

FLOTACIÓN de MOSTOS

Resumen

La flotación es una técnica que desde hace más de dos décadas ayuda a conseguir mostos clarificados con mayor rapidez a los conseguidos por el desfangado tradicional. Otro factor muy importante es que el rendimiento (cantidad de mosto limpio útil para primera fermentación) es mucho más elevado por lo que la gestión de residuos está muy mejorada.

Se ha realizado un estudio en diferentes bodegas y diferentes variedades viníferas sobre la flotación de mostos para que nos ayude a conocer en mayor profundidad esta técnica y qué dosis de clarificantes debemos usar en función del mosto deseado lo que implicará un ahorro económico.

Palabras clave: Calidad, Clarificantes, Flotación, Rendimiento, Turbidez.

Abstract

T

Key words: irit lutpate tat augait nullan ut dolor am, sisit

Introducción teórica

La flotación es una técnica de separación que, como la decantación, aprovecha la diferencia de peso entre el líquido y las partículas que se encuentran en el mismo. Sin embargo, mientras que en la decantación las sustancias sólidas se caracterizan por tener un peso específico mayor que el del líquido, en la flotación se produce la situación contraria, consiguiendo que se incremente la velocidad del movimiento desde abajo hacia arriba.

La flotación, si está adecuadamente puesta a punto, puede producir una reducción de la cantidad de sólidos en suspensión en mostos mayor que la centrifugación, manteniendo inalterable la posibilidad de operar en continuo y necesitando, por otra parte, una menor utilización de coadyuvantes. También la utilización de la flotación frente a la centrifugación es más eco-

nómica en clarificaciones de mosto¹.

Según CASTINO², la flotación es una clarificación basada en el comportamiento particular de las partículas en suspensión. Si una partícula se pone en contacto con una burbuja de gas, entre las cuales hay una unión suficientemente fuerte, se forma un complejo Sólido-Gas de densidad menor que la del líquido que lo contiene. Este complejo tiende a flotar en la superficie del líquido de donde se puede separar.

Los equipos de flotación actuales permiten clarificar y estabilizar de modo continuo grandes cantidades de mosto, reduciendo notablemente los costes de tratamiento del producto procesado y limitando el impacto que se produce al medio ambiente. La reducción de los contenidos de fangos (respecto al desfangado tradicional) y de los compuestos fenólicos es un objetivo fácilmente alcanzable y esencial en la calidad final del mosto.

Existen varios factores que influyen en la separación⁽¹⁾, la condición indispensable es que una partícula de suciedad, completamente inmersa en la fase acuosa, pueda adherirse a una burbuja de gas que sea capaz de arrastrar el sólido hasta la superficie del líquido. El primer factor es la sustitución de la interfase Sólido - Líquido por la interfase Sólido - Gas. Si la partícula es apolar tenderá a separarse del agua y unirse al gas. En el mosto las partículas de suciedad tienen unas características intermedias entre polares y apolares, pero la flotabilidad puede ser mejorada por la adición de floculantes que disminuyan la polaridad y aumenten la flotabilidad. La flotación se mejora porque en los sólidos hidrófobos la tensión superficial Gas - Sólido es mucho mayor que la Gas - Líquido y por tanto es más fácil la formación de agregados Gas - Sólido. La separación de las partículas es función del diámetro de la partícula e inversamente proporcional

a la viscosidad del medio, la viscosidad se puede disminuir por la adición de enzimas peptolíticas y es una práctica indispensable para obtener unos resultados satisfactorios. Además es necesaria la adición de otros coadyuvantes para favorecer la formación de flóculos que engloben las micelas coloidales en fase de insolubilización lo que hace aumentar el diámetro de la partícula.

Para explicar la formación de este conjunto existen tres modelos teóricos:

- La adhesión de burbujas al sólido se facilita por efecto de la tensión superficial interfacial, en la que la energía de mojado y la tensión superficial interfacial disminuyen cuando el ángulo de contacto entre el gas y el sólido aumenta.
- Adhesión de las burbujas a los sólidos por fenómenos de potencial zeta. En el movimiento de una partícula cargada eléctricamente a través de un líquido, la capa exterior o difusa desaparece dejando al descubierto la carga correspondiente a la capa Stern, capa que se mantiene fuertemente ligada a la superficie de la partícula. Si a esto se añade la orientación de determinadas macromoléculas por fenómenos de polaridad entre las interfases Líquido-Gas se puede sugerir la presencia de fenómenos de adsorción entre las partículas.
- Adhesión de burbujas por aprisionamiento de éstas por los sólidos. La formación de flóculos favorece este mecanismo que puede englobar burbujas dentro de su estructura altamente rugosa.

En el caso de mostos con un contenido del 13–14% de partículas en suspensión es necesario recircular un 35–40% de mosto para que la flotación sea viable, lo que hace necesario un control previo del mosto antes de flotar, teniendo en cuenta que la concentración crítica es del orden del 9 al 11% en partículas en suspensión.

El proceso comienza añadiendo enzi-

mas peptolíticas al mosto sucio y dejando actuar a éstas durante un tiempo no inferior a 1 hora y media.

Con objeto de optimizar el proceso de flotación es preciso añadir al mosto bruto una serie de floculantes y clarificantes para formar unos coágulos que posteriormente pueden ser arrastrados a la superficie. Dichos coadyuvantes son:

- Bentonita específica de flotación para crear flóculos.
- Gelatina específica de flotación con un elevado grado Bloom para hacer consistentes dichos flóculos.
- Sol de sílice específico que ayuda a compactar al máximo las heces de flotación.

El arrastre se produce presurizando el mosto mediante la adición de un gas, normalmente aire, aunque también se puede realizar con oxígeno o nitrógeno. No se recomienda el uso de dióxido de carbono debido a la elevada solubilidad, es por ello que si el mosto ha iniciado la fermentación alcohólica no puede someterse al proceso de flotación, a menos que “se eleve la temperatura”. Es necesario un aporte de gas, para que la flotación ocurra de forma beneficiosa, comprendido entre un 7 y un 16% del volumen total; en casos extremos de temperatura, como por ejemplo si ésta es demasiado baja, se llega a porcentajes elevados (16–17%) debido a la elevada solubilidad del gas en el mosto. Debemos tener en cuenta que la utilización de elevadas cantidades de gas hace aumentar la espuma lo que conduce a peores clarificaciones ya que se impide en cierta manera la eliminación de la suciedad. Es importante que el tamaño de la burbuja de gas sea lo más pequeña posible, además es imprescindible una buena distribución para crear unas condiciones perfectas. Burbujas demasiado grandes dificultan en gran manera el proceso de flotación.

Por la excelente clarificación que se produce en los mostos, la fermentación alcohólica en su fase inicial es menos

violenta con lo que se evita en gran medida un aumento brusco de temperatura en la fase inicial.

La flotación propiamente dicha se realiza en un depósito disponible a continuación del sistema, donde se introduce el mosto presurizado por la base. Es recomendable que el depósito tenga un fondo plano – inclinado ya que las flotaciones ocurren de forma más satisfactoria, en depósitos de fondo cónico las experiencias no son del todo positivas. También es importante la relación entre la altura y el diámetro del depósito de flotación, a mayor diámetro menor será la presión que ejercerán los fangos de flotación sobre el mosto limpio lo que evitará que se puedan hundir. Se deja reposar durante 1 hora aproximadamente para que se produzca la flotación. Transcurrido este tiempo se extrae el mosto limpio por la base del depósito. Cuando empiezan a salir las heces de flotación éstas son enviadas a un depósito diferente.

Hay que indicar que la velocidad y efectividad de la flotación depende de la temperatura y de la densidad del mosto, en condiciones normales de temperatura (25°C) y con un depósito cuya altura sea de aproximadamente 4 metros la flotación tarda aproximadamente 45–50 minutos, las burbujas finas se originan y suben rápidamente a causa del bajo nivel de viscosidad del mosto. Una disminución de la temperatura implica un aumento de la viscosidad lo que retrasa la flotación que puede ocurrir en 2–3 horas (o incluso más). En este supuesto, recomendamos aumentar el porcentaje de gas y aumentar el tiempo de residencia en el calderín de presurización (lo que implica aumentar la presión ligeramente disminuyendo el caudal de mosto).

Estudio

En el presente estudio hemos realizado ensayos de flotación en condiciones reales de bodega con un equipo comercial (Flotador FL300 de Agrovín) y productos clarificantes comerciales (Enovín FL, Silisol FL, MaxiBent FL

y ViniGel FL de Agrovin).

En la *Figura 1* podemos observar un esquema del proceso completo.

Una vez obtenido el mosto que se pretende tratar se debe enzimar con una peptinasa (Enovin FL) en dosis que oscilan entre 2 y 4 ml/Hl con el fin de reducir su viscosidad y facilitar de este modo el proceso de flotación; en caso de que el mosto tenga problemas de Botrytis se recomienda el uso combinado con una enzima que tenga acción β – glucanasa.

La enzima tolera dosis de sulfuroso moderadas sin perder su actividad, por lo que el mosto se puede sulfitar sin peligro alguno. Es importante indicar que no deben adicionarse los dos productos en el mismo punto, la mejor opción sería primero dosificar el dióxido de azufre (4 – 5 g/Hl) y después dosificar la enzima.

El óptimo de actuación de la enzima está entre 1 y 2 horas, tanto mejor cuanto más se dilate el proceso.

En cualquier caso, se puede realizar la **prueba de alcohol** lo que permite verificar de un modo rápido si la enzima ha actuado correctamente.

Se mezclarán en un tubo de ensayo las cantidades que se indican a continuación y se observará la evolución, es recomendable centrifugar el mosto o vino previamente. Una vez realizada la mezcla debe agitarse violentamente.

Alcohol (96% al 3% de HCl): 20 ml
Mosto: 10 ml
Vino: 20 o 30 ml

Si la peptina está presente podrá observarse una floculación. La cantidad formada depende del grado de degradación de la peptina.

La aparición de un precipitado gelatinoso después de 2 o 3 minutos pone de manifiesto la presencia de peptina.

Conviene agitar o remontar el depósito

de mosto con el fin de mezclar la enzima en todo el volumen y conseguir además que el mosto entre de un modo homogéneo al flotador, evitando estratificaciones de sólidos.

Antes de comenzar el proceso de flotación se deben preparar los clarificantes de forma que éstos estén bien disueltos.

A continuación se pondrá en funcionamiento el equipo de flotación y se ajustarán las bombas dosificadoras de clarificantes en función del objetivo marcado. Cada cierto tiempo se tomará del presurizador una muestra para comprobar que el mosto está flotando de forma correcta y el resultado es el esperado. En caso necesario se podrán modificar las bombas dosificadoras para modificar las características del mosto, podemos disminuir la dosis de los clarificantes para obtener mayores turbideces o menores rendimientos o viceversa (es necesario indicar que la adición excesiva de clarificantes es contraproducente).

La limpidez del mosto obtenido se sitúa en el intervalo 50 – 150 NTU. No obstante se puede operar el sistema para aumentar el número de NTU.

Ensayo A

Este ensayo se desarrolló en la campaña 2005 en varias bodegas y con diferentes variedades de uva blanca y tinta (para elaboración de rosados). En la *Cuadro 1* se pueden observar los resultados obtenidos.

Como se puede ver es posible conseguir turbideces relativamente bajas a unos caudales de trabajo elevados y con un rendimiento en mosto limpio en porcentajes no conseguibles con desfangados tradicionales. En la *Foto 2* podemos observar una imagen comparativa de una muestra recién obtenida del equipo, un mosto flotado después de 30 minutos de espera y un desfangado tradicional después de 24 horas de espera, se observa menor cantidad de fangos en el mosto flotado y una limpidez mayor.

Se trata de ver la utilización de esta técnica sobre la variedad Loureiro (Portugal) y observar no sólo las ventajas físicas del proceso, sino también y esencialmente interesa confirmar que la flotación en mostos de uvas botritizadas sería el deseado partiendo del razonamiento técnico de que “cuanto menos tiempo de contacto de sólidos con el mosto menos transmisión de aromas indeseados se cederán al mosto”.

Ensayo B

Se realizó un estudio de inyección de aire frente a fijación de SO_2 , turbidez inicial y turbidez final, tiempo de obtención de mosto limpio rentabilidad y calidad final eran otros factores que interesaban testear.

La vendimia tuvo una calidad excepcionalmente buena por lo que el nivel de podredumbre no era demasiado elevado (este hecho trastocó un poco el ensayo). Los resultados finales dieron vinos con una calidad superior a la media por lo que fueron destinados a la elaboración de las marcas más prestigiosas de la bodega.

Los depósitos usados para este ensayo (20.000 L) tenían una temperatura media de entrada de mosto de 21°C, con una turbidez inicial superior a 1.000 NTU; los análisis de sulfuroso libre daban unos valores comprendidos entre 14 y 44 mg/L y el sulfuroso total entre 35 y 79 mg/L.

De los cinco ensayos propuestos (B1 a B5), cuatro de ellos se realizaron con uvas procedentes de Loureiro, Trajadura y Pedernã con algo de podredumbre, dejando otro ensayo para uva procedente de Loureiro únicamente y con uva totalmente sana.

Se trató un volumen de 20.000 L, con una turbidez inicial superior a 1.000 NTU y niveles de sulfuroso por debajo

B1

Se trató un volumen de 20.000 L, con una turbidez inicial superior a 1.000 NTU y niveles de sulfuroso por debajo

de 14 mg/l. Las dosis de los clarificantes utilizados fueron, Enovin FL 1,5 ml/Hl; ViniGel FL 10 g/Hl; MaxiBent FL 35 g/Hl; SiliSol FL 20 ml/Hl.

Después del tiempo de flotación (aproximadamente 60 minutos) los valores son los siguientes: Turbidez 43 NTU, SO₂ libre 7,68 mg/L, SO₂ total 28,16 mg/L. El mosto resultante fue vinificado de la misma forma que el vinos testigo.

B2

Se trató un volumen de 20.000 L, con una turbidez inicial superior a 1.000 NTU y niveles de sulfuroso libre de 36,10 mg/L y sulfuroso total de 78,72 mg/L.

Después del tiempo de flotación (aproximadamente 60 min) los valores son los siguientes: Turbidez 30 NTU, SO₂ libre 10,24 mg/l, SO₂ total 35,20 mg/l. El mosto resultante fue vinificado de la misma forma que el vinos testigo.

B3 y B4

El procedimiento fue idéntico a los dos primeros ensayos así como los resultados, sólo destacar que el mosto del ensayo B4 tenía más podredumbre.

B5

Se trató un volumen de 20.000 L, con una turbidez inicial superior a 1.000 NTU y niveles de sulfuroso libre de 44,29 mg/L y de sulfuroso total de 71,68 mg/L.

Después del tiempo de flotación (aproximadamente 60 min) los valores son los siguientes: Turbidez 16 NTU, SO₂ libre 23,04 mg/L, SO₂ total 54,40 mg/L. El mosto resultante fue vinificado de la misma forma que el vinos testigo, resultado de tal calidad que fue destinado al mejor vino de la bodega.

Resultados

El análisis sensorial en comparación

con los vinos testigo y los vinos de este ensayo fueron considerados buenos por el Departamento Técnico de la bodega, no presentando defectos y manteniendo las características pretendidas para el producto final de esta bodega.

A nivel físico-químico los parámetros analizados dieron resultados idénticos a los vinos testigo incluso a nivel de sulfuroso libre y total. Se verificó así que la entrada de oxígeno en el momento de la flotación no provoca un aumento en la combinación de sulfuroso

Conclusiones

En todos los casos estudiados, con la aplicación de la técnica de “flotación”, se consiguen desfangados con un rendimiento elevado, turbideces muy bajas y una gran rapidez en la obtención del mosto limpio. Respecto a la comparación con mostos desfangados tradicionalmente los resultados en vinos no difieren por lo que esta técnica no provoca ningún tipo de oxidación en la utilización de aire como gas.



Agradecimientos

Agradecemos enormemente la colaboración tanto del personal técnico como de todos los trabajadores de la AdegA Cooperativa de Ponte de Lima (Portugal).

Bibliografía

- (1) VARELA, F., CALDERÓN, F., CHAMORRO, M. C., COLOMO, B., SUÁREZ, J. A. y NAVARRO, J. A. (2001). Efecto de los desfangados por filtración a vacío y flotación sobre la composición nutricional de mostos blancos”. *Tecnología del Vino*. Número 2, septiembre – octubre, páginas 87 – 92.
- (2) CASTINO, M. (1987). La limpieza de los mostos, intervenciones físico-químicas. *La Semana Vitivinícola*. 634 – 636.
- (3) AMERINE, M. A. y OUGH, C. S. (1976). Análisis de vinos y mostos. Ed Acribia. Zaragoza. España.
- (4) SANZ-MAYORDOMO, C. (1996). Primeros resultados de clarificación de mostos por flotación en Extremadura. *Viticultura/Enología Profesional*. Número 45, julio – septiembre, páginas 41 – 46.
- (5) OTTO, K. GEORTGES, S. y JOST, V. (1985). Flottatione eine neue Moeglichekeit der Furchtsaftkaerung”. Teil 1. *Fuessiges Obst*, 52, 9, 471

– 477.

- (6) BRIONES, A. I. y UBEDA, J. F. (2001). Elaboración de un plan APPCC en una bodega. *Tecnología del Vino*. Número 1, mayo – junio, páginas 89 – 93.
- (7) FERRARINI, R. y ZIRONI, R. (1991). La tecnica della flottazione in enologia: Principi teorici e realizzazioni implantistiche”. *L'Enotecnico*, Maggio, 95 –104.

Cuadro 1

| Bodega | Variedad | Vendimia | Dosis clarificantes | | | | Turbidez | Q Trabajo | Rendimiento |
|--------|--------------|----------|---------------------|------------|-------------|------------|----------|-----------|-------------|
| | | | Enovin FL | Vinigel FL | MaxiBent FL | Silisol FL | | | |
| | | | (ml/Hl) | (g/Hl) | (g/Hl) | (g/Hl) | | | |
| A | Moscatel GM | ago'05 | 2,0 | 8,5 | 24,0 | 16,5 | 48,0 | 380 | 86 |
| A | Moscatel GM | ago'05 | 2,0 | 8,7 | 25,0 | 16,5 | 45,0 | 375 | 89 |
| A | Moscatel GM | ago'05 | 2,0 | 9,0 | 25,0 | 16,5 | 44,0 | 375 | 91 |
| A | Moscatel GM | ago'05 | 2,0 | 9,0 | 25,0 | 16,5 | 44,0 | 375 | 90 |
| A | Moscatel GM | ago'05 | 2,0 | 12,0 | 31,0 | 16,5 | 40,0 | 370 | 93 |
| A | Moscatel GM | ago'05 | 2,0 | 12,0 | 30,0 | 16,5 | 52,0 | 400 | 89 |
| B | Palomino | ago'05 | 2,0 | 20,0 | 30,0 | 30,0 | 33,0 | 350 | 90 |
| B | Palomino | ago'05 | 2,5 | 17,0 | 30,0 | 23,0 | 54,0 | 400 | 90 |
| B | Palomino | ago'05 | 2,5 | 19,0 | 27,0 | 31,0 | 27,0 | 325 | 91 |
| C | Fernao Pires | sep'05 | 2,0 | 20,0 | 27,0 | 25,0 | 39,0 | 300 | 90 |
| C | Fernao Pires | sep'05 | 2,0 | 17,5 | 33,0 | 20,0 | 65,0 | 300 | 90 |
| C | Fernao Pires | sep'05 | 2,0 | 15,0 | 30,0 | 20,0 | 60,0 | 300 | 90 |
| C | Fernao Pires | sep'05 | 2,0 | 17,5 | 36,0 | 20,0 | 50,0 | 300 | 90 |
| C | Fernao Pires | sep'05 | 2,0 | 16,8 | 31,2 | 20,0 | 35,9 | 300 | 82 |
| C | Fernao Pires | sep'05 | 2,0 | 19,0 | 31,2 | 23,5 | 41,0 | 300 | 88 |
| C | Fernao Pires | sep'05 | 2,0 | 19,0 | 28,1 | 23,5 | 40,0 | 300 | 89 |
| C | Fernao Pires | sep'05 | 2,0 | 19,0 | 28,1 | 23,5 | 40,0 | 300 | 88 |
| D | Macabeo | sep'05 | 2,5 | 20,0 | 35,0 | 25,0 | 60,0 | 200 | 86 |
| E | Macabeo | sep'05 | 2,5 | 22,0 | 40,0 | 30,0 | 75,0 | 400 | 89 |
| F | Airén | sep'05 | 2,0 | 21,0 | 35,0 | 25,0 | 45,0 | 350 | 87 |
| F | Airén | sep'05 | 2,5 | 19,0 | 31,0 | 25,0 | 42,0 | 350 | 86 |
| F | Airén | sep'05 | 2,5 | 20,0 | 31,0 | 25,0 | 37,0 | 350 | 87 |
| F | Airén | sep'05 | 2,5 | 20,0 | 33,0 | 25,0 | 35,0 | 350 | 88 |
| G | Tempranillo | sep'05 | 3,5 | 33,0 | 30,0 | 25,0 | 23,0 | 400 | 89 |
| G | Tempranillo | sep'05 | 3,5 | 22,0 | 30,0 | 20,0 | 27,0 | 400 | 89 |
| G | Tempranillo | sep'05 | 3,5 | 34,0 | 38,0 | 25,0 | 16,0 | 400 | 90 |
| H | Airén | sep'05 | 2,5 | 17 | 40 | 35 | 42 | 400 | 88 |
| H | Airén | sep'05 | 2,5 | 19 | 38 | 35 | 40 | 400 | 90 |
| I | Airén | sep'05 | 2,5 | 16 | 45 | 25 | 48 | 500 | 85 |
| J | Airén | sep'05 | 1,5 | 18 | 40 | 33 | 33 | 450 | 86 |
| J | Airén | sep'05 | 2 | 18 | 35 | 26 | 48 | 450 | 84 |



Foto 1. Equipo trabajando en bodega.

Figura 1. Esquema del proceso de flotación.

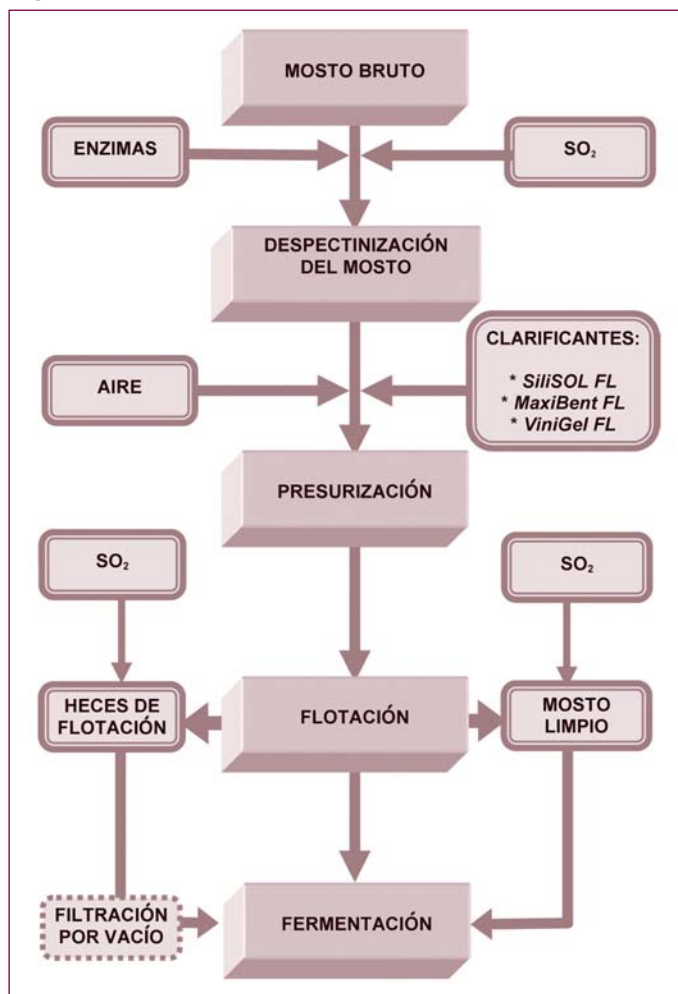


Foto 2. De izquierda a derecha, mosto recién obtenido, mosto flotado después de 30 min. y mosto desfangado después de 24h.