

Efecto de la microoxigenación en contacto con duelas de madera sobre el color de vinos tintos

Gustavo González-Neves^{1,a}, Graciela Gil², Guzmán Favre¹ y Diego Piccardo¹

¹ Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

² Instituto Nacional de Vitivinicultura (I.NA.VI.), Las Piedras

Resumen. En este trabajo se evaluó el efecto de la microoxigenación en contacto con duelas de madera de roble en vinos tintos de las variedades Tannat, Merlot y Cabernet Sauvignon. El ensayo se realizó durante 4 meses en una bodega comercial. La intensidad colorante de los vinos Cabernet Sauvignon y Merlot en contacto con madera y microoxigenados tuvo incrementos significativos. Estos vinos fueron más oscuros, más rojos y menos amarillos que los testigos. Las relaciones entre los contenidos antociánicos y los índices de polimerización evidencian la formación de pigmentos más estables con la microoxigenación en los vinos Merlot, aunque estas relaciones no se verificaron en los vinos Cabernet Sauvignon y Tannat. Los vinos tratados fueron preferidos desde el punto de vista sensorial. En conclusión, el empleo de la microoxigenación en contacto con madera tuvo un efecto significativo de mejora del color y otras propiedades sensoriales de los vinos Merlot y Cabernet Sauvignon, pero no tuvo este impacto en los vinos de la variedad Tannat. En este caso, la duración del tratamiento parece haber sido insuficiente.

1. Introducción

Las características sensoriales de los vinos se modifican a medida que envejecen, experimentando cambios que dependen de la composición de los mismos y de las condiciones de conservación y guarda.

La crianza es un proceso enfocado en la mejora de los aromas y sensaciones gustativas del vino, procurando una estabilización del color y una disminución de la astringencia [1].

La guarda de los vinos tintos para la crianza se realiza de manera tradicional en barricas de roble, donde se favorecen las reacciones de polimerización y combinación de los polifenoles que permiten que el vino gane complejidad y estabilidad [2].

En las barricas se produce un aporte controlado de oxígeno al vino, que promueve las reacciones de condensación y polimerización de los polifenoles [3]. A su vez, el contacto del vino con la madera determina cambios importantes en su perfil sensorial, ya que se produce la solubilización de muchos compuestos que van a incidir de manera importante en su color, aroma, sabor y astringencia [4].

El proceso de crianza tradicional en barricas es costoso y el tiempo de vida útil de las mismas es corto, por lo que se han buscado técnicas alternativas menos costosas y sencillas que permitan lograr efectos similares.

La microoxigenación es la principal alternativa propuesta y consiste en suministrar oxígeno al vino de manera controlada, imitando el proceso que ocurre en barrica [2,5,6].

A su vez, la cesión de los componentes de la madera puede lograrse con el contacto directo del vino con duelas, trozos o virutas de roble [4,6].

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la microoxigenación en contacto con duelas de madera de roble sobre el color, composición y características sensoriales de vinos tintos jóvenes de las variedades Tannat, Merlot y Cabernet Sauvignon.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó durante 4 meses en una bodega comercial, empleando vinos de las variedades Tannat, Merlot y Cabernet Sauvignon de 8 meses.

En Merlot y Cabernet Sauvignon se emplearon 18000 y 17500 litros de vino, respectivamente. En ambos casos los vinos se distribuyeron en dos recipientes de acero inoxidable, uno de los cuales fue empleado como testigo. En el otro se colocaron duelas de madera en contacto con el vino y al mes se inició la microoxigenación, suministrando oxígeno en una dosis de 1 mg/L/mes.

En Tannat se emplearon 57300 litros de vino, distribuidos en cuatro recipientes, uno de los cuales fue empleado como testigo. En los otros se colocaron duelas de madera en contacto con el vino y un mes después se inició la microoxigenación, con una dosis de 1 mg/L/mes en dos de los recipientes y de 2 mg/L/mes en el restante.

En el estudio se emplearon dos microoxigenadores: SAEn4000 X-5 y SAEn4000 P2 (Parsec, Italia). Las duelas de madera fueron proporcionadas por Tonelería Nacional (Chile).

Los vinos fueron analizados al final del ensayo, determinando su color, contenidos polifenólicos globales, índices de polimerización de antocianos y taninos, índices de copigmentación y contenidos pormenorizados de pigmentos monoméricos.

El color fue evaluado mediante los índices enológicos tradicionales de Glories, 1984 [7] y los parámetros del Sistema CIELAB, de acuerdo con Ayala et al., 1997 [8].

^a e-mail: gustavogn@fagro.edu.uy

Tabla 1. Color y contenidos fenólicos de los vinos Merlot.

	I.C.	Ton.	L*	a*	b*	Polif. totales	Antoc.	Cateq.	Proant.
Testigo	10,1 b	0,75 ns	54,0 a	41,2 b	15,4 b	1783 ns	318 a	1534 a	2136 ns
Microox.	11,8 a	0,73 ns	49,8 b	44,4 a	19,2 a	1713 ns	292 b	1449 b	2107 ns

I.C = intensidad colorante, Ton. = tonalidad. Los polifenoles totales se expresan en mg de ácido gálico por litro, los antocianos en mg de monoglucósido de malvidina por litro, las catequinas en mg de D-catequina por litro y las proantocianidinas en mg de cloruro de cianidina por litro. Valores seguidos por la misma letra no presentaron diferencias estadísticas por Tukey al 5%.

Se calcularon las diferencias de color ΔE_{ab}^* entre los testigos y los vinos tratados, como las distancias Euclidianas entre dos puntos en el espacio tridimensional definido por L*, a* y b* [9].

La composición polifenólica global se evaluó empleando los índices espectrofotométricos clásicos. Los polifenoles totales se determinaron con el reactivo de Folin Ciocalteu, según Singleton y Rossi, 1965 [10]; los antocianos totales según Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1965 [11]; las catequinas a través del método de Swain y Hillis, 1959 [12] y las proantocianidinas de acuerdo con Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1966 [13].

El índice DMACH fue analizado según Vivas et al., 1994 [14] y se calculó el índice de polimerización de taninos (DMACH/LA), de acuerdo a lo propuesto por estos autores.

Los índices de copigmentación fueron estimados de acuerdo con Boulton, 2001 [15].

Los análisis espectrofotométricos se hicieron con un equipo Cole Parmer S2100UV⁺ (Cole Parmer, USA), empleando celdas de vidrio de 1 mm de recorrido óptico para los análisis de color y celdas de vidrio de 1 cm para los análisis de polifenoles.

La composición en pigmentos monoméricos (antocianos y derivados de antocianos) fue analizada por HPLC-DAD, de acuerdo con Revilla et al., 1999 [16]. Se utilizó un sistema cromatográfico compuesto por un inyector Rheodyne 7725i, con un loop de 20 μ m, un detector de arreglo de diodos Waters 2296 y dos bombas Waters, 510 y 515 (Waters Corp., USA). Se empleó una columna Luna C18 fase reversa, 5 μ m, 150 \times 4.6 mm (Phenomenex, USA). El sistema fue controlado por el Software Millennium 32 (Waters Corp., USA).

Las muestras fueron filtradas antes de inyectar, con membranas de 0,45 μ m (Sartorius, USA).

Se hizo una evaluación sensorial, mediante un panel de 14 degustadores. Se empleó una escala no estructurada, para realizar un Análisis Sensorial Descriptivo Cuantitativo, según Schlich, 1998 [17].

Los datos fueron analizados estadísticamente con Statgraphics Plus, versión 4.1 (Stat Graphics Corp., U.S.A., 1999). Se hicieron análisis de varianza para cada variable y separaciones de medias mediante Tukey al 5%, contrastando los vinos tratados con los testigos de cada variedad.

3. Resultados y discusión

Vinos Merlot

En la Tabla 1 se muestran los valores medios de las variables cromáticas de los vinos de la variedad Merlot.

Puede observarse que el vino micro-oxigenado en contacto con madera tuvo mayor intensidad colorante, fue más oscuro y más rojo que el vino testigo, en coincidencia con lo reportado por trabajos previos [18, 19].

Las diferencias de color ΔE_{ab}^* , importantes para evaluar las relaciones entre los datos numéricos y la percepción visual, tuvieron valores de 6,5. Se estima que los valores mayores a 3 evidencian diferencias que pueden ser percibidas visualmente [20].

Los contenidos de polifenoles totales, antocianos y catequinas fueron menores en el vino tratado. Los contenidos de taninos proantocianidínicos fueron similares en ambos vinos (Tabla 1).

Los índices de antocianos polimerizados y de pigmentos poliméricos fueron significativamente más altos en el vino tratado (70,3 y 3,5, respectivamente) que en el testigo (68,3 y 3,1). A su vez, el contenido de antocianos libres del vino testigo fue significativamente mayor al del vino tratado (121,33 y 90,54 mg/L, respectivamente), pero los contenidos de pigmentos derivados fueron ligeramente superiores en el vino tratado (12,42 mg/L) que en el testigo (11,28 mg/L).

Los valores cromáticos determinados para el vino tratado evidencian diferencias con lo reportado por otros autores, como González-SanJosé et al. [18] y Cejudo-Bastante et al. [19], que reportan que la microoxigenación permite incrementar los tonos violetas o azules en los vinos tratados, promoviendo una estabilización del color.

Los índices de copigmentación presentaron diferencias estadísticas entre los vinos. El color debido a copigmentación (C) fue mayor en el vino testigo (0,46) que en el tratado (0,28), en tanto el color debido a polímeros (P) fue mayor en el vino tratado (3,50) que en el testigo (3,09).

Los resultados reseñados permiten suponer que las reacciones de formación de pigmentos más estables fueron promovidas por la microoxigenación en contacto con madera, coincidiendo con lo reportado por otros autores [2, 21, 22].

El panel de degustadores señaló incrementos en la intensidad del color, en la intensidad y calidad del aroma, con ligera disminución del frutado, disminución importante de los aromas vegetales y, como era de esperar, un aumento muy significativo del tostado en el vino tratado con respecto al testigo.

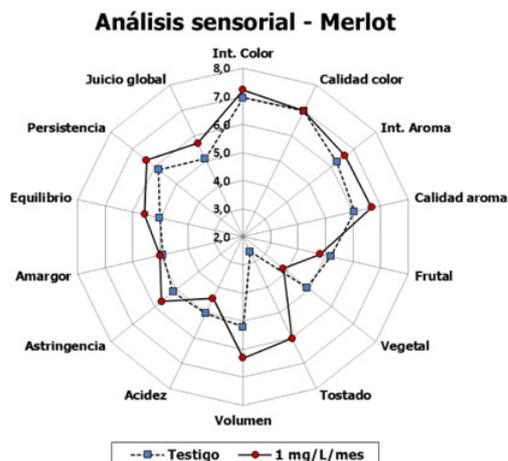
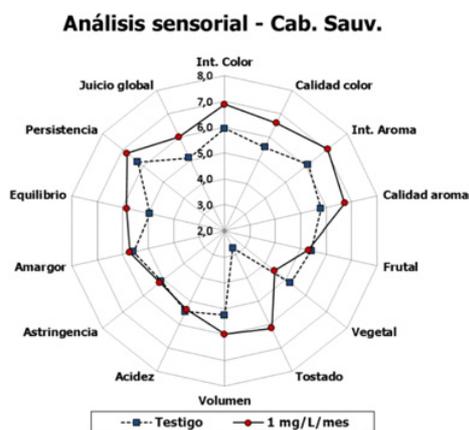
La disminución de notas herbáceas ha sido reportada previamente como uno de los efectos obtenidos con la microoxigenación de los vinos [18].

Los degustadores también atribuyeron al vino micro-oxigenado y con madera mayor volumen en boca, menor acidez y más astringencia, definiéndolo como más equilibrado y persistente y calificándolo mejor globalmente que al vino testigo (Fig. 1).

Tabla 2. Color y contenidos fenólicos de los vinos Cabernet Sauvignon.

	I.C.	Ton.	L*	a*	b*	Polif. Totales	Antoc.	Cateq.	Proant.
Testigo	5,9 b	0,89 b	70,0 a	27,2 b	12,5 a	1725 b	341 b	1214 b	2378 b
Microox.	7,8 a	0,95 a	57,7 b	38,4 a	10,1 b	2034 a	406 a	2149 a	2561 a

I.C. = intensidad colorante, Ton. = tonalidad. Los polifenoles se expresan en las unidades indicadas en la Tabla 1. Valores seguidos por la misma letra no presentaron diferencias estadísticas por Tukey al 5%.

**Figura 1.** Análisis sensorial de los vinos Merlot.**Figura 2.** Análisis sensorial de los vinos Cabernet Sauvignon.

Vinos Cabernet Sauvignon

El vino tratado tuvo una intensidad colorante mucho mayor y fue más rojo, menos amarillo y más azul que el testigo (Tabla 2).

Sin embargo, la relación entre tonalidad amarilla y roja fue mayor en este vino que en el testigo, evidenciando una evolución mayor del color, que podría estar relacionada con procesos de oxidación o cesión de pigmentos amarillos por la madera [3, 23, 24].

Los contenidos de polifenoles totales, antocianos y taninos fueron significativamente menores en el vino testigo (Tabla 2).

Los contenidos de antocianos determinados por HPLC coincidieron con los determinados por espectrofotometría, con 137,14 mg/L en el testigo y 180,66 mg/L en el vino microoxigenado con madera. La diferencia ΔE_{ab}^* entre los vinos testigo y microoxigenado de Cabernet Sauvignon tuvo un valor de 16,8, correspondiente a diferencias de color muy visibles.

Coincidentemente, los degustadores percibieron importantes incrementos en la intensidad y calidad del color y en la intensidad y calidad del aroma, con disminución importante de la percepción de los aromas vegetales y aumento muy significativo del tostado en el vino tratado con respecto al testigo (Fig. 2).

También calificaron al vino microoxigenado y con madera como de mucho mayor volumen en boca, ligeramente menos ácido, más astringente y amargo, mucho más equilibrado y persistente. En este caso las diferencias en el juicio global fueron significativas, indicando una preferencia marcada por el vino tratado (Fig. 2).

Vinos Tannat

No hubo diferencias importantes en la intensidad del color de los vinos Tannat. En cambio, los vinos tratados fueron más rojos y tuvieron menor proporción de tonos amarillos que el testigo (Tabla 3).

No se evidenciaron diferencias significativas entre los vinos microoxigenados con dosis baja y el tratado con dosis alta de oxígeno. Diversos autores indican que la aplicación de una dosis mayor de oxígeno debería determinar que una mayor cantidad de polifenoles participaran en las reacciones de condensación y polimerización, evidenciando efectos más notorios sobre el color [2, 19]. Del Alamo et al. [6] señalan que la dosis de oxígeno es el principal factor a ajustar en la microoxigenación en contacto con madera y proponen considerar a esos efectos el tipo y tamaño de madera empleados.

Las diferencias de color ΔE_{ab}^* fueron inferiores a 2 en todas las comparaciones de los vinos Tannat, confirmando la falta de efectos significativos de los tratamientos sobre el color de estos vinos.

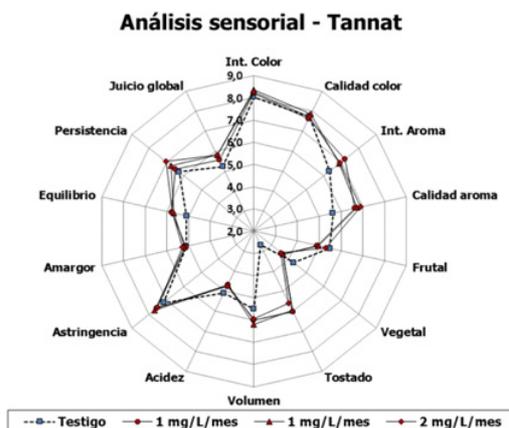
Los contenidos de polifenoles totales fueron mayores en los vinos tratados, probablemente debido a la cesión de taninos por la madera. Los contenidos de antocianos del vino testigo fueron menores a los de los vinos tratados (Tabla 3).

Los contenidos de pigmentos monoméricos totales fueron inferiores en el vino testigo (232,05 mg/L) que en los vinos tratados (244,83 y 251,24 en los vinos microoxigenados en dosis baja y 251,30 en el microoxigenado con dosis alta), debido a diferencias en los contenidos de antocianos (218,72, 230,48, 236,85 y 236,68 mg/L respectivamente) y de pigmentos derivados (13,33, 14,35, 14,39 y 14,62 mg/L respectivamente).

Tabla 3. Color y contenidos fenólicos de los vinos Tannat.

	I.C.	Ton.	L*	a*	b*	Polif. totales	Antoc.	Cateq.	Proant.
Testigo	14,4 ns	0,69 a	40,8 ns	50,7 ns	11,3 ns	2849 ns	577 ns	3145 ns	4301 ab
1 (1 mg/L/mes)	14,8 ns	0,69 a	39,7 ns	51,3 ns	10,2 ns	3012 ns	591 ns	3125 ns	4146 b
2 (1 mg/L/mes)	14,4 ns	0,68 b	40,3 ns	50,2 ns	13,3 ns	2930 ns	602 ns	3143 ns	4552 a
3 (2 mg/L/mes)	14,5 ns	0,68 b	40,3 ns	50,5 ns	14,9 ns	2900 ns	596 ns	2968 ns	4417 ab

I.C. = intensidad colorante, Ton. = tonalidad. Los Polifenoles se expresan en las unidades indicadas en la Tabla 1. Valores seguidos por la misma letra no presentaron diferencias estadísticas por Tukey al 5%.

**Figura 3.** Análisis sensorial de los vinos Tannat.

La promoción de la formación de pigmentos derivados es un resultado esperable en los vinos microoxigenados, de acuerdo con lo señalado por trabajos previos [21,22].

El panel de degustadores señaló en promedio ligeros incrementos en la intensidad y calidad del color, significativos incrementos en la intensidad y calidad del aroma, con ligera disminución del frutado, disminución de los aromas vegetales y aumento muy significativo del tostado en los vinos tratados con respecto al testigo (Fig. 3). Estos resultados coinciden con los reportados por Cejudo-Bastante et al. (2011) y Jordao et al. (2012), que señalaron mejoras en la calidad del aroma en los vinos microoxigenados en contacto con madera.

Los degustadores también calificaron a los vinos microoxigenados y con madera como de mayor volumen en boca, menos ácidos, ligeramente más astringentes, menos amargos, más equilibrados y persistentes, prefiriéndolos de manera global al vino testigo (Fig. 3).

4. Conclusiones

El empleo de la microoxigenación en contacto con madera tuvo un efecto significativo de mejora del color y otras propiedades sensoriales en los vinos Merlot y Cabernet Sauvignon, pero no tuvo este impacto en los vinos de la variedad Tannat.

En Merlot hubo un incremento en la intensidad del color de los vinos tratados, con descenso de los antocianos libres y evidencias de formación de pigmentos derivados.

En el vino Cabernet Sauvignon microoxigenado en contacto con madera se incrementó significativamente la intensidad colorante con respecto al testigo, pero el vino tratado tuvo también mayor tonalidad, evidenciando una

evolución importante del color. Los contenidos fenólicos del vino tratado fueron significativamente superiores a los del testigo, especialmente en lo que se refiere a los taninos, indicando una cesión muy importante de estos compuestos desde la madera.

La duración del tratamiento parece haber sido insuficiente en los vinos de la variedad Tannat, que no presentaron diferencias marcables entre el testigo y los vinos tratados. El vino de esta variedad empleado en el ensayo tenía contenidos fenólicos e intensidad colorante significativamente superiores a los vinos de las otras variedades. La consideración de las características de cada vino es esencial para poder definir el aporte de oxígeno a realizar (dosis y duración de la microoxigenación).

Los vinos en contacto con madera y microoxigenados de las tres variedades fueron preferidos, en relación con los testigos, desde el punto de vista sensorial. Los degustadores determinaron diferencias en el aroma, equilibrio y persistencia que hicieron que el juicio global fuera mejor para los vinos tratados.

Puede concluirse que el efecto de la microoxigenación en contacto con madera depende de las condiciones en que se realizan estas prácticas (duración, dosis de oxígeno, tipo de madera, etc.) y de las características del vino tratado en cada caso. La duración del contacto con la madera y de la microoxigenación, así como la dosis de oxígeno, deben ser definidas para cada vino, teniendo en cuenta su composición y las características deseadas para el producto final.

A la empresa Grupo Traversa por permitir la realización de este trabajo en su bodega y proporcionar los vinos empleados en cada ensayo.

A las empresas SolVit, Parsec y Tonelería Nacional por su colaboración, esencial para la realización del estudio.

A Fiorella Bagnato, María José Doderó, Laura Gross, Cecilia Baldi, Natalia Hernández y Sofía Traverso, por su participación en este trabajo.

Bibliografía

- [1] M. Ortega-Heras, M. Rivero-Pérez, S. Pérez-Magariño, C. González-Huerta, M. GonzálezSanjosé. Eur. Food Res. Technol. **226**, 1485–1493 (2008)
- [2] E. Gómez-Plaza, M. Cano-López. Food Chemistry **125**, 1131–1140 (2011)
- [3] W. du Toit, J. Marais, I. Pretorius, M. du Toit. S. Afr. J. Enol. Vitic. **27**, 76–94 (2006)

- [4] A. Jordao, A. Correia, R. Del Campo, M. González-Sanjosé. *Eur. Food. Res. Technol.* **235**, 817–825 (2012)
- [5] S. Pérez-Magariño, M. Ortega-Heras, E. Cano-Mozo, M. González-Sanjosé. *J. Food Comp. Anal.* **22**: 204–211 (2009)
- [6] M. Del Alamo, I. Nevares, L. Gallego, B. Fernández, E. Cadahía. *Analytica Chimica Acta* **660**, 92–101 (2010)
- [7] Y. Glories. *Conn. Vigne Vin* **18**(4), 253–271 (1984)
- [8] F. Ayala, J. Echávarri, A. Negueruela. *Am. J. Enol. Vitic.* **48**(3), 357–363 (1997)
- [9] C.I.E. Technical report CIE 15.2 (1986)
- [10] V. Singleton, J. Rossi. *Am. J. Enol. Vitic.* **1**, 144–158 (1965)
- [11] P. Ribéreau-Gayon, E. Stonestreet. *Bull. Soc. Chim.* **9**, 2649–2653 (1965)
- [12] T. Swain, W. Hillis. *J. Sci. Food Agric.* **10**, 63–68 (1959)
- [13] P. Ribéreau-Gayon, E. Stonestreet. *Chim. Anal.* **48**, 188–196 (1966)
- [14] N. Vivas, Y. Glories, L. Lagune, C. Saucier, M. Augustin. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **28**(4), 319–336 (1994)
- [15] R. Boulton. *Am. J. Enol. Vitic.* **52**(2), 67–87 (2001)
- [16] I. Revilla, S. Pérez-Magariño, M. González-Sanjosé, S. Beltrán. *J. Chrom. A* **847**, 83–90 (1999)
- [17] P. Schlich. In *Oenologie. Coord. C. Flanzly. Ed. Lavoisier* (1998)
- [18] M. González-Sanjosé, M. Ortega-Heras, S. Pérez-Magariño. *Food Sci. Tech. Int.* **14**, 123–130 (2008)
- [19] M. Cejudo-Bastante, I. Hermosín-Gutiérrez, M. Pérez-Coello. *Food Chem* **124**, 738–748 (2011)
- [20] B. Gordillo, M. Cejudo-Bastante, F. Rodríguez-Pulido, L. González-Miret, F. Heredia. *Food Chemistry* **141**, 2184–2190 (2013)
- [21] M. Cano-López, F. Pardo-Mínguez, J. López-Roca, E. Gómez-Plaza. *Am. J. Enol. Vitic.* **57**, 325–331 (2006)
- [22] S. Pérez-Magariño, M. Sánchez-Iglesias, M. Ortega-Heras, C. González-Huerta, M. González-Sanjosé. *Food Chemistry* **101**, 881–893 (2007)
- [23] V. Cheynier, M. Dueñas, E. Salas, C. Maury, J. Souquet, P. Sarni-Manchado, H. Fulcrand. *Am. J. Enol. Vitic.* **57**(3), 298–305 (2006)
- [24] H. Fulcrand, M. Dueñas, E. Salas, V. Cheynier. *Am. J. Enol. Vitic.* **57**(3), 289–297 (2006)