

La química del color del vino

Fernando Zamora Marín

A través del color de un vino podemos tener una idea de su edad, de su cuerpo, de su estado de conservación, e incluso en ocasiones podemos adivinar algunos defectos que después notaremos al saborearlo. El color del vino tinto y su evolución en el tiempo están determinados por su composición química, especialmente por su composición en compuestos fenólicos, cuya descripción se aborda en este artículo junto con otros factores.

La primera sensación que percibimos en una copa de vino es su aspecto visual. Es precisamente la inmediatez de la visión la que otorga capital importancia a su apariencia. Su transparencia, su brillo y sobre todo su color son algunos de los atributos más determinantes de la calidad no solo por las evidentes implicaciones sobre su imagen, sino también porque son indicadores de otros aspectos relacionados con su aroma y sabor.¹ Así, por el color de un vino podemos deducir su edad, su cuerpo, su estado de conservación, e incluso adivinar algunos defectos que posteriormente notaremos al saborearlo.²

Aunque parezca una verdad de Perogrullo, antes de continuar es necesario definir el concepto de *color*. La Real Academia Española de la Lengua lo define como «la sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda». Esta definición es incompleta ya que en la apreciación del color influye mucho el entorno que rodea el objeto y la iluminación a la que es sometido. Ya el gran Leonardo da Vinci (1452-1519) afirmaba que el color era la resultante de una compleja relación entre



Figura 1. El color del vino tinto

el fenómeno observado y las condiciones de su observación.

En el caso concreto de los vinos tintos, el color cobra aún mayor importancia ya que los vinos tintos dotados de gran color son los más valorados por el mercado.² Dada pues su importancia, el presente artículo pretende abordar el fundamento químico del color del vino tinto, que —si me permiten el juego de palabras— es bastante más complejo de lo que puede parecer *a simple vista*.

En la figura 1 se muestra el espectro de absorción y el aspecto visual de tres vinos

tintos de diferente edad (1, 5 y 20 años).³

En la figura se puede apreciar que el espectro del vino joven presenta un máximo a 520 nm, correspondiente al color rojo, y unas componentes amarilla (420 nm) y azul (620 nm) relativamente importantes. Por esta razón, el vino presenta un color rojo intenso con tonalidades violáceas. El vino de 5 años, presenta una componente roja menor y una componente amarilla mayor, luego presentará un color rojo teja. Finalmente, el vino de 20 años presentará una componente roja de color muy pequeña y una componente amarilla re-

lativamente más alta. Por tanto, su color se acercará al marrón.

Esta es la evolución inevitable. Ahora bien, el color del vino tinto así como su evolución en el tiempo están determinados por su composición química, especialmente por su composición en compuestos fenólicos.⁴ Por esta razón, abordaremos a continuación la descripción de los principales compuestos fenólicos para poder estudiar su verdadera implicación en el color del vino tinto.

Los compuestos fenólicos acostumbran a clasificarse en *no flavonoides* y *flavonoides*. La primera familia incluiría a los ácidos fenóles (y a sus derivados) y a los estilbenos.⁵ Los compuestos no flavonoides no contribuyen de forma directa al color del vino. No obstante, pueden oxidarse por vía enzimática o química dando lugar a tonalidades amarillas/marrones. Este fenómeno denominado *pardeamiento* es el responsable de que los vinos blancos añejos presenten tonos más oscuros que cuando eran jóvenes. Asimismo, los compuestos fenólicos no flavonoides pueden actuar como copigmentos y modular el color del vino gracias al fenómeno de la copigmentación que se describirá más adelante.

Los flavonoides incluyen tres grandes familias:

- Los flavonoles
- Los antocianos
- Los flavan-3-oles.

Los *flavonoles* son los responsables del color amarillo de la piel de las uvas blancas y naturalmente de una parte del color amarillo del vino blanco y también del tinto.⁵ No obstante, su participación directa en el color del vino tinto es de poca importancia si bien son magníficos copigmentos y, por tanto, pueden ejercer un papel muy positivo.⁶

Los *antocianos* (del griego *anthos*, flor y *kyanos*, azul) son los responsables directos del color rojo azulado de la piel de las uvas tintas y naturalmente del color del vino tinto.⁵

Finalmente, los *flavan-3-oles* representan una compleja familia compuesta por las diferentes formas isoméricas de la catequina y sus polímeros denominados taninos condensados o proantocianidinas.⁵ Los flavan-3-oles no participan directamente en el color del vino si bien pueden

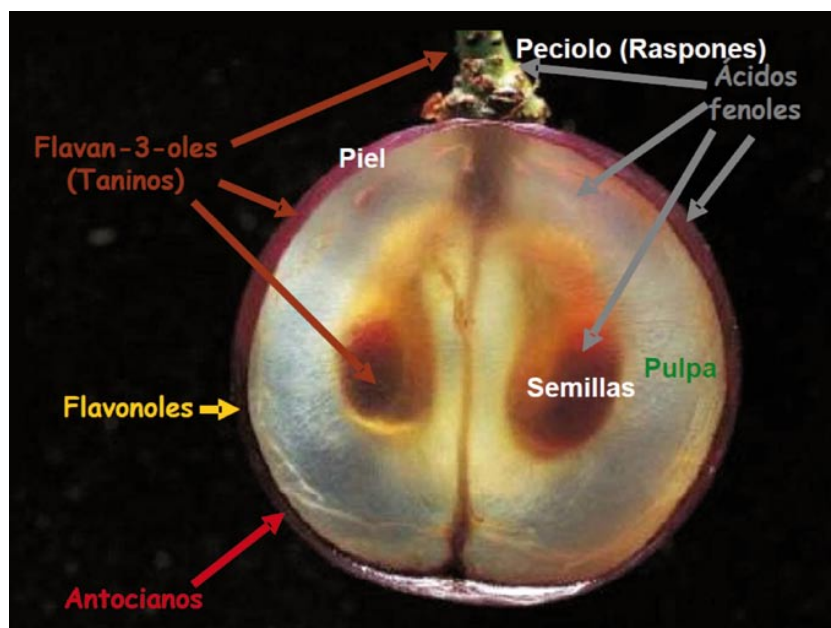


Figura 2. Distribución de los principales compuestos fenólicos en la uva

contribuir como copigmentos o mediante complejas transformaciones químicas en las que interaccionan entre ellos y/o con los antocianos que originan nuevos pigmentos.^{7,8} Por otra parte, los flavan-3-oles son también, en gran medida, los responsables del sabor amargo, de la astringencia, del cuerpo y de la capacidad para envejecer del vino.^{2,9}

La figura 2 muestra la distribución de los diferentes compuestos fenólicos en el grano de uva.

Como se puede ver los ácidos fenóles se encuentran en el raspón, en la piel, en la pulpa y en las semillas. Los flavonoles se encuentran en la piel y son los responsables de su coloración, amarilla en la uva blanca. Los antocianos se encuentran en la piel de las uvas tintas y son los responsables del color rojo azulado en la uva tinta. Por último, los flavan-3-oles se encuentran en el raspón, en la piel y en las semillas. Es necesario destacar que la pulpa no tiene coloración, excepto en algunas variedades llamadas tintoreras, y que por tanto el proceso de elaboración del vino influye mucho en su color. Así pues, es posible elaborar vino blanco con uva tinta si se evita que las pieles tengan contacto con el mosto. De hecho se suele denominar a los vinos blancos elaborados con uva blanca con el término francés de *blanc de blancs*, mientras que a los elaborados con uva tinta se les llama *blanc de noirs*. En cambio, el vino tinto solo se

puede elaborar con uva tinta y mediante maceración del mosto con las pieles y semillas.

Así, los vinos blancos se elaboran fermentando el mosto libre de pieles y semillas, mientras que el vino tinto se elabora fermentando el mosto en contacto con pieles y semillas para extraer la concentración adecuada de antocianos y flavan-3-oles. Este proceso denominado *maceración* puede durar unas horas en el caso de los vinos rosados, unos pocos días en el caso de los vinos tintos destinados a ser consumidos rápidamente o varias semanas en aquellos vinos tintos destinados a la crianza.

Hasta el momento se han descrito los antocianos como pigmentos de color rojo, pero en realidad pueden presentar otras coloraciones en función del pH y también en función de su interrelación con otros polifenoles. Por tanto, los antocianos presentan un enorme abanico de colores que trataremos de mostrar a continuación. La figura 3 muestra el equilibrio entre las diferentes formas químicas de los antocianos en función del pH.

A pH muy ácido, la forma mayoritaria es el catión flavilio, que presenta color rojo. La deslocalización de la carga positiva es la responsable de que el flavilio presente color rojo. No obstante, cuando el pH del medio aumenta, la forma flavilio se transforma en la base quinona de color violá-

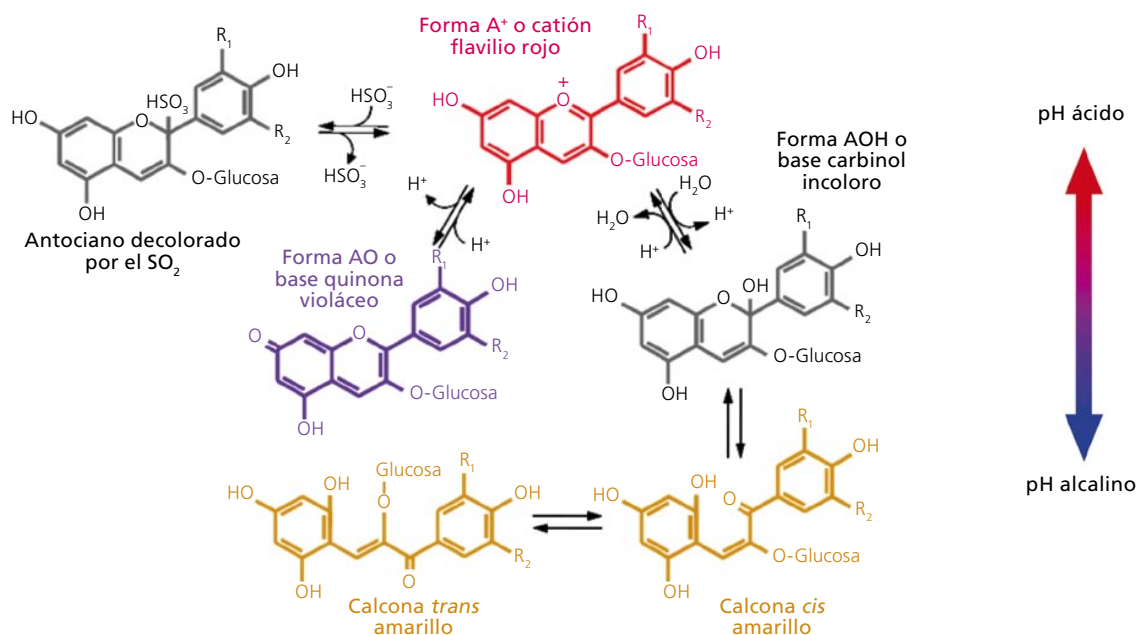


Figura 3. Equilibrios de los antocianos en función del pH

ceo y en la forma carbinol que es incolora.¹⁰ Esta última reacción implica la entrada de una molécula de agua, la liberación de un protón y el ataque nucleófilo del hidroxilo del agua, el cual neutraliza la carga y provoca la desaparición del color rojo. Por tanto, la hidratación del flavilio es la responsable de su pérdida de color.

De forma parecida, la presencia del anión bisulfito, procedente del dióxido de azufre utilizado como antioxidante y antiséptico, también comporta una decoloración del flavilio por un mecanismo semejante.

Por otra parte, el carbinol puede transformarse en las calconas *cis* y *trans* que presentan un ligero color amarillo. Esta última transformación se ve fuertemente favorecida por las temperaturas elevadas.¹¹ Finalmente, la calcona *trans* puede ser oxidada dando lugar a ácidos fenóles. Todas estas reacciones son reversibles con la única excepción de la reacción de oxidación que comportaría la pérdida irreversible del color del vino. Por lo tanto, la estabilidad del color del vino tinto estará muy comprometida siempre que las temperaturas de conservación sean elevadas, ya que con ello se favorece la formación de calconas y su posterior oxidación.

De acuerdo con estos equilibrios, el vino tinto a su pH habitual, entre 3,5 y 3,9,

debería tener muy poco color y ser azulado. Resulta obvio que no es así y ello es debido a dos razones. La primera es que el color del vino está fuertemente condicionado por la copigmentación,⁶ y la segunda razón es que los antocianos pueden reaccionar con otras moléculas y originar nuevos pigmentos.^{7,8}

La figura 4 ilustra el mecanismo de la copigmentación.

El fenómeno de la copigmentación se fundamenta en que las moléculas de antocianos son planas y pueden formar asociaciones entre ellas o con otras moléculas, denominadas copigmentos, dando lugar a estructuras de tipo sándwich.¹² Las uniones entre estas moléculas son de tipo débil (Van der Waals, interacciones hidrofóbicas,...). Dentro de estas agrupaciones se genera un entorno

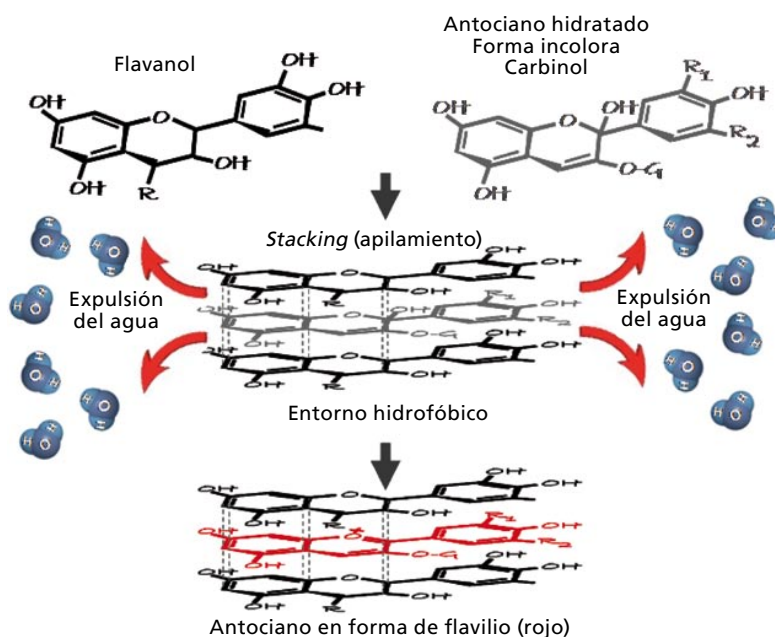


Figura 4. Mecanismo de la copigmentación

hidrofóbico que impide el acceso de las moléculas de agua, de tal manera que no tiene lugar el ataque nucleófilo. De esta forma se reduce la formación de bases hidratadas incoloras (carbinol) y se desplaza el equilibrio hacia la formación de estructuras coloreadas (flavilio).¹³ Por lo tanto un porcentaje mayor de antocianos del que correspondería de acuerdo con el pH, contribuirá al color, siempre y cuando en el medio existan los copigmentos adecuados. Como copigmentos pueden actuar ácidos fenólicos, flavonoides, aminoácidos, nucleótidos, polisacáridos, etc.¹²

Otro aspecto interesante de la copigmentación es que los copigmentos no solo

incrementan el color del vino, sino que también pueden modificar su tonalidad mediante desplazamientos batocrómicos o hipsocrómicos,⁶ por lo que el color de los vinos podría presentar tonalidades diferentes en función de su composición en diferentes copigmentos. Por otra parte, algunos autores postulan que la copigmentación es un paso previo a la formación de uniones más estables, ya que facilita la condensación de los antocianos con los flavan-3-oles.¹⁴

Finalmente, los antocianos pueden reaccionar con otras moléculas y originar nuevos pigmentos con coloraciones distintas. La figura 5 muestra un esquema con las posibles reacciones de los antocia-

nos así como los nuevos pigmentos que se forman.

Como se puede ver las posibilidades son múltiples.^{4,7,8} Así, los antocianos pueden unirse de forma directa a los flavan-3-oles y, de este modo, originar un nuevo pigmento mucho más estable y que mantendría el color rojo. También pueden unirse a los flavan-3-oles mediante un puente etilo generado por la reacción del flavan-3-ol con el etanal. En este caso, el nuevo pigmento sería de color violáceo. Los antocianos también pueden reaccionar con el etanal generando polímeros de antocianos unidos mediante puentes etilo que mantendrían su color rojo, o bien formar un nuevo pigmento denomi-

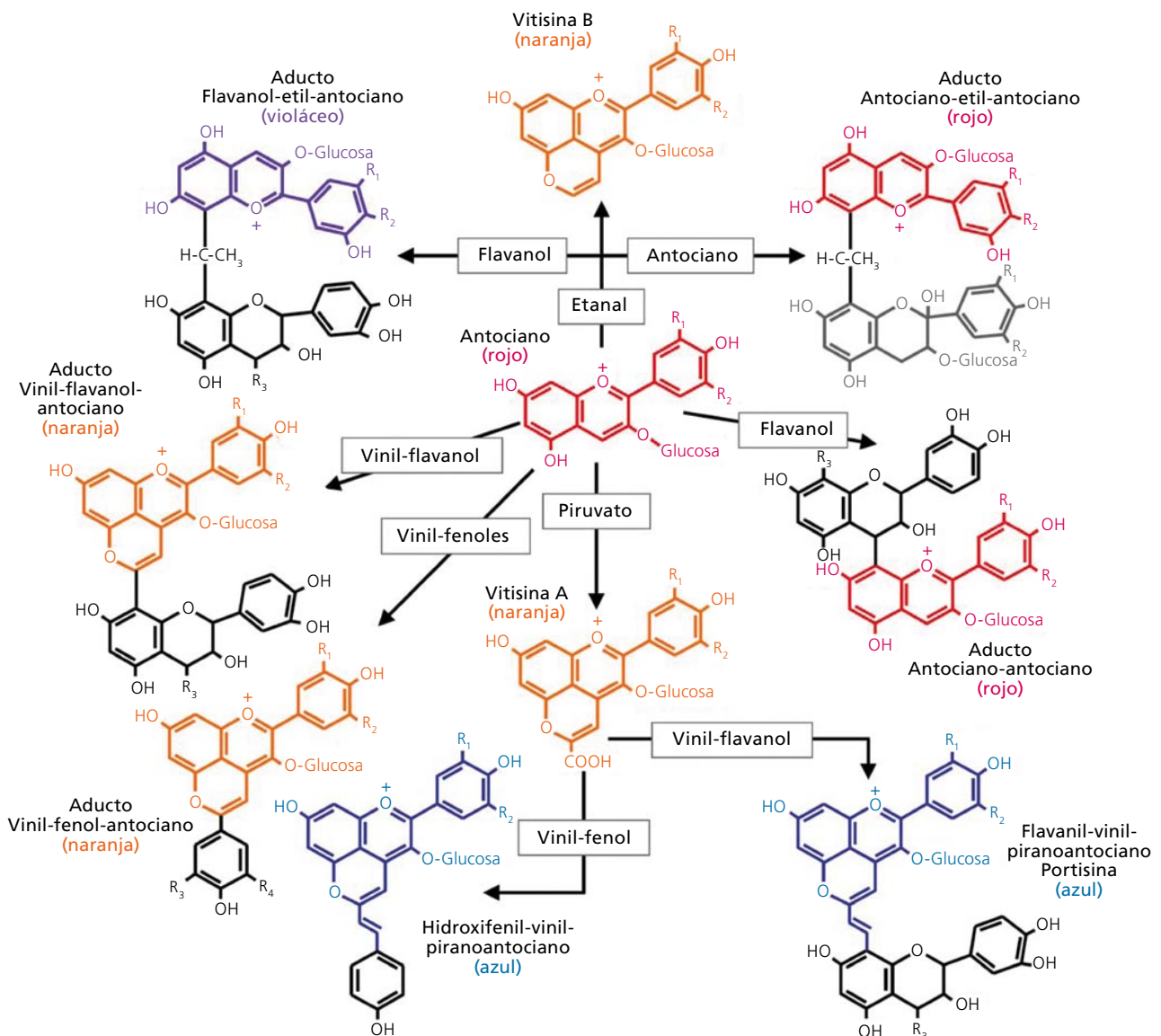


Figura 5. Principales reacciones químicas de los antocianos

nado vitisina B, el cual presenta un color anaranjado. Los antocianos también pueden reaccionar con el ácido pirúvico generando la vitisina A, también de color anaranjado. Ambas vitisinas forman parte de una familia de pigmentos denominada piranoantocianos que incluiría también a los aductos generados por la cicloadición entre un antociano y un vinil-fenol o bien con un vinil-flavanol. Todos los piranoantocianos presentan una coloración anaranjada. Por último, la vitisina A también puede reaccionar con un vinil-fenol o con un vinil-flavanol y originar nuevos pigmentos de color azul.¹⁵

El vino tinto, por tanto, contiene múltiples pigmentos que conforman una paleta de colores mucho más compleja de lo que *a priori* podíamos pensar y de hecho aún no somos capaces de predecir el color de un vino a partir de su composición química, y mucho menos al revés. Aún así, se puede resumir todo lo expuesto diciendo que el color de un vino joven dependerá en gran medida de su composición en antocianos, de su pH y de los fenómenos de copigmentación. Por esta razón será de color rojo con ciertos matices violáceos. Posteriormente, durante la crianza, se favorecen todas las reacciones mediadas por el etanol, ya que la microoxigenación moderada que tiene lugar en las barricas provoca la oxidación del etanol a etanal. Estas reacciones originarán nuevos pigmentos, por una parte aductos entre antocianos y flavan-3-oles mediante puentes etilo, y piranoantocianos. Por esta razón, el vino evolucionará poco a poco a tonalidades teja. Finalmente, cuando el vino sea ya muy añejo, los

antocianos habrán desaparecido completamente y serán los piranoantocianos y otros pigmentos aún más complejos los que dominarán el color del vino que será de tonalidades marronosas. De forma paralela a estas transformaciones del color, el aroma y el sabor del vino también evolucionarán. Se tratará, pues, de esperar a que alcance su momento de máxima calidad para disfrutar de esta compleja y deliciosa bebida. #

.....
Fernando Zamora Marín

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN
TECNOLOGÍA ENOLÓGICA

(TECNENOL)

DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA
Y BIOTECNOLOGÍA

FACULTAD DE ENOLOGÍA DE TARRAGONA,
UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI (URV)

► Bibliografía

- Glories Y.: La couleur des vins rouges. 1ère partie Les équilibres des anthocyanes et des tanins. *Conn Vigne Vin* 1984; 18: 195-217.
- Zamora F.: *Elaboración y crianza del vino tinto; Aspectos científicos y prácticos*. Madrid: Ed. AMV ediciones y Mundiprensa, 2003.
- Sudraud P.: Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges. *Ann Technol Agric*. 1958; 7: 203-8.
- Santos-Buelga C., de Freitas V.: Influence of phenolics on wine organoleptic properties. En: M.V. Moreno-Arribas, M.C. Polo (eds.). *Wine Chemistry and Biochemistry*. pp 529-570. Nueva York: Springer, 2003: 529-70.
- Cheyrier V., Moutounet M., Sarni-Manchado P.: Los compuestos fenólicos. En: C. Flanzky (ed.). *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. Madrid: Mundiprensa, 2000: 114-36.
- Boulton R.: The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. *Am J. Enol Vitic* 2001; 52: 67-87.
- Francia-Aricha E., Guerra M.T., Rivas-Gonzalo J.C., Santos-Buelga C.: New anthocyanic pigments formed after condensation with flavanols. *J Agric Food Chem* 1997; 45: 2262-6.
- He F., Liang N.N., Mu L., Pan Q.H., Wang J., Reeves M.J., Duan C.Q.: Anthocyanins and their variation in red wines II. Anthocyanin derived pigments and their color evolution. *Molecules* 2012; 17: 1483-1519.
- Peleg H., Gacon K., Schlich P., Noble A.C.: Bitterness and astringency of flavan-3-ol monomers, dimers and trimers. *J Sci Food Agric* 1999; 79: 1123-8.
- Brouillard R., Delaporte B., Dubois J.E.: Chemistry of anthocyanin pigments. 3. Relaxation amplitudes in pH jump experiments. *J Am Chem Soc* 1978; 100: 6200-5.
- Furtado P., Figueredo P., Chaves H., Pina E.: Photochemical and thermal degradation of anthocyanidins. *J Photochem Photobiol A Chem* 1993; 75: 113-8.
- Mazza G., Brouillard R.: The mechanism of co-pigmentation of anthocyanins in aqueous solutions. *Phytochemistry* 1990; 29: 1097-1102.
- Hermosín Gutiérrez I., González I.: Influence of ethanol content on the extend of copigmentation in a Cencibel young red wine. *J Agric Food Chem* 2003; 51: 4079-83.
- Brouillard R., Dangles O.: Anthocyanins molecular interactions: the first step in the formation of new pigments during wine aging. *Food Chemistry* 1994; 51: 365-71.
- Oliveira J., De Freitas V., Silva A.M.S., Mateus N.: Reaction between hydroxycinnamic acids and anthocyanin-pyruvic adducts yielding new portisins. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 6349-59.