

# LOS ÁCIDOS CINÁMICOS COMO INDICADORES DE LA TECNOLOGÍA DE EXTRACCIÓN DEL MOSTO EN LA ELABORACIÓN DE LOS VINOS BLANCOS

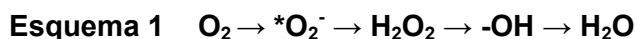
Urska VRHOVSEK\*, Mario POJER<sup>§</sup> y Fulvio MATTIVI\*

\* Istituto Agrario di San Michele all'Adige (TN), Dipartimento Laboratorio Analisi e Ricerche; <sup>§</sup> Azienda Agricola Pojer & Sandri, Faedo, I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Oxígeno y vino blanco

El oxígeno es un elemento indispensable para la vida, siempre y cuando sus concentraciones estén bajo control. De hecho, en altas concentraciones el oxígeno es extremadamente nocivo, tanto que los microorganismos vivos han tenido que desarrollar una serie de sistemas de protección para mantener bajo control las formas activas, causas del daño oxidativo. Análogamente, el oxígeno puede inducir la transformación y el deterioro de bebidas y alimentos. Por lo tanto, no es sorprendente constatar cómo el contacto con el oxígeno durante la elaboración y la crianza, resultan cruciales para definir las características del vino. La reducción del oxígeno a agua requiere la progresiva transferencia de cuatro electrones, generando tres formas intermedias de elevada reactividad: radical anión superóxido [ $*O_2^-$ ], agua oxigenada [ $H_2O_2$ ] y radical hidroxilo [ $-OH$ ], según el esquema 1:



La gestión del contacto con el oxígeno puede ser bastante flexible en el caso del vino tinto, protegido por la presencia de abundantes concentraciones de antioxidantes como los polifenoles, que son capaces de neutralizar los efectos negativos de los radicales libres del oxígeno (Rigo et al., 2000). Por el contrario, la presencia no controlada del oxígeno puede resultar especialmente crítica en la vinificación en blanco, que presenta un bajo contenido de antioxidantes. La elección de la modalidad de protección del oxígeno representa, en consecuencia, uno de los factores principales para definir el estilo de un vino (figura 1).

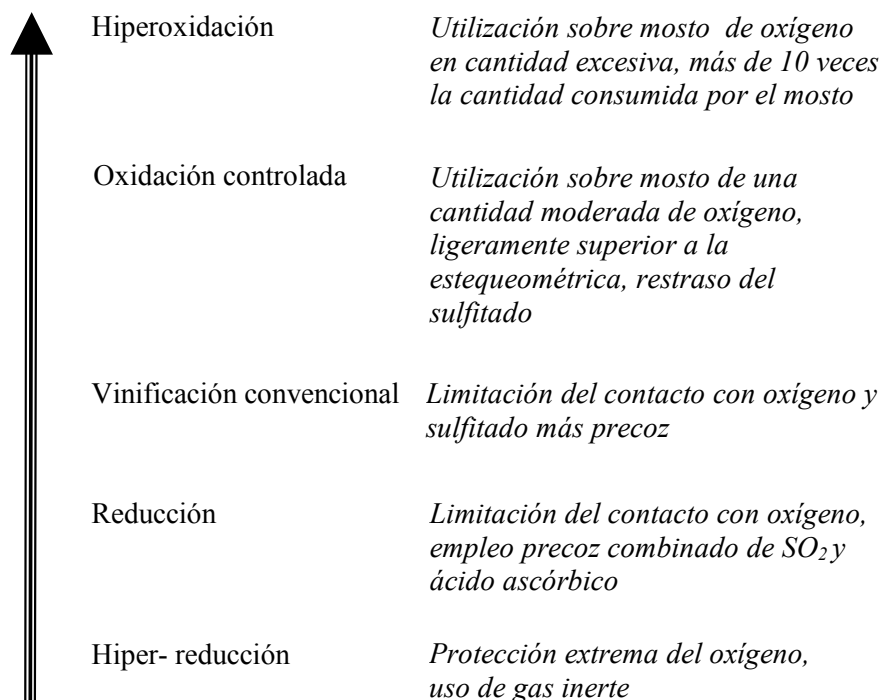


Figura 1: La interacción con el oxígeno en la vinificación en blanco

A través de años, la técnica enológica ha propuesto la utilización de procesos extremadamente diferenciados, que van desde los sistemas de estabilización por oxidación, como la hiperoxigenación, hasta sistemas de vinificación en ambiente reductor, con la finalidad de preservar la extracción de ciertos aromas varietales, técnica ampliamente difundida para la elaboración de Sauvignon blanc y de otras variedades de aroma azufrado. La elección de la técnica de vinificación inicial condiciona también la aptitud del producto obtenido para los sucesivos tratamientos (crianza en bodega, conservación sobre levaduras, refermentación, etc.) que deben ser coherentes con las formulaciones iniciales. Especialmente en el caso de los vinos obtenidos en ambientes reductores que van protegidos del contacto con el oxígeno también durante la crianza.

## 1.2 Limitaciones de la tecnología actual

Las técnicas actualmente disponibles permiten producir diversos estilos de vinos de alta calidad y son ampliamente aceptadas. No existe, naturalmente, un esquema válido para todas las situaciones, dado que toda técnica tiene limitaciones específicas, lo cual se quiere señalar brevemente en este capítulo.

Las técnicas oxidativas empobrecen al vino desde el momento en que eliminan del mosto, en fase precoz, los componentes más oxidables de la uva. Por el contrario, maximizan la estabilidad para la sustracción de los componentes que causan inestabilidad, con la pérdida sin embargo de la calidad varietal del vino. Es una elección justificada especialmente para productos fuertemente marcados por la tecnología y que presentan aromas secundarios producidos durante la crianza, como los vinos espumosos, licorosos o criados en bodega.

La vinificación en blanco convencional, en sus diversas variantes, es adecuada para la producción de vinos de alta calidad, pero no es capaz de hacer expresar completamente todas las variedades. Por otro lado, el transcurso de las reacciones oxidativas causa inevitablemente un consumo de anhídrido sulfuroso, ya sea por oxidación del mismo como indirectamente por la formación de compuestos que se han combinado con él. Por este motivo, en la vinificación convencional, se requiere un uso importante de anhídrido sulfuroso para mantener la presencia de una fracción tecnológicamente activa, mientras que sería preferible restringir en mayor medida su empleo por razones de salud.

La vinificación en ambiente reductor únicamente con ácido ascórbico no se aconseja en enología, ya que reduce inicialmente el potencial redox, pero a continuación actúa en el vino como pro-oxidante. De hecho, el ácido ascórbico en presencia de catalizadores metálicos, favorece la activación del oxígeno que se convierte en anión superóxido (Scarpa et al., 1983; Rigo et al., 1985) que tiende a reaccionar inmediatamente según el esquema 1, produciendo agua oxigenada. El agua oxigenada en presencia de ácido ascórbico y catalizadores metálicos tales como ión hierro y cobre, puede generar, por otro lado, el radical hidroxilo (Halliwell, 1996). Por lo tanto, en la práctica, la vinificación en ambiente reductor requiere de la presencia simultánea de ácido ascórbico y de anhídrido sulfuroso que es capaz de neutralizar la formación de estas tres especies reactivas del oxígeno. Asimismo, los polifenoles presentes en el vino pueden, sin embargo, competir con el anhídrido sulfuroso, ya que estos son capaces también de reaccionar con el anión superóxido generando a su vez una especie radical, la semiquinona [ $^{\circ}\text{QH}$ ], cuya presencia como radical de elevada estabilidad fue demostrada en el vino tinto (Rossetto et al., 2001). En presencia de oxígeno, la semiquinona puede actuar en contra de las reacciones de oligomerización con un efecto antioxidante complejo (Bors, 2000), o bien ciclar a través de una serie de reacciones radicales de cadena (Singleton, 1987), con producción de agua oxigenada y efecto pro-oxidante. El agua oxigenada generada en estas reacciones interactúa ya sea con los polifenoles mismos, como con los otros componentes del vino, formando, por ejemplo, acetaldehído por oxidación del etanol.

Estas reacciones de autooxidación a cargo de los polifenoles, que pueden ser nocivos en fase de conservación del vino, suceden a mayor velocidad para los vinos de pH elevado. Por otro lado, la oxidación de los polifenoles es autocatalítica, para lo cual un vino que comienza a empardarse tiende a acelerar su deterioro (Singleton, 1987). En consecuencia, está prácticamente consolidado en enología tener bajo control la concentración de los compuestos polifenólicos en el vino blanco, especialmente a pH elevado. Su presencia excesiva es vista como un hecho potencialmente desestabilizante que puede atraer fenómenos de pardeamiento y maderización durante la

conservación. Para este fenómeno no se ha encontrado aún un remedio eficaz. De hecho, si bien la vinificación en ambiente reductor consigue garantizar una buena protección de las oxidaciones en fase prefermentativa, se ha observado, sin embargo, que la presencia simultánea de ácido ascórbico y de anhídrido sulfuroso no asegura un efecto antioxidante en el tiempo y, por el contrario, la presencia de ácido ascórbico puede inducir en el curso de la crianza del vino el paso de una fase protectora inicial a una segunda fase pro-oxidante (Peng et al., 1998), desaconsejándose, en consecuencia, el uso del ácido ascórbico para vinos destinados a una crianza media o larga.

### 1.3 La protección con gas inerte

Otra limitación de la vinificación en ambiente reductor es que -a causa del rápido lavado de los antioxidantes de las uvas en el mosto flor- queda completamente abierto el problema de la protección de los componentes de las uvas contra la oxidación durante el estrujado y en las fracciones de prensado. La vinificación en ambiente hiper-reductor permite realizar una hipótesis de los nuevos sistemas capaces de asegurar una posterior protección de las oxidaciones, especialmente en las fases de extracción del mosto, a través del uso de gases inertes tales como CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y otros. Esta operación puede ser especialmente interesante para obtener fracciones de prensado de calidad superior, útiles para asegurar una extracción eficaz de los componentes organolépticamente activos que resultan localizados en su mayoría en el hollejo. La puesta a punto de esta técnica y la validación de su aplicación y utilidad en enología está hasta hoy mínimamente explorada.

Este artículo describe algunas experiencias innovadoras al respecto, llevadas a cabo a escala industrial cerca de la finca Pojer & Sandri y realizadas en la vendimia de 2002 sobre algunas variedades aromáticas. Se describirá especialmente el caso de la vinificación en ambiente hiper-reductor, con nitrógeno, del Müller-Thurgau.

### 1.4 Los ácidos cinámicos como indicadores del proceso

En este contexto, era necesario individualizar los adecuados indicadores del proceso, capaces de medir con precisión el grado de protección contra las oxidaciones obtenido en el proceso experimental. Los ácidos cinámicos representan, a nuestro parecer, un instrumento de investigación ideal. En efecto, el contenido de ácidos cinámicos del vino blanco está vinculado a diversos parámetros: i) concentración en la uva; ii) entidad de las extracciones en el mosto; iii) reacciones de oxidación enzimática; iv) pérdida en fermentación; v) pérdida por adsorción sobre los coadyuvantes de clarificación y vi) pérdida durante la conservación del vino.

La concentración de los ácidos cinámicos en la baya (278-467 mg/L), y en el mosto completamente protegido contra las oxidaciones (135-281 mg/L), es ampliamente superior a la que se observa en los vinos blancos (Vrhovsek, 1998). Por otro lado, el porcentaje de los ácidos cinámicos extraíbles en el mosto, es menor para los ácidos *cis*- y *trans-p*-cutárico (26-43%) respecto al de los ácidos *trans*-caftárico (52-69%) y *trans*-fertárico (62-83%).

El balance completo de las pérdidas medias porcentuales de ácidos cinámicos en la elaboración de los vinos blancos, respecto al contenido de la baya, fue objeto de trabajos precedentes (Vrhovsek y Wendelin, 1998b). Se ha observado experimentalmente que la extracción incompleta de los ácidos cinámicos de la baya es la principal causa de su disminución en el vino (en promedio para toda la clase de compuestos, 68,7%), seguida de las oxidaciones enzimáticas y reacciones asociadas (16%). Las pérdidas medias durante la sedimentación estática (2,1%), fermentación (1,8%), clarificación (0,7%) y conservación (2,4%) son inferiores y causan reducciones mínimas en el contenido de ácidos cinámicos del vino. En particular, la pérdida durante la conservación está ligada esencialmente a la progresiva desaparición del GRP, mientras que los otros compuestos son más bien estables en el vino correctamente conservado (Vrhovsek y Wendelin, 1998a).

Las reacciones de oxidación y polimerización oxidativa a cargo de los polifenoles de los vinos blancos en presencia de polifenoloxidasas (PPO) y oxígeno, que causan oxidaciones y pardeamiento del mosto en las primeras fases de la vinificación en blanco, fueron estudiadas profundamente en una serie de trabajos, principalmente de V. Cheynier y colaboradores (Figura 2).

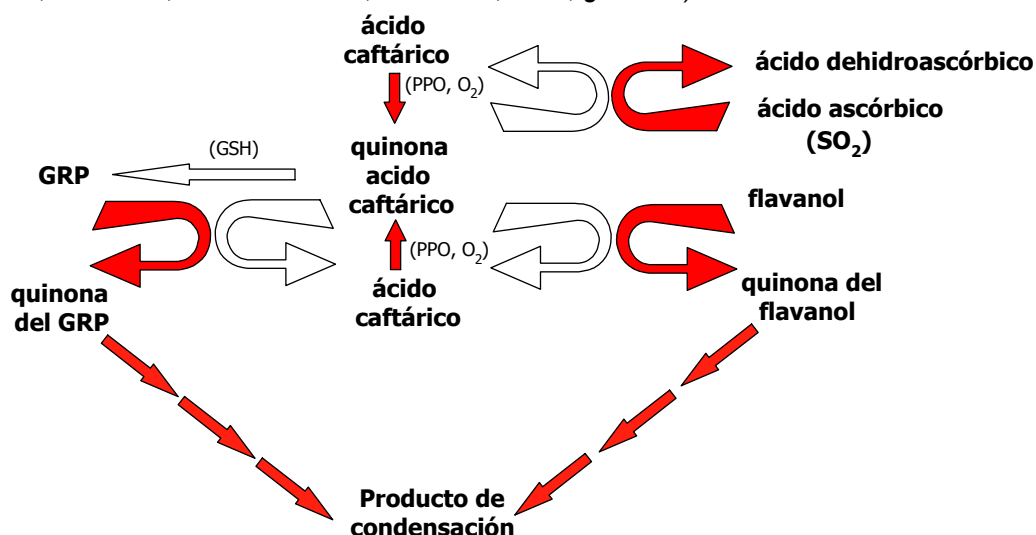
La información disponible indica claramente cómo la falta de extracción de los compuestos localizados en las partes sólidas y las oxidaciones enzimáticas en fase prefermentativa son los

dos factores determinantes para la concentración final de estos compuestos en el vino. Los esfuerzos de la investigación en el ámbito de la vinificación en blanco deberían ser dirigidos, entonces, hacia la optimización de los sistemas de prensado, el conocimiento de la composición de la uva (concentración y localización), y al control de los procesos de oxidación y condensación -principalmente ligados a la actividad polifenoloxidásica- en fase prefermentativa.

En conclusión, a los fines de la presente aplicación:

- Los ácidos caftárico y p-cutárico son los mejores indicadores de la protección contra las oxidaciones enzimáticas llevadas a cabo por la polifenoloxidasa, de las cuales son el sustrato preferido.
- El ácido p-cutárico, ampliamente localizado en los hollejos, es el mejor indicador de la extracción del hollejo, por manifestar la efectiva protección contra las oxidaciones obtenidas en las fracciones de prensado.
- Asimismo, el color es un parámetro que se puede asociar al transcurso de las reacciones oxidativas enzimáticas, pudiendo también ser utilizado para monitorear el transcurso de las reacciones en fase de prensado.

Figura 2. Esquema general de las reacciones oxidativas de los ácidos cinámicos (caftárico y p-cutárico) y de los flavanoles (catequina y proantocianidina) en presencia de polifenoloxidasas (PPO) y oxígeno. (Leyenda: flechas rellenas, oxidación, flechas blancas, reducción; GSH, glutatión)



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Uva

Todas las vinificaciones se realizaron a partir de un mismo viñedo, cultivado en Faedo (Trento, Italia), en la localidad de Palai, situado a 600-720 msnm. Está constituido por un terreno limoso calcáreo de depósitos werferiano de arenas, siltiti, marne, calcáreos y dolomita.

El ensayo N°1 de la vendimia 2002 fue realizado el 20 de septiembre sobre una partida de aproximadamente 100 kg, cosechada en bins de 200 kg y colocada en cámara fría. Al día siguiente, la partida fue subdividida en 2 lotes de 25 cajones cada uno, que fueron elaborados el mismo día sobre la misma línea, en la mañana bajo nitrógeno y a la tarde el testigo.

Al día siguiente, el ensayo fue repetido en condiciones idénticas sobre un segundo lote de uva (ensayo N°2).

### 2.2. Vinificación en presencia de nitrógeno

Ensayo N°1. Se realizaron dos vinificaciones separadas, un testigo con aire atmosférico según la elaboración convencional y otro en ambiente hiper-reductor con nitrógeno. El ciclo de elaboración es el siguiente: la uva, a una temperatura de 9,5°C, fue descobajada, estrujada y bombeada a la

prensa con el agregado en la tolva de 5 g/HL SO<sub>2</sub> + 4 g/HL de ácido ascórbico, con dosificación volumétrica automática en sistema continuo.

El prensado se realizó en una prensa neumática cerrada (Bucher RPM 45). El ciclo de prensado fue programado para tres horas, es decir, 70 min. a 0,2 bar, 60 min. de 0,2 a 2 bar, 50 min. a 2 bar. Esta modalidad corresponde a 18 resquebrajaduras del orujo (2 giros cada uno).

El ensayo con nitrógeno fue realizado con la siguiente artimaña: el circuito del mosto en la salida de la prensa es cerrado, unido a un autoclave que se comunica a su vez con un contenedor compensador inyector de gas. Con el uso del vacío es posible saturar el área del circuito y directamente del mosto. Una vez evacuado el aire, se une al circuito prensa con la cisterna compensador ya saturado de nitrógeno.

La atmósfera en contacto con el orujo fue monitoreada en sistema continuo; el sistema adoptado garantizó un nivel de O<sub>2</sub> siempre inferior a los 0.9%.

La composición del mosto obtenido, con un rendimiento del 72% (litros por quintales de uva), es la siguiente: Brix 20,4, alcohol potencial 11,6°, pH = 3.15, acidez titulable 7,5 g/L, ácido málico 3,16 g/L, ácido tartárico 5,37 g/L.

El mosto fue decantado con bentonita (20 g/HL), la fermentación después de ser inoculada con 2 cepas seleccionadas fue conducida a T=18-20°C. Después del desfangado en atmósfera protegida, el vino permaneció sobre las levaduras hasta enero con agitación en el fondo. Todas las fases de elaboración hasta el embotellamiento fueron llevadas a cabo en atmósfera inerte.

En todas las fases de elaboración se efectuaron muestreos. En el caso del mosto, éste fue muestreado directamente en la salida de la prensa en duplas y con precisión 1) escurrido; 2) 1,0 bar; 3) 1,5 bar; 4) 1,5 bar; 5) 2 bar, inicio; 6) 2 bar, final; 7) masa desfangada (todas las fracciones reunidas). Una muestra fue embotellada inmediatamente sin protección posterior, mientras que la segunda fue introducida en una botella de vidrio que contenía un exceso de ácido ascórbico y anhídrido sulfuroso, de forma de bloquear completamente las reacciones enzimáticas y reducir las quinonas presentes.

### 2.3. Análisis

Todos los análisis de los mostos del 2002 se efectuaron en el tiempo más breve posible, inmediatamente después del muestreo. Los vinos de las vendimias 1998-2002 fueron analizados en el mes de enero de 2003. Los vinos de los años precedentes fueron analizados durante septiembre de 1997.

Los polifenoles totales reactivos al Folin-Ciocalteu y los flavonoles (catequina y proantocianidina) reactivos a la vainillina, fueron dosificados por vía espectrofotométrica, en las condiciones informadas en la literatura (Rigo, 2000) y expresados como equivalentes de (+)-catequina, mg/L.

Los ácidos cinámicos de los mostos y de los vinos fueron dosificados mediante HPLC después de separación sobre la columna C18 Hypersil ODS (200 x 2.1 mm) según el método descrito en la literatura (Nicolini et al., 1991; Spagna et al., 1996) y cuantificados como equivalentes del correspondiente ácido liberado (cafeico, *p*-cumárico o ferúlico), mg/L. Los ácidos cinámicos extraídos de las uvas y el mosto obtenido en laboratorio, en total ausencia de oxidaciones (Vrhovsek, 1998), fueron analizados en las mismas condiciones, a fin de comparar la composición de la uva con el resultado de la vinificación, y los resultados fueron expresados respectivamente como mg/kg de uva y mg/L de mosto.

Las características cromáticas de los mostos fueron medidas por colorímetro tripe estímulo para medición de color reflejado (Minolta CR-300, lámina de lectura de teflón blanco, 1mL, calibración con agua destilada), previa homogeneización, sobre un volumen exactamente medido de mosto muestreado a la salida de la prensa y analizado en forma inmediata. Se utilizó el iluminante D65, y si se obtuvieron los parámetros cromáticos CIELAB L\* (luminosidad), a\*, b\*, C\* (croma), h (tinta). Comparando los datos medidos de cada uno de los ensayo de estabilización con los datos medidos de la fracción de escurrido, es posible, por otro lado, medir los valores de diferencia global de color,  $\Delta E^*$ .

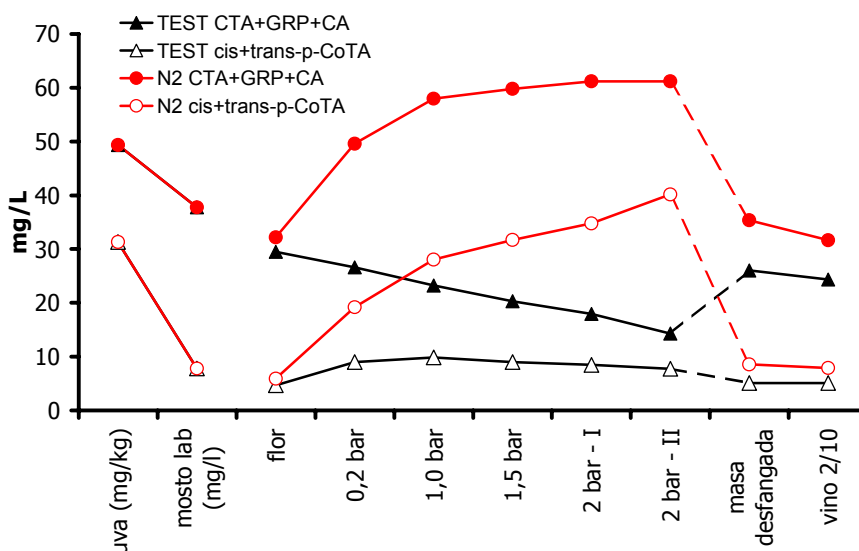


Figura 3. Contenido de los derivados del ácido caféico (ácido trans-caftárico, CTA; ácido 2-S-glutationil-caftárico, GRP; ácido trans-caféico, CA) y del ácido p-cumárico (cis- + trans-p-cutárico, p-CoTA) en la uva, en el mosto (obtenido en laboratorio en completa protección contra la oxidación) con diferentes grados de prensado y en el vino terminado.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Ácidos cinámicos de los mostos y de los vinos

El mosto flor es idéntico en los dos ensayos (figura 3), mientras que los niveles de derivados del ácido caftárico son de 2 a 4 veces más elevados en las fracciones de prensado protegidas con respecto al testigo; los niveles de derivados del ácido p-cumárico son de 2 a 5 veces mayores; dado que el flor representa la mayor cantidad del mosto, la masa final y el vino son enriquecidos en un 25 y en un 60% respectivamente respecto al testigo. Para ambos, las familias de los componentes, las concentraciones presentes en la masa final del mosto y en el vino terminado están próximas a las del mosto obtenido en laboratorio en total ausencia de oxidaciones.

El GRP se produce posteriormente a la oxidación del ácido caftárico y del ácido p-cutárico por sucesiva adición nucleófila del glutatión. Por lo tanto, su presencia está vinculada a la intensidad de las oxidaciones, que en las fases iniciales conducen a la formación de GRP, y sucesivamente a la desaparición de los derivados cinámicos por formación de productos de condensación (figura 2).

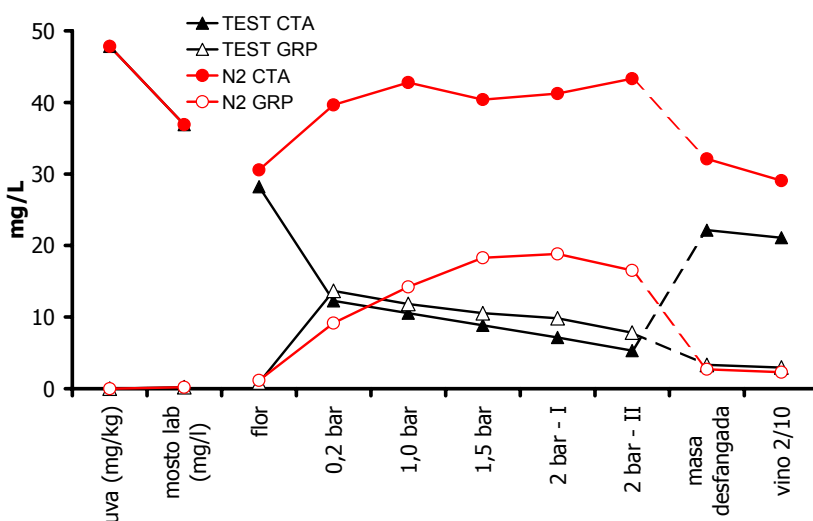


Figura 4. Contenido de ácido trans-caftárico, CTA y ácido 2-S-glutationil-caftárico, GRP en la uva, en el mosto (obtenido en laboratorio en completa protección de la oxidación) con diversos grados de prensado y en el vino terminado.

El mosto flor obtenido en ambiente reductor contiene mínimas trazas de GRP (figura 4), dado que la combinación de ascórbico y sulfuroso puede impedir eficazmente las oxidaciones, ya sea limitando la acción de la polifenoloxidasas, o regenerando las formas reducidas de las quinonas eventualmente formadas (figura 2). Sin embargo, el ácido caftárico es de 3 a 5 veces más elevado en las fracciones de prensado protegido donde, por otro lado,  $CTA \gg GRP$ ; mientras que en el testigo las concentraciones de ambos son inferiores y  $CTA < GRP$ ; la masa final reunida y el vino son enriquecidos cerca del 50% en CTA respecto al testigo.

### 3.2 El color de los mostos y de los vinos

Como se muestra en la figura 5, el color final de las muestras obtenidas no es muy distante para los dos ensayos. A excepción de la última fracción de prensado que presenta un  $C^*$  muy elevado y, por consiguiente, un color muy distinto al escurrido ( $\Delta E^* = 13.1$ ), las muestras obtenidas con nitrógeno presentan a la salida de la prensa una diferencia de color limitada respecto al escurrido ( $\Delta E^* = 1.7-6.0$ ), como también la masa final después de desfangada ( $\Delta E^* = 1.8$ ). En el testigo, sin embargo, las variaciones de coloración inducidas por la mayor oxidación son relevantes ya sea por las fracciones de prensado ( $\Delta E^* = 14.6-17.0$ ) como por la masa final ( $\Delta E^* = 6.8$ ). En general, las fracciones de prensado inertizadas son, con respecto a las del testigo, menos oscuras (Luminosidad,  $L^*$  más elevada), con una saturación (Chroma,  $C^*$ ) inferior, y un color mucho menos anaranjado (tinta,  $h$ , superior).

Esto da testimonio de la eficacia del tratamiento con nitrógeno, aún visible sobre muestras de mosto de los orujos en la descarga de la prensa.

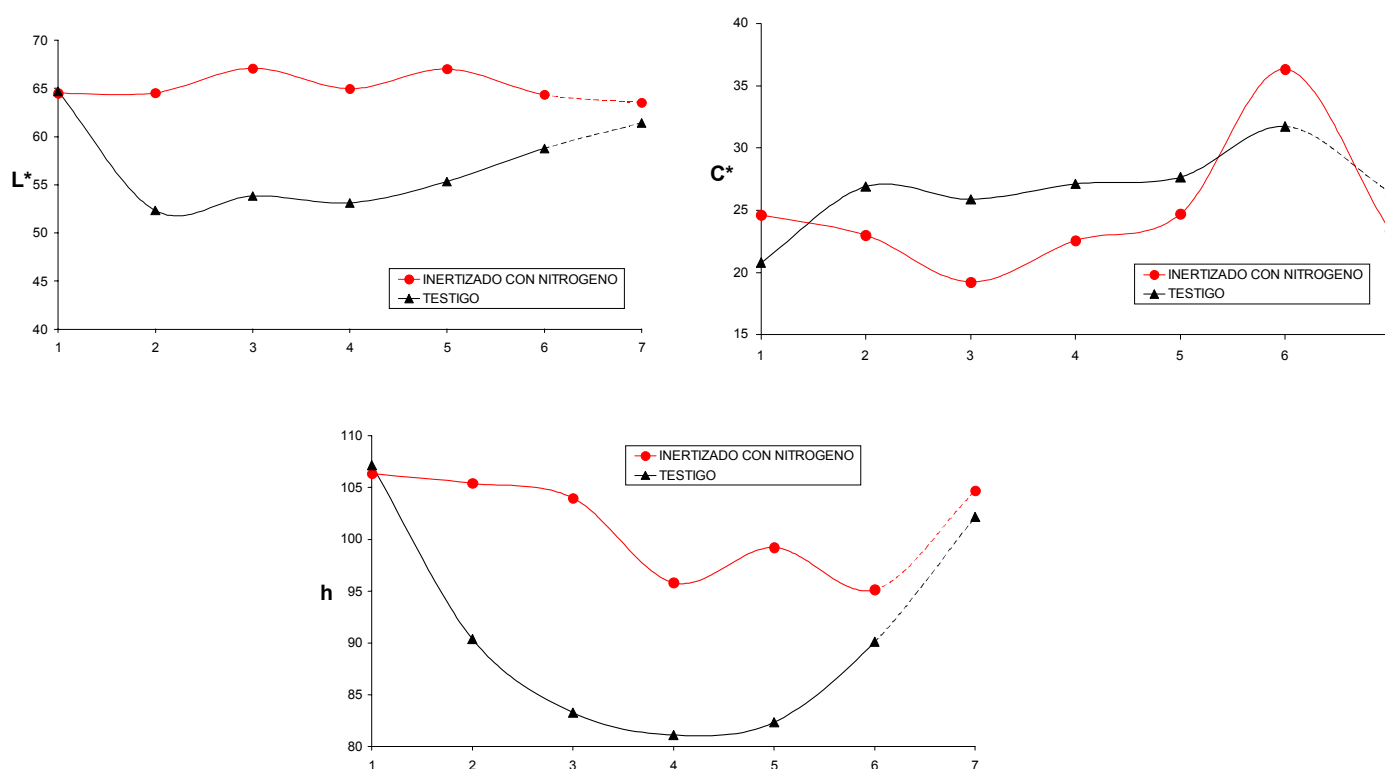


Figura 5: características cromáticas ( $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h$ ) de los mostos muestreados directamente a la salida de la prensa, en el orden 1=escurrido; 2=1,0 bar; 3=1,5 bar; 4=1,5 bar; 5= 2 bar, inicio; 6=2 bar, final; 7= masa desfangada (todas las fracciones reunidas). Promedio de tres medidas en tramitancia.

Cuadro 1. Comparación del contenido de polifenoles en los vinos elaborados a partir del mismo viñedo

año	Polifenoles totales	Flavanoles (cat., mg/L)	Ácido trans-caftarico	Ácido cis- <i>p</i> -cutarico	GRP	Ácido trans- <i>p</i> -cutarico	Ácido trans-fertarico	Ácido trans-cafeico	Ácido trans- <i>p</i> -cumarico	Ácido trans-ferulico	suma HCA	note
1980	97	10	2,75	0,71	0,00	2,58	0,51	1,06	1,95	0,54	10,1	prensa mecánica
1981	102	9	2,83	0,91	0,00	2,95	0,53	1,11	1,92	0,70	11,0	
1983	108	5	1,45	0,76	2,12	0,00	0,60	0,79	1,88	0,68	8,3	sulfitado retrasado
1989	62	4	2,82	0,65	0,00	2,16	0,63	0,58	1,27	0,31	8,4	prensa neumática
1990	79	6	3,55	0,67	2,79	0,00	0,61	0,59	1,15	0,35	9,7	sulfitado retrasado
1992	85	2	3,14	0,95	0,00	1,56	0,58	0,54	1,44	0,36	8,6	sulfitado retrasado
1993	73	4	2,06	0,58	2,06	0,00	0,81	0,46	1,19	0,41	7,6	sulfitado retrasado
1994	80	4	3,03	0,97	3,22	0,00	1,34	0,00	0,96	0,45	10,0	sulfitado retrasado
1995	110	16	5,09	1,12	4,74	0,00	1,44	0,00	1,02	0,34	13,8	ácido ascórbico
1996	115	16	2,65	1,30	5,43	0,00	0,78	0,48	1,25	0,57	12,5	
1998		11,2	4,04	0,96	1,42	1,27	1,41	0,55	1,06	0,54	11,3	
1999		21,3	5,52	0,87	0,00	1,25	0,74	0,54	0,77	0,21	9,9	
2000		33,9	18,50	1,74	1,27	3,23	1,37	0,81	0,64	0,24	27,8	Optimización reducción
2001		31,6	22,64	2,14	1,97	3,59	1,34	0,68	0,34	0,15	32,9	
2002		24,0	29,06	3,01	2,31	4,90	0,92	0,31	0,00	0,00	40,5	inertizado con nitrógeno - 1
2002		21,5	21,09	2,38	2,95	2,69	0,94	0,28	0,00	0,00	30,3	testigo en reducción -1
2002		36,6	31,64	3,15	2,19	5,93	0,93	0,29	0,00	0,00	44,1	inertizado con nitrógeno - 2
2002		24,3	25,08	3,05	2,51	4,00	0,95	0,26	0,00	0,00	35,9	testigo en reducción - 2

### 3.3 Comparación con la serie histórica de los vinos obtenidos a partir del mismo viñedo

A fin de comprender la importancia de las variaciones del contenido polifenólico inducido por el tratamiento, se efectuó una comparación con la serie histórica de los vinos elaborados a lo largo de 22 años, en la misma finca y con las uvas del mismo viñedo. Los resultados fueron obtenidos con dos etapas de análisis realizados en el año 1997 y en enero de 2003. Se puede ver cómo los contenidos muy reducidos de flavanoles y de ácidos cinámicos (cuadro 1) han permanecido muy estables en todos los vinos elaborados hasta 1994 con técnicas convencionales.

Asimismo, la introducción de la vinificación en ambiente reductor en el año 1995 no ha cambiado de manera sustancial el tenor de ácidos cinámicos, mientras que ha elevado significativamente (2-4 veces) el contenido de flavanoles. La optimización de la vinificación en ambiente reductor, gracias a la inserción de la dosificación volumétrica continua de los antioxidantes, ha permitido incrementar posteriormente el contenido de flavanoles (hasta otros 30 mg/L) y de ácidos cinámicos (hasta 32,9 mg/L), diferenciándose significativamente de los vinos de los años precedentes.

En resumen, la introducción de la inertización con nitrógeno en el prensado ha permitido proteger perfectamente las fracciones de prensado, dando vinos de composición similar a vinos producidos bajo ambiente reductor, de la misma variedad. Por lo tanto, se puede realizar una hipótesis, en base a los datos obtenidos, que el riesgo de inestabilidad de los vinos Müller-Thurgau elaborados con esta técnica sea similar a la del vino elaborado en ambiente reductor.

## 4. DISCUSIÓN

Es oportuno hacer un balance, a la luz de esta experiencia, de las posibles ventajas y desventajas de la vinificación en ambiente hiper-reductor mediante la inertización con nitrógeno u otros gases inertes, en el prensado.

- Entre las ventajas, como en el caso del Müller-Thurgau, del Traminer aromático y de otras variedades aromáticas, se cuenta seguramente la posibilidad de enriquecer el vino en compuestos localizados en el hollejo y de conseguir una posterior “tipicidad” varietal del producto.
- Otro punto importante es la posibilidad, que debe ser verificada con experimentaciones posteriores pero que es posible esperarse en base a los datos disponibles, de reducir el SO<sub>2</sub> necesario para asegurar la estabilización.
- El vino así elaborado posee una composición más similar a la uva de la cual fue obtenido y es enriquecido especialmente en compuestos antioxidantes de posible interés para la salud.
- Un tercer aspecto económico considera la posibilidad de valorizar ese 10-12% de fracción de prensado, de otro modo descalificado para vinos de menor precio.
- Se espera, por otro lado, un mejoramiento de la calidad del orujo al final de la destilación, dado que es mejor preservado de las oxidaciones.
- La técnica puede ser personalizada con la elección del gas, sin limitarse solamente a los gases nobles. Por ejemplo, el CO<sub>2</sub> es un fuerte solvente a las presiones de trabajo de la prensa.

Sin embargo, es oportuno recordar también las posibles desventajas que llevan a no aconsejar una generalización de la técnica sin una experimentación preventiva y adecuada.

- Entre estas se enumera una posible evolución diferente (shelf-life) del vino obtenido, con un aumento potencial de la susceptibilidad a la maderización.
- Una segunda desventaja está vinculada a los costos de realización, que pueden ser, sin embargo, incluidos con una adecuada industrialización.
- El tercer punto, ya anunciado, pone de manifiesto la necesidad de un estrecho control del proceso y de adaptación a la variedad, para el cual se esperan riesgos menores para la vinificación de determinación controlada, de adecuada calidad y origen seguro.

En conjunto, los resultados obtenidos hasta ahora, también aportados por un primer análisis sensorial del producto experimental obtenido a escala industrial, son muy alentadores y hacen confirmar el interés científico como así también la curiosidad por comprender las potencialidades y las limitaciones de esta técnica, que combinada con las variedades correctas puede permitir elaborar vinos con un estilo innovador, no convencional y hasta hoy sustancialmente inexplorado.

### AGRADECIMIENTOS

*Los autores agradecen a todos los colegas que han contribuido a la realización de este trabajo y en especial a: Marco Zanoni, Fabio Weber, Remo Fontana, Lino Visintainer, Marino Brugnara, Michele Sandri, Mauro Fauri y Tullio Marinchele por las vinificaciones, y a Diego Tonon por los análisis.*

### Bibliografía

*Artículo extraído de :*

*Vrhovsek U., Pojer M., Mattivi F. (2003) Gli acidi cinnamici come marcatori della tecnologia di estrazione del mosto nella produzione dei vini bianchi. Atti Convegno Internazionale “Polifenoli dell’uva e del legno: contributo alla qualità del vino”, Quaderni della Scuola di Specializzazione in Scienze Viticole ed Enologiche 2002-2003, Università di Torino, 121-138*

Bors W. Michel C., Stettmaier K. – 2000 - Electron paramagnetic resonance studies of radical species of proanthocyanidins and gallate esters. *Arch. Biochem Biophys.* 374, 347-55.

Halliwell B. – 1996 – Vitamin C: antioxidant or pro-oxidant in vivo? *Free Radical Research* 25, 439-454.

Nicolini G., Mattivi F., Dalla Serra A. – 1991 - Iperossigenazione dei mosti: conseguenze analitiche e sensoriali su vini della vendemmia 1989. *Riv. Vitic. Enol.*, 3, 45-56.

- Peng Z., Duncan B., Pocock K.F., Sefton M.A. – 1998 - The effect of ascorbic acid on oxidative browning of white wines and model wines. *Australian J. Of Grape and Wine Research*, 4, 127-35.
- Rigo A., Scarpa M., Stevanato P., Viglino P. – 1985 – Generation of activated oxygen species in the oxidation of ascorbate e glutathione. In: Greenwald R.A. (Ed.), *Handbook of methods for oxygen radical research*. CRC Press, Boca Raton, FL USA 27-31.
- Rigo A., Vianello F., Clementi G., Rossetto M., Scarpa M., Vrhovšek U., Mattivi F. – 2000 - Contribution of the proanthocyanidins to the peroxy radical scavenging capacity of some Italian red wines. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 6, 1996-2002.
- Rossetto M., Vianello F., Rigo A., Vrhovsek U., Mattivi F., Scarpa M. – 2001 - Stable free radicals as ubiquitous components of red wines. *Free Rad. Res.*, 35, 933-939.
- Scarpa M., Stevanato P., Viglino P., Rigo A. – 1983 – Superoxide ion as active intermediate in the autoxidation of ascorbate by molecular oxygen. *Journal of Biological Chemistry*, 258, 6695-7.
- Singleton V.L. – 1987 – Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines, and model systems: observations and practical implications. *Am. J. Enol.Vitic.*, 38, 69-77.
- Spagna G., Pifferi P. G., Rangoni C., Mattivi F., Nicolini G., Palmonari R. – 1996 - The stabilization of white wines by adsorption of phenolic compounds on chitin and chitosan. *Food Research International*, 29, 3-4, 241-248.
- Vrhovsek U. – 1998 – Extraction of hydroxycinnamoyltartaric acids from berries of different grape varieties. *J. Agric. Food Chem.* 46, 10, 4203-4208.
- Vrhovsek U., Wendelin S. – 1998a – The effect of fermentation, storage and fining on the content of hydroxycinnamoyltartaric acids and on browning of Pinot blanc wines. *Vitic. Enol. Sci.*, 53, 2, 87-94.
- Vrhovsek U., Wendelin S. – 1998b - Influence of winemaking technologies, storage and fining on the balance of white wine hydroxycinnamates, *Polyphenols Communications* 98, 2, 337-338.