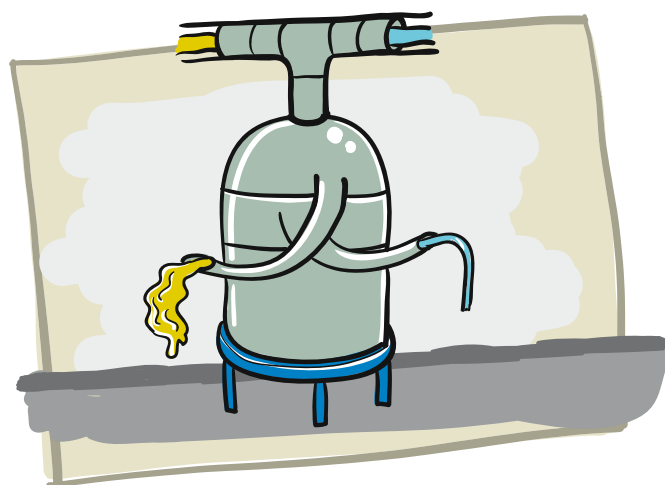


Figura 23. La accesibilidad y el control visual de ambas salidas de líquidos deben ser claves para decidir dónde colocarlas en la almazara.

Para su óptimo funcionamiento es indispensable un correcto ajuste de la adición de agua. Dicha ratio es crucial para que la centrífuga funcione eficientemente, pues una baja o subida del caudal provoca que el punto de la interfase agua:aceite quede o muy debajo de los planos o muy arriba, reduciéndose la eficiencia del proceso de eliminación de impurezas y de la fase acuosa.

La relación agua:aceite no solo viene dada por la cantidad de agua que se añada a la centrífuga, sino también por los anillos de regulación que poseen muchos modelos y que, en función de dicha ratio, se deberá colocar un anillo que permita evacuar más o menos cantidad de agua de dentro del bowl. La relación entre agua:aceite dependerá de cada modelo y según el anillo de regulación, pero sería adecuado buscar una relación 1:3.

No hay que dejar atrás la problemática de los “robos” de caudal y presión de otros equipos a la centrífuga vertical cuando se está en plena campaña. No son problemas graves, pero la necesidad de agua en otros equipos como lavadoras o simplemente cuando otra centrífuga está haciendo un ciclo de descarga, provoca la bajada de temperatura y de presión en el equipo, provocándose un pequeño desequilibrio puntual. Muchas industrias han solucionado estos “robos” con sistemas de aporte de agua y de presión independientes para cada necesidad en la almazara, a fin de evitar competencia por el mismo caudal de agua en momentos clave de la campaña.

Uno de los principales avances en los últimos años ha sido los equipos de mínimo consumo, centrífugas verticales que consumen mucha menos cantidad de agua y que poseen como valor añadido a la hora de comprarla que se consiguen aceites con menores pérdidas de sustancias de interés nutricional y de más calidad sensorial.

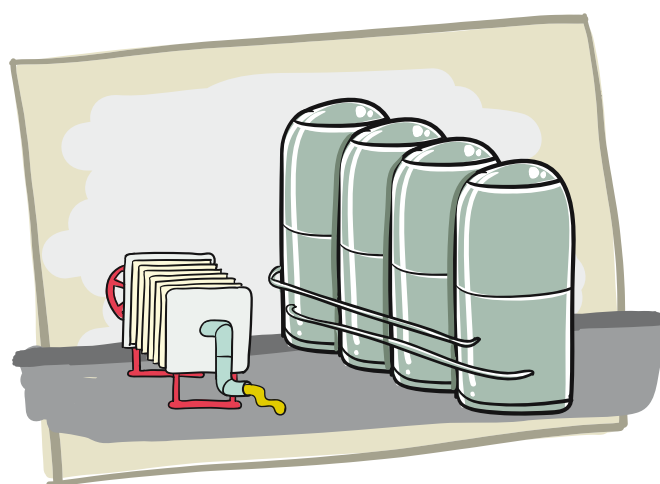


Figura 24. El control de la temperatura de salida del aceite es clave tanto para no perder calidad ni aceite en el alpechín.

Junto con la adición del agua hay que tener un control absoluto de las temperaturas, tanto las de la fase oleosa como la del agua. La diferencia debe estar controlada entorno a agua:aceite de  $+2-4^{\circ}\text{C}$ . Los desequilibrios de temperatura pueden provocar que se queme el aceite si el agua está muy caliente (se aprecia claramente porque sale el aceite transparente y brillante, no velado) y si es inferior se verá con la formación de “margarinas” por la salida del agua.

## Post-elaboración

Tras elaborar un aceite aún quedan procesos importantes que realizar, como es la conservación de sus propiedades sensoriales, nutricionales y evitar la pérdida de valor económico por una mala conservación. Dentro de las prácticas de post-elaboración en los últimos años se está extendiendo la práctica de filtrar los aceites de calidad a fin de mejorar su conservación y evitar el riesgo de un incremento de los ésteres etílicos y generación de defectos. Ante la pregunta de si es positivo filtrar o no filtrar, es mejor averiguar primero si se está dispuesto a asumir el incremento de coste que ello va a acarrear. Es decir, el filtrado, será recomendable para los buenos aceites, pero un filtro no se puede dejar sin supervisión trabajando solo, por lo que acarrea coste de horas de trabajo de un operario más el de las tierras o celulosa, el cual tiene un coste mayor al tratarse de un aceite con más humedad e impurezas que los de final de campaña o los decantados durante meses. Como en los puntos tratados anteriormente, si se dota de herramientas a las almazaras se podrán hacer mejoras, sin ellas, será complicado.



*Figura 25. Filtrar el AOVE recién elaborado supone no solo un coste de proceso importante sino una pérdida de atributos positivos, pero que mejorarán las propiedades sensoriales y de color mejor en el tiempo.*

El filtrado del aceite, sobre todo cuando es "fresco", supondrá una pérdida de intensidad de aroma y clorofilas, pero que, en una vida comercial a medio y corto plazo, mantendrá mejor las propiedades sensoriales y de color que el aceite inicial sin filtrar. Por ello, para los AOVE Premium es recomendable dicho paso pese al coste de intensidad inicial pero que a la larga favorecerá la conservación de aromas, tanto cualitativa como cuantitativamente.

En cuanto al tipo de filtro, de placas o tierra, todo dependería de los volúmenes y calidades, aunque existen diferencias entre el resultado final del aceite. El filtro de placas de celulosa ha vuelto a ser el preferido por muchos maestros de almazara en cuanto a la calidad final de los aceites y su fácil empleo para volúmenes pequeños; sin embargo, para altos caudales y volúmenes el filtro de tierra sería el más recomendable.

En el proceso del filtrado un aspecto que hay que tener en consideración es la temperatura del aceite. Por todos es sabido que junto la limpieza del aceite, la temperatura es un factor crítico para hacer un filtrado más eficiente. Lo ideal es no incrementar más de 20º C la temperatura del aceite durante el filtrado, para luego abatirla hasta los 15º C, bajo la cual las reacciones de oxidación y de deterioro de sus componentes se reduce. Para poder trabajar de esa forma se haría necesario instalar un intercambiador de calor que calentara hasta una temperatura adecuada el aceite y abatirlo posteriormente hasta la temperatura adecuada para su conservación. Sobra decir que la bodega debe estar acondicionada para mantener una temperatura óptima a lo largo del año.

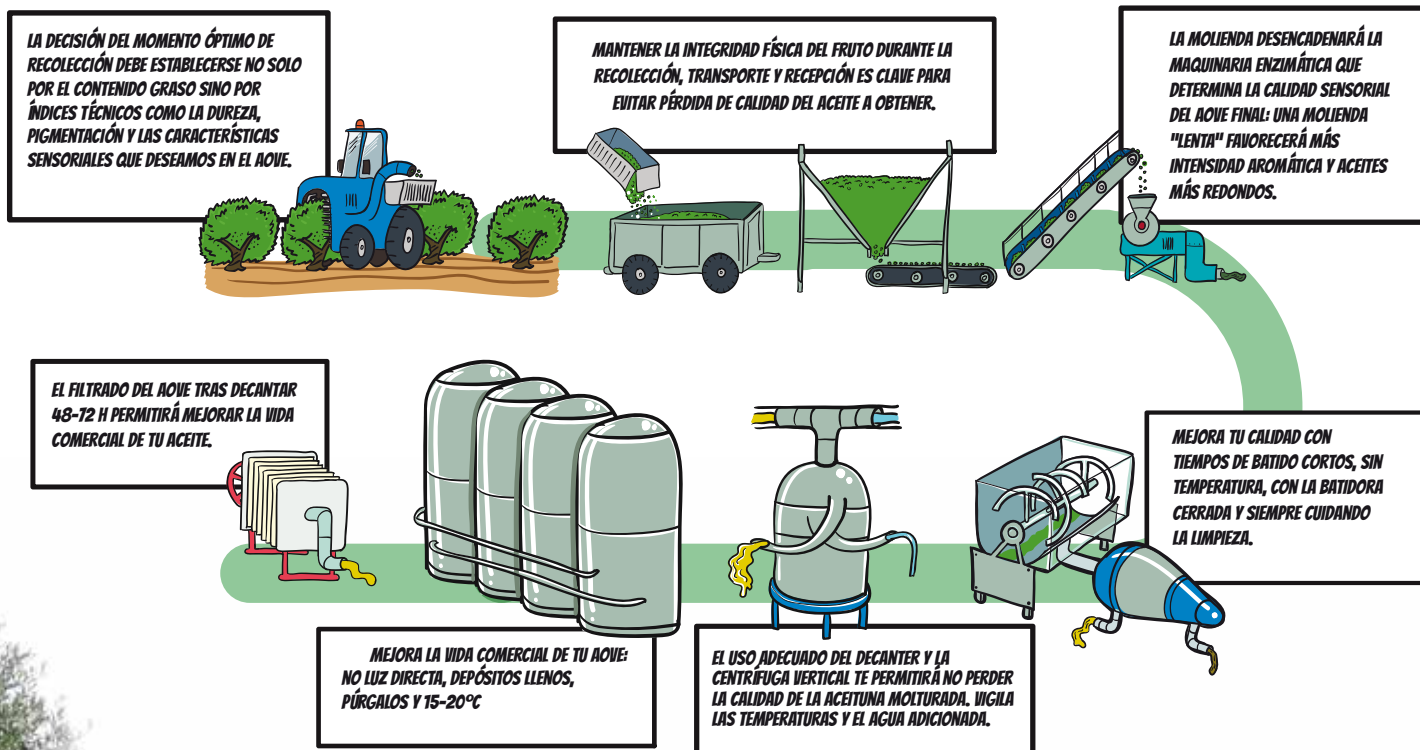


Figura 26. Detalle del control de volúmenes y temperaturas de los aceites tras su elaboración.

# Bibliografía

- Civantos, L. (1999). Obtención del Aceite de Oliva Virgen. 2ª Edición. Editorial Agrícola España. S.A.
- Di Giovacchino. (2010). Tecnologie di lavorazione delle olive in frantio. Rese di estrazione e qualità dell'olio. Tecnich Nuevo. Milano.
- GEA (2013). El manual del maestro de almazara. Editado por GEA Westfalia Separator Ibérica S.A. Andújar (Jaén).
- Hermoso, M., González-Delgado, J., Uceda, M., García, A., Morales, J., Frías, L., Fernández, A. (1998). Elaboración de aceite de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Kalogianni, E.P., Georgiou D., Exarhopoulos, S. (2018). Olive oil droplet coalescence during malaxation. Journal of Food Engineering, 240, DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2018.07.017
- Montaña, A. (2020). Paradigmas del empleo del talco en la almazara: una reflexión desde la experiencia. Tecnología y Equipos para Almazaras, nº19:10-16.
- Montaña, A. (2019). El paradigma del lavado de las aceitunas en la almazara. Tecnología y Equipos para Almazaras, nº19:12-22.
- Montaña, A. (2019). La calidad del agua en la almazara y su influencia en la calidad y características de los AOVs. Tecnología y Equipos para Almazaras, nº14:22-28.
- Montaña, A. (2019). Capítulo 2. La aceituna: fisiología, maduración y evolución de los principales compuestos de interés en los aceites de oliva virgen. En el libro: Elaboración de Aceite de Oliva Virgen de Calidad. Consideraciones desde la experiencia y el conocimiento. Edita Fundación Caja Rural de Jaén.
- Montaña, A. (2018). Puntos de actuación para incrementar la competitividad en una almazara. Tecnología y Equipos para Almazaras, nº11, 14-22.
- Montaña A., Zambrano, M., Lázaro-Madera, A., Martinez, B. (2018). Monitorización del grado de maduración de la aceituna: nuevos parámetros para la variedad Arbequina. Tecnología y Equipos para Almazaras, nº10, 10-16.
- Montaña A. y Caravaca-Susi, M. (2018). Primeros resultados de CEDALIÓN: estudio de agotamientos de aceitunas Arbequinas y Picual. Campaña 2017-18. Tecnología y Equipos para Almazaras, nº12, 24-28.
- Montaña, A. (2016). ¿Hacia dónde van las futuras mejoras del Batido? Tecnología y Equipos para Almazaras, nº5, 10-16.
- Montaña, A. (2016) La importancia del batido y futuras innovaciones. Tecnología y Equipos para Almazaras, nº4, 20-26.

# PROCESO DE RECOLECCIÓN Y PRODUCCIÓN DE AOVE



## BENEFICIARIOS

- CASAT (REPRESENTANTE)
- VIÑAOLIVA S.C.
- GRAGERA INDUSTRIAL S.A



## COLABORADORES

- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MAESTROS Y OPERARIOS DE ALMAZARA (AEMODA)
- COOPERATIVAS AGRO-ALIMENTARIAS DE EXTREMADURA
- DR. WENCESLAO MOREDA MARTINO (INSTITUTO DE LA GRASA, CSIC)

## PROYECTO ASISTIDO POR

- CTAEX · CENTRO TECNOLÓGICO NACIONAL AGROALIMENTARIO "EXTREMADURA"



Incremento de la competitividad de los Aceites de Oliva de la variedad Arbequina cultivados en Extremadura, mediante prácticas agronómicas y su implantación en las almazaras.

**<http://bit.ly/gor-raisearbequina>**  
**#Raise\_Arbequina**



**Unión Europea**

Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural

*Europa invierte en las zonas rurales*

**JUNTA DE EXTREMADURA**

Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural,  
Población y Territorio



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN