



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE  
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**INFLUENCIA DE LA VARIEDAD Y DEL  
PROCESO DE ELABORACION EN EL  
CONTENIDO DE RESVERATROL EN LOS  
VINOS TINTOS**

TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN DE  
LA SEGURIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA

**ALUMNO/A:** MARIA DEL MAR GOMEZ CESPEDES

**TUTOR/A ACADEMICO:** JOSE LUIS ALEIXANDRE BENAVENT

*Curso Académico:* 2017-2018

**VALENCIA, SEPTIEMBRE 2018**

# INFLUENCIA DE LA VARIEDAD Y DEL PROCESO DE ELABORACION EN EL CONTENIDO DE RESVERATROL EN LOS VINOS TINTOS

María del Mar Gómez Céspedes, José Luis Aleixandre Benavent<sup>1</sup>

## ABSTRACT

Red wines are rich in polyphenols; among them, resveratrol is considered one of the most active compounds and has been considered as the main functional component in it which could prevent or delay the progression of a wide variety of diseases, as well as improve stress resistance and prolong life expectancy. The concentrations of resveratrol are low, compared to other polyphenols, and it doesn't have a significant influence on the sensory characteristics, but it is one of the most beneficial compounds due to its bioactivity and, over the years it has increased its interest in its scientific study. It is difficult to predict the amount of resveratrol that a wine can contain, since there are many factors that affect its biosynthesis. In the last 20 years, the interest for the quantification of this compound in different products has increased rapidly and, the HPLC method is the most common and most used for the proper determination of all forms of resveratrol. Likewise, strategies have been specifically proposed with the objective of increasing, maintaining and predicting the concentrations, representing a proven added value for the product in terms of nutrition and health. According to the research carried out, the average trans-resveratrol in red wines is  $1.9 \pm 1.7$  mg/L, with undetectable levels as the lower limit and 14.3 mg/L as the upper limit. In addition, the content varies depending on the region and the variety of grape used to make the wine, as the grape responds to exogenous stress factors, the state of health in which it is found, to climatic variations, the elaboration processes, and the winemaking techniques used. The entire research is a bibliographic study derived from the analysis of 27 different scientific articles related to the main subject of the investigation.

**KEY WORDS:** Resveratrol, red wine, grape variety, maceration, fermentation, thermovinification.

## RESUMEN

Los vinos tintos son ricos en polifenoles, entre ellos, el resveratrol se considera uno de los compuestos más activos y ha sido considerado como el principal componente funcional en el mismo, lo que podría prevenir o retrasar la aparición de una amplia variedad de enfermedades, así como mejorar la resistencia al estrés y prolongar la esperanza de vida. Las concentraciones de resveratrol son bajas, en comparación con otros polifenoles, y no tienen una influencia significativa en las características sensoriales, pero es uno de los compuestos más beneficiosos debido a su bioactividad y, a través de los años se ha incrementado el interés por su estudio científico. Es difícil predecir la cantidad de resveratrol que un vino puede contener, ya que existen muchos factores que

---

<sup>1</sup> Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n. Apdo. Correos 22012, 46071. Valencia. España.

afectan la biosíntesis de este. En los últimos 20 años, el interés por la cuantificación de este compuesto en diferentes productos ha aumentado rápidamente y, el método HPLC es el más común y más utilizado para la determinación adecuada de todas las formas de resveratrol. Igualmente, se han propuesto estrategias específicamente con el objetivo de aumentar, mantener y predecir el contenido y que, a su vez, representen un valor agregado probado para el producto en términos nutricionales y de salud. Según las investigaciones realizadas, el promedio de trans-resveratrol en vinos tintos es  $1,9 \pm 1,7$  mg/L, con niveles no detectables como límite inferior y 14,3 mg/L como límite superior. Además, el contenido varía dependiendo de la zona de producción y de la variedad de uva utilizada para la elaboración del vino, ya que la uva responde a los factores de estrés exógenos, al estado sanitario en el que se encuentre, a las variaciones climáticas, a los procesos de elaboración, y a las técnicas de vinificación utilizadas. La memoria es un trabajo bibliográfico que se llevó a cabo mediante un análisis de 27 artículos científicos relacionados con la temática de estudio.

**PALABRAS CLAVE:** Resveratrol, vino tinto, variedad de uva, maceración, fermentación, termovinificación.

## RESUM

Els vins negres són rics en polifenols, entre ells, el resveratrol es considera un dels compostos més actius i ha sigut considerat com el principal component funcional en el mateix, la qual cosa podria previndre o retardar la aparició d'una àmplia varietat de malalties, així com millorar la resistència a l'estrès i prolongar l'esperança de vida. Les concentracions de resveratrol són baixes, en comparació amb altres polifenols, i no té una influència significativa en les característiques sensorials, però és un dels compostos més beneficios a causa de la seua bioactivitat i, a través dels anys ha incrementat el seu interès d'estudi científic. És difícil predir la quantitat de resveratrol que un vi pot contindre, ja que hi ha molts factors que afecten la biosíntesi d'este. En els últims 20 anys, l'interès en el resveratrol i la quantificació d'este compost en diferents mostres ha augmentat ràpidament i, el mètode HPLC és el més comú i més utilitzat per a la determinació adequada de totes les formes de resveratrol. Igualment, s'han proposat estratègies específicament amb l'objectiu d'augmentar, mantindre i predir el contingut i que representen un valor agregat provat per al producte en termes nutricionals i de salut. Segons les investigació realitzades, la mitjana de trans-resveratrol en vins negres és  $1,9 \pm 1,7$  mg/L, amb nivells no detectables com a límit inferior i 14,3 mg/L com a límit superior. A més, el contingut varia depenent la regió i de la varietat de raïm utilitzada per a l'elaboració del vi, ja que el raïm respon als factors d'estrès exogen, a l'estat sanitari en el que es troba, a les variacions climàtiques, als processos d'elaboració, i a les tècniques de vinificació utilitzades. La memòria és un treball bibliogràfic que es va dur a terme per mitjà d'una anàlisi de 27 articles científics relacionats amb la temàtica d'estudi.

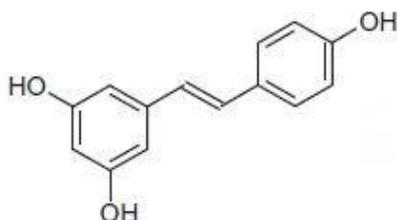
**PARAULES CLAU:** Resveratrol, vi negre, varietat de raïm, maceració, fermentació, termovinificació.

## 1. INTRODUCCIÓN

Está demostrado que el consumo moderado de vino a largo plazo tiene afecta sobre el desarrollo de muchas enfermedades, sobre todo enfermedades coronarias (Xiang et al., 2014) y cardiovasculares (Rodríguez-Delgado et al., 2002). Su consumo se relaciona también con la reducción de enfermedades neurodegenerativas asociadas al estrés oxidativo como el Alzheimer y el Parkinson (Xiang et al., 2014). Esta dependencia entre dieta y salud ha hecho posible el desarrollo de una intensa investigación en compuestos bioactivos de los alimentos. El vino es responsable de las propiedades beneficiosas para la salud que se observan en la población mediterránea. La llamada “*Paradoja Francesa*” (Fernández-Mar et al., 2012) pone en evidencia que la población francesa, a pesar de tener una dieta rica en grasas, tiene un mayor grado de longevidad debido al consumo regular de una cantidad moderada de vino tinto (Rodríguez-Delgado et al., 2002).

Los vinos tintos son ricos en polifenoles, entre ellos, el resveratrol se considera uno de los compuestos más activos (Gerogiannaki-Christopoulou et al., 2006) y ha sido considerado como el principal componente funcional en el mismo, lo que podría prevenir o retrasar la aparición de una amplia variedad de enfermedades, así como mejorar la resistencia al estrés y prolongar la esperanza de vida. En comparación con otros polifenoles, las concentraciones de resveratrol son bajas (Xiang et al., 2014), y no tienen influencia significativa en las características sensoriales (Rodríguez-Delgado et al., 2002), pero es uno de los compuestos más beneficiosos debido a su bioactividad (Fernández-Mar et al., 2012) y, a través de los años se ha incrementado el interés por su estudio científico (Stervbo et al., 2007).

El resveratrol (3,5,4'-trihidroxiestilbeno) es un polifenol natural, con estructura de estilbeno (Figura 1). Su estructura química fue caracterizada en 1940 por Takaoka (Gambini et al., 2013), detectado en la *Vitis Vinifera* en 1976 por Langcake y Pryce y su presencia en el vino tinto en 1992 por Siemann y Creasy (Fernández-Mar et al., 2012). Este compuesto existe en dos formas isoméricas, *trans*-resveratrol y *cis*-resveratrol, aunque también se puede encontrar otra forma conocida como resveratrol-glucósido (piceido) y sus isómeros (Stervbo et al., 2007). El *trans*-resveratrol es el más estudiado y se produce en las pieles de las bayas, y el *cis*-resveratrol se produce por irradiación UV del isómero *trans*, aunque generalmente no está presente, solo es ligeramente detectable en las uvas (Cvejić et al., 2010) y no se produce naturalmente en estas (Vincenzi et al., 2013).



**FIGURA 1.** Estructura química del resveratrol (Fernández-Mar et al., 2012).

El resveratrol es una fitoalexina (Lekli et al., 2010) que se produce naturalmente por varias plantas cuando se encuentra bajo el ataque de patógenos como bacterias u hongos (da Silva et al., 2017), en respuesta al estrés exógeno o radiación ultravioleta (UV) (Stervbo et al., 2007). Se puede encontrar en las uvas tintas, arándanos, frambuesas y moras (da Silva et al., 2017), y su contenido en las uvas procede de la piel, semillas, y partes leñosas, siendo este el motivo de que el vino tinto es más rico en resveratrol que el vino blanco, ya que durante la elaboración del vino tinto se maceran las partes de la uva que lo contienen, a diferencia de la elaboración de vino blanco, en el que normalmente no se realiza la maceración. Además, el alcohol que se forma durante la fermentación del mosto, favorece su solubilidad y, por tanto, su extracción. Es un potente antioxidante (Gambini et al., 2013), antiinflamatorio, anticancerígeno y quimioprotector, que es sensible a algunos agentes externos como el aire, la luz y enzimas oxidativas, reduciendo así su viabilidad y biodisponibilidad (da Silva et al., 2017).

Es difícil predecir la cantidad de resveratrol que un vino puede tener, ya que existen muchos factores que afectan su biosíntesis. Entre los más importantes tenemos la variedad de uva, la región geográfica (Fernández-Mar et al., 2012), el año de cosecha (Atanacković et al., 2012), los factores agronómicos, los factores climáticos, las condiciones de la planta, las prácticas enológicas (Fernández-Mar et al., 2012) y las diferentes tecnologías de vinificación (Cvejić y Atanacković, 2015) utilizadas como la maceración, el control en la temperatura de la fermentación, la congelación de mosto y la termovinificación (Atanacković et al., 2012). De hecho, la extracción de los componentes de la uva al vino depende considerablemente del proceso de vinificación (Cantos et al., 2007). Ciertos cultivares como el Pinot Noir o Merlot parecen contener altas concentraciones con relación al Cabernet Sauvignon, Garnacha, Syrah, Tempranillo o muchos otros que son elaborados en regiones cálidas y secas (Moreno-Labanda et al., 2004). Igualmente, se han propuesto estrategias específicas con el objetivo de aumentar, mantener y predecir el contenido de resveratrol en el vino, entre ellas, la levadura transgénica o el tratamiento UV y que, a su vez, representen un valor agregado probado para el producto en términos nutricionales y de salud (Fernández-Mar et al., 2012).

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue estudiar y analizar la influencia que posee el proceso de elaboración y las técnicas de vinificación en el contenido de resveratrol en los vinos tintos, según la variedad de la uva y la región en que fueron elaborados. La memoria es un trabajo bibliográfico que se llevó a cabo mediante un análisis de 27 artículos científicos relacionados con la temática de estudio, analizándose los resultados y las conclusiones para poder determinar qué tipo de vino tinto poseía mayor porcentaje de resveratrol, saber cuál es la mejor zona de producción para obtener elevadas concentraciones y observar cuáles técnicas de vinificación utilizadas son las más adecuadas.

## 2. MÉTODO UTILIZADO

La búsqueda para el análisis de los 27 artículos científicos consultados se realizó mediante la base de datos de ScienceDirect, publicados por Elsevier en revistas científicas como: "Food Chemistry", "Journal of Agricultural and Food Chemistry", "Journal of Life Sciences" y otras, siendo las palabras o frases claves "resveratrol", "contenido de resveratrol en uvas tintas", "contenido de resveratrol en vinos tintos", "influencia de las técnicas de vinificación en los contenidos de resveratrol", etc.

En general, de la búsqueda se obtuvieron 120 artículos a los cuales se les fue implementando los filtros de la temática y, solo se revisaron los que se encontraban entre los años 2000 y 2017, utilizando, también, de los años 90, exclusivamente 4 artículos para puntualizar investigaciones que se habían marcado o que se destacaron en los demás artículos.

Los artículos que no se emplearon, se descartaron porque la mayor parte de ellos estaban relacionados más a uvas blancas o vinos blancos, a la parte de medicina, en cuanto a salud humana y beneficios, que a la investigación del contenido en las uvas tintas o vinos tintos.

## 3. RESULTADOS

Los autores de los distintos artículos realizaron los diferentes estudios implementando los métodos de cromatografía líquida de alta presión (HPLC) y cromatografía de gases (CG). El primer análisis del contenido de resveratrol en el vino fue realizado por Siemann y Creasy, en 1992. El método analítico que utilizaron fue el HPLC que era un procedimiento de extracción complejo con grandes volúmenes de muestra. Este método es el más común y el más utilizado para la determinación adecuada de todas las isoformas del resveratrol y, en los últimos 20 años, el interés por la cuantificación de este compuesto en diferentes productos ha aumentado rápidamente.

Existen diferentes técnicas de detección para la determinación de resveratrol usando el método HPLC. La técnica más utilizada es la detección de UV/DAD realizada con o sin preparación de muestra. Además, debido a las propiedades fisicoquímicas del resveratrol, es posible el uso del detector fluorescente (FLD) que es altamente sensible y podría permitir la medición de pequeñas cantidades o concentraciones, así como ser utilizado fácilmente para la cuantificación a partir de una matriz compleja como el vino, sin ninguna preparación de muestra. Por otro lado, la detección por espectrometría de masas (MS) se ha acoplado con HPLC para la confirmación de isómeros y metabolitos de resveratrol en diferentes muestras (Cvejić y Atanacković, 2015).

Generalmente, el método de HPLC para la determinación de este compuesto utiliza una columna de fase inversa C18 con detección de longitud de ondas a 307 nm correspondientes a la absorbancia máxima del trans-resveratrol (Frémont, 2000). La fase estacionaria comúnmente empleada es la fase inversa de octadecil y las fases móviles aplicadas para la separación

con éxito podrían variar, pero consisten principalmente en una combinación de disolventes como metanol, etanol, acetonitrilo, ácido fórmico y agua.

Otro método analítico para la determinación de resveratrol, pero que no se utiliza con tanta frecuencia como el HPLC, es la aplicación de cromatografía de gases (GC) acoplada con espectroscopía de masas (MS) (Cvejić y Atanacković, 2015). Para la mayoría de estos métodos se utilizan la derivación de resveratrol con bis (trimetilsilil) trifluoroacetamida para mejorar la volatilidad de este compuesto (Gu et al., 1999) y la preparación de la muestra se realiza con extracción en fase sólida o extracción líquida (Cvejić y Atanacković, 2015).

En la **Tabla 1** vienen los valores medios de trans-resveratrol en los vinos tintos elaborados con las variedades Pinot Noir, Merlot, Cabernet Sauvignon, Garnacha, Syrah y Tempranillo en diferentes países. El valor medio más alto de trans-resveratrol se encontró en los vinos elaborados con Pinot Noir en Francia, mientras que el segundo y tercer valor más alto se encontraron en los vinos españoles e italianos, respectivamente, elaborados también con Pinot Noir (Stervbo et al., 2007).

**TABLA 1.** Valores medios de trans-resveratrol (mg/L) en los vinos tintos de diferentes países.

Variedad	Región	Trans-Resveratrol			No. de muestras	Ref.
		Baja	Alta	Media		
Pinot Noir	España	2,3	8,0	5,1±4,0	2	(Stervbo et al., 2007)
	Francia	3,8	7,4	5,4±1,2	8	
	Italia	3,2	6,0	4,8±1,4	3	
	Hungría	2,8	3,7	3,2±0,5	4	
Merlot	España	1,0	7,7	4,0±2,9	4	
	Italia	0,5	6,0	3,4±2,3	4	
	Hungría	1,3	14,3	3,9±4,0	10	
	Australia	-*	-*	1,0	1	
Cabernet Sauvignon	España	0,7	1,9	1,2±0,4	8	
	Italia	1,3	7,2	4,0±3,1	4	
	Hungría	1,2	9,3	2,9±2,5	9	
	Australia	0,2	1,5	0,9±0,6	4	
Garnacha	España	0,8	2,8	1,9±0,8	5	
Syrah	Hungría	1,2	1,8	1,5±0,4	2	(Fernández-Mar et al., 2012)
	Australia	0,2	3,2	1,9±0,9	8	(Stervbo et al., 2007)
Tempranillo	España	0,2	2,5	1,3±0,7	12	(Stervbo et al., 2007)

\* Por debajo de los niveles de detección.

Del mismo modo, en la **Tabla 2**, Stervbo et al. en 2007 determinaron las concentraciones únicamente entre las diferentes zonas de producción para estudiar la influencia que el clima tiene en su concentración. Cuando se analiza el valor medio del contenido de trans-resveratrol con la latitud de la zona de producción todo parece indicar que en el Hemisferio Norte el valor medio aumenta cuanto más al Norte se encuentra el cultivo del viñedo y, en cambio, la tendencia en cuanto al Hemisferio Sur es que mientras más cercano está el viñedo del Ecuador, mayor es el valor medio obtenido de trans-resveratrol.

**TABLA 2.** Valores medios de trans-resveratrol (mg/L) con relación a las zonas de producción (Stervbo et al., 2007).

Región	Trans-Resveratrol			No. de muestras
	Baja	Alta	Media	
<b>España</b>	-*	8,0	1,4±1,4	103
<b>Francia</b>	0,3	7,6	2,8±1,6	27
<b>Italia</b>	0,3	7,2	2,0±1,5	67
<b>Portugal</b>	-*	5,2	1,5±1,1	22
<b>Hungría</b>	0,1	14,3	2,4±2,1	67
<b>Australia</b>	0,2	10,6	2,0±2,6	14

\* Por debajo de los niveles de detección.

También se realizaron estudios relacionados con el grosor de la piel de la uva para observar si existen variaciones en las concentraciones de resveratrol (**Tabla 3**). Al comparar vinos elaborados con uvas de piel fina y vinos elaborados con uvas de piel gruesa, los resultados obtenidos no ponen de manifiesto que el grosor de la piel de la uva afecte al contenido de trans-resveratrol en el vino tinto (Stervbo et al., 2007).

**TABLA 3.** Valores medios de trans-resveratrol (mg/L) en función del grosor de la piel de la uva (Stervbo et al., 2007).

Variedad	Grosor	Trans-Resveratrol			No. de muestras
		Baja	Alta	Media	
<b>Pinot Noir</b>	Delgada	0,21	11,9	3,6±2,9	40
<b>Merlot</b>	Gruesa	0,29	14,32	2,8±2,6	37
<b>Garnacha</b>	Delgada	0,83	2,83	1,9±0,8	5
<b>Syrah</b>	Gruesa	0,18	3,17	1,8±0,9	11
<b>Cabernet Sauvignon</b>	Gruesa	-*	9,34	1,7±1,7	57
<b>Tempranillo</b>	Gruesa	0,16	2,46	1,3±0,7	12

\* Por debajo de los niveles de detección.

En la **Tabla 4**, se muestran los resultados obtenidos de un estudio realizado por Atanacković et al. en 2012, donde se efectuaron cambios en las temperaturas de la termovinificación utilizada en las variedades Pinot Noir, Merlot y Cabernet Sauvignon. Las técnicas de vinificación aplicadas dieron como resultado la producción de cinco muestras diferentes para cada variedad de uva, es decir un total de 15 muestras de vino. Utilizando esta tecnología se elaboró una muestra a 60°C durante 1 hora y otra a 80°C durante 3 minutos, enfriándose posteriormente a 27°C. El rendimiento del mosto obtenido supuso un 30% y un 50% de la uva estrujada, y las muestras control se despallaron, estrujaron y se les adicionó sulfuroso (SO<sub>2</sub>). Todas las muestras se sembraron con una cepa de levadura pura y, para la maceración y fermentación se llevaron a cabo microvinificadores a una temperatura media de 25° C durante 14 días.

**TABLA 4.** Valores medios en el contenido de trans-resveratrol (mg/L) cambiando las temperaturas en la termovinificación (Atanacković et al., 2012).

Termovinificación	Variedad en vinos	Trans-resveratrol
Control	Pinot Noir	1,74±0,08
30	Pinot Noir	1,44±0,02
50	Pinot Noir	1,12±0,09
60	Pinot Noir	2,60±0,07
80	Pinot Noir	2,50±0,03
Control	Merlot	2,03±0,03
30	Merlot	1,80±0,06
50	Merlot	0,84±0,04
60	Merlot	1,13±0,01
80	Merlot	1,95±0,02
Control	Cabernet Sauvignon	2,37±0,01
30	Cabernet Sauvignon	2,17±0,04
50	Cabernet Sauvignon	2,31±0,10
60	Cabernet Sauvignon	0,78±0,01
80	Cabernet Sauvignon	1,99±0,09

Cvejić y Atanacković en 2015 (**Tabla 5**) ponen de manifiesto que el tiempo prolongado de maceración (3, 6, y 10 días) y de fermentación pueden afectar positivamente la extracción de resveratrol en los vinos tintos, pero también observaron que la influencia de estos procesos en la concentración final puede cambiar en función de la variedad de la uva que se haya utilizado, del tiempo o duración aplicado, así como de las condiciones enológicas. Por el contrario, se han realizado investigaciones donde se muestran que las levaduras *Saccharomyces* (S.) utilizadas para la fermentación del mosto pueden ser uno de los factores responsables del aumento o disminución del contenido de resveratrol en los vinos. Sin embargo, esto dependerá de qué tipo de levadura S. se utilice en el momento de la elaboración y sus

propiedades fermentativas. Adicionalmente, la termovinificación es una tecnología que pudiera influir en el contenido de resveratrol en algunos vinos, dado al calentamiento que se produce en la uva entera o estrujada durante un corto periodo de tiempo.

**TABLA 5.** Efectos en el contenido de resveratrol cambiando procesos y condiciones enológicas (Cvejić y Atanacković, 2015).

<b>Experimento</b>	<b>Efecto</b>
Combinación de fermentación y calentamiento de la uva (65°C).	Aumentó el contenido de resveratrol un 400%.
Maceración carbónica y fermentación, con y sin raspón.	Aumentó el contenido de resveratrol después de la fermentación sin raspón en comparación con la maceración carbónica; y no hubo ninguna influencia por parte de los raspones.
Termovinificación a: 60°C durante 30 min y 80°C durante 3 min.	Aumentó el contenido de resveratrol hasta un 40% para la variedad de Pinot Noir.
Duración de la maceración (3, 6, 10 días) en vinos Merlot.	Las concentraciones máximas detectadas aumentaron un 600% después de 10 días en comparación con la maceración de 3 días.
Levadura <i>S. francesca</i> y <i>S. macedonia</i> en vinos Merlot.	Aumentó de 400% las concentraciones de resveratrol con levadura <i>S. francesca</i> .

En otro estudio realizado por Geana et al. en 2015, se investigaron 42 muestras de tres variedades de uvas tintas: Pinot Noir, Merlot y Cabernet Sauvignon. Las muestras representativas se vendimiaron el mismo día de la semana, exceptuando el último día de muestreo, de Agosto a Septiembre, en dos años consecutivos: 2012 y 2013 (7 muestras representativas de cada variedad, con un total de 21 muestras representativas de uva para cada año, **Tabla 6**). El último día de muestreo dependió de la variedad de uva y se realizó el día en que cada variedad alcanzaba la madurez tecnológica, caracterizada por la acumulación de grandes cantidades de azúcares, reducción de la acidez excesiva, y también valores importantes de compuestos fenólicos, al objeto de obtener vinos de calidad.

**TABLA 6.** Variación en el contenido de trans-resveratrol (mg/kg) en la piel de las uvas durante la maduración (Geana et al., 2015).

Fecha de muestreo	Variedad					
	Pinot Noir	Pinot Noir	Merlot	Merlot	Cabernet Sauvignon	Cabernet Sauvignon
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Agosto 6	2,9±0,1	0,25±0,07	1,6±0,1	0,19±0,03	1,7±0,2	0,15±0,04
Agosto 13	2,65±0,09	1,3±0,1	1,9±0,2	2,1±0,1	1,2±0,2	0,24±0,03
Agosto 20	6,1±0,13	1,1±0,1	2,5±0,2	0,67±0,04	1,6±0,3	0,13±0,03
Agosto 27	0,92±0,04	1,9±0,1	1,4±0,2	1,44±0,07	0,8±0,2	0,36±0,04
Sept. 3	29,5±3,0	3,3±0,1	4,0±0,2	1,30±0,05	0,8±0,2	0,62±0,04
Sept. 10	8,5±0,3	4,0±0,1	4,4±0,2	0,15±0,04	0,8±0,2	0,67±0,06
Cosecha	13,0±0,4	2,4±0,1	5,3±0,1	4,76±0,09	1,1±0,2	2,77±0,08

Asimismo, se estudiaron los efectos de algunos tratamientos pre-fermentativos sobre el contenido final de resveratrol en el vino tinto. Por ejemplo, la adición de SO<sub>2</sub> y ácido ascórbico antes del estrujado de la uva pueden afectar significativamente al contenido de resveratrol en el vino, al igual que la levadura utilizada. En la **Tabla 7** se muestran los resultados obtenidos de un estudio realizado con vinos de Merlot añadiendo SO<sub>2</sub>, 2 tipos diferentes de levadura *Saccharomyces* (S.), y con diferentes tiempos de maceración (Kostadinović et al., 2012).

**TABLA 7.** Efecto del tipo de levadura y tiempo de maceración en las concentraciones de trans-resveratrol (mg/L) en vinos Merlot con SO<sub>2</sub> (Kostadinović et al., 2012).

Vino	Días de maceración	Tipo de levadura	Trans-resveratrol
M1	3	<i>S. macedonia</i>	0,22±0,19
M2	3	<i>S. francesa</i>	0,81±0,07
M3	3	<i>S. macedonia</i>	0,22±0,05
M4	3	<i>S. francesa</i>	0,30±0,10
M5	6	<i>S. macedonia</i>	1,49±0,06
M6	6	<i>S. francesa</i>	1,22±0,09
M7	6	<i>S. macedonia</i>	0,89±0,00
M8	6	<i>S. francesa</i>	0,00±0,00
M9	10	<i>S. macedonia</i>	0,43±0,06
M10	10	<i>S. francesa</i>	1,43±0,09
M11	10	<i>S. macedonia</i>	0,44±0,09
M12	10	<i>S. francesa</i>	1,75±0,21

#### 4. DISCUSIÓN

Stervbo et al. en 2007, corroboraron con sus estudios que el valor medio de trans-resveratrol en los vinos tintos era  $1,9 \pm 1,7$  mg/L, con niveles no detectables como límite inferior y 14,3 mg/L como límite superior. Además, afirman que el contenido varía dependiendo de la región y del tipo de uva utilizada para la elaboración del vino, ya que la uva responde a los factores de estrés exógenos (Stervbo et al., 2007), al estado sanitario en el que se encuentre (Gürbüz et al., 2007), a las variaciones del clima y a las técnicas de vinificación (Cvejić y Atanacković, 2015). Los valores de resveratrol en las uvas alcanzan su punto máximo aproximadamente 24 horas después de la exposición al estrés y disminuyen después de 42-72 horas. Como el resveratrol se produce en respuesta a estos factores y a los hongos que se originan, un año seco sería menos favorable que un año húmedo, así como también, mientras más al Norte en el Hemisferio Norte o mientras más cerca del Ecuador en el Hemisferio Sur, mayores serán sus contenidos (Stervbo et al., 2007). Dichas comparaciones se muestran en la **Tabla 1**, donde se observa que las variedades de Pinot Noir, Merlot y Cabernet Sauvignon tienen mayores contenidos de trans-resveratrol y son más próximos al contenido promedio establecido (Vincenzi et al., 2013) que las variedades de Garnacha, Syrah y Tempranillo, siendo la Pinot Noir ( $5,4 \pm 1,2$  mg/L en Francia) la que posee mayor contenido y la de Tempranillo ( $1,3 \pm 0,7$  mg/L en España) de menor contenido entre todas.

Atanacković et al. en 2012, confirmaron y corroboraron que las zonas de producción de Europa tienden a tener un menor grado de madurez en comparación con las uvas de las regiones del Sur y, que los climas más fríos y húmedos pueden conducir a un mayor contenido de resveratrol. Así también, las investigaciones realizadas por de Andrés-de Prado et al. en 2007, sugieren que los contenidos de resveratrol más bajos son típicos de condiciones climáticas cálidas y secas, y que están relacionados con temperaturas más altas. En la **Tabla 2** se puede contemplar que las uvas de las regiones de Francia ( $2,8 \pm 1,6$  mg/L), Hungría ( $2,4 \pm 2,1$  mg/L) e Italia ( $2,0 \pm 1,5$  mg/L) tienen un mayor contenido con relación a las de Portugal ( $1,5 \pm 1,1$  mg/L) y España ( $1,4 \pm 1,4$  mg/L), siendo este último país el que tiene menor contenido de todos. Cabe agregar que Abril et al. en 2005, realizaron comparaciones en vinos tintos españoles con datos de Lamuela-Raventós et al. en 1995, y otros autores donde pusieron de manifiesto que los vinos elaborados con Pinot Noir contenían 5,13 mg/L, con Garnacha 2,43 mg/L, con Cabernet Sauvignon 1,42 mg/L y con Tempranillo 1,33 mg/L. De igual forma, señalaron que esta aparente contradicción en las diferencias entre vinos de regiones de similares condiciones climáticas, se debían a la capacidad intrínseca de síntesis que posee el resveratrol en los diferentes cultivares empleados. No solo los factores ambientales pueden afectar el contenido de resveratrol, sino que la concentración en el vino varía también considerablemente en función de la variedad de uva utilizada.

En las uvas, la síntesis de resveratrol se encuentra principalmente en las células de la piel y es prácticamente nula o muy baja en la pulpa (Romero-Pérez et al., 1996). Debido a esto, se realizaron estudios de cómo afecta el

grosor de la piel de la uva a este contenido. Como se muestra en la **Tabla 3**, Stervbo et al. en 2007, no encontraron una tendencia clara de que las concentraciones de trans-resveratrol variaran en función del grosor de la piel de la uva. Se ha puesto de manifiesto que la variedad Pinot Noir ( $3,6\pm 2,9$  mg/L) y Merlot ( $2,8\pm 2,6$  mg/L) son las que contienen las mayores concentraciones con relación a las demás variedades de uva estudiadas. La piel relativamente delgada de las uvas Pinot Noir son muy sensibles a su descomposición por la infección de *Botrytis* y a la luz UV. Sin embargo, una alta infección de *Botrytis* no es ventajosa, se ha encontrado que las uvas infectadas al 10% por *Botrytis* produjeron un vino que contiene altos valores de resveratrol sin ningún efecto sobre la calidad. En contraste, los vinos obtenidos con uvas afectadas por un 40% u 80% de *Botrytis* tenían los valores más bajos de resveratrol (Frémont, 2000).

Stervbo et al. en 2007, afirmaron que el contenido de trans-resveratrol en los vinos podía ser modificado utilizando diferentes técnicas de elaboración como, por ejemplo, la doble maceración durante la fermentación, o la termovinificación, que producían un aumento de su contenido en los vinos. Diferentes estudios fueron realizados por Cvejić y Atanacković (2015) y Atanacković et al. (2012), cuyos resultados que pueden observarse en las **Tablas 4 y 5**, fueron muy positivos, ya que para el caso de la maceración por un tiempo determinado, se observó que mientras mayor era el tiempo de maceración, mayores eran las concentraciones de resveratrol. Las mayores concentraciones se encontraron en vinos con 10 días de maceración, pero Gambuti et al. en los estudios realizados en 2004, observaron que a partir de este tiempo, las concentraciones disminuían. Esto sólo es aplicable para vinos con elevadas concentraciones de resveratrol porque se ha comprobado que, para vinos con bajas concentraciones, los máximos valores se alcanzaron después de tiempos de maceración más cortos. Estos estudios ponen de manifiesto que la variedad tiene influencia en su contenido puesto que uno de estos estudios evidenció que la maceración prolongada aumentaba el contenido sólo en los vinos elaborados a partir de la variedad Cabernet Sauvignon, mientras que un efecto opuesto ocurría en otros vinos de otras variedades con bajos contenidos de resveratrol, e incluso en vinos de algunas variedades no se producía ningún cambio (Cvejić y Atanacković, 2015).

Otros estudios realizados por Cvejić y Atanacković en 2015 compararon el contenido de resveratrol en los vinos obtenidos con diferentes tecnologías de vinificación como fueron la maceración carbónica y la fermentación convencional con raspón y sin raspón. Los vinos de maceración carbónica presentaron una menor concentración de resveratrol, mientras que la fermentación con raspón no influyó en el contenido de este compuesto y los vinos fermentados sin raspón aumentaron su contenido. Estos resultados pusieron de manifiesto que la maceración carbónica no favoreció la extracción de resveratrol y la fermentación con raspón no mejora su extracción. Además, la variación de la temperatura durante el proceso de maceración carbónica no afectó significativamente los contenidos de resveratrol (Cvejić y Atanacković, 2015; Sun et al., 2003). Se ha estudiado que el raspón de la uva contiene una cantidad considerable de resveratrol; por lo tanto, es razonable sugerir que, para una variedad de uva dada, el vino elaborado fermentando el mosto con

raspón debe contener una mayor concentración de resveratrol que el fermentado sin raspón. Sin embargo, no existe una diferencia significativa entre la concentración de resveratrol en el vino elaborado con raspón y la del vino elaborado sin raspón. Estos resultados muestran que, aunque el raspón de la uva contenga una gran cantidad de resveratrol, apenas contribuye a la concentración final del vino. Existiendo, por lo tanto, una tasa de transferencia muy baja desde el raspón de la uva al vino durante la vinificación (Sun et al., 2003) y, al igual que ocurrió con los estudios realizados sobre el tiempo de maceración, se encontró que la máxima concentración de resveratrol se alcanzaba a los 10 días de fermentación (Gambuti et al., 2004).

El tiempo de fermentación, durante el cual están en contacto las pieles de las uvas con el mosto, es importante porque el resveratrol se encuentra en la piel y no en la pulpa del grano de uva (Frémont, 2000), y además, el tipo de levadura seca utilizada también influye sobre su contenido (Surguladze y Bezhuashvili, 2017). Al comienzo de la fermentación, las concentraciones en trans-resveratrol son bajas y se van liberando gradualmente a medida que sus glucósidos se hidrolizan durante la fermentación (Gu et al., 1999). Kostadinović et al. en un trabajo realizado en 2012 estudiaron la influencia que diferentes cepas de levaduras tenían sobre el contenido de resveratrol, encontrándose diferencias significativas en el contenido de resveratrol en el vino y observando que la solubilidad del resveratrol aumentaba a medida que aumentaba el contenido en etanol, siendo, por lo tanto, la extracción de resveratrol más eficaz en la última etapa de la fermentación, dado que la concentración de etanol es más alta después de la actividad metabólica de las levaduras.

En las **Tablas 5 y 7**, se puede observar que las concentraciones en los vinos producidos por la levadura *S. francesa* son, en la mayoría de los casos, más altas que en los vinos producidos con la levadura *S. macedonia*, por lo que vinos de Merlot producidos con levadura *S. francesa* tienen mayores concentraciones de resveratrol que los elaborados con levadura *S. macedonia* (Cvejić y Atanacković, 2015). En la **Tabla 7**, las concentraciones de trans-resveratrol del M1 preparado con levadura *S. macedonia* fueron de  $0,22 \pm 0,19$  mg/L en comparación con el M2 preparado con levadura *S. francesa* que fueron de  $0,81 \pm 0,07$  mg/L. De igual forma, las concentraciones en los vinos M10 y M12 producidos con 10 días en maceración y con levadura *S. francesa* fue aproximadamente cuatro veces mayores en comparación con la concentración en los vinos M9 y M11 que se produjeron con levadura *S. macedonia*. El análisis estadístico indica que esta diferencia es significativa, al igual que la interacción entre el tiempo de maceración y el tipo de levadura, ya que las diferencias en las concentraciones aumentaron notablemente del tercer al décimo día (Kostadinović et al., 2012).

Del mismo modo, según se observa en la **Tabla 4**, los estudios realizados para la termovinificación aumentaron el contenido de resveratrol en los vinos elaborados con Pinot Noir respecto a los elaborados con Merlot y Cabernet Sauvignon, siendo este último el que poseía, inicialmente las mayores concentraciones de trans-resveratrol respecto a los demás (Atanacković et al., 2012). Para este estudio los vinos se dividen gráficamente en dos subgrupos según la tecnología aplicada: el primer grupo comprende

las muestras termovinificadas, mientras que el segundo comprende el vino control y las muestras preparadas por separación del 30% ó 50% del mosto. Las muestras obtenidas mediante el procedimiento de termovinificación mostraron el mayor contenido de resveratrol para las variedades Pinot Noir y Merlot, mientras que, para el Cabernet Sauvignon, los valores más altos se encontraron en las muestras producidas por separación del 50% del mosto obtenido. Este efecto ocurre probablemente por las diferentes características de las variedades que influirían sobre la diferente extracción de resveratrol durante el proceso de vinificación. También se observó que la máxima extracción de resveratrol total se producía a 60°C para 30 minutos, y que un mayor aumento de temperatura no estaba relacionado con una mayor extracción. Estos resultados no coinciden con los encontrados en los estudios realizados por otros autores, como es el ejemplo de Cvejić y Atanacković en 2015, ya que en la mayoría de los casos (Merlot y Cabernet Sauvignon), un aumento de la temperatura resultó en un aumento del contenido de resveratrol.

Geana et al. en los estudios realizados en 2015, observaron que el contenido de trans-resveratrol en la piel de la uva se vio significativamente afectado por la variedad y la añada, y que cada variedad tenía una tendencia de maduración diferente (**Tabla 6**). Se encontraron valores elevados de trans-resveratrol en la piel de la uva en la variedad Pinot Noir con valores que oscilaban de 0,92 a 29,5 mg/Kg en el año 2012 y de 0,25 a 4,0 mg/Kg en el año 2013. Le seguía la variedad Merlot con valores de 1,4 a 5,3 mg/kg en el año 2012 y de 0,15 a 4,76 mg/Kg en el año 2013. El menor contenido de trans-resveratrol se encontró en las pieles de las uvas de la variedad Cabernet Sauvignon con valores entre 0,8 y 1,7 mg/Kg en el 2012 y de 0,13 a 2,77 mg/Kg en el 2013. También se observó un incremento en la variedad Pinot Noir hasta el quinto o sexto día de muestreo, seguido de una disminución, por lo que se podría aseverar que, en esta variedad, un mayor grado de maduración de la uva conduce a un menor contenido de trans-resveratrol en el vino elaborado. En casi todas las variedades y en ambos años, se encontraron mayores cantidades de trans-resveratrol en el último día de muestreo; estos resultados son muy importantes para poder gestionar el proceso de vinificación con el fin de obtener vinos con elevado contenido de trans-resveratrol.

Un aspecto importante en la elaboración del vino es la adición de agentes clarificantes para adsorber residuos e impurezas indeseables de la fermentación, en cuanto al olor y al color se refiere, y para ayudar a la estabilidad del vino. Los estudios realizados ponen de manifiesto que se pueden utilizar cantidades pequeñas de agentes clarificantes sin que se produzca una eliminación significativa de resveratrol, debido a que estos agentes se unen con los componentes fenólicos de la uva y el vino. Algunos compuestos que pueden ser eliminados por los clarificantes utilizados en Enología son: taninos polimerizados, antocianinas, pigmentos colorantes, otros compuestos fenólicos, y proteínas inestables al calor. Cada agente de clarificación tiene sus propiedades de unión específica que pueden reducir los niveles de resveratrol en el vino. Los clarificantes más comunes utilizados son la bentonita y la clara de huevo, que no tienen un efecto importante en la

eliminación de resveratrol. La gelatina que elimina ligeramente este compuesto, pero no de formas significativa y, la polivinilpolipirrolidona (PVPP), que tiene gran afinidad por los compuestos fenólicos de bajo peso molecular, debido a que es insoluble, precipita las moléculas fenólicas adsorbidas en su superficie y reduce significativamente los valores en el vino tinto (Threfall et al., 1999).

Igualmente, el SO<sub>2</sub> desempeña un papel importante como antioxidante y agente antimicrobiano durante el proceso de vinificación; por lo tanto, inactiva las enzimas de la uva, como las polifenoloxidasas, protegiendo así los polifenoles de la oxidación y la precipitación durante el proceso de fermentación. La expectativa de que concentraciones más altas de SO<sub>2</sub> aumentarían la concentración de resveratrol no es común para todos los vinos. Se observaron concentraciones más altas de trans-resveratrol en los vinos elaborados con 30 ppm de SO<sub>2</sub> en comparación con los producidos con 70 ppm de SO<sub>2</sub>. El SO<sub>2</sub> no incrementó la extracción de resveratrol en las uvas, pero redujo su oxidación durante la fase pre-fermentativa (Kostadinović et al., 2012). También se ha investigado que la sustitución de sulfito por resveratrol en concentraciones de 150 mg/L y 300 mg/L en el proceso de vinificación no cambia las propiedades físicas y químicas básicas del vino, ni su perfil sensorial, proporcionando vinos con mayor intensidad colorante. Como consecuencia del proceso, se produce un enriquecimiento de resveratrol en los vinos en cantidades que se ha demostrado que tienen efectos beneficiosos para la salud cuando el consumo de vino es moderado (Pastor et al., 2015).

## 5. CONCLUSIONES

Los estudios realizados y los trabajos de investigación analizados muestran que en el contenido final de resveratrol en el vino puede influir desde la variedad de la uva, las condiciones climáticas y el estado sanitario de la vendimia hasta los procesos de elaboración, incluyendo las técnicas de vinificación y los métodos analíticos o de detección utilizados. Destacar que es sobre todo en los procesos de elaboración y en las técnicas de vinificación donde más se ha innovado para aumentar, mantener, optimizar y/o predecir el contenido final de resveratrol en los vinos.

El análisis de los trabajos realizados evidencia que la maceración aumenta el contenido de resveratrol, pero en función de la variedad de uva utilizada, ya que en algunas variedades disminuía a partir del décimo día y en otras los resultados eran mejores si se maceraba menos tiempo. En general, todo parece indicar que durante la fermentación se produce el aumento del contenido de resveratrol alcanzando los valores máximos a los 10 días, igualmente con la levadura *S. francesca* se obtienen mejores resultados que con la levadura *S. macedonia*. La termovinificación aumenta todavía más el contenido de resveratrol, pero dependiendo también de la variedad de uva utilizada. Finalmente, los clarificantes deben utilizarse en pequeñas dosis, ya que, en su mayoría, disminuyen ligeramente las concentraciones de resveratrol. El SO<sub>2</sub> no facilita la extracción del resveratrol, pero si reduce su oxidación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a mi tutor, José Luis Aleixandre Benavent, por haberme confiado este trabajo, por su valiosa dirección, disposición y apoyo en todo momento.

Gracias a mis padres, Jesús y Martha, todo esto nunca hubiera sido posible sin ustedes. Por la ayuda que me otorgaron de forma incondicional, porque entendieron mis ausencias y mis malos momentos, y a pesar de la distancia siempre estuvieron a mi lado para saber cómo iba mi proceso. Las palabras nunca serán suficientes para darles mi aprecio y mi agradecimiento. Por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida y sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos, Kevin y Brian, por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado, por ser una parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

A Roberto E., por ser parte significativa de mi vida, por haberme apoyado en todo momento y, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

A mi mejor amiga, Thelma Melissa, por haber hecho el papel de una hermana verdadera en todo momento, gracias por su apoyo, comprensión y sobre todo su amistad.

A todos ellos.... ¡¡¡Muchas gracias de corazón!!!

## 6. REFERENCIAS

- Abril, M., Negueruela, A. I., Pérez, C., Juan, T., y Estopañán, G. (2005). Preliminary study of resveratrol content in Aragón red and rosé wines. *Food Chemistry*, 92, 729-736.
- Atanacković, M., Petrović, A., Jović, S., Gojković-Bukaria, L., Bursać, M., y Cvejić, J. (2012). Influence of winemaking techniques on the resveratrol content, total phenolic content and antioxidant potential of red wines. *Food Chemistry*, 131, 513-518.
- Cantos, E., Guerrero, R. F., Puertas, B., Jiménez, M. J., y Jurado, M. S. (2007). Tratamiento postcosecha de uva de vinificación con radiación UVC para obtención de vinos enriquecidos en resveratrol. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 8(2), 112-120.
- Cvejić, J. M., Djekic, S. V., Petrovic, A., Atanacković, M., Jovic, S. M., Brceski, I. D., y Gojkovic-Bukarica, L. C. (2010). Determination of trans- and cis-resveratrol in Serbian Commercial wines. *Journal of Chromatographic Science*, 48, 229-234.
- Cvejić, J., y Atanacković, M. (2015). Effect of wine production techniques on wine resveratrol and total phenolics. En V. Preedy, *Processing and Impact on Active Components in Food* (págs. 501-508). London.
- de Andrés-de Prado, R., Yuste-Rojas, M., Sort, X., Andrés-Lacueva, C., Torres, M., y Lamuela-Raventós, R. M. (2007). Effect of soil type on wines produced from vitis vinifera L. Cv. Grenache in commercial vineyards. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 779-786.
- Fernández-Mar, M., Mateos, R., García-Parrilla, M., Puertas, B., y Cantos-Villar, E. (2012). Bioactive compounds in wine: Resveratrol, hydroxytyrosol and melatonin: A review. *Food Chemistry*, 130, 797-813.
- Frémont, L. (2000). Biological effects of resveratrol. *Journal of Life Sciences*, 66(8), 663-673.
- Gambini, J., López-Grueso, R., Olaso-González, G., Inglés, M., Abdelazid, K., El Alami, M., . . . Viña, J. (2013). Resveratrol: distribución, propiedades y perspectivas. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 48 (2), 79-88.
- Gambutì, A., Stollo, D., Ugliano, M., Lecce, L., y Moio, L. (2004). Trans-resveratrol, quercetin, catechin, and epicatechin content in South Italian monovarietal wines: Relationship with maceration time and marc pressing during winemaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(18), 5747-5751.
- Geana, E. I., Dinca, O. R., Ionete, R. E., Artem, V., y Niculescu, V. C. (2015). Monitoring trans-resveratrol in grape berry skins during ripening and in corresponding wines by HPLC. *Food Technology and Biotechnology*, 53(1), 73-80.
- Gerogiannaki-Christopoulou, M., Athanasopoulos, P., Kyriakidis, N., Gerogiannaki, I. A., y Spanos, M. (2006). Trans-resveratrol in wines from the major Greek red and white grape varieties. *Food Control*, 17, 700-706.
- Gu, X., Creasy, L., Kester, A., y Zeece, M. (1999). Capillary electrophoretic determination of resveratrol in wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(8), 3223-3227.
- Gürbüz, O., Göçmen, D., Dağdelen, F., Gürsoy, M., Aydın, S., Şahin, I., . . . Usta, M. (2007). Determination of Flavan-3-ols and trans-resveratrol in grapes and wine using HPLC with fluorescence detection. *Food Chemistry*, 100, 518-525.
- Kostadinović, S., Wilkens, A., Stefova, M., Ivanova, V., Vojnoski, B., Mirhosseini, H., y Winterhalter, P. (2012). Stilbene levels and antioxidant activity of Vranec and Merlot wines from Macedonia: Effect of variety and enological practices. *Food Chemistry*, 135, 3003-3009.
- Lamuela-Raventós, R. M., Romero-Pérez, A. I., Waterhouse, A. L., y de la Torre-Boronat, M. C. (1995). Direct HPLC analysis of cis-and trans-resveratrol and piceid isomers in Spanish red vitis vinifera wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(2), 281-283.

- Lekli, I., Ray, D., y Das, D. K. (2010). Longevity nutrients resveratrol, wines and grapes. *Genes and Nutrition*, 5, 55-60.
- Moreno-Labanda, J. F., Mallavia, R., Pérez-Fons, L., Lizama, V., Saura, D., y Micol, V. (2004). Determination of piceid and resveratrol in Spanish wines deriving from Monastrell (*Vitis vinifera* L.) grape variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(17), 5396-5403.
- Pastor, R. F., Gargantini, M. R., Murgo, M., Prieto, S., Manzano, H., Aruani, C., . . . Iermoli, R. H. (2015). Enrichment of resveratrol in wine through a new vinification procedure. *Journal of Life Sciences*, 9, 327-333.
- Rodríguez-Delgado, M. A., González, G., Pérez-Trujillo, J. P., y García-Montelongo, F. J. (2002). Trans-resveratrol in wines from the Canary Islands (Spain). Analysis by high performance liquid chromatography. *Food Chemistry*, 76, 371-375.
- Romero-Pérez, A. I., Lamuela-Raventós, R. M., Waterhouse, A. I., y de la Torre-Boronat, M. C. (1996). Levels of cis- and trans-resveratrol and their glucosides in white and rosé *vitis vinifera* wines from Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(8), 2124-2128.
- Stervbo, U., Vang, O., y Bonnesen, C. (2007). A review of the content of the putative chemopreventive phytoalexin resveratrol in red wine. *Food Chemistry*, 101, 449-457.
- Sun, B., Ferrão, C., y Spranger, M. I. (2003). Effect of wine style and winemaking technology on resveratrol levels in wines. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 18(2), 77-91.
- Surguladze, M. A., y Bezhuashvili, M. G. (2017). Impact of wine technology on the variability of resveratrol and piceids in Saperavi (*Vitis vinifera* L.). *Annals of Agrarian Science*, 15, 137-140.
- Threlfall, R. T., Morris, J. R., y Mauromoustakos, A. (1999). Effects of fining agents on trans-resveratrol concentration in wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 5, 22-26.
- Vincenzi, S., Tomasi, D., Gaiotti, F., Lovat, L., Giacosa, S., Torchio, F., . . . Rolle, L. (2013). Comparative study of the resveratrol content of twenty-one Italian red grape varieties. *South Africa Journal of Enology and Viticulture*, 34(1), 30-34.
- Xiang, L., Lingyun, X., Wang, Y., Li, H., Huang, Z., y He, X. (2014). Health benefits of wine: Don't expect resveratrol too much. *Food Chemistry*, 156, 258-263.