

## VINOS BLANCOS: EXTRACCION DEL MOSTO. DESFANGADO U OTROS SISTEMAS. FERMENTACION

*Juan José de Castro Martín*

*Director Técnico de Codorníu, S.A.*

*Profesor Titular de Industrias Fermentativas de la EUITAB*

*Dept. Industrias Agrícolas*

*Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola de Barcelona*

### RESUM

En aquest article s'ofereix una revisió actualitzada dels diferents sistemes d'extracció del most, prèviament a la vinificació en blanc, amb criteris altament qualitatius, tant per a vins tranquils de taula com per a vins «base» adreçats a l'elaboració posterior d'espumosos d'alta qualitat.

S'analitzen les diverses influències que sobre el producte final tenen les diferents actuacions tecnològiques avui possibles. Es fa

una crítica comparativa entre els diferents sistemes emprats en la neteja dels mosts, llurs avantatges i inconvenients.

També s'exposen les directrius sobre formes i criteris de conducció de les fermentacions, amb l'objectiu d'aconseguir el nivell qualitatiu més alt i de minvar les contingències que, eventualment, es pogueren presentar, sempre tenint present el binomi qualitat-economia.

### RESUMEN

Se realiza una revisión actualizada de los diferentes sistemas de extracción del mosto, previa a la vinificación en blanco, con criterios altamente cualitativos, tanto para vinos tranquilos de mesa cómo para vinos «base»

dedicados a la elaboración posterior de espumosos de alta calidad.

Se analizan las diversas influencias que sobre el producto final tienen las diferentes actuaciones tecnológicas hoy posibles. Haciendo

do una crítica comparativa entre los distintos sistemas utilizados en la limpieza de mostos, sus ventajas e inconvenientes.

Asimismo se exponen las directrices sobre formas y criterios de conducir las fermenta-

ciones, con el objetivo de conseguir las cotas cualitativas más altas y disminuir los riesgos que eventualmente pudieran presentarse, siempre teniendo en cuenta el binomio calidad-economía.

## SUMMARY

This paper offers a review of the several systems nowadays used in the must obtention for the white wine elaboration. The higher quality criteria, both for table wine and for base wine devoted to high quality sparkling wines production, are considered.

The several modern technologic improve-

ments affecting the end-product are critically analysed, with special emphasis to the must cleaning methodology. The most important criteria to drive the fermentation process are exposed and the low-risk and high quality production techniques are outpointed.

## INTRODUCCION

En el consumo, a nivel mundial, de vinos parece notarse una cierta predisposición al incremento de los vinos blancos, en sus diversas variedades o variantes, por desgracia a costa del consumo de vinos tintos y no como consecuencia de un incremento en el consumo por habitante y año. Esta preferencia se orienta hacia vinos blancos frescos y afrutados, de graduación alcohólica moderada (11 a 13 °GL), relativamente ácidos y poco oxidados y oxidables, es decir vinos no evolucionados en su «crianza», ligeros sin lle-

gar a ser «lights» ni por supuesto «coolers». Sus características llevan el sello de la variedad de que proceden, complementadas con notas aromáticas que podríamos definir como «florales», dando origen a una generación moderna de vinos blancos que sólo ha sido posible cuando se ha conocido algo más sobre la composición de la uva, sobre la dinámica y sus efectos en los fenómenos de extracción del mosto, sobre fermentaciones, conservación, embotellado y distribución.

## FACTORES INFLUYENTES PREVIOS A LA EXTRACCION

La elaboración de vinos blancos con criterios modernos no se puede abordar sin tener muy presente, y desde una perspectiva de conjunto todo aquello que se conoce e influye determinantemente sobre el resultado final: características varietales de la uva,

agroclimatología, maduración, sanidad, transporte, extracción, acondicionamiento prefermentativo, fermentación, etc.

Se conoce la incidencia que sobre los compuestos volátiles totales de un vino blanco tienen los tratamientos que sobre la uva se

realizan y la forma en como se realizan.

Asimismo existe práctica unanimidad en considerar la importancia condicionante que tienen sobre el resultado aromático final, los llamados fenómenos prefermentativos.

Desde la perspectiva varietal se admite (CORDONNIER, R. 1980 a) que la mayor parte de las sustancias responsables del aroma varietal, per sé o precursoras del mismo, pertenecen en parte a la familia terpénica, se reparten en:

Piel =	49 al 59 %
Pulpa =	10 al 22 %
Zumo =	20 al 40 %

Distribución dependiente no sólo de la variedad sino también del entorno agroclimático, estado de maduración y sanitario del fruto. Sus porcentajes de distribución varían en función de las familias aromáticas consideradas (hidrocarburos, alcoholes, ésteres, ácidos grasos libres, aldehídos, acetales, cetonas) (MONTEDORO, G. 1980).

La piel y los restos celulares que van con la pulpa contienen el mayor potencial aromático varietal. Si hay mayor maceración de las partes sólidas con el mosto hay mayor cesión de componentes terpénicos. Igualmente si la acción de extracción del mosto es más brutal también hay mayor cesión, registrándose de 2 a 4 veces más concentración en terpenoles totales en las últimas fracciones del prensado de uva blanca que en el llamado «mosto flor». No obstante, tengamos siempre presente que el conjunto aromático de un vino blanco no puede contemplarse desde un punto de vista simplista, por ejemplo el de los compuestos terpénicos, ni que, aunque parte primordial, sea el único factor de calidad de un vino blanco. La calidad final de un vino blanco es la resultante de una larga secuencia biológica iniciada en el viñedo, modificada favorablemente o no con los procesos bioquímicos que la tecnología prefermentativa condiciona, complementada en

la fermentación y respetada más o menos durante la conservación, envejecimiento, embotellado y distribución del vino hasta su llegada al consumidor.

### La fracción aromática llamada «prefermentativa»

Intimamente relacionada con la secuencia tecnológica iniciada en el estado sanitario de la vendimia y su grado de maduración y todo el procesado de la vendimia hasta la fermentación del mosto, actúa determinante en la configuración de esta fracción.

Considerando la compleja dinámica de la actividad enzimática, hoy se conoce bastante sobre la actividad de las fenolasas (las oxigenotransferasas Tyrosinasa y Lacasa), no se sabe demasiado (CANTARELLI, C. 1983 c) sobre el aspecto enzimático que actúa sobre los sustratos nitrogenados y lipídicos, aunque algo se conoce sobre la importancia de las lipoxidasas sobre los aromas del vino.

Totalmente ligada a la actividad oxigenotransferásica está la necesidad de obtener mínimos niveles de sustancias muy «reactivas» con el SO<sub>2</sub> (etanal, piruvato, derivados de la oxidación de azúcares), compuestos que en dosis altas condicionarán el nivel cualitativo de un vino blanco, por necesitar cantidades suplementarias de SO<sub>2</sub> desmereciéndole. Circunstancia que contempla la exclusión de uva enmohecida o su separación cuando es posible.

Se acepta la influencia del grado de maduración de la uva sobre la calidad final, pero se desconoce bastante sobre las sustancias precursoras de aromas y la forma en que influyen sobre las características finales del producto, en que momento están en mayor cantidad y de que manera se pueden extraer preponderantemente las consideradas favorables. Ha sido puesta en evidencia (BERTUCCIOLI, M. 1984) la importancia de los

compuestos lipídicos presentes en el mosto sobre la ulterior composición del vino en acetatos y ésteres de ácidos grasos  $C_6$ ,  $C_8$ ,  $C_{10}$  y  $C_{12}$ , pareciendo que el contenido en acetatos evoluciona de forma inversa a la maduración, los ésteres varían en función del tipo de uva sobretodo, aumentando con la maduración los ácidos grasos libres y el hexanol.

Se conoce la inducción que supone la rotura al aire de la uva sobre la formación de compuestos carbonilados (hexanal, cis-3-hexenal, trans-2-hexenal) y sus alcoholes correspondientes (RAPP y col. 1976). El raspón y las hojas son importantes fuentes de aporte en compuestos  $C_6$ , sobre todo cuan-

do se dislaceran importantemente, tanto en operaciones de vendimia mecánica como en transportes inadecuados donde no se respeta la integridad del fruto, o en operaciones incorrectas de extracción del mosto (CORDONNIER, R. 1980 b). Resultando admitida la acción desfavorable que los aldehidos y alcoholes en  $C_6$  tienen sobre los aromas y gustos, haciéndolos responsables importantes de notas organolépticas herbáceas y amargas (DRAWERT y col. 1966). La importancia en los niveles de los compuestos en  $C_6$  está íntimamente relacionada con la tecnología de extracción del mosto y de su correcto fraccionamiento en el proceso de vinificación en blanco.

## EXTRACCION DEL MOSTO

La acción de extraer el mosto de la baya de uva es la resultante del conjunto de acciones, mecánicas y enzimáticas, que llevan a la liberación del contenido celular (sobretodo vacuolar y formado por una solución acuosa compleja fundamentalmente) de un material vegetal organizado, con una pared celular consistente y una estructura microfibrilar y micelar donde la celulosa está asociada a coloides pécticos y hemicelulasas (CANTARELLI, C. 1978 a), fundamentalmente en la conformación celular del mesocarpio.

Sin olvidar que en el epicarpio están localizados los niveles más importantes de pectinas, polifenoles y precursores aromáticos. Ni la influencia del endocarpio, con la consistencia leñosa de las semillas, ayudando al drenado del mosto y su aporte en polifenoles y aceites al zumo.

Para «liberar» el mosto de sus contenedores naturales, se recurre a combinar tanto la rotura mecánica de la pared celular co-

mo a aprovechar la degradación enzimática de la pectina y buscar la permeabilización de la membrana citoplasmática por compresión. Liberando, con la acción mecánica, el líquido vacuolar, parte del citoplasma y estructuras de la pared celular. Consiguiendo una suspensión donde coexisten pectinas, hemicelulosa, proteínas con actividad enzimática o no, cloroplastos, polifenoles, coloides, etc., junto con sustancias en solución acuosa propias del mosto.

Según el grado de presión, ejercido durante la extracción, se obtienen diferentes fracciones polifenólicas condicionantes de la calidad del mosto. Los fenoles no flavonoides y los ácidos fenoles están presentes en la fracción procedente de extracción suave; los flavonoides oligómeros y polímeros aumentan al incrementarse la presión, también con motivo de la reducción del material a extraer, así como consecuencia de la abrasión a que son sometidas las partes sólidas. De esta manera se aumenta la coloración de las

últimas fracciones de mosto, tanto por la mayor solubilización de sustancias fenólicas como por la oxidación enzimática de las mismas y como efecto resultante de su combinación con proteínas y polisacáridos.

Existe una cierta contradicción aparente en la realización de la mecánica extractiva en vinificación en blanco, sin duda motivada por grandes lagunas de desconocimiento existentes sobre la constitución y su dinámica evolutiva posterior en grupos de sustancias. Por un lado se pretende una extracción rápida y fraccionada del mosto, motivada por el deseo de evitar contactos prolongados entre partes sólidas y líquidas, origen de niveles altos en compuestos fenólicos y precursores de aldehídos y alcoholes en  $C_6$ . Por otro lado una cierta maceración de la piel favorecería la extracción de compuestos aromáticos varietales o de sus precursores. El compromiso ideal consistiría en disponer de sistemas extractivos favorecedores únicamente de los intercambios positivos entre zumo y partes sólidas.

En el nivel actual de conocimientos buscar un compromiso válido para la extracción de mostos blancos, apto para todas las variedades y latitudes no pasa de ser una utopía. Es necesario pensar en instalaciones adaptadas a la idiosincrasia de los productos de la zona y a la finalidad que se pretenda conseguir.

Actualmente queda fuera de duda la necesidad de efectuar un fraccionamiento del mosto (RIBERAU GAYON, P. 1980 b) en función de la acción mecánica ejercida para la extracción del mismo y vinificar por separado las diferentes fracciones. No se puede pretender obtener el 100% del mosto obtenido como generador del mismo % de vino con óptima calidad.

Resulta primordial una extracción rápida en la primera fracción del mosto (el llamado «mosto flor» que puede llegar hasta un 65% de volumen referido al peso de la ven-

dimia, según variedades y características de la vendimia), cuando se sigue una tecnología clásica, seguida de una protección inmediata frente a las oxidaciones con el concurso estrictamente necesario del  $SO_2$  y una separación lo más estricta posible entre las fases líquida y sólida procedentes de la mecánica extractiva. La fracción aromática dependiente del proceso fermentativo estará en relación íntima con la limpidez del mosto obtenido antes de este proceso. Los mostos obtenidos de las últimas fracciones del prensado, menos equilibrados, originan vinos menos finos, igualmente que los procedentes de mostos «sucios», presentando mayores niveles de hexanol, considerado uno de los compuestos responsables de «notas» herbáceas, así como menores niveles de fenil-2-*etanol* responsable de «notas» florales.

No obstante, condicionado sobre todo por variables varietales, surgen tecnologías novedosas aparentemente en contradicción esquemática con los principios antes aludidos, apareciendo los conceptos de «hiperoxidación» y «maceración en frío».

Con la «hiperoxidación» se pretende acelerar la actividad de las oxigenotransferasas, derivadas sobre todo de altos niveles en lacasa procedente de uva alterada por mohos. Conllevando posteriormente una separación de las sustancias polifenólicas evolucionadas, mediante concurso de sustancias coadyuvantes a su precipitación y como consecuencia clarificación, durante o después de la fermentación (CANTARELLI, C. 1980 b).

En la técnica llamada «maceración en frío» se pretende extraer fracciones aromáticas primarias varietales, en uva desrapada y rota, macerando en frío y sin el concurso del  $SO_2$  (AMATI, A. 1982 a). Es preciso bajar la temperatura, rápidamente, por debajo de 10 °C. (se recomienda 5 °C. y varias horas de contacto) porque a niveles térmicos inferiores la tirosinasa y la lacasa son inactivas. Evidentemente esta técnica conlle-

va un incremento posterior en la temperatura hasta niveles adecuados para poderse realizar correctamente la fermentación y la suficiente protección con  $\text{SO}_2$  (50 a 70 mg/l) para impedir una ulterior actividad fenolásica, pudiendo ser útil un complemento desproteínizante a cargo de bentonitas.

Los dos sistemas antes comentados no dejan de poderse considerar como experimentales, susceptibles de aplicarse previas serias pruebas a escala y muy críticas, y aunque hayan generado buenos resultados en casos

concretos no se pueden considerar como genéricos.

Como comentario final, referente a la elección mecánica del sistema de extracción, pensar con una visión lo más amplia y de conjunto posible ante la elección frente a la oferta que el mercado nos presente. El mejor sistema será aquel que respete al máximo los principios anteriormente apuntados sobre todo en la extracción de las primeras fracciones o mosto «flor».

## DEFANGADO U OTROS SISTEMAS

Contemplando cualquiera de los sistemas utilizados en la actualidad, o los futuribles, la única pretensión enológica está en conseguir mostos, previos a la fermentación, lo más exentos posibles en sustancias sólidas que puedan desmerecer las calidades organolépticas del vino futuro.

Personalmente creo, al menos mi experiencia en el Penedés me lleva a tal convicción, que del mosto más limpio se obtiene el mejor vino blanco, considerando al mismo tiempo, por supuesto, el resto de condicionantes que influyen también sobre la calidad.

### Defangado

Consiste en una decantación estática donde se producen fenómenos estrictamente físicos de separación de partículas en función de su dimensión, junto a otros fenómenos fundamentalmente dependientes del cambio en la estructura coloidal del medio, motivados por interacciones fisicoquímicas en cuya responsabilidad intervienen fenómenos enzimáticos con gran protagonismo.

Es el primer sistema utilizado para la separación de sólidos con distinta dimensión física procedentes de la extracción mecánica del mosto. Según sea la dinámica de esta extracción la cantidad en sólidos y su naturaleza facilitará más o menos su separación estática, dependiendo también de las características propias del estado de maduración en que esté la uva y su grado de sanidad. Resultando aceptado que el volumen y características de las «borras», «búrbas» o «sólidos en suspensión» depende de: variedad de uva, maduración, sanidad y trabajo de extracción (RIBEREAU GAYON, P. 1980 c).

Si los niveles de «borras» son muy altos, existe mayor peligro y velocidad de oxidación en el mosto por una mayor difusión de oxigenotransferasas (DUBERNET, M. y RIBEREAU GAYON, P. 1973).

En vendimias podridas, la separación estática es dificultada por la presencia de glucana, coloide con propiedades altamente colmatantes, localizado entre la pulpa y la piel, responsable de aparentes fracasos cuando se utilizan preparados industriales de enzimas «pectolíticas» para favorecer esta separación y también responsable de dificultades en la

clarificación y filtrabilidad del vino posterior.

Entre otras fuentes importantes en la responsabilidad de niveles excesivos de «borras» están:

- a) Vendimia mecánica actual por no respetar la integridad física del grano de uva.
- b) Transporte inadecuado que tampoco respeta la integridad de la uva.
- c) Estrujados brutales de la vendimia y bombeos de largo recorrido antes de su prensado. La rotura exagerada de las partes sólidas del racimo conlleva abundancia de «borras» posteriormente.
- d) La utilización de desrapadoras-estrujadoras centrífugas pueden ser la causa de niveles tan altos en turbios y de una textura tal que no sea posible su separación ni su sedimentación estática después de 48 horas.
- e) Los sínfines alimentadores rápidos pueden ser otra fuente importante de «borras». Si por concepción de la instalación no se pueden suprimir se deberían paliar sus efectos por la menor velocidad posible compensada con un mayor diámetro.

Resumiendo: en extracción de mostos para blancos de calidad, pensando también en la utilización de la decantación estática, resulta primordial evitar al máximo el maltrato físico de las partes sólidas del racimo de uva. Según sea esta extracción variará la capacidad de sedimentación de un mosto, o no será posible, o se producirán capas a distintos niveles imposibles de separar correctamente con los clásicos sistemas de tubos «busca claros», habituales en los equipamientos de depósitos adecuados para la decantación estática. Sin que, cuando esto sucede, quiera decir que exista relación entre volumen de «borras» y peso en materia seca derivada de ellas.

Al estar regulada, la decantación estática, desde un punto de vista físico por el diáme-

tro de las partículas, por la diferencia de peso específico entre las partículas y el líquido, así como por el coeficiente de viscosidad dinámica del mismo, la velocidad de caída de las partículas estará influenciada en su tiempo de recorrido importantemente por la altura de los depósitos dedicados a tal fin. Es importante que los depósitos no tengan gran altura. La temperatura a que se realiza esta operación condiciona igualmente la velocidad de caída al influir sobre la viscosidad, a 20 °C. la velocidad de caída es dos veces más rápida que a 0 °C., aunque los riesgos de fermentaciones prematuras y de oxidación son más altos que a temperaturas bajas, sobretodo cuando después de algún día de vendimia la contaminación microorgánica es alta y el peligro en iniciarse fermentaciones incontroladas mayor, conllevando una exigencia en niveles de SO<sub>2</sub> más altos. Si para evitar estos riesgos se recurre a realizar esta operación con temperaturas bajas pensemos en el incremento de viscosidad provocada y en una exigencia en mayor tiempo de permanencia durante la operación.

Generalmente 20 horas de permanencia estática del mosto, una vez lleno el depósito, son suficientes para decantar partículas con diámetro superior a 0,2 mm. Sobrepasar este tiempo de espera no incrementa sensiblemente el % de mosto claro, pudiendo variar éste entre el 40 y el 90% según hayan sido los condicionantes anteriormente apuntados, incrementando innecesariamente el equipamiento especial que supone la cubería de decantación.

En la contemplación del «desfangado» como conjunto de fenómenos tener presente que no solamente participan en su dinámica fenómenos físicos de tamaño de partículas. Durante este período de reposo se manifiesta de manera importante la acción enzimática pectolítica con importantes influencias sobre el cambio en la estructura física del mosto y sobretodo posteriormente ante la fil-

trabilidad del vino. Pueden tener cabida aquí la utilización de preparados pectolíticos comerciales, no siempre con resultados positivos que justifique su uso. Igualmente tener presente la acción de la endoproteasas en la modificación sobre las propiedades coloidales de sustancias peptídicas con influencia en las características físicas del mosto, y el efecto estimulante de dosis moderadas de  $\text{SO}_2$  (20 a 40 mg/l) sobre las proteasas, «endo» y sobretodo «exo», en la liberación de aminoácidos probablemente vinculados a los efectos «activadores» detectados posteriormente en las fermentaciones, sobretodo cuando se piensa en tecnologías de eliminación total de  $\text{SO}_2$ .

No obstante, contemplando el «desfangado» y sus prestaciones, pensar que en realidad y procedente de la extracción coexisten dos fracciones de mosto:

- a) Una fracción libre, procedente del contenido vacuolar sobre todo, y que fluye del sólido pudiéndose separar.
- b) Una fracción «ligada», embebida en los sólidos, prácticamente imposible de separarse de los mismos por decantación.

Entra aquí un factor, nada despreciable, económico de rendimiento. Se trata de plantearse la necesidad o conveniencia en la recuperación de esta, no despreciable, fracción de mosto «ligado». Recuperación imposible con una decantación y sólo posible utilizando la presión (filtros de presión), la aspiración (filtros rotativos de vacío), o la fuerza centrífuga (centrífugas en sus diversas variantes).

Antes de terminar con el análisis, somero por fuerza, de la operación de desfangado, es preciso hacer algunas consideraciones sobre circunstancias a tener en cuenta cuando se plantea esta actuación:

1. Plantear baterías de depósitos especialmente concebidos para tal finalidad y en

número suficiente para realizar correctas permanencias. Con dimensiones y equipamiento adecuado («busca claros» con dimensiones generosas, sistemas detectores de enturbiamientos correctos y operativos, agilidad en la limpieza, etc.).

- 2) Realización escrupulosa de limpieza cada vez que se vacían.
- 3) Si se pretende decantación en «frío», instalación adecuada en aislamiento, frigorías y calorías (hay que calentar después pensando en la fermentación). Pensando en la mayor solubilidad de los gases en frío puede conllevar a no desestimar instalaciones con protección a base de gases inertes.
- 4) Dosificación correcta y estricta previa al desfangado de  $\text{SO}_2$ .
- 5) Necesidad en utilizar dosis relativamente elevadas de  $\text{SO}_2$ , si la operación se realiza a temperatura ambiente y las vendimias son largas y calurosas. Sulfuroso posteriormente inútil en su actividad positiva.
- 6) Dificultad en la separación correcta, con máximo aprovechamiento, del mosto claro.
- 7) Desaprovechamiento del % de mosto que embebe los sólidos separados. Siempre el vino obtenido procedente de la fermentación de estos sólidos es deficiente en calidad.

### Centrifugado

La utilización de la fuerza centrífuga en la separación fase líquida-sólida ha tenido y tiene una fuerte aplicación en todo tipo de industria, por supuesto también en la alimentación y en la enológica.

Su adopción, como sistema tendente a una sustitución del método comentado arriba, tiene sus adeptos. Y como metodología no adolece de poseer pros y contras que determinan su elección. No obstante, es una téc-

nica extendida y ofrecida en el mercado, mucho mejor resuelta cada vez, que viene a enriquecer el abanico de disponibilidades tecnológicas.

Expondremos un conjunto de factores ventajosos y otros no tanto, como tema reflexivo ante esta técnica.

Factores positivos frente al desfangado:

- a) Mayor aprovechamiento en mosto.
- b) Posibilidad de automatización casi total, tanto en el funcionamiento mecánico como en la regulación de la turbidez del mosto obtenido con posibilidad de elegir distintos parámetros (descargas temporales, nefelométricas, etc.).
- c) Dimensionado reducido.
- d) Posibilidad de utilizar esta técnica para «limpiar» todo el mosto o como complemento al «desfangado», centrifugando los sólidos procedentes del mismo. Igualmente aplicable a la limpieza de vinos jóvenes.

Factores no tan positivos:

- a) Importante inversión económica en cualquiera de sus versiones: tipo horizontal («decanters») o tipo vertical con cámaras de fangos convencionales.
- b) Importante gasto económico en mantenimiento, como consecuencia de la usura generada por un trabajo donde los materiales están sometidos a un gran desgaste, sobretodo si las vendimias son lluviosas. Su mantenimiento a veces no se puede realizar «in situ» por tratarse de maquinaria cuasi de relojería.
- c) Considerable gasto energético durante su funcionamiento. Y suplemento en el mismo al producirse un incremento de la temperatura durante el centrifugado.
- d) Caudales relativamente bajos si se pretenden una óptima clarificación del mosto.

## Filtración

Utilizar filtros convencionales, basados en la acción de la presión para forzar el paso del mosto sucio a través de un soporte filtrante, hacen generalmente inviable este trabajo con rendimientos aceptables. Dificultad generada sobre todo por las partículas con naturaleza coloidal existentes en el mosto y fuere poder colmatante.

Contemplar la ultrafiltración y la filtración tangencial como solución actual en la limpieza de mostos no es realista. Son técnicas aun experimentales en este campo, con altos costos en instalación y energéticos, aunque probablemente tengan un futuro aplicativo generalizado interesante, donde momentáneamente no tienen presente.

Actualmente el único sistema viable aplicativo en filtración de mostos es aquel que actúa por aspiración del mosto a través de una capa soporte filtrante, bajo el concurso aplicativo de vacío y evitando la acción colmatante del mosto con la eliminación en continuo de la capa de sólidos depositada en la superficie del material filtrante. Son los llamados filtros rotativos al vacío.

Con la aplicación de un sistema filtrador de mostos implícitamente se acepta la conveniencia de tener un substrato a fermentar, el mosto, limpio y casi estéril.

Evidentemente coexisten también en este sistema factores positivos y no tanto:

Factores positivos:

- a) Óptima limpidez del mosto.
- b) Aprovechamiento prácticamente total del mosto.
- c) Consumo energético moderado.
- d) Mantenimiento mecánico bajo.
- e) Disminución sensible en las necesidades de  $\text{SO}_2$  (20-30 mg/l. de total) antes de fermentación.

Factores no tan positivos:

- a) Instalación muy voluminosa.
- b) Necesitan cierta manualidad operativa. Cuanto más limitada sea, mayor reducción en tiempos muertos, el rendimiento/hora/día mejorará sensiblemente.
- c) Consumo importante en coadyuvantes de filtración. Por razones económicas obvias se utilizan perlitas, siendo su gasto función de múltiples variables (calidad del mosto, concepción de filtro, dinámica de los ciclos de filtración, etc.).

El análisis del conjunto factorial incidente en dicho sistema aplicado a la clarificación de mostos, con rendimientos aceptables (entre 100 a 400 litros/h/m<sup>2</sup> de superficie filtrante) y consumos en perlitas soportables (entre 500 gr/Hl a 1.500 gr/Hl), hacen de este sistema el de elección para la clarificación previa a la fermentación de mostos. Llegando a dicha convicción, a título personal y con mostos del Penedés, como fruto de haber experimentado y utilizado ampliamente las tres variantes comentadas, siempre teniendo fundamentalmente presente el binomio calidad-costos y buscando su máximo equilibrio.

## FERMENTACION

Partiendo del aserto afirmativo donde se contempla como primera premisa, condicionante de la óptima calidad organoléptica de un vino blanco, la necesidad en partir de mostos lo más limpios posibles, se han de tener presentes las incidencias posibles de esta limpidez sobre el conjunto de fenómenos que tiene lugar durante la fermentación. Es-tando aceptado por lo menos (RIBEREAU GAYON, P. y col. 1975 a) que:

1. Se eliminan levaduras autóctonas, adecuadas y no, más o menos según el grado de limpidez.
- 2) Se eliminan «nutrientes» cedidos por las «borras».
- 3) Se suprime el efecto soporte de los sólidos en suspensión sobre la flora blastomycética, importante durante su fase de multiplicación y con efecto regulador del desarrollo fermentativo.

Colateralmente se ha observado (LAFON LAFOURCADE, S. y col. 1980 b) que parte de las dificultades fermentativas pueden estar ligadas a la extracción más o menos brutal

del mosto. El mosto obtenido por prensado sin estrujado previo fermenta mejor que el procedente de un estrujado enérgico, relacionándose este fenómeno con la extracción de los llamados «factores de supervivencia» para las levaduras, incidentes, sobre todo, en su período de viabilidad y no sobre su número, contribuyentes eficaces en disminuir los riesgos de paradas fermentativas en los últimos estadios de la transformación. Habiéndose detectado tres tipos de sustancias activas: esteroides, ácido oleoico y la ocytocina (LAFON LAFOURCADE, S. y col. 1977 a).

Con la finalidad de evitar dificultades en la dinámica fermentativa cuando se parte de mostos muy limpios se recomiendan numerosas actuaciones, aunque las más extendidas en cuanto a aplicación y de mayor predicamento se reducen a tres:

- a) Buena aireación del mosto previo inicio fermentativo.
- b) Siembra sistemática con levaduras seleccionadas, procedentes de cultivos en re-

producción multiplicativa clásica o bien de levaduras secas activas correctamente hidratadas. Resultando factor determinante una abundante población inicial, del orden de 2 a 5 millones de células activas por c.c. de mosto a fermentar.

- c) Se suele recomendar una buena aireación al iniciarse la fermentación, al 1<sup>o</sup> o 2<sup>o</sup> días después de situar el mosto en sus depósitos de fermentación.

Concretamente en el Penedés, de las tres prácticas aludidas, no suele ser necesaria la variante c), si las dos anteriores son realizadas correctamente.

Evidentemente si resulta necesario o conveniente realizar algún tipo de corrección, entre las aceptadas legalmente hablando, debe llevarse a cabo justo antes del inicio de la fermentación y después de realizarse la clarificación del mosto.

Paradójicamente parece existir una cierta correlación entre dificultad, con lentitud pareja, en la fermentación, motivada por «empobrecimiento» del mosto y una mayor formación de los llamados «ésteres pesados», aceptados como responsables directos de la fracción aromática llamada «afrutada». Coincidiendo mayores niveles, independientemente de otros factores, en los mostos más limpios al tiempo que la formación de alcoholes superiores es menor cuando se contempla esta variante sólo, y conociendo la responsabilidad de estos últimos en «notas» aromáticas desagradables sobre todo en vinos blancos.

Paralelamente relacionada con la dificultad y lentitud en la fermentación, frente a la obtención de máximos niveles aromáticos, está la importancia complementaria que supone no rebasar la barrera de los 20 °C como temperatura máxima fermentativa. Factor tanto más importante cuanto mejor haya sido la calidad en la vendimia y en la clarificación del mosto, previa a la fermentación.

ción.

La mayor incidencia formativa en ésteres pesados, desde el punto de vista térmico, se sitúa alrededor de los 15 °C. (DÍAZ CERVANTES, M. 1979). La génesis de los: hexanoato (caproato), octanoato (caprilato) y deca-noato (caprato) de etilo; está en relación directa con la temperatura fermentativa y el grado alcohólico, con máximos alrededor de los 10 °GL y entre 15 y 20 °C., disminuyendo tanto por encima como por debajo de estos límites. Siendo determinantes, sobre todo, temperatura fermentativa y limpidez de mosto, considerándose secundarios otros factores, como podrían ser pH, cepa de levadura u otros.

Con el pragmatismo otorgado por el resultado de larga experiencia, quince años experimentado en el Penedés en tres variedades de uva blanca (Macabeo, Xarel·lo y Parellada) y con gamas de temperaturas en fermentación comprendidas entre 10 y 35 °C., particularmente se nos ha demostrado reiterativamente que los mejores niveles organolépticos los hemos obtenido fermentando entre 15 y 18 °C., considerando sólo la influencia que la variante temperatura tiene. Consiguiendo simultáneamente una dinámica fermentativa interesante desde el punto de vista económico, con duración de las fermentaciones de 10 a 12 días para obtener vinos con graduaciones comprendidas entre 10 13 °GL, sin restos de azúcares reductores y partiendo de mostos filtrados.

Resulta conocida la influencia que las temperaturas altas tienen sobre la fermentación en lo relativo a la formación aromática desagradable, originando al tiempo vinos más coloreados, con niveles más altos en polifenoles (CANTARELLI, C. 1984 d). Aún sin entrar a fondo en consideraciones sobre la influencia negativa frente a la tolerancia intracelular al alcohol por parte de las levaduras, pudiendo abocar en fuerte toxicidad hacia ellas o incluso a su muerte (de 10 a 30 minu-

tos a 40 °C pueden provocar una mortandad casi total en la población blastomicética), con posibilidad de paradas fermentativas y riesgos bacterianos, sí quiero hacer unas consideraciones sobre lo que podría considerarse como barrera térmica óptima cualitativa en la obtención de vinos blancos con alta calidad. Aunque la franja térmica, ampliamente considerada, podría establecerse entre 12 y 25 °C., la elección del parámetro a utilizar tiene que tener una viabilidad operativa y evitar los riesgos en los extremos por su dificultad en dominar franjas de temperatura demasiado estrechas y al borde del riesgo en los resultados y marcha fermentativa, debiendo privar en la elección de dicha temperatura la consideración de diferentes criterios:

1. No es mejor la calidad de un vino blanco si éste fermenta a 10 °C. comparado con el mismo fermentado a 18 °C., o al menos resulta una apreciación muy discutible, no repetitiva y por ende no objetiva.
- 2) La dinámica fermentativa resulta muy distinta en función de la temperatura. Una fermentación a 15-20 °C. puede durar entre 10 a 15 días, si se realiza entre 10-15 °C. puede durar de 30 a 40 días. Los condicionantes económicos son obvios, sin ganancia en los resultados cualitativos, con necesidades dobles en instalaciones específicas de fermentación e incremento considerable en el dimensionado frigorífico y consumo energético.
- 3) Una vez definidas las condiciones operativas, es decir elegido el vano de escala térmica en que vamos a trabajar (por ejemplo entre 15 a 18 °C.), es imprescindible enfriar el mosto, previamente a la fermentación, hasta el nivel inferior elegido para tener posibilidades en el dominio de la exotermia fermentativa, sobre todo a causa del carácter fuertemente exotérmico producido en las primeras fases del desa-

rollo blastomicético y primeros estadios fermentativos. Si no se procede con esta sistemática los riesgos de incontrol térmico pueden ser muy altos o necesitar un sobredimensionado en la instalación frigorífica caro e inoperante después de este momento inicial.

- 4) Dotar a la instalación de una buena agilidad operativa, en el llenado y sobretodo en el vaciado y limpieza, puede resultar un condicionante, aunque elemental, importante para un óptimo aprovechamiento en las instalaciones de fermentación a temperatura controlada.

La justificación en la búsqueda térmica óptima durante el proceso fermentativo, moderada entre 15 y 18 °C., puede residir no sólo en la consecución de mayores niveles en productos volátiles responsables de «notas afrutadas» (acetatos de amilo, hexilo y fenilo; caproatos, caprilatos y capratos de etilo), sino también en la génesis pareja de menores concentraciones en sustancias responsables de características aromáticas menos afrutadas, más evolucionadas (alcohol isoamílico, succinato de dietilo, lactato de etilo, malato de dietilo, hexanal). (AMATI, A. 1984 b).

Ahora bien, aunque la formación de sustancias consideradas positivas desde el punto de vista organoléptico por vía biológica está plenamente admitida (dependiente de: calidad del mosto, temperatura fermentativa, cepa de levadura, etc.), también se conoce su posibilidad de evolución, por hidrólisis, con la consiguiente desaparición de tales caracteres. Hidrólisis dependiente en su evolución de las condiciones en que se conserve posteriormente el vino, donde la concurrencia entre el oxígeno y temperaturas superiores a los 15 °C. pueden comprometer los resultados conseguidos previamente. Parece, en nuestro desconocimiento, como si la naturaleza exigiera las mismas condicio-

nes en la conservación que durante su formación para mantener la persistencia de los componentes volátiles responsables de las notas del afrutado en un delicado equilibrio, tanto de formación como de persistencia y conservación. Si no son respetadas estas circunstancias la aparición de: acetales, aldehidos, lactonas, derivados del naftaleno y del furano, pueden dar al traste con las características de frescor y afrutados conseguidos con dependencia de tantos condicionantes.

Como complemento importante incidente sobre la calidad organoléptica y aunque no directamente relacionado, pero sí colateralmente, están aquellas prácticas encaminadas a conseguir importantes reducciones en los niveles de  $\text{SO}_2$ , sobre todo los innecesarios desde el punto de vista utilitario en sus prestaciones, no sólo con actividad peyorativa bromatológica sino también organoléptica. Condicionantes que obligadamente pasan por (CANTARELLI, C. 1984 e):

- a) Prevención sobre *Botritis cinerea*. Las uvas procedentes de esta alteración pueden generar niveles hasta tres veces más altos en ácido pirúvico y dos en ácido 2-cetoglutárico que los vinos procedentes de uvas sanas.
- b) Transporte adecuado, evitando fermentaciones incontroladas y precoces formadoras de altos contenidos en piruvato y acetaldehído.
- c) Obtención del mosto con bajo contenido en catequinas y sus oligómeros, fruto de una correcta extracción y fraccionado del mismo.
- d) Fermentación a temperatura moderada.
- e) Utilización de levaduras seleccionadas adecuadas.
- f) Evitar exposición inadecuada al aire durante la conservación del vino, complementada con temperaturas moderadamente bajas y posibilidad de utilizar gases inertes protectores.

g) Proteger a vinos blancos aromáticos, con débil contenido alcohólico, pobres en polifenoles y por lo tanto frágiles, pasa por el aún hoy ineludible uso del  $\text{SO}_2$ . Se puede combinar su eficacia, 2 mg/l. en estado molecular (de 30 a 60 mg/l. expresado como «libre», en función del pH y la temperatura) sobradamente bastan para asegurar estabilidad biológica y permanencia organoléptica, con extremar la limpieza y combinar con conceptos de esterilidad en la filtración y embotellado.

Intencionalmente ha sido postergada, para el final de esta exposición, la incidencia de la levadura. Sin pretender despojarla de un protagonismo que evidentemente debe tener, probablemente sea éste uno de los campos menos conocidos en la participación organoléptica apreciada de los vinos blancos.

En fermentaciones espontáneas se detectan (DITTRICH, H. 1980) niveles en alcoholes superiores de hasta ocho veces más altos, en comparación con los niveles procedentes de utilizar cultivos de levaduras seleccionadas adecuadas sobre todo: propanol-1, 2-metil-propanol, 2-3-metil-butanol y 2-feniletanol. Asimismo, dicha utilización puede generar disminuciones de hasta el 40% en las principales sustancias «acaparadoras» del  $\text{SO}_2$  (acetaldehído, pirúvico y 2-cetoglutárico), cuya incidencia organoléptica y referida a la disminución en el uso de este producto ya ha sido comentado.

Desde el estado general cognoscitivo actual a un cultivo, procedente de levaduras seleccionadas, se le solicitan fundamentalmente las siguientes características:

- a) Fácil adaptabilidad al mosto en cuestión y rápido desarrollo.
- b) Buen poder alcohógeno y buena dinámica fermentativa.
- c) Bajos niveles productores de  $\text{SO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$  (características ligadas a la genética -Co-

LAGRANDE, O. 1980-, al sustrato y a la temperatura alta durante la fermentación).

- d) Alta posibilidad de predominancia, a veces basada en el llamado factor «killer», biológica frente a especies autóctonas.

No se suelen utilizar otros criterios, por ejemplo referidos a la mayor o menor capacidad en formar aromas agradables, si es que esta capacidad está regulada genéticamente y con caracteres no mutantes con facilidad a lo largo de las rápidas sucesiones en la población de estos microorganismos. Generalmente se utilizan cepas de *S. cerevisiae*, v. *ellypsoideus* o *S. bayanus*, procedentes de cultivos cuyas características genéticas se mantienen bastante bien y pensando en una competitividad biológica que tienen que ganar, frente a levaduras autóctonas mejor adaptadas al mosto de la zona, considerando la no esterilidad del sustrato a transformar.

Probablemente sería ecléctico realizar in-

vestigaciones microbiológicas aplicadas sobre la flora blastomicética autóctona de cada zona, con criterios aplicativos posteriores, pero aunque supuestamente fuera más idóneo actualmente no resultaría viable ni práctico a nivel general.

Quiero terminar mi exposición recordando que los vinos blancos, en su concepto genérico más amplio y desde la perspectiva cualitativa actual, son el resultado de aplicar cada vez con mayor insistencia instalaciones tecnológicas de mayor entidad. Se pueden definir como vinos de alta tecnología. Según como los «hombres de vino» sepamos utilizar las prestaciones derivadas de ella la resultante final estará más o menos próxima a los niveles máximos que nos ofrece genéticamente la materia prima. Tenemos en nuestras manos un «diamante biológico» en bruto, depende sólo de nuestra habilidad lapidadora, fruto del conocimiento progresivo y su correcta aplicación, el conseguir el máximo partido posible y poderlo transformar en una máxima joya.

## BIBLIOGRAFIA

- AMATI, A. (1982 a).— *Vinificazione per macerazioni delle vinacce a temperatura controllata*. Vignevini 9 (10), 29.
- AMATI, A. (1984 b).— *L'utilizzazione del freddo nel corso della macerazione e della fermentazione*, 2º S.I. di Pavia-Vino Bevanda ed alimento, 131-138.
- BERTUCCIOLI, M. (1984).— *Maturazione dell'uva: tecnologie di vinificazione e qualità del prodotto finito*, 2º S.I. di Pavia-Vino Bevanda ed Alimento.
- CANTARELLI, C. (1978 a).— *L'estrazione dei succhi e la preparazione del mosto d'uva*.
- CANTARELLI, C. (1980 b).— *Possibilità tecnologiche di abbassamento del contenuto di anidride solforosa nei vini*, Industrie delle Bevande.
- CANTARELLI, C. (1983 c).— *Le problème du niveau de SO<sub>2</sub> assurant la qualité des vins pour les transports de longue distance*.
- CANTARELLI, C. (1984 d).— *Il controllo della temperatura nella fermentazione*. L'enotecnico nº 4.
- CANTARELLI, C. (1984 e).— *Sperimentazione fattoriale sulle variabili che intervengono nello svolgimento della fermentazione vinaria*. Atti. Accademia italiana della vite e del vino, vol. XXXV.
- COLAGRANDE, O. (1980).— *Natura e origine dei composti solforati volatili nei vini*. Symp. Enologia, Trento.
- CORDONNIER, R. (1980 a y 1980 b).— *Extraction et formation de certains composés de l'arôme des vins au cours de la phase préfermentaire de la vinification*. Symp. Enologia, Trento.
- DIAZ CERVANTES, M. (1979).— *Contribution à l'étude des substances volatiles des raisins et des vins de Muscat*. Thèse Doctoral Université de Bordeaux II.

- DITTRICH, H.H. (1980).— *Alterazioni della composizione del vino determinate da attacchi di Botrytis sulle bacche, da fermentazione con lieviti selezionati e da composizione biologica degli acidi*. Symp. Enologia, Trento.
- DRAVERT y col. (1966).— *Ann. Chem.*, (994), 200-208.
- DUBERNET, M.; RIBEREAU GAYON, P. (1973).— *Présence et signification dans les mûts et le vins de la Tyrosinase du raisin*. *Connaissance Vigne Vin*, 7, 283-302.
- LAFON LAFOURCADE y col. (1977 a).— *Les stéroïdes facteurs de survie des levures au cours de la fermentation alcoolique de mût de raisin*. *C.R. Acad. Sciences*, 284 D-1939-1942.
- LAFON LAFOURCADEZ, S. y col. (1980 b).— *Incidence des conditions du travail des vendanges blanches sur la clarification et la fermentation des mûts*. *Connaissance Vigne Vin*.
- MONTEDORO, G. (1980).— *I costituenti volatili dei mosti e dei vini in relazione alla cultivar, alla maturazione e ad alcune incidenze tecnologiche conseguenti alla raccolta e alla vinificazione*. Symp. Enologia, Trento.
- RAPP y col. (1976).— *Vitis* 15, 183-189.
- RIBEREAU GAYON, P. y col. (1975 a).— *Sciences et techniques du vin*. Dunod, Paris, 1975.
- RIBEREAU GAYON, P. y col. (1980 b, 1980 c).— *Influence des techniques de vinification sur la teneur en substances volatiles des vins blancs*. Symp. Enologia, Trento.
- SCHREIER, P. (1979).— *Changes of Flavour Compounds during the Processing of Fruit Juices*. 7th. Long. Ashton Symp. Acad. Press. London 1979.

#### NOTA

Esta ponencia ha sido presentada en la Conferencia Internacional de Enología, 23 Enero de 1986, en Enomag, Zaragoza.