

LA MICROOXIGENACIÓN al servicio de la enología

Resumen

Hoy en día se pretende saber más acerca del papel que desempeña el oxígeno en el vino, y saber hasta qué punto el enólogo puede sacarle el máximo partido a la microoxigenación. Se trata de una técnica moderna capaz de aportar de forma lenta y controlada el oxígeno necesario en cada momento del proceso de vinificación.

La experiencia demuestra que no es posible concretar la dosis de oxígeno, y no puede hablarse de un protocolo definido de aplicación; cada vino tiene distintas necesidades de oxígeno y reacciona de forma diferente ante el cambio de las condiciones del medio.

Palabras clave: Intensidad colorante, Microoxigenación, Vinificación.

Abstract

Microoxygenation in the service of oenology. Nowadays, it is expected to know more about the effect that oxygen has over wine, and how the oenologist can make the most of the microoxygenation. This is a modern technique able to provide, in a progressive and controlled way, the necessary oxygen at every moment in the wine making process.

Experience proves the impossibility to specify the oxygen dose, and we can not talk about an exact protocol for its application. Each wine has different oxygen requirements and it reacts in a different way to the environmental changes.

Key words: Colour intensity, Microoxygenation, Vinification.

Introducción

Durante muchos años, los enólogos han trabajado en ambientes reductores pensando que era lo más idóneo para que el vino tuviera una buena evolución en el tiempo; en los últimos 10 años esta filosofía ha cambiado y la mayoría de los enólogos saben que con pequeños aportes de oxígeno se consigue una polimerización que conlleva una estabilidad colorante y una exaltación de aromas.

La microoxigenación cubre las necesidades naturales del vino en oxígeno durante las distintas etapas de su vida. Además, se pretende aportar el oxígeno necesario de forma equilibrada, sin

causar su acumulación en el medio. Es imprescindible lograr un equilibrio en el flujo de *oxígeno entrante* – *oxígeno saliente*.

La microoxigenación NO es una oxidación, sino que debemos tratarla como una herramienta más de bodega, para lograr mejores resultados de elaboración.

Los criterios de diferenciación de los vinos tintos se basan fundamentalmente en su estructura polifenólica, y el seguimiento de los vinos tratados se basa en la composición analítica y, sobretodo, la evaluación sensorial.

Una analítica completa (incluyendo tanto analítica básica como medidas de antocianos totales, taninos totales e

índices de polimerización entre ambos) del vino a microoxigenar debe servir de referencia, para así conocer el potencial del mismo en cuanto a estructura polifenólica y poder preveer los efectos de la microoxigenación y sus resultados.

Calendario de intervenciones

Tratamiento 1

Aplicación durante fermentación alcohólica (FAL), mostos blancos y tintos.

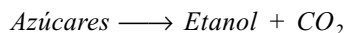
Fundamentalmente buscaremos dos objetivos:

a) Mayor síntesis de esteroides y ácidos grasos insaturados de cadena larga en

las primeras etapas fermentativas de las levaduras, que dará como resultado:

a.1) Mayor resistencia de la membrana celular de las levaduras al final de la fermentación alcohólica, cuando el medio se ha vuelto más desfavorable debido a la presencia de mayores concentraciones de etanol y ácidos grasos de cadena media (C_6 , C_8 , C_{10} y C_{12}).

a.2) Una actividad fermentativa más segura y eficaz, sobre todo al final de la fermentación (mejor agotamiento de azúcares y mejor rendimiento fermentativo).



a.3) Menor producción de reacciones secundarias indeseables, que puedan dar lugar a la producción de sustancias organolépticamente desfavorables.

a.4) Menor duración de la fermentación.

a.5) Mejor aprovechamiento del sustrato nutritivo del medio (azúcares, NFA, vitaminas y minerales) por parte de las levaduras.

a.6) Reducción del riesgo de fermentaciones largas y lentas y de paradas de fermentación.

b) En mostos tintos, el oxígeno comienza a polimerizar los antocianos y taninos presentes durante la fermentación (es una actividad secundaria).

El objetivo principal de la microoxigenación durante la fermentación alcohólica es la mejora de las condiciones medioambientales de las levaduras.

La dosis de trabajo se sitúa entre 4 y 12 ml de oxígeno por litro de mosto, siendo el momento de aplicación cuando la densidad del mosto haya descendido 20 puntos (aproximadamente el segundo o tercer día desde el inicio de la fermentación), que corresponde con el final de la fase exponencial del crecimiento de las levaduras. La microoxigenación se realizará en una aplicación y en un periodo máximo de 24 horas. Es recomendable también realizar otro aporte a una densidad de 1.020–1.010 para conseguir un buen final de fermentación, la dosis en este



momento variará en torno a los 5 ml/l en un periodo de 12–15 horas.

Tratamiento 2

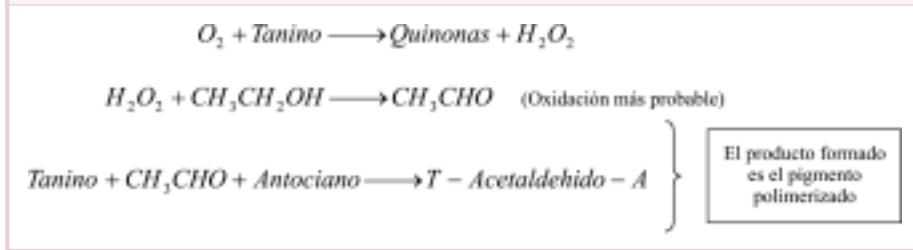
Desde fin de fermentación alcohólica hasta inicio de fermentación maloláctica. Vinificación de uva tinta.

El principal efecto de la microoxigenación en vinos es el de la polimerización de antocianos con taninos, por lo que es en vinos tintos donde tiene más aplicación. Dependiendo de la variedad y del potencial polifenólico del vino se establecerá un protocolo definido, como re-

comendación se puede indicar dosis que varían desde los 40–50 ml/l/mes durante los 3 o 4 primeros días desde el inicio del tratamiento para provocar la formación de etanal en el medio y a continuación disminuir la dosis a 15–20 ml/l/mes durante 10 o 12 días más.

Esta operación tiene una duración aproximada de 2 a 3 semanas (en

ESQUEMA 1. Reacciones más probables durante la crianza



cierto modo, depende del inicio de la FML). Siendo las reacciones y consecuencias enológicas muy importantes. El máximo objetivo será la síntesis de acetaldehído, precursor en las reacciones de polimerización antociano–tanino. Al producirse la unión antociano–tanino (pequeñas moléculas de taninos agresivos) se logra una mayor suavidad.

Se produce una estabilización de la materia colorante y unos efectos beneficiosos sobre las lías de levaduras, controlando también el estado de reducción.

No es conveniente seguir aplicando oxígeno durante el periodo de fermentación maloláctica, aunque en algunos casos especiales puede microoxigenarse con pequeñísimas dosis. El exceso de acetaldehído producido durante la primera fase es totalmente metabolizado por las bacterias lácticas.

Tratamiento 3

Es lo que nosotros denominamos periodo de envejecimiento, comprende desde el final de fermentación maloláctica

y la crianza en barrica (para restablecer el estado de oxidación).

En este periodo se favorece la polimerización de los compuestos y la estabilidad de la materia colorante. Se recomienda llevar a cabo un seguimiento analítico, prestando especial atención a la acidez volátil y al anhídrido sulfuroso, así como un seguimiento sensorial realizando catas sucesivas.

Según algunos autores, las reacciones más probables durante la crianza son las que refleja el *Esquema 1*.

Las dosis serán distintas en función de la familia de vino tinto de que se trate, además para fijar una dosis concreta es necesario realizar una analítica completa y un análisis organoléptico determinando la dosis más apropiada para ese vino, aún así, suelen variar entre 1 y 6 ml O₂/l vino/mes. La duración también se estima aproximadamente entre 1 y 4 meses pero suele ser función del objetivo marcado; se

detendrá o se variará la dosificación cuando el vino comience a lograr un equilibrio entre todos los constituyentes. Se debe prestar especial atención a la fase crítica del vino, es decir, al control de los parámetros analíticos del mismo.

El aporte de oxígeno se detendrá al conseguirse una armonía perfecta en el vino, ésta se determinará a través de la cata. Para finalizar el tratamiento, es importante reducir gradualmente la dosis de oxígeno y así evitar que se produzcan reducciones en él.

Otros tratamientos

En este apartado incluiremos:

- Tratamientos específicos para eliminar de un vino notas reducidas o notas vegetales.
- Aplicación de la técnica en barricas viejas que hayan perdido parte de su capacidad para microoxigenar.
- Combinación de microoxigenación con taninos para aumentar estructura y redondez.
- Crianza sobre lías para favorecer la liberación de manoproteínas y polisacáridos (*Cuadro 1*).

Puntos a tener en cuenta

El vino no contiene oxígeno después de algún tiempo en reposo si está protegido del aire. Al manipular el vino en contacto con el aire el oxígeno se diluye, se combina rápidamente y desaparece.

En cuanto a los efectos del O₂ en el vino, cabe diferenciar 2 efectos:

- Fenómeno físico: disolución de O₂ en el vino.
- Fenómeno químico: combinación del O₂ como molécula diatómica con los compuestos del vino, estableciendo una malla estable y permanente de color.

Durante la microoxigenación nunca debe producirse la acumulación de O₂ en el medio. Es importante tener en cuenta:

$$O_2 \text{ INTRODUCIDO} < O_2 \text{ CONSUMIDO}$$

La solubilidad del O₂ aumenta cuanto menor es la temperatura del medio.

Ejemplos:

A 20°C se disuelven	5,6–6 ml O ₂ /l
A 12°C se disuelven	6,3–6,7 ml O ₂ /l
A 0°C se disuelven	8 ml O ₂ /l

La disolución y combinación del O₂ variará en función de la temperatura de conservación del vino y en función de la cantidad de anhídrido sulfuroso libre.

- **SO₂**: Un vino blanco con 100 mg/l de SO₂ libre tendrá una combinación con el oxígeno dos veces más rápida que un vino con 40 mg/l.

- **Temperatura de conservación.** Ejemplos:

A 3°C el O ₂ se elimina en	3 meses.
A 13°C el O ₂ se elimina en	25 días.
A 17°C el O ₂ se elimina en	18 días.
A 20°C el O ₂ se elimina en	14 días.
A 30°C el O ₂ se elimina en	3 días.

Cuando el vino está frío, el riesgo de oxidación aumenta, ya que el estado de oxidación es más prolongado. Si la oxidación es lenta y dirigida, sólo las sustancias más reductoras son oxidadas, protegiendo de ese modo las demás.

El oxígeno disuelto no se combina directamente en las sustancias reductoras del vino (compuestos polifenólicos), sólo puede hacerlo con la intervención de ciertos catalizadores como las sales férricas, además, el cobre refuerza el efecto catalizador del hierro. En ausencia de hierro y cobre, el

CUADRO 1. Cuadro resumen

OBJETIVOS	MOMENTO DE APLICACIÓN	DOSIS DE TRABAJO
(1) • Estabilidad de materia colorante. • Polimerización de compuestos fenólicos. • Reducción de notas vegetales. • Aumento de la intensidad colorante y de la complejidad aromática.	• Desde el final de FAL hasta el inicio de FML (siempre y cuando sea posible). • Desde el final de FML.	De 40–50 ml O ₂ /l/mes durante 2 ó 3 días y 15–20 ml O ₂ /l/mes durante 10–12 días más (aplicación en plazos de 10 a 20 días; hasta el comienzo de FML). De 1 a 6 ml O ₂ /l/mes (Tratamiento a largo plazo: 1 a 4 meses).
(2) Aplicaciones de carácter curativo: • en vinos reducidos. • en vinos con notas vegetales.	En depósito de acero inoxidable, hormigón o en barrica.	De 1 a 3 ml O ₂ /l (aplicaciones a corto plazo; máximo 24 h).
(3) Otras aplicaciones de interés: • en barricas viejas que han perdido parte de su capacidad para oxigenar. • en combinación con virutas de roble para aumentar estructura aromática. • en combinación con taninos para aumentar estructura en boca y redondez. • en crianza sobre lías para favorecer la liberación de manoproteínas y polisacáridos.	En barrica. En depósito de acero inoxidable o en barrica. En depósito de acero inoxidable. En depósito de acero inoxidable o en barrica.	De 1 a 3 ml O ₂ /l/mes. La finalización de la microoxigenación se determinará mediante cata.

oxígeno es incapaz de combinarse con muchas sustancias reductoras del vino. El SO_2 actúa como antioxidante irreversible, acaparando para él el oxígeno disuelto, por lo que no actúa sobre los compuestos propios del vino, con 100 mg/l de sulfuroso libre la totalidad del oxígeno disuelto es secuestrado quedando el vino enteramente protegido.

Los niveles de oxígeno a aplicar serán función de la estructura, carácter y potencial del vino de partida, teniendo en cuenta los parámetros analíticos relacionados con la estructura fenólica. Es necesario un mínimo de polifenoles (situado en valores de IPT entorno a 45–50) para poder aprovechar los efectos del oxígeno y sacarle partido al tratamiento, y también es importante considerar el equi-

librio entre antocianos y taninos. Así:

- Antocianos > Taninos \longrightarrow Riesgo de oxidación (se forman calconas).
- Antocianos < Taninos \longrightarrow Astringencia y amarillamiento.

El acetaldehído o etanal participa en las reacciones de polimerización entre antocianos y taninos.

La temperatura óptima del tratamiento es de 12°C a 20°C.

A lo largo de la vida de cualquier vino, éste requiere distintos niveles de oxígeno que pueden ser suministrados de forma controlada y lenta a través de la microoxigenación.

Las barricas de roble nuevas introducen en torno a 3–5 ml/l/mes a través de sus duelas.

En cuanto a la microoxigenación en **barricas viejas**, presentamos algunos datos de interés:

En la barrica, el O₂ es disuelto de 3 formas:

- A través de la barrica (2–5 ml O₂/l/año).
- A través de la superficie del vino (15–30 ml O₂/l/año).
- En los trasiegos (3–4 ml O₂/l/trasiego).

En total: 30 ml O₂/l/año.

En este caso, la microoxigenación es útil para satisfacer las necesidades naturales del vino y sustituir el efecto microoxigenativo que la barrica ya no es capaz de realizar.

Durante la microoxigenación de un vino, es imprescindible evaluar sus efectos y los cambios producidos en el vino a través del

CUADRO 2. Ficha de análisis		
	ANÁLISIS	RESULTADO
CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS	Abs 420 nm	Componente amarilla
	Abs 520 nm	Componente roja
	Abs 620 nm	Componente azul
	Intensidad colorante	Abs 420 + Abs 520 + Abs 620
	Tonalidad	Indica la importancia del color amarillo respecto del color rojo
	dA %	Da una idea de la importancia relativa del color rojo del vino
	Abs 280 nm (IPT)	Compuestos fenólicos totales
	Índice Folin-Ciocalteu	Compuestos fenólicos totales
ANTOCIANOS	Antocianos Totales [mg/l]	
	Índice PVPP [%]	% antocianos combinados con taninos
	Índice de ionización [%]	% antocianos que contribuyen al color del vino
TANINOS	Taninos totales [g/l]	
	Índice de diálisis [%]	% taninos de gran tamaño
	Índice de etanol [%]	% taninos combinados con polisacáridos
	Índice HCl [%]	% taninos muy polimerizados
	Índice de gelatina [%]	% taninos capaces de reaccionar con proteínas

análisis sensorial. Las conclusiones sacadas con la cata serán respaldadas con una analítica del vino, incluyendo los parámetros de color: Abs 420 nm, Abs 520 nm, Abs 620 nm, I.C., Abs 280 nm (IPT), antocianos totales y combinados, taninos totales y combinados, ... También es importante controlar otros parámetros como SO₂ libre y total, acidez volátil, acidez total, ... (Cuadro 2).



Bibliografía

- ZAMORA, F. *Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos*. Capítulos 2 y 8. AMV EDICIONES, 2003.
- ZAMORA, F., CABANILLAS, J. M., ROZÉS, N. Y AROLA, L. *Influencia de la microoxigenación en el color y las características organolépticas de los vinos tintos*. *Tecnología del Vino*, 2, 51–55. 2001
- CHEYNIER, V, ES-SAFI N.E., FULCRAND H., *Structure and colour properties of tannins and related pigments. Pigments in food technology*, Mosquera M.I.H., Galan M.J., Mendes D:H: (Eds.), Séville, 1999.
- DALLAS (C.), RICARDO DA SILVA (J.M.), LAUREANO (O.). *Products formed in model wine solutions involving anthocyanins, procyanidins B2 and acetaldehyde*. 44, 2402–2407. *Journal of Agriculture and Agriculture and Food Chemistry*, 1996.
- GLORIES, Y. *La couleur des vins rouges. 1ère partie: Les équilibres des anthocyanes et des tanins*. 1984
- RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A. Y DUBOURDIEU. *Phenolic Compounds. Handbook of enology, Vol 2: The chemistry of wine, stabilization and treatments*. 129–186. John Wiley & sons, Ltd, Chichester, 1999.
- TIMBERLAKE C.F., BRIDLE P. *Colour in beverages*. In: Williams AA, Atkin RK. *Sensory quality in foods and beverages*. Chichesters Ellis Horwood, 1983.