

## INFLUENCIA DE DOS TÉCNICAS DE MACERACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA, AROMÁTICA Y LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE VINOS CV. MERLOT

Federico CASASSA <sup>(1)</sup>, Santiago SARI <sup>(1)</sup>, Silvia AVAGNINA <sup>(1)</sup>, Mariela DÍAZ <sup>(1)</sup>, Viviana JOFRÉ <sup>(2)</sup>, Martín FANZONE <sup>(2)</sup> y Carlos CATANIA <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Estudios de Enología - EEA Mendoza INTA.

<sup>(2)</sup> Laboratorio de Aromas y Sustancias Naturales - EEA Mendoza INTA.

[fcasassa@mendoza.inta.gov.ar](mailto:fcasassa@mendoza.inta.gov.ar)

*La técnica de maceración empleada, así como la gestión de la misma, condiciona fuertemente el estilo de vino a obtener. En el marco de un ensayo llevado a cabo en la planta piloto del Centro de Estudios de Enología de la EEA Mendoza, durante la vendimia 2005, se evaluaron dos alternativas de maceración, la maceración pre-fermentativa en frío y la maceración post-fermentativa en caliente. Si bien ambas técnicas resultaron promisorias con vistas a la elaboración de vinos tintos cv. Merlot de alta calidad enológica, la maceración pre-fermentativa en frío se presentó como una alternativa tecnológica que permite mejorar la extracción de polifenoles en general y potenciar el perfil aromático de las uvas.*

### Introducción

Los polifenoles, taninos, antocianos y sus combinaciones, son los responsables del color de los vinos tintos y el soporte de sus características organolépticas. Los vinos tintos son vinos de maceración y es durante esta etapa cuando se deben ajustar las proporciones relativas de antocianos y taninos, a fin de obtener una buena evolución del contenido polifenólico en el curso de la crianza (*Glories*, 1984; *Glories y Galvin*, 1990).

La maceración es un proceso físico-químico complejo, durante el cual se extraen principalmente compuestos fenólicos, particularmente antocianos y taninos, entre otras sustancias (aromáticas, nitrogenadas, polisacáridos, minerales, etc.) (*Ribéreau-Gayon*, 1998).

El control de la maceración se efectiviza a partir del manejo de variables bien documentadas como el tiempo de encubado (*Pardo y Navarro*, 1994, *Vila*, 2002), la temperatura (*Amerine*, 1955, *Reynolds et al.*, 2001), el número, intensidad y automatización de los remontajes (*Sudraud*, 1963, *Colagrande*, 1981), la aplicación de *delèstages* (*Zoecklein et al.*, 2003, *Zamora*, 2005), la cantidad de semillas presentes (*Catania et al.*, 2003), la presencia y estado de lignificación del escobajo (*Siegrist*, 1985, *Ribéreau-Gayon*, 1998, *Catania et al.*, 2003), el uso de equipos tecnológicos tales como sistemas de automaceración (*Del Monte et al.*, 2003), y la *flash-détente* (*Escudier*, 2002, *Morel-Salmi et al.*, 2006), o la aplicación de diferentes técnicas de maceración: maceración pre-fermentativa en frío o *cold-soaking* (*Parley*, 1997, *Álvarez et al.*, 2005, *Gómez-Míguez et al.* 2006), maceración post-fermentativa en caliente (*Gervaux*, 1993), maceración sulfítica (*Olivieri y Salgues*, 1981), maceración carbónica (*Dubois et al.*, 1977, *Ducruet et al.*, 1983), extracción diferida de antocianos (*Bosso et al.* 2004), etc. En general, la aplicación de las técnicas anteriores permite obtener buenos resultados, aunque poco reproducibles (*Vivas et al.* 1992). Actualmente, no hay suficientes experiencias locales que permitan recomendar de manera confiable la aplicación de una técnica particular, para una determinada cv.

**La maceración pre-fermentativa en frío** (MPF), se puede definir como una maceración en ausencia de alcohol durante un tiempo tal que permita la difusión selectiva de compuestos hidrosolubles de la uva: pigmentos, aromas, polisacáridos, taninos, etc. (*Delteil et al.* 2004). La difusión prioritaria de antocianos durante la fase pre-fermentativa, así como de taninos de bajo peso molecular (*Álvarez et al.*, 2005), explicaría el aumento de color de los vinos obtenidos. La ausencia de etanol favorecería la formación de especies polifenólicas de mayor peso molecular, lo que también contribuiría a aumentar la intensidad de color. (*Timberlake y Bridle*, 1976).

Esta práctica facilita además la manifestación de caracteres aromáticos propios de la cv., ya que se favorece la liberación, a partir de fragmentos de hollejos, de aromas libres y ligados. Se obtienen vinos de mayor cuerpo y persistencia en boca (Flanzy, 1999), con mayores concentraciones de antocianos totales, principalmente del tipo malvidina 3-glucósido, de precursores glicosilados (McMahon et al., 1999), y de acetatos y ésteres totales (Álvarez et al., 2005). El posible desarrollo de levaduras criófilas y su influencia en la liberación de ciertos aromas, especialmente ésteres volátiles (acetato de fenil 2-etilo, que recuerda a rosas), es otra de las ventajas citadas (Charpentier y Feuillat, 1998). Algunos autores condicionan el éxito de la técnica al nivel de madurez de la materia prima (Llaudy et al., 2003), ya que obtienen mejores resultados con uvas con bajos niveles de madurez.

Se recomiendan temperaturas y tiempos variables, entre 3 y 10 °C y entre 3 y 8 días respectivamente, en ausencia de oxígeno o en presencia de éste, así como distintos momentos de inoculación de levaduras seleccionadas (previo al inicio de la MPF o luego de finalizada la misma). Es también común el uso de enzimas pectolíticas (Parley, 1997), ya que la actividad enzimática es baja a las temperaturas de trabajo.

La MPF es una técnica ampliamente empleada para la vinificación en tinto de cultivares con bajos niveles de polifenoles totales y de antocianos en particular; tal es el caso del *Pinot Noir* (Cuénat et al., 1996, Heatherbell et al., 1997a; Parley, 1997, Nemanic et al., 2002, Ponte et al., 2004, De La Barra et al., 2005) y *Sangiovese* (Villimburgo, 2002, Ferrari et al., 2004, Parenti et al., 2006), donde es usada además para añadir complejidad a los vinos. Actualmente, su aplicación se está difundiendo masivamente en las bodegas de Argentina, bajo el supuesto de que los vinos resultantes manifiestan un aumento de la concentración polifenólica y mejora en las características organolépticas globales del vino, independientemente de la cv. Sin embargo, ningún estudio, para las condiciones de Argentina, ha comprobado esto último.

**La maceración post-fermentativa en caliente** (MPC), consiste en la aplicación, luego de finalizada la fermentación alcohólica, de temperaturas comprendidas entre 35 y 40 °C, por tiempos variables entre 12 y 24 horas. Se optimiza así la extracción de compuestos polifenólicos, principalmente de tipo flavan-3-oles (taninos) y polisacáridos, que ayudan al suavizado de los primeros y contribuyen al volumen en boca. También se favorecerían reacciones de polimerización entre antocianos y taninos (Glories y Ribéreau-Gayon, 1980, Glories y Ribéreau-Gayon, 1982, Gervaux et al. 1998).

El objetivo de las investigaciones hechas en la EEA Mendoza fue evaluar las características analíticas (la cinética de la extracción de color, la composición polifenólica general y de precursores aromáticos glicosilados), enológicas y organolépticas de vinos cv. *Merlot*, elaborados con las técnicas arriba citadas, de manera de establecer cuál de ellas permite explotar y resaltar el potencial polifenólico y la tipicidad varietal de la citada cv.

### Protocolo experimental

Uvas cv. *Merlot* (*Vitis vinifera* L.), fueron cosechadas en madurez tecnológica (23,6 °Brix, Acidez Total en ácido tartárico: 5,90 g.L<sup>-1</sup> y pH: 3,20). Se corrigió la acidez total del mosto con ácido tartárico de uso enológico (ORAMA<sup>®</sup>), llevando la misma a 7,5 g.L<sup>-1</sup>. El diseño experimental consistió en un ordenamiento completamente aleatorizado con tres repeticiones por tratamiento. Se utilizaron tanques de acero inoxidable de 100 L de capacidad.

La maceración clásica (MC), se utilizó como tratamiento testigo. Una vez obtenido el mosto, fue inmediatamente inoculado con levaduras secas seleccionadas (Lallemand ICV D-80<sup>R</sup>), y sometido a una maceración de 16 días a temperatura ambiente, luego de lo cual, los vinos fueron separados de los orujos.

La maceración pre-fermentativa en frío (MPF), consistió en colocar los tanques correspondientes en cámara de frío, con temperatura controlada y constante de 6 °C durante 7 días. Luego se dejó ascender naturalmente la temperatura de los mostos hasta aproximadamente 22 °C, momento en que fueron inoculados con las mismas levaduras seleccionadas y sometidos a una maceración de 16 días.

La maceración post-fermentativa en caliente (MPC), tuvo lugar luego de finalizada la fermentación alcohólica, después de 16 días de maceración y con el vino a rastros de azúcar ( $< 1,80 \text{ g.L}^{-1}$ ). En estas condiciones, los tanques fueron introducidos en una cámara con temperatura constante de  $45 \text{ }^\circ\text{C}$ , de manera que se obtuvo, en el seno de los recipientes, una temperatura de  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 12 horas.

Se efectuaron en todos los casos 2 remontajes diarios, seguidos de un bazuqueo (*pigeage*). No se tuvieron en cuenta los vinos de prensa.

Se presentan a continuación los perfiles de temperatura y la duración total del tiempo de maceración para cada tratamiento.

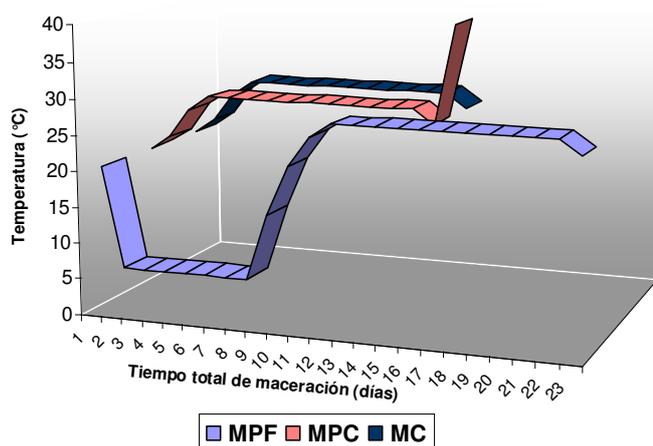


Figura 1: Perfiles térmicos comparados y duración total del tiempo de maceración para cada tratamiento ensayado. **MPF**: Maceración pre-fermentativa en frío. **MPC**: Maceración post-fermentativa en caliente. **MC**: Maceración clásica.

## Análisis físico-químico y organoléptico de los vinos

- Seguimientos diarios de temperatura,  $^\circ\text{Bé}$  y azúcares reductores y, con intervalo de 3 días, del Índice de Color (I.C.), y del Índice de Polifenoles Totales (I.P.T.).
- Análisis físico-químico sumario, de acuerdo a Métodos Oficiales Argentinos.
- Porcentajes de color debidos a antocianos libres, color polimerizado y color copigmentado (Boulton, 2001).
- Determinación de precursores glicosidados de aromas (G-G) (Iland et al., 1996), modificado por Jofré y Fanzone (2003), a los 10 meses de elaborados los vinos.
- Análisis organoléptico a los 10 meses de elaborados los vinos, a partir de un panel de 12 jurados expertos, mediante análisis descriptivo y pruebas de preferencia, trabajando sobre muestras anónimas.
- Determinación de la preferencia del jurado para los distintos vinos mediante la prueba de los rangos o Test de Kramer.

## Resultados y Discusión

### Desarrollo de la fermentación.

Si bien todos los vinos llegaron a rastros de azúcar ( $< 1,8 \text{ g.L}^{-1}$ ), al momento de realizar el descube, se encontraron diferencias fermentativas (medidas como velocidad de consumo de azúcar), entre los distintos tratamientos (Fig. N°2). Así, una vez dada por finalizada la maceración pre-fermentativa en frío, los vinos de este tratamiento mostraron una cinética fermentativa notoriamente más lenta que los dos tratamientos restantes. En general, todas las técnicas que alargan la fase pre-fermentativa, favorecen el desarrollo de levaduras indígenas, que consumen factores de crecimiento y segregan metabolitos

antagónicos que dificultan luego el desarrollo de las levaduras secas activas (Cuénat et al. 1996). Estos mismos investigadores, trabajando con *Pinot Noir* en cuatro vendimias sucesivas, encuentran a la especie *Hanseniaspora uvarum*, durante el desarrollo de la maceración pre-fermentativa en frío, independientemente de la temperatura empleada (4, 5 y 15°C), y la duración de la misma (3 a 9 días). En nuestro ensayo, la ausencia de un inóculo seleccionado dominante durante la etapa pre-fermentativa, podría haber favorecido el desarrollo de levaduras indígenas, aun a la temperatura de trabajo (6 °C). De hecho, en el caso de los vinos del tratamiento MPF, se constató un leve consumo de azúcar durante el desarrollo de la maceración pre-fermentativa, el cual resultó en promedio, de 2,8 g.L<sup>-1</sup> de azúcares reductores por tanque. (Datos no publicados). Couasnon (1999), sugiere trabajar la maceración en frío a 4°C y en lo posible bajo atmósfera de CO<sub>2</sub> con el fin de evitar problemas microbiológicos.

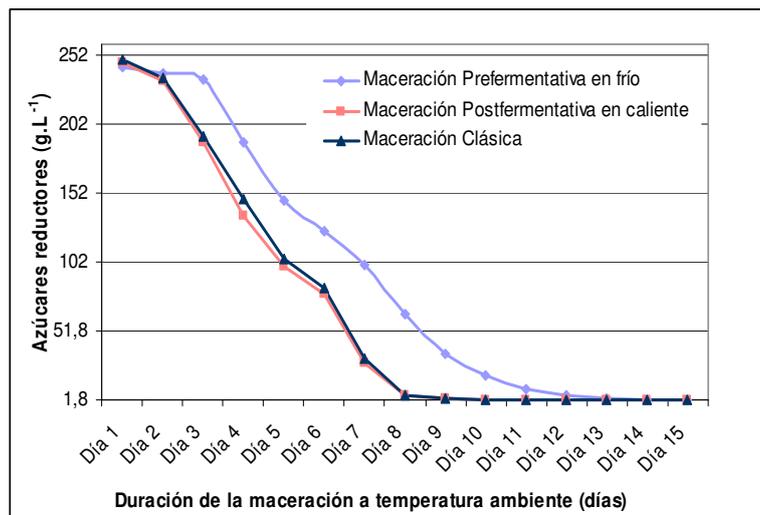


Figura 2: Seguimiento de la fermentación alcohólica durante la maceración a temperatura ambiente para tres técnicas de maceración diferentes.

#### Evolución del Índice de Polifenoles Totales. (I.P.T).

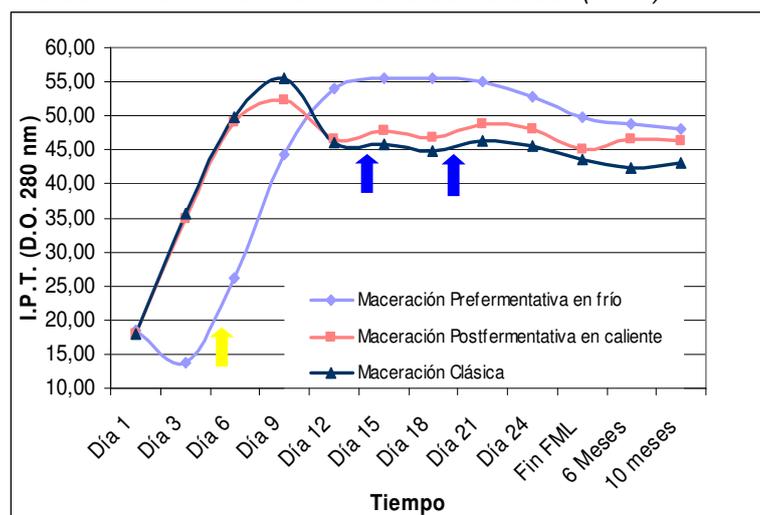


Figura 3: Seguimiento del Índice de Polifenoles Totales (I.P.T.), durante la maceración, al fin de la fermentación maloláctica (Fin FML), y a los 6 y 10 meses, para tres técnicas de maceración diferentes. La flecha amarilla indica el comienzo de la maceración a temperatura ambiente para el tratamiento MPF. La primera flecha azul (de izquierda a derecha), indica el momento del descube para los vinos de los tratamientos MC y MPC. La segunda, indica el mismo momento para los vinos del tratamiento MPF.

En el perfil de extracción puede verse que en el caso del I.P.T., se obtienen diferencias entre el tratamiento MPF y los correspondientes a MPC y MC, durante toda la duración de la maceración, tanto en la etapa pre-fermentativa, como durante la maceración a temperatura ambiente y en la etapa post-fermentativa. Se encontraron también diferencias para los vinos de los tratamientos MPC y MC, pero sólo a los 6 y 10 meses. En este momento, los valores de los vinos del tratamiento MPF resultaron significativamente superiores a los del tratamiento MC, pero no se diferenciaron de los del tratamiento MPC. Uno de los fundamentos técnicos de aplicación de la MPC reside en que, el empleo de una temperatura elevada al final del período de maceración, favorecería especialmente la extracción de taninos de semilla, en una acción conjunta mediada por efecto disolvente del etanol presente en el medio, y de la temperatura (Boulton *et al.*, 2002). Gervaux *et al.* (1998), trabajando con *Pinot Noir* y realizando una maceración post-fermentativa en caliente a 40 °C durante 24 horas, obtienen vinos con mayor intensidad colorante, antocianos y polifenoles totales y con una mayor calidad organoléptica global, en comparación con otras técnicas (maceración sulfítica, sangría, maceración pre-fermentativa en frío, pre-fermentativa en caliente, maceración prolongada, etc.). Resultados muy similares, con una post-maceración a 30 °C durante tres días, se obtienen en vinos cv. *Pinot Noir* de Eslovenia (Nemanic *et al.*, 2002).

Otras investigaciones indican resultados menos evidentes. Estudios llevados a cabo en California con vinos *Cabernet Sauvignon* y *Merlot* y post-maceraciones efectuadas a temperatura ambiente, encuentran poca diferencia en la composición, velocidad de polimerización o perfiles sensoriales debidos a éste tratamiento (Boulton, 1999). Estos resultados se acercan más a nuestros datos analíticos. Así, al día 24 de maceración, no se registraron diferencias significativas en los valores de I.P.T. entre los tratamientos MC y MPC, discrepancia que sí se puso de manifiesto a los 6 meses, y que se mantuvo hasta la última medición (10 meses). Se puede concluir que la aplicación de la MPC no extrajo una mayor cantidad de taninos, al menos de manera inmediata, como se hipotetizaba más arriba. Lo hizo entonces, a largo plazo. Una posible explicación puede ser el escaso tiempo de post-maceración (12 horas), y/o un retraso para alcanzar la temperatura deseada (40 °C), en el seno del líquido.

La escasez de extracción en los vinos del tratamiento MPF durante la fase pre-fermentativa se puede atribuir a la temperatura. Cuénat *et al.* (1996), trabajando con *Pinot Noir* y realizando una maceración pre-fermentativa a 15 °C, obtienen una extracción más ralentizada pero progresiva de los polifenoles totales, en particular de los antocianos. Tales resultados concuerdan con los obtenidos en este trabajo: durante la fase pre-fermentativa la extracción es significativamente inferior, en comparación con los otros dos tratamientos. Esto es debido a que la temperatura es un factor de extracción, ya que interviene mortificando las estructuras celulares de los tejidos y acentuando la disolución de los constituyentes polifenólicos del orujo (Ribéreau-Gayon, 1998). La influencia de los remontajes como factor de extracción, resultó también limitada en esta etapa, ya que la cantidad de mosto extraída era pequeña, al no haber formación aún del sombrero por falta de producción de CO<sub>2</sub>.

## Evolución del Índice de color (I.C.).

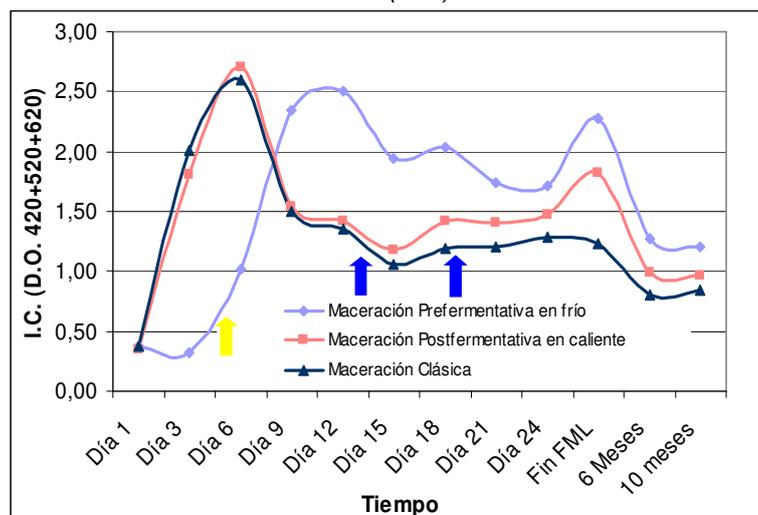


Figura 4: Seguimiento del Índice de Color (I.C.), durante la maceración, al fin de la fermentación maloláctica (Fin FML), y a los 6 y 10 meses, para tres técnicas de maceración diferentes. La flecha amarilla indica el comienzo de la maceración a temperatura ambiente para el tratamiento MPF. La primera flecha azul (de izquierda a derecha), indica el momento del descube para los vinos de los tratamientos MC y MPC. La segunda, indica el mismo momento para los vinos del tratamiento MPF.

El I.C. alcanza para los tratamientos MC y MPC los mayores valores aproximadamente al sexto día de maceración, lo que responde a lo mencionado por la bibliografía (Ribéreau-Gayon, 1998; Boulton, 2002, Marais, 2003, Zamora, 2003). Sin embargo, en los vinos del tratamiento MPF estos valores se alcanzan más anticipadamente. De ello se puede concluir que si bien durante la maceración pre-fermentativa la extracción de color permaneció limitada, una vez que el mosto fue llevado a temperatura ambiente y en conjunción con el proceso fermentativo, la extracción de color ocurrió de forma más rápida, en comparación con los dos tratamientos restantes. La extracción anticipada de antocianos, resulta positiva desde el punto de vista de la estabilidad futura del color (Zamora, 2003). En coincidencia con la fermentación alcohólica, en presencia de acetaldehído y ácido pirúvico, productos del metabolismo de las levaduras, se favorece la formación de aductos, recientemente nombrados como Vitisinas y Pyranoantocianos (Mateus et al. 2003, Morata et al. 2005, Jones et al. 2003), los cuales son estables en el tiempo e insensibles al efecto del pH y la acción decolorante del  $\text{SO}_2$ .

No se registraron diferencias significativas entre los vinos del tratamiento MPC y MC, hasta el día 18 de maceración. A partir de este momento, se registraron diferencias significativas a favor de los vinos del tratamiento MPC y que se mantuvieron hasta el final de la fermentación maloláctica. Finalmente, en los dos últimos análisis (6 y 10 meses), no se registraron diferencias en este parámetro para ambos tratamientos. La aplicación de la MPC sólo mejoró temporalmente la solubilidad general de los pigmentos (Boulton, 1999), la cual se perdió a partir de los 6 meses de elaborado el vino. De acuerdo con estos resultados, se puede señalar que la MPC tuvo un cierto efecto positivo en el color, que se manifestó rápidamente luego de terminada la post-maceración en los vinos de este tratamiento, y que se mantuvo hasta aproximadamente el comienzo de la fermentación maloláctica. A partir de allí, los vinos de los tratamientos MPC y MC resultaron sin diferencias en cuanto a color.

En la última medición (10 meses), los vinos correspondientes al tratamiento MPF se diferenciaron significativamente de los vinos de los dos tratamientos restantes. Se puede concluir que la aplicación de la maceración pre-fermentativa en frío tuvo un efecto siempre positivo en el color de los vinos, que se mantuvo aún a los 10 meses luego de elaborados los mismos.

*Datos analíticos de los vinos terminados.*Tabla N°1: Análisis finales de vinos cv. *Merlot*, obtenidos a partir de tres técnicas de maceración diferentes. Valores correspondientes a las medias de cada tratamiento, luego del término de la FML. 2005

Tratamiento	Alcohol % v/v	Acidez total (g.L <sup>-1</sup> de ácido tartárico)	Acidez volátil (g.L <sup>-1</sup> de ácido acético)	pH	Ácido málico (g.L <sup>-1</sup> )	Ácido láctico (g.L <sup>-1</sup> )	Glicerol (g.L <sup>-1</sup> )	Extracto seco (g.L <sup>-1</sup> )	I.P.T.	I.C. (420+520+620)	Matiz (420/520)
<b>MPF</b>	13,91 <sub>a</sub>	6,39 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	3,28 <sub>a</sub>	0,29 <sub>a</sub>	0,60 <sub>a</sub>	8,67 <sup>a</sup>	26,47 <sub>a</sub>	49,80 <sub>a</sub>	2,28 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>
<b>MPC</b>	13,33 <sub>a</sub>	6,23 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	3,34 <sub>a</sub>	0,30 <sub>a</sub>	0,59 <sub>a</sub>	9,09 <sup>a</sup>	25,55 <sub>ab</sub>	45,00 <sub>b</sub>	1,83 <sup>ab</sup>	0,53 <sup>ab</sup>
<b>MC</b>	13,67 <sub>a</sub>	5,78 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	3,38 <sub>a</sub>	0,28 <sub>a</sub>	0,58 <sub>a</sub>	8,97 <sup>a</sup>	24,83 <sub>b</sub>	43,50 <sub>b</sub>	1,23 <sup>b</sup>	0,58 <sup>b</sup>

\*Letras diferentes indican diferencias significativas para el Test de Tukey y  $p < 0,05\%$ .

MPF: Maceración pre-fermentativa en frío. MPC: Maceración post-fermentativa en caliente. MC: Maceración clásica.

*Análisis de Copigmentación. Porcentajes de color debidos a antocianinas libres, color polimerizado y color copigmentado.*

El color copigmentado alcanzó a los 6 meses, valores de 33,9 y 34,3 % para los tratamientos MC y MPC respectivamente. Esto concuerda con los resultados presentados por *Boulton (2001)*, que indican que entre un 30 y un 50 % del color total de vinos tintos jóvenes (6 meses de edad), podría ser explicado por este fenómeno. En éste momento, el vino del tratamiento MPF presentó menores porcentajes de color copigmentado (29 %), pero también mayores valores de color polimerizado (37 %), aunque sin diferencias estadísticas. En el análisis a los 10 meses se observa, para todos los vinos, una disminución del color copigmentado y el consecuente aumento de los porcentajes de color polimerizado y debido a antocianinas libres, lo que coincide con los resultados presentados por otros autores (*Boulton, 2001, Gutiérrez et al., 2005*).

No se encontraron diferencias significativas entre los vinos de los tres tratamientos en cuanto a porcentaje de color debidos a antocianinas libres, color polimerizado y color copigmentado a los 10 meses. Sin embargo, cuando se relativizaron estos porcentajes teniendo en cuenta la I.C. de los vinos de cada tratamiento a los 10 meses, se encontró que los vinos del tratamiento MPF mostraban una mayor tendencia a una disminución del color copigmentado, y el consecuente aumento en los valores de color polimerizado (ver Tabla N°2). Esto puede haberse debido en parte a una disminución del color copigmentado como resultado de los altos tenores de alcohol, y en parte a un aumento del color de tipo polimérico favorecido por la aplicación de la MPF. La extracción preferencial de los antocianos y la producción de acetaldehído durante la fase pre-fermentativa, apoyarían esta última afirmación.

Tanto a los 6 como a los 10 meses, los vinos del tratamiento MC presentaron los porcentajes más bajos de color polimerizado. Esto último representa otro motivo de explicación para los altos valores de matiz registrados en los vinos de éste tratamiento (ver Tabla N°1): la fracción antociánica, al estar formada principalmente por antocianos libres y por lo tanto muy inestables químicamente, se encontraría más susceptible a reacciones de degradación, fundamentalmente oxidación e hidrólisis (acción del pH). Esto daría como resultado una oxidación anticipada de estos pigmentos, y por lo tanto, se comprometería su

participación posterior en las reacciones de polimerización con los flavanoles, lo que explicaría los bajos porcentajes de color polimerizado en los vinos de éste tratamiento.

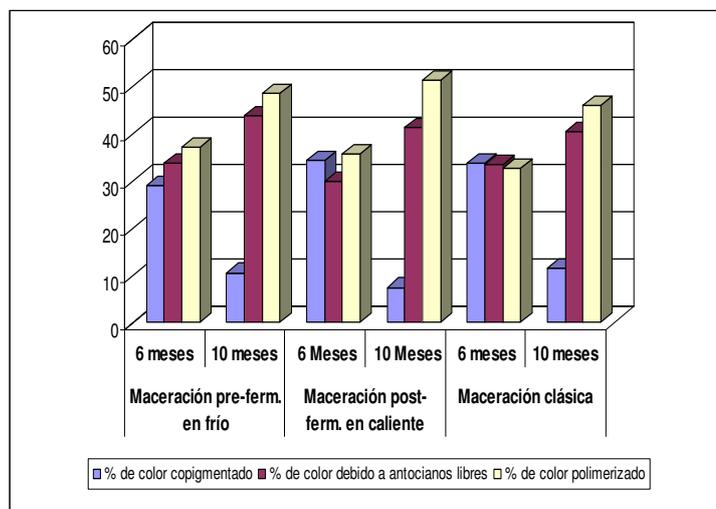


Figura 5: Porcentajes de color debidos a antocianos libres, antocianos polimerizados y antocianos copigmentados de vinos cv. Merlot, obtenidos a partir de tres técnicas de maceración diferentes, a los 6 y 10 meses de elaborados los vinos. Valores correspondientes a las medias de cada tratamiento.

Tabla N°2: Índice de Color a los 10 meses y color polimerizado relativizado con respecto a los valores medios de cada tratamiento. Letras diferentes indican diferencias significativas para el Test de Tukey y  $p < 0,05\%$ .

Tipo de maceración e Índice de Color (I.C.), a los 10 meses.	% de color polimerizado	Color polimerizado relativizado con respecto al I.C.
<b>MPF IC: 1,208</b>	48,65 <sup>a</sup>	0,587 <sup>a</sup>
<b>MPC IC: 0,967</b>	51,31 <sup>a</sup>	0,496 <sup>b</sup>
<b>MC IC: 0,848</b>	46,09 <sup>a</sup>	0,391 <sup>c</sup>

#### Determinación de precursores glicosidados de aromas (G-G).

Como indicadores del potencial enológico en términos de aromas se determinó la reserva tecnológica de precursores glicosilados (G-G), en los vinos correspondientes a los 10 meses de elaborados los mismos. Los resultados, presentados en la figura N°6, indican, en términos de potencial aromático, una clara diferencia entre los vinos obtenidos a partir de la maceración post-fermentativa en caliente (cerca de 2  $\mu\text{mol/ml}$ ), y los correspondientes a la maceración prefermentativa en frío (4,50  $\mu\text{mol/ml}$ ). Esto indicaría que los primeros deberían presentar en este momento, un mayor potencial aromático, ya que presentan un bajo contenido de precursores, pudiéndose suponer que estos se hidrolizaron para dar compuestos aromáticos varietales. Sin embargo, el análisis organoléptico presentado en la Fig. N°7, revela que en realidad son los vinos obtenidos a partir de la MPF los que presentan la mayor intensidad aromática general y de aroma frutal. Esto puede explicarse a partir de dos hipótesis: la primera, supone que el los vinos obtenidos por MPC hubo de hecho una pérdida, posiblemente vía hidrolítica, mediada por la temperatura final aplicada a los vinos, ya que presentan el menor contenido de precursores menores aún que los correspondientes a la maceración clásica. Por otro lado, el hecho de que los vinos

obtenidos por MPF presenten mayor intensidad de aroma frutal y un contenido mayor de precursores de aromas, supone que el potencial de liberación de estos, sería importante y continuaría durante la estiba en botella.

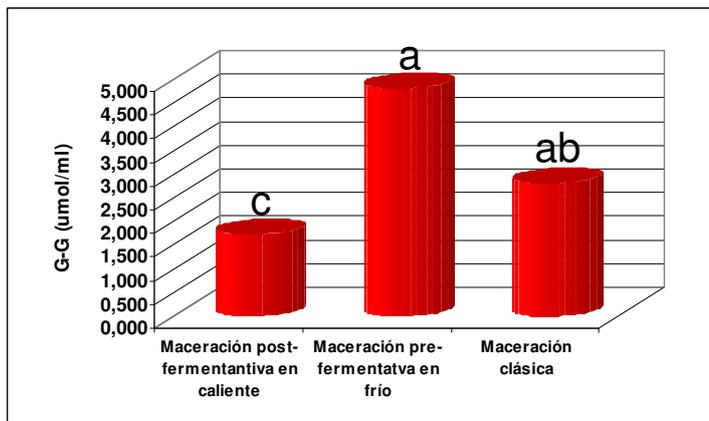


Figura 6: Análisis de precursores glicosidados de aromas (G-G), de vinos cv. Merlot, obtenidos a partir de tres técnicas de maceración diferentes, a los 6 y 10 meses de elaborados los vinos. Valores correspondientes a las medias de cada tratamiento. Letras diferentes indican diferencias significativas para el Test de Tukey y  $p < 0,05\%$ .

Análisis Organoléptico. Test de Kramer.

Los vinos se degustaron a los 10 meses de elaborados y fueron presentados a los degustadores en tres bloques, cada uno de los cuales contenía un vino de cada tratamiento, distribuidos aleatoriamente. El Test de Kramer mostró una clara preferencia estadística por los vinos del tratamiento MPF en dos de los tres bloques ensayados, resultando en el tercero, medianamente preferido. El vino del tratamiento MC resultó no preferido en los tres bloques.

Considerando las medias de los descriptores organolépticos que resultaron significativos, se generó un gráfico que se presenta en la figura N°7.

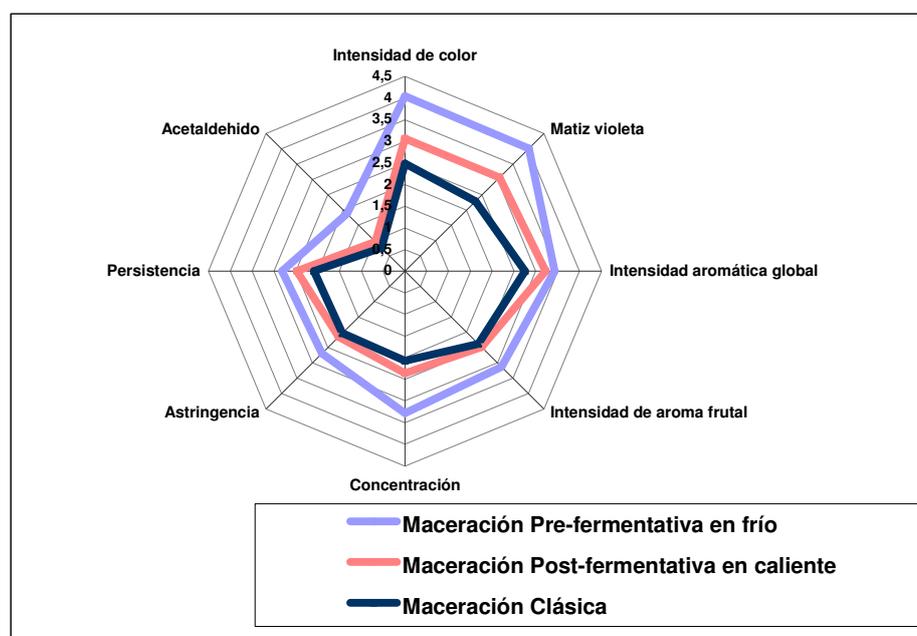


Figura 7: Descriptores organolépticos de vinos cv. Merlot, obtenidos a partir de tres técnicas de maceración diferentes. Medias correspondientes a 12 degustadores. Escala de 0 a 5.

## Conclusiones

La técnica de maceración empleada condiciona fuertemente el estilo de vino a obtener.

La maceración clásica (tratamiento Testigo), en los tiempos ensayados (16 días), resultó la opción menos favorable, tanto por las características analíticas, como por los resultados obtenidos en el análisis organoléptico de los vinos. Con respecto a lo primero, se obtuvieron vinos con menores valores de I.P.T. e I.C. y con una mayor tendencia hacia matices pardos. En el plano organoléptico fueron percibidos con una menor intensidad colorante, y resultaron los menos preferidos.

Las posibles aplicaciones de la maceración pre-fermentativa en frío y la maceración post-fermentativa en caliente, se presentaron como promisorias con vistas a la elaboración de vinos tintos cv. *Merlot* de alta calidad enológica. Representan alternativas tecnológicas que permiten mejorar la extracción de polifenoles en general y potenciar el perfil aromático de las uvas.

La maceración post-fermentativa en caliente, no cumplió con la premisa bajo la cual se basa la aplicación de la misma, es decir, lograr una extracción adicional de taninos hacia el final de la maceración. Esto quedó revelado en valores de I.P.T., que no se diferenciaron de los de la maceración clásica. Se constató un efecto positivo temporario en el I.C., que se perdió luego por efecto del tiempo de almacenamiento. Se obtuvieron vinos con bajos contenidos de precursores glicosilados a los 10 meses, aunque no se verificó un incremento en el potencial aromático de los mismos durante el análisis sensorial. Sin embargo, los vinos mostraron altos porcentajes de polimerización, posiblemente debido que se vieron favorecidas reacciones de éste tipo. En éste aspecto, puede resultar una opción interesante.

La maceración pre-fermentativa en frío se presentó como la alternativa más promisorias. Se notó que las fermentaciones de los mostos que salían de la etapa pre-fermentativa, presentaban cinéticas fermentativas más ralentizadas, percibiéndose el carácter aromático tipo "acetaldehído". Esto se originó posiblemente como consecuencia de la actuación de levaduras nativas criófilas durante la fase pre-fermentativa. No obstante, se obtuvieron vinos con mayores valores de I.C. e I.P.T. Se obtuvieron vinos con los más altos contenidos de precursores glicosilados, a los 10 meses, indicando que una potencial liberación de aromas durante la estiba en botella. Se registró también un aumento significativo del color polimerizado, indicando que la MPF tuvo un efecto positivo no solo en la densidad de color sino también en la estabilidad del mismo. En comparación con los dos tratamientos restantes, la MPF dio lugar a vinos con un perfil analítico más apto para la crianza. Desde el punto de vista sensorial, resultaron con mayor intensidad colorante y especialmente matices violetas, aromáticamente más complejos, con notas frutales muy marcadas, y de mayor volumen en boca, aunque no secantes, razón por la cual fueron preferidos por los degustadores. Se hipotetizó una extracción mejorada, tanto de antocianos como de precursores de aromas, y una posible mayor producción de aromas, como consecuencia de la aplicación de la maceración pre-fermentativa.

## Perspectivas – Recomendaciones

Además de la mejora organoléptica de los vinos, la MPF se presenta como una alternativa interesante para incrementar la extracción de antocianos y taninos de bajo peso molecular en medio acuoso. Esto permitiría luego moderar o incluso acortar los tiempos de maceración y evitar posibles sobre-extracciones de taninos amargos y/o herbáceos desde las semillas.

Teniendo en cuenta que los vinos fueron directamente embotellados una vez concluida la FML, resultaría interesante investigar la evolución del I.C., el I.P.T. y del color polimerizado de éstos vinos en el curso de una crianza en barricas, o bien haciendo uso de la microoxigenación. Sabiendo que para una determinada cv. la extractabilidad de antocianos y de precursores de aroma está fuertemente determinada por el nivel de madurez de las uvas y las condiciones del año climático, sería

recomendable ensayar estas técnicas en varios años consecutivos así como con distintas cvs. y bajo distintos niveles de madurez.

Finalmente, la aplicación de las alternativas descritas queda supeditada a una materia prima en muy buen estado sanitario estado sanitario (*Sahonet et al.* 2002, *Delteil et al.* 2004). En el caso de aplicación de la MPF, la siembra de Levaduras Secas Seleccionadas y el empleo de dosis adecuadas de SO<sub>2</sub> (50-80 mg.L<sup>-1</sup>), en el momento del encubado, son premisas obligatorias para evitar posibles desviaciones microbiológicas y oxidaciones anticipadas. En vinos cv. *Pinot Noir* sometidos a maceración en prefermentativa en frío y comparados con un tratamiento testigo, no se obtienen diferencias en cuanto a concentraciones de antocianos y fenoles totales, cuando se trabaja en ausencia de SO<sub>2</sub> (*Heatherbell et al.*, 1996). Esto es especialmente relevante también para cvs. como el *Merlot*, con altos contenidos iniciales de polifenol-oxidasas (tipo tirosinasa) (*Cordonnier et al.*, 1983). Igualmente es recomendable trabajar bajo atmósfera inerte (N<sub>2</sub> o aún mejor CO<sub>2</sub>) (*Couasnon*, 1999), por los mismos motivos.

#### Abreviaturas utilizadas en el texto

**cv.:** cultivar

**I.C.:** Índice de Color (suma D.O. 420+520+620 nm)

**I.P.T.:** Índice de polifenoles totales (D.O. 280 nm).

**MC:** Maceración Clásica.

**MPF:** Maceración Prefermentativa en frío.

**MPC:** Maceración Postfermentativa en caliente.

#### Bibliografía

1. ÁLVAREZ, I., ALEIXANDRE, M., GARCÍA, M., LIZAMA, V. (2005). Impact of prefermentative maceration on the phenolic and volatile compounds in *Monastrell* red wines. *Anal. Chim. Acta.* 563: 109-115
2. AMERINE, M. A. (1955). Further studies on controlled fermentations. *Am.J.Enol.Vitic.*, 6, 1-16.
3. BOSSO, A., GUAITA, M., BALLARIO, P. (2004). L'estrazione differita degli antociani abbinata alla tecnica del délestage nella vinificazione di uve *Nebbiolo*. *Rivista di Viticoltura e di Enologia.* 57 (1-2) 29-49,
4. BOULTON, R. (1999). El fenómeno de la copigmentación en los vinos tintos. *Actas Seminario internacional "Hacia la Enología del siglo XXI".* 3-7 mayo de 1999. INTA - Facultad de Ciencias Agrarias - Mendoza. Argentina.
5. BOULTON, R. (2001). The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical Review. *Am.J.Enol.Vitic.*, 52 (2), 67-87.
6. BOULTON, R., SINGLETON, V., BISSON, L., KUNKEE, R. (2002). Teoría y práctica de la elaboración del vino. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza (España). 635 pág.
7. BROUILLARD, R., DELAPORTE, B., DUBOIS, J.E. (1978). Chemistry of anthocyanin pigments. 3. Relaxation amplitudes in pH jump experiments. *J.Am.Chem.Soc.* 100: 6200-6205.
8. BROUILLARD, R., DANGLES, O. (1994). Anthocyanin molecular interactions: The first step in the formation of new pigments during wine ageing?. *Food Chem.* 51: 365-371.
9. CATANIA, C., AVAGNINA, S., SANCE, M., VILA, H., COMBINA, M., JOFRÉ, V. (2003). Influencia del aporte de taninos de diferentes partes del racimo y de chips de madera de roble sin tostar sobre las características de vinos del cv. *Malbec*. Informe de plan 2003. EEA Mendoza. INTA:
10. CHARPENTIER, C., FEUILLAT, M. (1998). Métabolisme des levures cryotolérants: application à la maceration préfermentaire à froid du *Pinot Noir* en Bourgogne. *Revue Française d'Oenologie.* 170: 36-37.

11. COLAGRANDE, O. (1981). Application of an automatic pumping-over device for vinification of redgrapes. *Connaiss. Vigne Vin*. 15: 125-141.
12. COUASNON, M. B. (1999). Une nouvelle technique: La macération préfermentaire à froid - Extraction à la neige carbonique. 1re partie: Résultats œnologiques. 2e partie: La technologie de la neige carbonique. *Revue des Œnologues*. 92 : 26-30, 93: 28-30
13. CUENAT, P., LORENZINI F., BREGUY C., ZUFFEREY E. (1996). La macération préfermentaire a froid du *Pinot noir*. Aspects technologiques et microbiologiques. *Revue Suisse Vitic.Arbo.Hortic*. 4: 259-265.
14. CURSO DE ACTUALIZACIÓN SOBRE COMPUESTOS FENÓLICOS Y COLOR DE LOS VINOS TINTOS. (2005). INTA - Centro de Estudios de Enología. Mendoza, 23 de junio de 2005. Argentina.
15. DARIAS-MARTÍN, J., BOULTON, R., CARRILLO, M., DÍAZ, E. (2001). Enhancement of red wine colour by pre-fermentaion addition of copigments. *Food Chem*. 73: 217-220.
16. DE LA BARRA, C., HACKL, K., DÜRRSCHMID, K., EDER, R., KULBE, K. D. (2005). Effect of cold maceration, stem return, re-heating and mannoprotein addition on color stabilization of Pinot noir wines. *Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Früchteverwertung Austria*. 55 (5-6) 140-147.
17. DEL MONTE, R., CATANIA, C., AVAGNINA, S., SARI, S., ASTESANO, J. (2003). Vasija de automaceración INTA-ASSI – Descripción y resultados de la evaluación enológica. *El Vino y su Industria*. Nº10: 12-16.
18. DELTEIL, D. (2004). La macération Préfermentaire à Froid (MPF) des raisins méditerranéens et rhodaniens. *Revue des Œnologues*. 112: 29- 32.
19. DUBOIS, P., ÉTIEVANT, J., DEKIMPE, M., BURET, M., CHAMBROY, Y., FLANZY, C. (1977). Etude sur les arômes des vins de macération carbonique. *C.R. Acad. Agric*. 63: 1183-1189.
20. DUCRUET, V., FLANZY, C., BOURZEIX, M., CHAMBROY, Y. (1983). Les constituants volatiles des vins jeunes de macération carbonique. *Sci. Aliments*. 3 : 413-426.
21. ESCUDIER, J.L. (2002). Une valorisation supplémentaire du raisin en améliorant les extractions : la flash-détente. *Revue Internet Technique du Vin*, Nº1. [www.vinidea.net](http://www.vinidea.net).
22. FERRARI, S., PARENTI, A., SPUGNOLI, P., CALAMAI, L., GORI, C. (2004). Effects of cold maceration on red wine quality from Tuscan *Sangiovesi* grape. *Eur. J. Food Res. Technol*. 218: 360-366.
23. FLANZY, C. (1999). *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. E. Mundi-Prensa. Madrid.2000.
24. GERVAUX, V., NAUDIN, R., MEURGUES, O., MONAMY, C. (1998). Influence de différents procédés de macération sur la composition polyphénolique, l'activité laccase et la qualité organoleptique des vins de *Pinot Noir*. *Revue des Œnologues*. 166 : 10–15.
25. GERVAUX, V. (1993). Étude de quelques conditions de cuvaion susceptibles d'augmenter la composition polyphenolique des vins de *Pinot Noir*. *Revue des Œnologues*. 69 : 15–18.
26. GLORIES, Y. (1978). Recherches sur la matière colorante des vins rouges. Thèse d'état Bordeaux II.
27. GLORIES, Y., RIBEREAU-GAYON, P., RIBEREAU-GAYON, J. (1980). La macération finale a chaud dans la vinification en rouge. *C.R. Acad. Agric*.
28. GLORIES, Y., HAZERA, J., RIBEREAU-GAYON, J. (1982). La macération finale a chaud : expérience 1981. *C.R. Acad. Agric*. 68, (10) : 798-803.
29. GLORIES, Y. (1984). La couleur des vins rouges. 1ere. Partie. Les equilibres des anthocyanes et des tannins. *Connaissance Vigne Vin*, 18 (3) :195-217.
30. GLORIES, Y. GALVIN, C. (1990). Les complexes tanin-anthocyanes en présence d'éthanal. Conditions de leur formation. *Actualités œnologiques*. 89 : 408-413.

31. GÓMEZ-MÍGUEZ, M., GONZÁLEZ-MIRET, L., HEREDIA, F. (2007). Evolution of colour and anthocyanin composition of *Syrah* wines elaborated with pre-fermentative cold maceration. *J. Food. Eng.* 79 (1): 271-278.
32. GUTIÉRREZ, I.; PALOMO LORENZO, E.; ESPINOSA, A. (2005). Phenolic composition and magnitude of copigmentation in young and shortly red wines made from cultivars, *Cabernet S.*, *Cancibel* and *Syrah*. *Food Chem.* 92. 269-293.
33. HEATHERBELL, D., DICEY, M., GOLDSWORTHY, S., AND VANHANEN, L. (1997 A). Effect of prefermentation cold maceration on the composition, colour and flavor of *Pinot noir* wine. Proceedings of the New Zealand Grape & Wine Symposium, G.F. Steans (Ed.), 30-42, New Zealand Society for Viticulture and Oenology, P.O. Box 90-276, Auckland Mail Centre, Auckland 1, New Zealand.
34. HEATHERBELL, D., DICEY, M., GOLDSWORTHY, S., AND VANHANEN, L. (1997 B). Effect of prefermentation cold maceration on the composition, colour and flavor of *Pinot noir* wine. Proceedings of the Fourth International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology, New York. In Press. Cornell University Press.
35. ILAND, P., CYNKAR, W., FRANCIS, I., WILLIAMS, P., COOMBE, B. (1996). Optimization of methods for the determination of total and red-free glycosyl glucose in black grape berries of *Vitis vinifera*. *Aust. J. Grape and Wine Research.* 2: 171-178.
36. JOFRÉ, V., FANZONE, M. (2003). Sustancias químicas precursoras de aromas en uvas y vinos: los compuestos glicosidados. Método analítico cuantitativo para la determinación de GG en muestras de mostos y vinos. En: Informe Anual de Progreso. Estación Experimental Agropecuaria Mendoza. INTA.
37. JONES, G., ILAND, P., MARKIDES, A., ASENSTORFER, R. (2003). Formation of vitisin A during fermentation and maturation. *Australian Journal of Grape And Wine Research.* 9: 40-46.
38. KRAMER, A. (1963). Revised tables for determining significance of differences. *Food Tech.* 17 N°12. 1596-1597.
39. LLAUDY, M., ZAMORA, F., CANALS, R., CANALS, J., CABANILLAS, P. (2005). La maceración prefermentativa en frío: efectos sobre la extracción de color y los compuestos fenólicos e influencia del nivel de maduración de la uva. *Revista de Enología de la Asociación Catalana de Enólogos.* [www.acenología.com](http://www.acenología.com)
40. MARAIS, J. (2003). Effect of different wine-making techniques on the composition and quality of *Pinotage* wine. I. Low-temperature skin contact prior to fermentation. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 24 (2): 70-75.
41. MATEUS, N., SILVA, A., RIVAS-GONZALO, J., SANTOS-BUELGA, C., DE FREITAS, V. (2003). A new class of blue anthocyanin-derived pigments isolated from red wines. *J. Agric. Food Chem.* 51 : 1919-1923.
42. MCMAHON, M., ZOECKEIN, B., JASINSKI, Y. (1999). The effects of prefermentation maceration temperature and percent alcohol at press on the concentration of *Cabernet Sauvignon* grape glycosides and glycoside fractions. *Am.J.Enol.Vitic.* 50 (4): 385-390.
43. MORATA, A., CALDERÓN, F., GÓMEZ-CORDOVÉS, M., SUÁREZ, J. (2005). Effects of pH, temperatura and SO<sub>2</sub> on the formation of pyranoanthocyanins during red wine fermentation with two species of *Saccharomyces*. *Int.J.Food Microbiology.* 106: 123-129.
44. MOREL-SALMI, C., SOUQUET, J.M., BES, M., CHEYNIER, V. (2006). Effect of Flash Release Treatment on Phenolic Extraction and Wine Composition. *J. Agric. Food Chem.* 54 : 4270-4276.
45. NEMANIC, J., BAVCAR, D., VANZO, A. (2002). First results with differently macerated *Pinot noir* wines in Slovenia. *Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruchteverwertung, Austria.* 52 (1-2): 21-28.
46. OLIVIERI, C., SALGUES, N. (1981). Matières colorantes et facteurs d'extraction. *Progrès Agricole et Viticole,* 98 (11): 511-513.

47. PARENTI, A., GORI, C., BARTOLINI, A. B. (2006). Criomacerazione prefermentativa su uve *Sangiovese*: criogeni e metodiche a confronto. *Vignevini*. 33 (4): 115-120.
48. PARDO, F., NAVARRO, F. (1994). Evolución de los compuestos fenólicos de vinos tintos obtenidos con diferente tiempo de maceración. *Vit./Enol. Profesional*. Nº34: 51-59.
49. PARLEY, A. (1997). The effect of pre-fermentation enzyme maceration on extraction and colour stability in *Pinot Noir* wines. Thesis of Master of Applied Science. Lincoln University. 1997. New Zeland.
50. PONTE, C., CRAVERO, M. C., BONELLO, F., PAZO ALVAREZ, M. C., OLIVERO, M., DI STEFANO, R. (2004). La macerazione prefermentativa a freddo nella vinificazione del *Pinot nero*. *Rivista di Viticoltura e di Enologia*. 57 (4): 33-62,
51. REYNOLDS, A., CLIFF., M., GIRARD, B., KOPP, T. G. (2001). Influence of fermentation temperature on composition and sensory properties of *Semillon* and *Shiraz* wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 52(3) : 235–240.
52. RIBERAU-GAYON, P. (1998). *Traité d'Oenologie. 1-Microbiologie du Vin. Vinifications*. Editions La Vigne. Paris. 1998.
53. RIBERAU-GAYON, P. (1998). *Traité d'Oenologie. 2-Chimie du vin. Stabilisation et traitements*. Editions La Vigne .Paris. 1998.
54. SAHONET, D. (2002). La macération pre fermentaire a chaud. *Progrès Agricole et Viticole*. Nº19 : 416-418.
55. SAPIS, J.C., MACHEIX, J., CORDONNIER, R. (1983). The Browning Capacity of Grapes. II. Browning Potential and Polyphenol Oxidase Activities in Different Mature Grape Varieties *Am.J.Enol.Vitic.* 34: 157 - 162.
56. SIEGRIST, J. (1985). Les tanins et les anthocyanes du *Pinot Noir* et les phénomènes de macération. *Revue des Œnologues*. 11 (38) :11-13.
57. SUDRAUD, P. (1983). Etude expérimentale de la vinification en rouge. Thèse Docteur Ingénieur, Faculté des Sciences de Bordeaux.
58. TIMBERLAKE, C., BRIDLE, P. (1976). Interactions between anthocyanins, phenolics compounds and acetaldehyde and their significance in red wines. *Am.J.Enol.Vitic.* 27: 97-105.
59. VANHANEN, L., DICEY, M., GOLDSWORTHY, S., HEATHERTBELL, D. (1997). Effect of prefermentation cold maceration on the composition, colour and flavor of *Pinot Noir* wines. *Proceedings of Fourth International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology*. Rochester N.Y. Ed. T. Heink-Kling.
60. VILA, H. (2002). Efecto del tiempo de maceración sobre la composición tánica y el color de vinos *Cabernet Sauvignon* y *Malbec*. MsC. Tesis. U.N.C.-ENSA-Montpellier.
61. VILLIMBURGO, M. (2002). Cold maceration of *Sangiovesi*. *Vignevini* 29: 121-127.
62. VIVAS, N., GALVIN, C., CHABOT, P. (1992). La maîtrise de la macération dans la production de vins rouges de qualité. *Progrès Agricole et Viticole*. 109, Nº4: 79-88.
63. ZAMORA, F. (2003). *Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 2003.
64. ZAMORA, F. (2005). El "délestage"; una técnica muy útil para la elaboración de vinos tintos. "Enólogos" nº 37 (septiembre-octubre 2005). [www.enologo.com/tecnicos/tecnicos.html](http://www.enologo.com/tecnicos/tecnicos.html)
65. ZOECKLEIN, B., HODSON, E., MCCARTHY, B., VILLIENT, K. (2003). Effect of delestage on *Merlot* wine quality. Abstracts for the ASEV Eastern Section 27th Annual meeting. *Am. J. Enol. Vitic.*, 54:2, 139.