

Mejora del perfil vínico mediante cultivo por sombreado

Elongación del periodo de maduración y mejora del contenido polifenólico.



AUTOR

Fernando Palau Ramos

TUTOR

José Luís Aleixandre Benavent

COTUTOR EXTERNO

Camilo Chirivella Romero

ETSIAMN

Grado en Ciencia y
Tecnología de los
Alimentos

Resumen:

El cambio climático está modificando el periodo de maduración de las distintas variedades de uva, afectando los contenidos en azúcares, acidez, y compuestos fenólicos. Estos cambios afectan negativamente a las variedades tempranas, que ven disminuida considerablemente su acidez antes de que la maduración haya terminado. Así pues, el objetivo del presente trabajo ha sido mantener viable el cultivo de las variedades de vid tradicionales en la zona de Requena (Valencia), aportando al mismo tiempo innovación y versatilidad, aspectos que pueden ser aplicables a otras zonas vitícolas españolas.

El diseño experimental del trabajo consistió en la instalación de una cubierta que permitía el paso de la luz solar de manera parcial, disminuyendo por lo tanto la fotosíntesis, retrasando de esta forma la vendimia y posiblemente permitiendo la síntesis de más aromas y polifenoles. Se utilizaron las variedades de uva Bobal, Cabernet S., Merlot, Tempranillo y Semillón. En mostos se determinaron el °Brix, acidez total, y pH y en vinos el grado alcohólico, en los vinos tintos además se determinaron la intensidad colorante, el tono, índice de polifenoles totales, y contenido en antocianos y taninos.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que las variedades Semillon y Bobal, consideradas de maduración tardía, sufren una pérdida importante de su rendimiento con el sombreado. La variedad Tempranillo aumenta ligeramente la acidez total y disminuye el pH. En los vinos elaborados, el grado alcohólico disminuye significativamente en los vinos de Bobal con sombreado, disminuyendo también el pH al tiempo que aumenta la acidez total. Los vinos elaborados con las variedades Merlot, Tempranillo y Cabernet Sauvignon aumentan sus valores de Intensidad Colorante e Índice de Polifenoles Totales, así como del contenido en Antocianos. Sin embargo, en los vinos de Bobal disminuyen los valores de estos parámetros si bien la disminución no es estadísticamente significativa. El contenido total en taninos aumenta significativamente en las variedades tempranas con sombreado disminuyendo en las variedades tardías.

Palabras clave: vides, sombreado, perfil vínico, Requena (Valencia)

Resum:

El canvi climàtic està modificant el període de maduració de les diferents varietats de raïm, afectant els continguts en sucres, acidesa, i compostos fenòlics. Aquests canvis afecten negativament les varietats primerenques, que veuen disminuïda considerablement la seva acidesa abans que la maduració hagi acabat. Així doncs, l'objectiu d'aquest treball ha estat mantenir viable el cultiu de les varietats de vinya tradicionals a la zona de Requena (València), aportant a el mateix temps innovació i versatilitat, aspectes que poden ser aplicables a altres zones vitícoles espanyoles.

El disseny experimental de la feina va consistir en la instal·lació d'una coberta que permetia el pas de la llum solar de manera parcial, disminuint per tant la fotosíntesi, retardant d'aquesta manera la verema i possiblement permetent la síntesi de més aromes i polifenols. Es van utilitzar les varietats de raïm Bobal, Cabernet S., Merlot, Tempranillo i Semillón. En mosts es van determinar el °Brix, acidesa total, i pH i en vins el grau alcohòlic, en els vins negres més es van determinar la intensitat colorant, el to, índex de polifenols totals, i contingut en antocians i tanins.

Els resultats obtinguts posen de manifest que les varietats Semillon i Bobal, considerades de maduració tardana, pateixen una pèrdua important del seu rendiment amb l'ombrejat. La varietat Tempranillo augmenta lleugerament l'acidesa total i disminueix el pH. En els vins elaborats, el grau alcohòlic disminueix significativament en els vins de Bobal amb ombrejat, disminuint també el pH a el temps que augmenta l'acidesa total. Els vins elaborats amb les varietats Merlot, Tempranillo i Cabernet Sauvignon augmenten els seus valors d'intensitat Colorant i Índex de Polifenols Totals, així com de el contingut en antocians. No obstant això en els vins de Bobal disminueixen els valors d'aquests paràmetres si bé la disminució no és estadísticament significativa. El contingut total en tanins augmenta significativament en les varietats primerenques amb ombrejat disminuint en les varietats tardanes.

Paraules clau: vinyes, ombrejat, perfil vínic, Requena (València)

Summary:

Climate change is modifying the ripening period of the different grape varieties, affecting the sugar, acidity, and phenolic compounds content. These changes negatively affect the early varieties, which have a considerable decrease in acidity before ripening has finished. Thus, the objective of this work has been to keep the cultivation of traditional vine varieties viable in the Requena area (Valencia), while providing innovation and versatility, aspects that may be applicable to other Spanish wine-growing areas.

The experimental design of the work consisted in the installation of a cover that partially allowed the passage of sunlight, thereby reducing photosynthesis, thus delaying the harvest, and possibly allowing the synthesis of more aromas and polyphenols. The Bobal, Cabernet S., Merlot, Tempranillo and Semillón grape varieties were used. In musts, °Brix, total acidity, and pH were determined and in wines the alcoholic degree, in red wines the coloring intensity, tone, total polyphenol index, and anthocyanin and tannin content were also determined.

The results obtained show that the Semillon and Bobal varieties, considered late-ripening, suffer a significant loss of yield with shading. The Tempranillo variety slightly increases the total acidity and lowers the pH. In the elaborated wines, the alcoholic degree decreases significantly in the shaded Bobal wines, also decreasing the pH while increasing the total acidity. The wines made with the Merlot, Tempranillo and Cabernet Sauvignon varieties increase their Color Intensity and Total Polyphenol Index values, as well as their Anthocyanin content. However, in Bobal wines the values of these parameters decrease, although the decrease is not statistically significant. The total tannin content increases significantly in the early varieties with shading, decreasing in the late varieties.

Keywords: vines, shading, wine profile, Requena (Valencia)

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero mostrar mi agradecimiento a la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, por ofrecer la posibilidad a los estudiantes becados de trabajar en un centro de investigación vitivinícola de primer nivel y de realizar este Trabajo Final de Grado.

También, al Servicio de Producción Ecológica, Innovación y Tecnología de la Generalitat Valenciana, por permitirme realizar estas experiencias en sus instalaciones de la Bodega Experimental del Instituto Tecnológico de Viticultura y Enología de Requena, así como muestreos en los campos del “Estanque”.

Finalmente, quiero dar las gracias a mis tutores, José Luís y Camilo, por su guía y consejo tanto en la realización experimental como en la redacción de este trabajo, así como a mis compañeras de prácticas, Yolanda, Esther y Clara, por su inestimable ayuda en la realización de los trabajos de campo, bodega y laboratorio.

Mejora del perfil vínico mediante cultivo por sombreado

Indice

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. <i>El cambio climático en la viticultura</i>	2
1.2. <i>El sombreado como alternativa</i>	5
2. OBJETIVOS	6
3.1. <i>Variedades de uva utilizadas</i>	7
3.2. <i>Diseño experimental</i>	8
3.3. <i>Método de muestreo y preparación de la muestra.</i>	9
3.4. <i>Procesado y elaboración</i>	9
3.4.1. <i>Vino blanco o rosado</i>	10
3.4.2. <i>Vino tinto</i>	10
3.5. <i>Métodos analíticos</i>	11
3.6. <i>Tratamiento estadístico</i>	13
4. RESULTADOS Y DISCUSION	13
4.2. <i>Parámetros analizados en los vinos</i>	19
4.3. <i>Comportamiento de los taninos</i>	30
5. CONCLUSIONES	35
6. BIBLIOGRAFÍA	36

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación del sombreado en viticultura para obtener resultados deseables es algo bastante novedoso en el sector vitivinícola y se está estudiando la posibilidad de su uso sobre todo en las zonas vitícolas con climas cálidos debido a los efectos de aumento de temperatura producidos por el cambio climático. En otros tipos de cultivos como en plantaciones de café, plantas ornamentales, producción de lechuga, brócoli o pimiento, es una práctica bastante usual y conocida (Sánchez-Guerrero et al., 2010; Gutiérrez et al., 2007; Ricci y Costa, 2006). No existen muchas referencias sobre este sistema de cultivo en *vitis vinífera* y la información existente es bastante escasa. Sin embargo, los trabajos y artículos publicados en relación con el cambio climático son muy abundantes (Martínez et al., 2016; Orduña, 2010; Hannah et al., 2013) y sobre ellos se basarán los antecedentes bibliográficos de este trabajo.

1.1. *El cambio climático en la viticultura*

Para tratar este tema es necesario conocer la existencia de los índices de Huglin (HI) y Winkel (WI), índices bioclimáticos utilizados para la determinación de las características de las regiones vitícolas en función de las variedades de uva, basados en la temperatura con la finalidad de determinar el comportamiento de las variedades de uva recomendadas en el lugar de estudio. Los índices bioclimáticos de Huglin y Winkler se calcularon a partir de la temperatura diaria observada o simulada en un periodo definido para establecer directrices generales para la calidad y el estilo del vino. El índice de Huglin está relacionado con el crecimiento de la vid y la concentración de azúcar en las bayas y se clasifica en seis clases desde muy fresco a muy cálido, tal como puede verse en la Tabla 1a (Sirnik et al., 2010; Resco, 2015).

Tabla 1a. Clasificación de diferentes variedades según el índice de Huglin

Clase Huglin	Puntos Huglin	Variedad de uva
Muy fresco	≤1500	Sólo cultivares tempranos que pueden alcanzar la madurez, especialmente las variedades blancas (Muller-Thurgau, Pinot blanc, Gamay y Gewurztraminer)
Fresco	1500-1800	Riesling, Pinot noir, Chardonnay, Merlot y Cabernet franc.
Templado	1800-2100	Cabernet-Sauvignon, Ugni blanc y Syrah
Templado cálido	2100-2400	Grenache, Mourvèdre y Carignan
Cálido	2400-3000	El potencial que excede las necesidades heliotérmicas para madurar las variedades, incluso las tardías (con algunos riesgos asociados de estrés).
Muy cálido	>3000	No hay restricción heliotérmicas para que las uvas maduren.

El índice de Winkler establece las características de las zonas geográficas y la adaptación local de las variedades de uva (Huglin, 1986), y se clasifica en cinco regiones como puede observarse en la Tabla 1b (Sirník et al., 2018).

Tabla 1b. Regiones del índice Winkler con las variedades de uva recomendadas.

Regiones Winkler	Puntos Winkler	Variedades de uva
Región 1	850-1389	Pinot noir, Riesling, Chardonnay, Gewurztraminer, Pinot grigio y Sauvignon blanc
Región 2	1389-1667	Cabernet-Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Semillon y Syrah.
Región 3	1671-1950	Grenache, Barbera, Tempranillo y Syrah
Región 4	1951-2220	Carignan, Cinsault, Mourvedre y Tempranillo
Región 5	>2221	Primitivo, Nero d'Avola, Palomino y Fiano.

El Índice de Winkler determina cinco tipos de regiones, en función de la suma de las citadas temperaturas eficaces, que se ordenan de la I a la V, siendo la primera la más fría y la última la más calurosa. Para cada región establece una caracterización de las aptitudes y calidades de los vinos que se pueden elaborar en las mismas (Carrillo, 2016).

Un último índice determinante sobre la maduración en relación con la temperatura es el Índice de Frescor Nocturno (IF). Un Índice propuesto por Tonietto (1999) que cuantifica los efectos de las temperaturas medias mínimas nocturnas durante el período en el cual normalmente se produce la maduración. Es sabido que el desarrollo de los aromas finos de ciertas variedades es posible si la maduración tiene lugar con noches frescas. Este factor climático es muy importante, ya que favorece la coloración y la formación de aromas en las bayas y consecuentemente en el vino (Zambrano, 2010).

Este fenómeno ocurre a nivel global, y hay estudios que así lo constatan tanto a nivel nacional, como a nivel regional (Armas, 2014; Jones et al., 2005; Hannah et al., 2013). Si el aumento de la temperatura fuese excesivo, se podría acortar la duración del periodo de crecimiento, haciendo que la vid experimentase cambios fenológicos más en las zonas de cultivo actuales y en particular, en la duración de la maduración. Este hecho podría causar un cambio en el desarrollo, de modo que las mismas fases de crecimiento se producirían en regímenes de radiación distintos al tradicional (Bethancourt, 2014; Ramírez y González, 2012)). En el caso de que se superasen los umbrales ideales de una variedad, el periodo de maduración coincidiría con un período de radiación excesivamente alto, lo que tendría efectos negativos en la calidad al producir una sobremaduración en la uva. También habría que tener en cuenta un calentamiento asimétrico día-noche ya que un descenso del diferencial de temperaturas acortaría la maduración y podría llegar a disminuir la calidad de la uva.

El desarrollo de la fenología de la vid está principalmente determinado por la temperatura, por lo que la correspondencia de las fases críticas del desarrollo de la vid a un clima conveniente es un factor fundamental en la planificación de cualquier desarrollo del viñedo, donde la calidad sea una prioridad. Un futuro incremento en las temperaturas podría cambiar los tiempos de maduración de la uva y, consecuentemente, la fecha de cosecha, además de afectar la calidad de la uva y de las levaduras (Zambrano, 2010).

Una vez establecidos estos conceptos se podría afirmar que para paliar los efectos de la pérdida de aromas por el cambio climático:

1. Lo ideal sería conseguir reducir la temperatura en la noche, algo bastante complejo, si se tienen en cuenta los recursos con que cuenta el agricultor medio.
2. Controlar el factor heliométrico para que las variedades tempranas no vean afectado su potencial aromático, contenido en polifenoles, y acidez debido a una maduración acelerada, utilizando la técnica del sombreado.

1.2. El sombreado como alternativa

El sombreado puede darse de muchas formas, entre ellas de manera natural reduciendo la radiación con la cubierta vegetal de la planta, que se puede aumentar mucho con el sistema “sprawl” de dispersión mediante alambres de las partes vegetales del viñedo, de tal manera que aumente la superficie que cubre los racimos frente a la espaldera, sobre todo en las horas de la tarde, siendo muy adecuado en climas extremadamente cálidos, ya que tienen un mayor sombreado a base de un sistema abierto en el que la densidad del dosel vegetal o “canopy” y el sistema de conducción disminuyen la exposición de los racimos de uva al sol sobre todo por la tarde (De la Fuente Lloreda, 2008). El “canopy” es la región de las copas y regiones superiores de los viñedos. En este sistema la sobreposición de las propias hojas frente a los racimos, hace posible que su maduración sea mejor.

En climas cálidos, donde la sobreexposición de los racimos es un problema que compromete la maduración de la baya, las diferencias de un 30% de racimos internos más a favor del sprawl son interesantes para validar este sistema como alternativa posible frente a la espaldera. Los racimos internos sombreados frente a los racimos expuestos presentan temperaturas menores durante el día, ya que la radiación interceptada es menor. Sin embargo, durante la noche permanecen más calientes, debido a que las pérdidas de radiación neta son menores. Esto hace que la temperatura de las bayas de un racimo pueda variar desde los 2,4°C, sobre la temperatura ambiente en racimos sombreados, hasta los 11 o 12°C en bayas expuestas a radiación directa (De la Fuente Lloreda, 2008).

El sombreado artificial emula el de las propias hojas sobre los racimos, de manera que resulta muy efectivo para disminuir la radiación directa, especialmente en las horas centrales del día. Resulta interesante comprobar sus efectos, en detrimento de una menor disminución de la temperatura por la noche. Se ha demostrado que microclimas luminosos adecuados en la zona de racimos producen aumentos en la síntesis de antocianos y polifenoles comparados con racimos sombreados, si bien excesos de radiación pueden provocar temperaturas demasiado elevadas en los racimos que disminuirán dichos compuestos. Por otra parte, un sombreado excesivo podría provocar disminuciones en el color del vino, en el contenido en antocianos y polifenoles totales, y aumentar el pH y el contenido en potasio (Adams, 2006).

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es mejorar la calidad de los productos elaborados con cultivos precoces que no se adaptan bien a los climas cálidos por medio de la técnica del sombreado. Por tanto, el objetivo principal será establecer la relación directa que existe entre la incidencia del sol y el perfil de los vinos de diferentes variedades, y ver cómo la reducción de la radiación mediante sombreado mejora este perfil al bajar las temperaturas, especialmente en las variedades tempranas, produciendo un aumento del contenido polifenólico y de la acidez al prolongar el periodo de maduración de la uva. Este periodo debido a la influencia del cambio climático puede verse reducido por el aumento de las temperaturas.

Para ello se ha realizado un diseño experimental de cepas de diferentes variedades, consideradas como tempranas y tardías, con sombreado artificial mediante mallas negras de tejido polimérico, analizando los resultados de los parámetros determinados y comparándolos con los parámetros determinados en cepas testigo sin sombreado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Variedades de uva utilizadas

Para el desarrollo de la experiencia se han utilizado las variedades Semillon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Sauvignon y Bobal.

La variedad Semillon se encuentra en la localidad de Sauternes (Burdeos, Francia) desde los primeros siglos de nuestra era y es aquí donde el clima permite que en la mayoría de los viñedos se sobremadure la uva. La acción del hongo *Botrytis cinérea* produce la deshidratación del grano de uva dando origen a los más extraordinarios vinos dulces del mundo. La fermentación del mosto se lleva a cabo lentamente y el resultado es un vino con un equilibrio perfecto entre acidez, azúcar y alcohol, un intenso aroma floral y sabor amielado (Ministerio de Agricultura, 2020).

La variedad Merlot se cultiva mayoritariamente Burdeos. Tiene una buena fertilidad y es sensible a heladas primaverales. Poco adaptada a la sequía. Sensible al mildiu, cicadélidos y poco sensible a botrytis. Sus vinos son redondos con cuerpo, ricos en alcohol y color, relativamente poco ácidos y con taninos bastante suaves que apenas necesitan envejecimiento en barrica. Aromas complejos y elegantes (Ministerio de Agricultura, 2020).

La Tempranillo es una variedad muy conocida y cultivada en España, de ciclo corto y maduración temprana (de ahí su nombre). Es sensible al ataque de hongos (oídio) y excoriosis, y es muy sensible a la sequía y, por tanto, al cambio climático, pues es una variedad que presenta una baja acidez. Tiene potencial enológico para vinos jóvenes rosados y tintos de excelente calidad de muy diversas tipologías. Admite bien la crianza en barrica de roble (Ministerio de Agricultura, 2020).

La variedad Cabernet Sauvignon es de origen francés (región de Burdeos). Produce vinos con estructura tánica muy interesante y color estable si alcanza la madurez, muy aptos para el envejecimiento. El vino monovarietal puede carecer de suavidad y redondez (Ministerio de Agricultura, 2020).

La Bobal se caracteriza por una brotación y maduración tardía. La brotación tardía permite a la planta una gran resistencia a las heladas. Sin embargo, es una variedad sensible a los fríos primaverales tardíos. Por otra parte, el retraso en la maduración posibilita una menor pérdida de ácidos, sobre todo del ácido tartárico.

El mercado color azul-negro de la piel se debe a la alta concentración en antocianos (fenoles responsables del color) presentes en la piel. En condiciones normales es poco atacada por enfermedades criptogámicas (Pérez y Martínez, 2018). Sus vinos tienen un intenso color cereza oscuro, aroma ligero con matices herbáceos, acidez media, y un gran contenido tánico.

3.2. Diseño experimental

Para el sombreado se utilizó una malla de tejido polimérico negro que permitía el paso de solo el 50 % de la radiación solar y cuyas dimensiones eran de 2,75 x 1,5 metros. Las filas del campo estaban compuestas por 30 cepas cada una, de las cuales la mitad eran testigos y la otra mitad sombreadas. La variedad Bobal tenía cuatro filas de sombreados y testigos, y la Semillon, Merlot, Tempranillo y Cabernet Sauvignon cinco.

Puesto que la rotación de la tierra hace inevitable que en ciertos momentos del día, las repeticiones de los extremos del sombreado reciban la luz directa del sol, estos no han sido tenidos en cuenta para la toma de muestra. En la Figura 1 viene el diseño experimental del trabajo con las columnas sombreadas de cada una de las variedades de uva utilizadas en la experiencia.

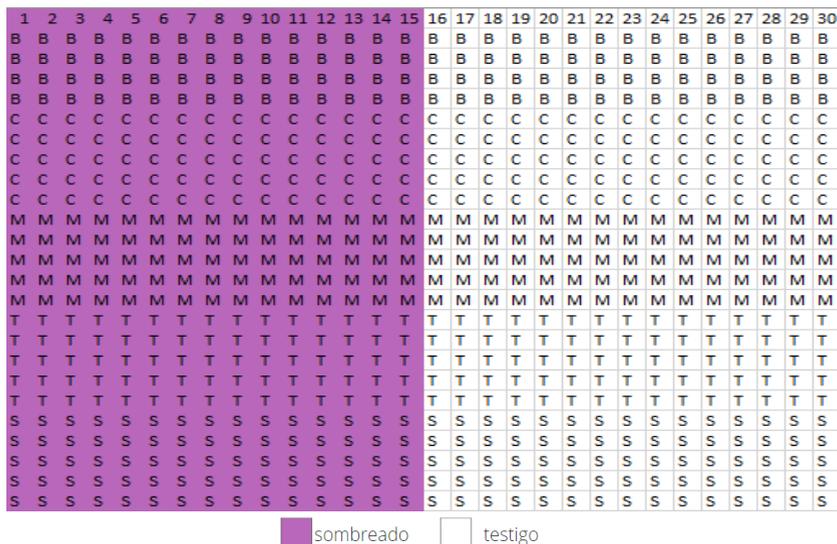


Figura 1. Diseño experimental con la disposición de las variedades.

3.3. Método de muestreo y preparación de la muestra.

Se tomaron muestras de 400 gramos semanalmente desde el envero hasta la maduración completa, seleccionando las uvas tanto de la cara Norte como de la cara Sur. Dentro de una misma cara esta selección se hacía recogiendo entre 4 y 7 granos por cepa, de manera aleatoria, teniendo en cuenta que debían ser seleccionados homogéneamente tanto de la parte superior del cuerpo del racimo, más abultada, como de su extremo inferior. Semanas antes al inicio del muestreo, se hizo un recuento del número de racimos por cepa y el número de uvas por racimo.

El momento óptimo de vendimia se determinó mediante la medición periódica de los grados Brix, la acidez total, y el pH de la uva. Además en las variedades tintas se determinaron las propiedades cromáticas (intensidad de color y tonalidad), antocianos e IPT.

Una vez obtenido el peso de 100 uvas, se trituraron 200 ± 5 g de bayas con una batidora de vaso, durante 45 segundos. La papilla resultante se introdujo en un bote de plástico de 200 ml añadiendo 1g/hL de enzimas pectolíticas para facilitar la sedimentación de los sólidos. Posteriormente se calentó 1 minuto en un microondas de 800W para facilitar la extracción de taninos y polifenoles, centrifugándose finalmente a 5000 rpm durante 10 minutos. Para el análisis de antocianos, color, tono e IPT, el sobrenadante se dispensó mediante una jeringuilla a tubos de ensayo. Para la determinación del IPT la muestra se diluye de 1 a 100 en agua, y para los antocianos se utiliza el método de Puisant and Leon (1967), que consiste en diluir la muestra con HCl del 1%. Puesto que la cubeta a utilizar para la medición será de 1 mm, la dilución empleada será 1/11.

Para el vino elaborado no se requiere ningún tipo de preparación de la muestra, exceptuando las diluciones mencionadas con el IPT y los antocianos.

3.4. Procesado y elaboración

La uva se recoge en cajas de 15 kg y se lleva a la bodega almacenándose en una cámara frigorífica a -3°C para ser procesada al día siguiente. El despalillado-estrujado se realiza con una despalilladora estrujadora de rodillos de caucho y los pasos siguientes difieren en función del tipo de vino a elaborar: en el caso de vino blanco o rosado se procede al prensado de la uva estrujada, y en el caso de vino tinto se realiza la maceración y fermentación de forma simultánea.

3.4.1. Vino blanco o rosado

La uva estrujada y el mosto se vierten directamente del cuévano a la prensa vertical de membrana de unos 25 kg de capacidad. El mosto obtenido, libre de hollejos y pepitas, se coloca en depósitos de acero inoxidable de diferentes volúmenes (10, 30 y 50 L) para realizar el desfangado. Se añade pectinasa concentrada y purificada especialmente para la clarificación de mostos blancos y rosados (Novoclair Speed) a razón de 1 g/hL y de 20 g/hL de proteína de guisante para la reducción de catequinas. La dosis de SO₂ adicionada al mosto fue de 50 mg/L en forma de metabisulfito potásico. Después, durante 24-48 horas el mosto se almacena en la cámara frigorífica a una temperatura de -3 °C.

Una bomba manual permite realizar el trasiego, mediante un trasvase de líquidos por gravedad hacia recipientes de vidrio de 10 y 20 litros. Se deja templar el mosto durante unas horas hasta que alcance una temperatura apta para inocular las levaduras. Se inoculan levaduras comerciales *Saccharomyces Cerevisiae* (1 g/L) potenciadoras de la formación de tioles (Excellence Fth). La fermentación se realizó entre 16 y 18°C, para que fuese lenta.

El seguimiento de la fermentación se realizó diariamente mediante la medida del peso en una báscula. Aunque es importante para determinar las dosis y cantidades de aditivos y levaduras, el peso del mosto en cada recipiente puede no ser el mismo, por lo tanto, al final de la fermentación se determinará la curva de seguimiento de la fermentación a lo largo del tiempo en función del porcentaje de peso perdido, y no en función de su valor absoluto, por lo que si hay una diferencia entre los valores iniciales de las diferentes muestras, ésta resultará irrelevante. Una vez se comprobó la ausencia de azúcares reductores, se procedió al trasiego, sulfitado de los vinos a razón de 30 mg/L de SO₂, y a la estabilización de bitartratos por frío a -3°C, embotellándose a continuación los vinos ya acabados.

3.4.2. Vino tinto

Como ya se ha comentado anteriormente, el procesado del vino tinto requiere unos pasos adicionales, después del despalillado-estrujado se procede a la maceración, que consiste en el paso por solubilización de un complejo de sustancias extractivas de los hollejos y pepitas al líquido que embebe. Entre las sustancias extractivas predominan los compuestos fenólicos, en particular los antocianos y taninos, siguen después las sustancias que constituyen los aromas primarios, y por último sustancias pécticas, ácidos orgánicos y sus sales, sustancias nitrogenadas y fosforadas, etc., (Berriatua, 2004).

La temperatura de fermentación osciló entre los 20 y 22°C. Como levadura comercial, se utilizó la Excellence FR a razón de 1g/L (específica para tintos) y una dosis de SO₂ de 50 mg/L en forma de metabisulfito potásico, realizándose bazuqueos diariamente. Tras una semana de maceración, se realizó el prensado, con un rendimiento de 80 litros de vino por cada 100 kilos de uva, de tal manera que todos los vinos tuvieran aproximadamente el mismo tiempo de maceración.

3.5. Métodos analíticos

Para los mostos y vinos se ha realizado las siguientes determinaciones analíticas:

1. Contenido en azúcares. Se realiza con un refractómetro, obteniendo una lectura en forma de porcentaje másico (grados Brix), que expresan los gramos de sacarosa por 100 gramos de disolución. La determinación de los azúcares mediante esta técnica es una indicación meramente cualitativa, pues sirve como referencia del grado de madurez de la uva para poder establecer el momento óptimo de vendimia. Asimismo, mediante la utilización de tablas de conversión, se puede establecer el grado alcohólico probable del mosto a partir de los grados Brix (OIV, 2018). La madurez enológica, definida como el momento óptimo de realizar la vendimia permite elaborar, en una situación y en una añada determinada el vino de la mejor calidad posible (Ramírez y González, 2012).

2. Acidez total. Con un potenciómetro se determina la neutralización a pH 7 de una muestra mediante adición de NaOH 0,1 M tomando 10 mL del mosto (o vino) y añadiendo agua destilada. Por tanto, la acidez total expresada en g/L de ácido tartárico será $AT = 0,75 \cdot n$, siendo n el volumen en mililitros de NaOH 0,1 M consumidos en la valoración (OIV, 2018).

3. pH. Se utiliza un pH-metro, correctamente calibrado con la ayuda de *buffers* o tampones químicos, por inmersión directa de la sonda en una muestra de mosto o vino (OIV, 2018)

4. Intensidad colorante (IC). Por definición el color en un vino es la suma de las absorbancias a 420, 520 y 620 nanómetros (nm) medidas en una cubeta de 1 cm. Debido a que el pH del medio modifica el color, no se puede diluir la muestra para entrar en el rango de medida del espectrofotómetro y por lo tanto la medida es directa con una cubeta de 1 milímetro (0,1 cm), corrigiéndose la absorbancia multiplicando por 10.

5. Tono. Es el cociente entre la absorbancia a 420 y 520 nm. Tonos más bajos se corresponden con colores más vivos en los vinos.

6. Antocianos . Una vez acidificada la muestra, se realiza la medición a 520 nm utilizando una cubeta de 1mm (0,1 cm). La concentración de antocianos en mg/L vendrá determinada según la fórmula:

$$[\text{Antocianos}] = 22,76 \cdot f \cdot 1d \cdot A520,$$

siendo f el factor de dilución (11) y d el paso óptico en cm (0,1)

Por tanto, la fórmula resultante será $[\text{Antocianos}] = 22,76 \cdot 11 \cdot 10 \cdot A520 = 2503,6 \cdot A520$ (Blouin, 1969).

7. Índice de Polifenoles Totales (IPT). Por definición, el Índice de Polifenoles Totales es la absorbancia a 280 nm (ultravioleta). En este caso se diluye la muestra 1 a 100 en agua y se mide sobre cubeta de 1 cm. Después el resultado se multiplica por 100 (Ribereau-Gayon et al., 2003).

8. Taninos totales. Los vinos se trataron con una solución de gelatina y el sobrenadante se sometió a la determinación de proantocianidinas. Los taninos precipitables se expresaron como la diferencia entre los taninos condensados totales y los taninos dosificados en el sobrenadante (no precipitables). Los resultados se expresaron en mg/L vino (Vila et al., 2005).

9. Índice de Gelatina. Puede ser considerado como un reflejo de la astringencia del vino. Cuando más elevado sea más astringente parecerá el vino. El índice no caracteriza exclusivamente a las moléculas condensadas, sino también a algunos taninos poco polimerizados, ya que representa el porcentaje de taninos capaces de combinarse con la gelatina y susceptibles de intervenir a nivel de astringencia. Para su determinación se utiliza el método de Glories (1978).

3.6. Tratamiento estadístico

Para garantizar la representatividad, los resultados obtenidos han sido tratados estadísticamente. El método utilizado sobre cada testigo/sombreado por variedad ha sido el análisis de varianza ANOVA simple. Su intervalo de confianza se fijó en un 95%, por tanto, su nivel de significación α corresponde a un 0.05. Los resultados fueron significativos y no dependientes de variables específicas o del azar. Todas las pruebas experimentales se realizaron por triplicado y las determinaciones analíticas se repitieron dos veces para reforzar la validez de las hipótesis.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Parámetros analizados en la uva

La Tabla 2 muestra los valores de los rendimientos obtenidos por cada variedad. Las variedades Semillon y Bobal han sufrido una pérdida de producción importante. Estas variedades se caracterizan por tener una maduración tardía, lo que conduce a pensar que la falta de luz y temperatura ha influido en su rendimiento. La variedad Cabernet Sauvignon es también otra variedad considerada tardía, sin embargo, su producción ha aumentado un 6,74%, como ha sucedido con las variedades tempranas Merlot (17,53%) y Tempranillo (20,26%). Parece evidente que las variedades tempranas se ven influenciadas con un aumento del rendimiento (kg/cepa) debido al sombreado.

Tabla 2. Valores medios del rendimiento obtenido en Kg/cepa

	Semillon	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	2,46±0,16	1,97±0,16	1,57±0,52	1,62±0,35	2,67±0,34
Sombreado	1,98±0,03	2,32±0,47	1,89±0,39	1,73±0,17	1,54±0,33
Variación (%)	-19,47	17,53	20,26	6,74	- 42,30

0.

En la Figura 2 viene la representación gráfica del efecto que produce el sombreado sobre el rendimiento de la cepa. La mayor diferenciación estadísticamente significativa, a la hora de evidenciar la influencia del sombreado se ha dado en las variedades Semillon y Bobal (las únicas que han perdido % de rendimiento) existiendo diferencias significativas entre ellas ya que las desviaciones del testigo y el sombreado no se solapan.

La detección de diferencias significativas entre unidades de producción, a través de la inexistencia de solape entre los intervalos de confianza asociados a cada una de dichas unidades, es una técnica sencilla y aproximada de comparación. Existen métodos más precisos, como la prueba t de Student o la técnica del Análisis de Varianza, pero en la mayoría de las ocasiones el método propuesto permite extraer conclusiones con la suficiente aproximación como para no justificarse un aumento en la complejidad de cálculo (Montgomery, 1992).

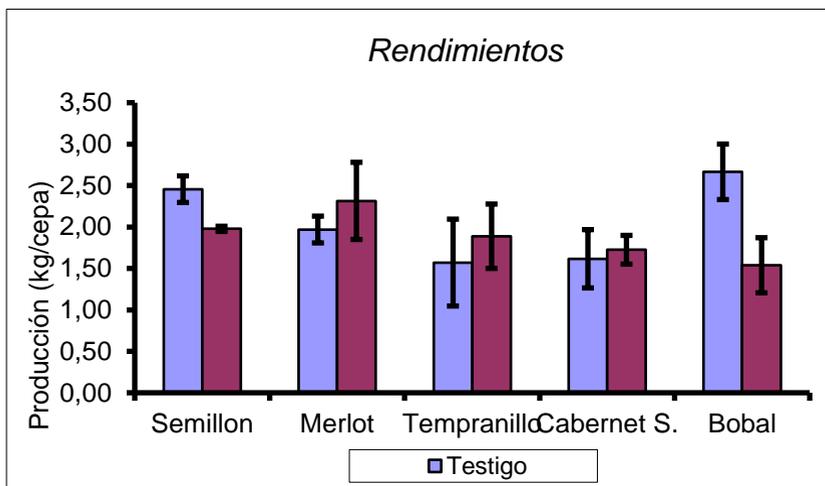


Figura 2. Evolución de los rendimientos obtenidos por cada variedad

La Tabla 3 muestra los valores del peso en gramos de 100 granos, lo cual indica el peso medio de la uva que se ha alcanzado. Es de notar que las uvas de Merlot y Tempranillo, junto con Cabernet Sauvignon, que son las variedades que tenían mayor rendimiento son las que mayor peso por 100 granos de uva han perdido. Esto quiere decir que las variedades que han aumentado la producción, también se han visto beneficiadas con el sombreado de un mayor número de granos totales. Obtener un fruto de mayor tamaño, en detrimento del número de granos.

Tabla 3. Valores medios del peso en gramos de 100 granos de uva

	Semillon	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	152,56±15,94	99,22±6,71	164,87±22,65	104,71±6,13	234,93±5,05
Sombreado	180,78±16,39	95,90±2,52	154,90±6,71	103,26±2,64	245,76±19,70
Variación (%)	18,50	-3,35	-6,05	-1,38	4,61

A pesar de este fenómeno, la Figura 3 muestra que los efectos del sombreado no han influido sobre ninguna variedad de manera significativa.

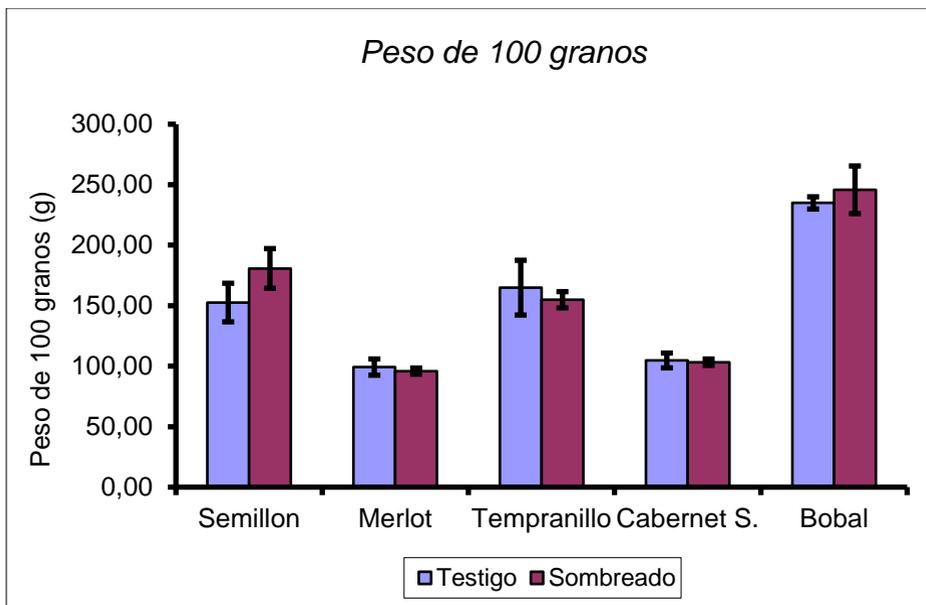


Figura 3. Evolución del peso medio en gramos de 100 granos de uva

En la Tabla 4 vienen los valores medios de los granos por racimo que hay en cada variedad. El parámetro del n° de granos por racimo confirma que las variedades con menor peso por cada 100 granos, son las que mayor producción han obtenido, debido a que el efecto del sombreado ha dado lugar al desarrollo de un mayor número de granos por racimo. Así pues, mientras Semillon y Bobal tienen una pérdida de granos por racimo del 10,03% y 24,71% respectivamente, Merlot, Tempranillo y Cabernet S. tienen un aumento del 13,74%, 32,22% y 15,73% respectivamente.

Tabla 4. Valores medios de granos por racimo en cada variedad

	Semillon	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	137,79±5,50	119,03±8,10	117,01±15,09	104,60±4,61	196,01±19,69
Sombreado	123,98±10,46	135,38±20,75	154,72±22,02	121,05±5,25	147,58±27,25
Variación (%)	-10,03	13,74	32,22	15,73	-24,71

En la Figura 4 puede observarse que la Cabernet S. es la única variedad que presenta diferencias significativas respecto al testigo.

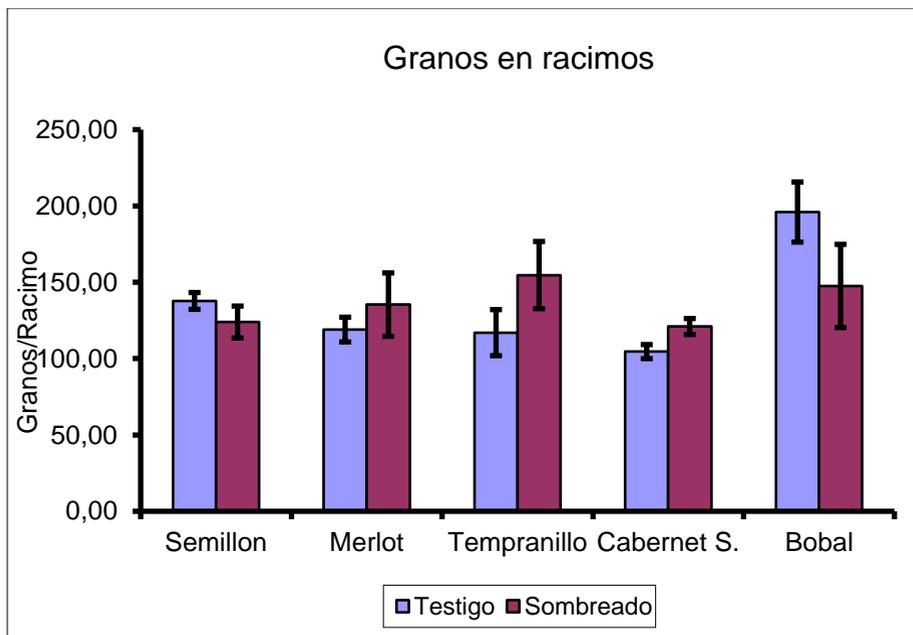


Figura 4. Evolución de granos por racimo en cada variedad

La Tabla 5 muestra los valores del grado Brix por variedad. Como puede observarse, el sombreado ha ejercido una influencia mínima sobre los valores obtenidos. La influencia del sombreado no es, por lo tanto, determinante. En la Figura 5 se observa como las desviaciones de cada variedad se solapan en todos los casos, entre testigos y sombreados, no existiendo diferencias significativas.

Tabla 5. Valores medios del grado Brix por variedad

	Semillon	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	20,13±0,29	24,85±0,32	22,68±0,98	24,03±0,29	21,38±0,48
Sombreado	20,58±0,61	25,30±0,64	22,80±0,42	23,78±0,34	21,40±0,52
Variación (%)	2,24	1,81	0,55	-1,02	0,12

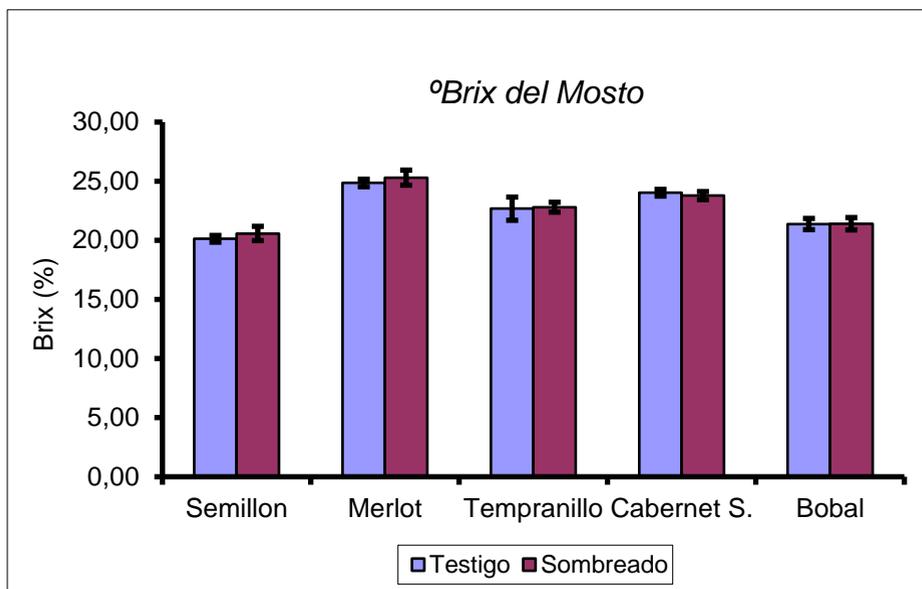


Figura 5. Evolución de los grados Brix por variedad

La Tabla 6 presenta los resultados de los valores de Acidez Total obtenidos en cada variedad. Aunque en este parámetro, el sombreado no ha marcado una clara diferenciación entre variedades tempranas y tardías, sí que se ha conseguido un ligero aumento del 8,97% en la acidez de la variedad Tempranillo, que era el efecto buscado. Este es el único de los cambios que resulta más significativo. La Semillon es la variedad que más ha aumentado su Acidez Total bajo los efectos del sombreado, con un aumento del 10,74%, siendo la variedad Bobal la que menos ha aumentado su acidez (4,66%), y la variedad Merlot es la que más ha disminuido su Acidez Total con el sombreado.

Tabla 6. Valores medios de la Acidez Total en g/L de ácido tartárico

	Semillon	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	5,96±0,12	5,52±0,24	5,24±0,08	6,94±0,19	6,23±0,06
Sombreado	6,60±0,21	5,08±0,45	5,71±0,32	6,94±0,25	6,52±0,11
Variación (%)	10,74	-7,97	8,97	0,00	4,66

La Figura 6 muestra cómo las variedades que han aumentado su % de ácidos, lo han hecho de manera determinante, mientras que las variedades que han perdido ácidos no presentan cambios estadísticamente significativos.

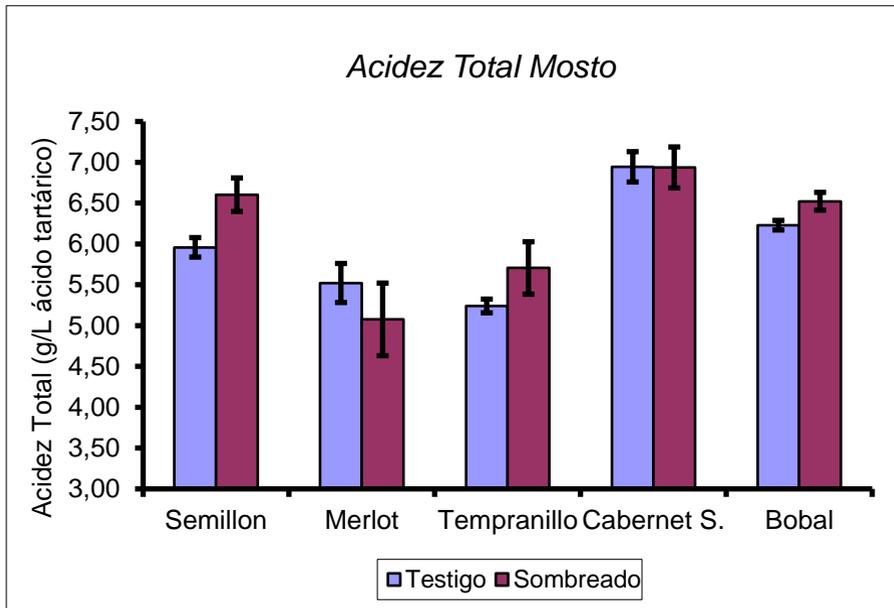


Figura 6. Evolución de la Acidez Total en cada variedad

En la Tabla 7 se exponen los valores medios de pH del mosto. La disminución del pH en el mosto es una de las principales técnicas prefermentativas para mejorar la unión de los antocianos monómeros con el resto de las sustancias fenólicas (Gutiérrez, 2007). Se produce una disminución en todas las variedades excepto en la Bobal, la cual ha elevado su pH de 3 a 3,2 (un aumento del 6,67%). En cuanto a las variedades tintas, la variedad Merlot tiene el pH más elevado, a pesar de haber disminuido un 3,56%. La mayor disminución de pH se produce en la variedad Semillon con casi un 6% de variación.

Tabla 7. Valores medios del pH del mosto

	Semillon	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	3,21±0,02	3,37±0,04	3,39±0,04	3,14±0,03	3,00±0,01
Sombreado	3,02±0,03	3,25±0,04	3,20±0,01	2,98±0,01	3,20±0,02
Variación (%)	-5,92	-3,56	-5,60	-5,10	6,67

La Figura 7 pone de manifiesto la gran influencia del sombreado sobre el pH, ya que en todas las variedades las diferencias son significativas.

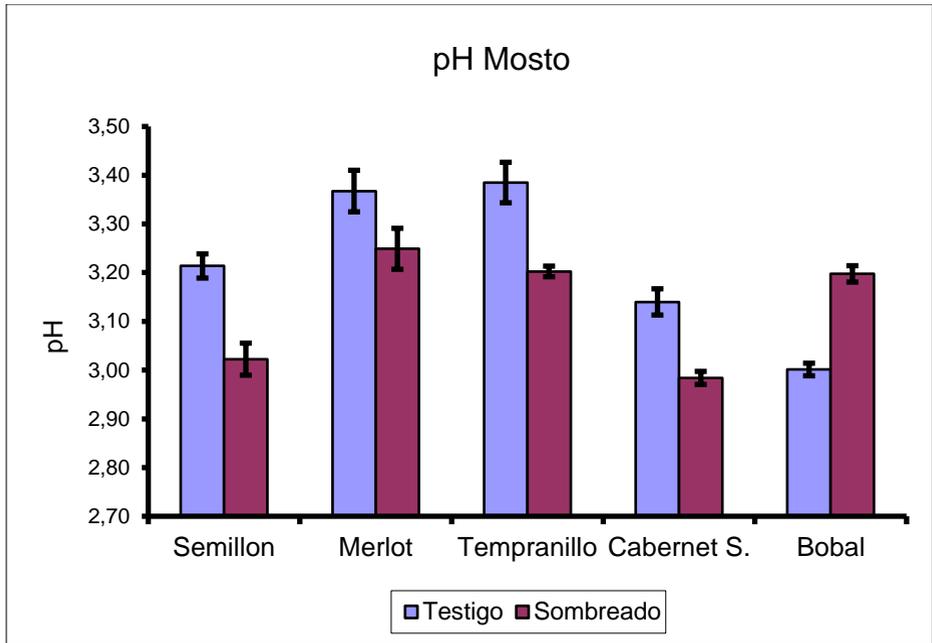


Figura 7. Evolución del pH del mosto

4.2. Parámetros analizados en los vinos

La Tabla 8 muestra los valores medios de Grado alcohólico de los vinos y su porcentaje de pérdida o ganancia. Bajo los efectos del sombreado los vinos de Semillon y Merlot, han visto aumentado su Grado alcohólico en un 4,9% y 1,9% respectivamente. En el resto de las variedades ha habido una pérdida, sobre todo en los vinos de la variedad Bobal, con una disminución del 17,72%.

Tabla 8. Valores medios del Grado alcohólico (% vol) en los vinos

	Semillon	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	12,16±0,10	15,12±0,52	13,76±0,50	14,55±0,25	13,43±0,22
Sombreado	12,75±0,42	15,41±0,20	13,69±0,26	14,18±0,22	11,05±0,49
Variación (%)	4,91	1,90	-0,51	-2,55	-17,73

En la Figura 8 se observa que únicamente los vinos de Semillon y Bobal presentan diferencias significativas con la muestra testigo.

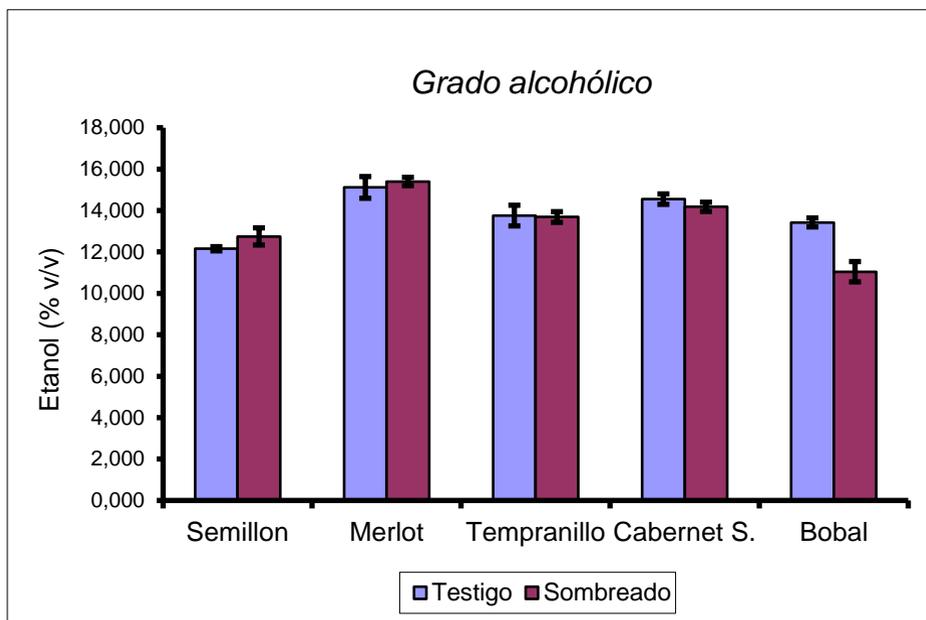


Figura 8. Evolución del Grado alcohólico de los vinos

En la Tabla 9 vienen los valores de Acidez Total de los vinos elaborados. Todas las variedades aumentan su acidez, a excepción del Merlot, siendo los vinos de Bobal los que sufren el mayor aumento (8,93%).

Tabla 9. Valores medios de la Acidez Total (en g/L ác. tartárico) de los vinos

	Semillon	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	6,43±0,14	6,45±0,23	5,73±0,23	7,14±0,09	7,03±0,12
Sombreado	6,80±0,33	6,25±0,29	6,16±0,38	7,31±0,19	7,66±0,10
Variación (%)	5,75	-3,42	7,37	2,46	8,93

En la Figura 9 puede observarse que únicamente los vinos de Bobal presentan diferencias significativas respecto de la Acidez Total en los vinos elaborados.

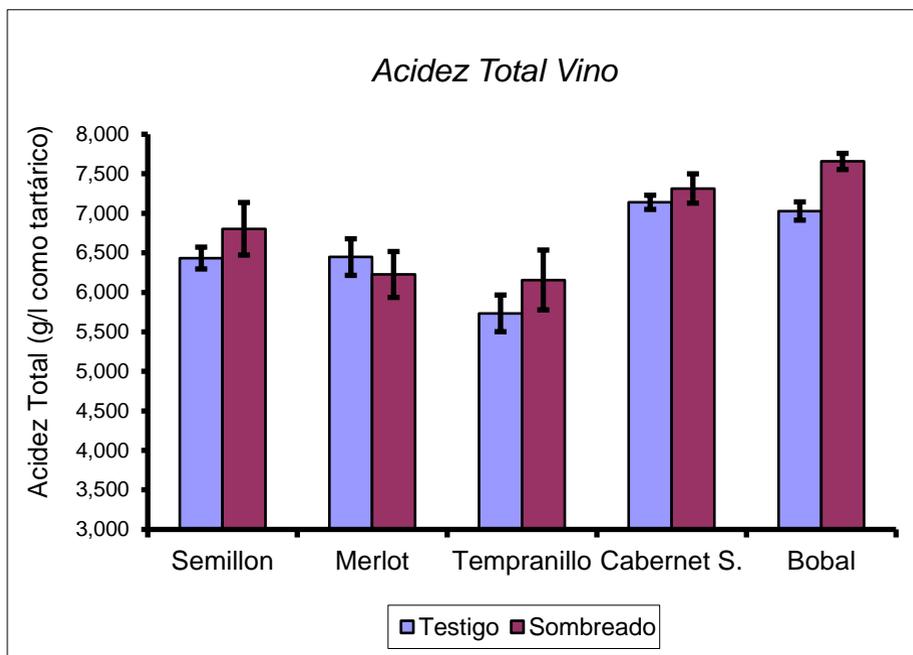


Figura 9. Evolución de la Acidez Total de los vinos

La Tabla 10 muestra los valores medios del pH obtenido en los vinos elaborados. Tempranillo y Bobal tienen una pérdida del 0.03% y 2.78% respectivamente, mientras que Semillon, Merlot y Cabernet S. tienen un aumento del pH (3,40%, 3,51% y 1,77% respectivamente).

Tabla 10. Valores medios del pH de los vinos

	Semillon	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	3,13±0,05	3,46±0,10	3,87±0,05	3,51±0,03	3,33±0,04
Sombreado	3,23±0,05	3,58±0,07	3,87±0,06	3,57±0,05	3,24±0,03
Variación (%)	3,40	3,51	-0,03	1,77	-2,78

En la Figura 10 se observa que los vinos de las variedades que tienen una variación significativa del pH por los efectos del sombreado son Semillon y Bobal.

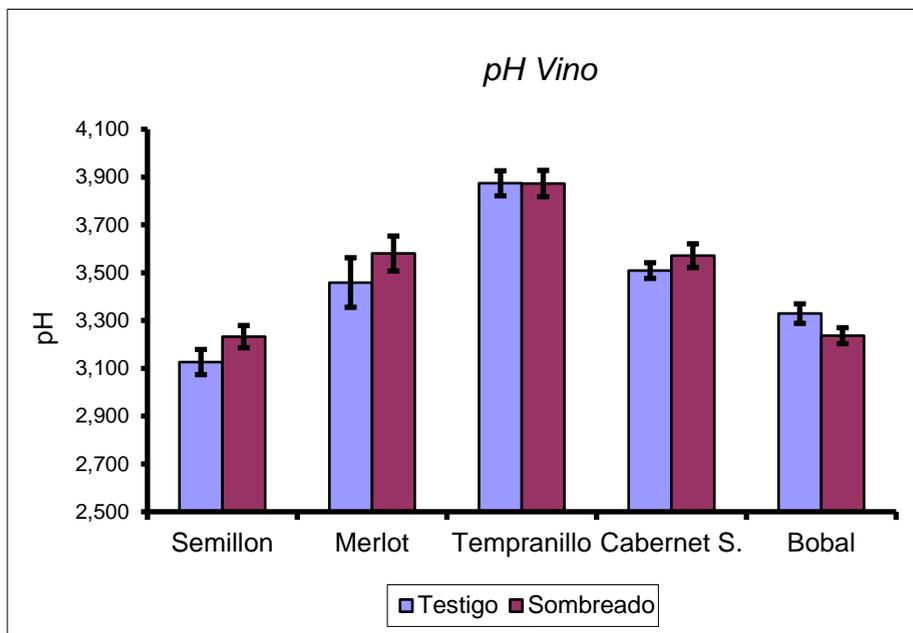


Figura 10. Evolución del pH en los vinos de cada variedad

En la Tabla 11 aparecen los valores de la Intensidad Colorante de los vinos. Los vinos de Merlot (6,35%) y Cabernet S. (9,37) tienen un aumento de color con el sombreado. Los vinos de la variedad Bobal, por el contrario, han disminuido su color un 12,61%.

Tabla 11. Valores medios de la Intensidad Colorante en los vinos

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	15,73 ±1,55	14,55±2,18	19,06±0,89	15,82±1,72
Sombreado	16,72±0,57	14,68±1,21	20,85±1,21	13,83±3,64
Variación (%)	6,35	0,92	9,37	-12,61

La Figura 11 muestra como sus desviaciones se superponen a excepción de los vinos de la variedad Cabernet S. que es, además, la que mayor aumento de Intensidad Colorante ha registrado.

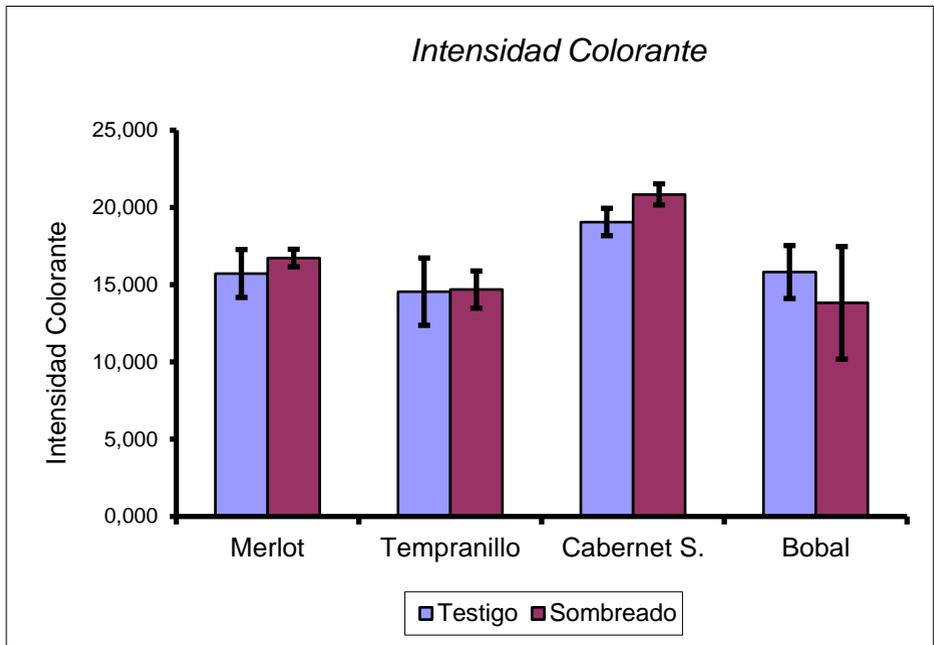


Figura 11. Evolución de la Intensidad Colorante en los vinos

En la Tabla 12 vienen los valores del Tono de los vinos de cada variedad. Al analizar los resultados se observa que todas aquellas variedades que aumentaron la Intensidad Colorante han perdido Tono. Los tonos más bajos corresponden a colores más vivos, por lo que los vinos de Tempranillo (13,65%), Cabernet S. (9,68%), y Bobal (7,24%) son los más beneficiados de los efectos del sombreado.

Tabla 12. Valores medios del Tono en los vino

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	0,44±0,01	0,53±0,04	0,44±0,01	0,39±0,01
Sombreado	0,45±0,01	0,46±0,02	0,40±0,01	0,37±0,01
Variación (%)	4,19	-13,65	-9,68	-7,24

La Figura 12 muestra cómo las variaciones de todas las variedades resultan estadísticamente significativas, a pesar de sus pequeñas desviaciones.

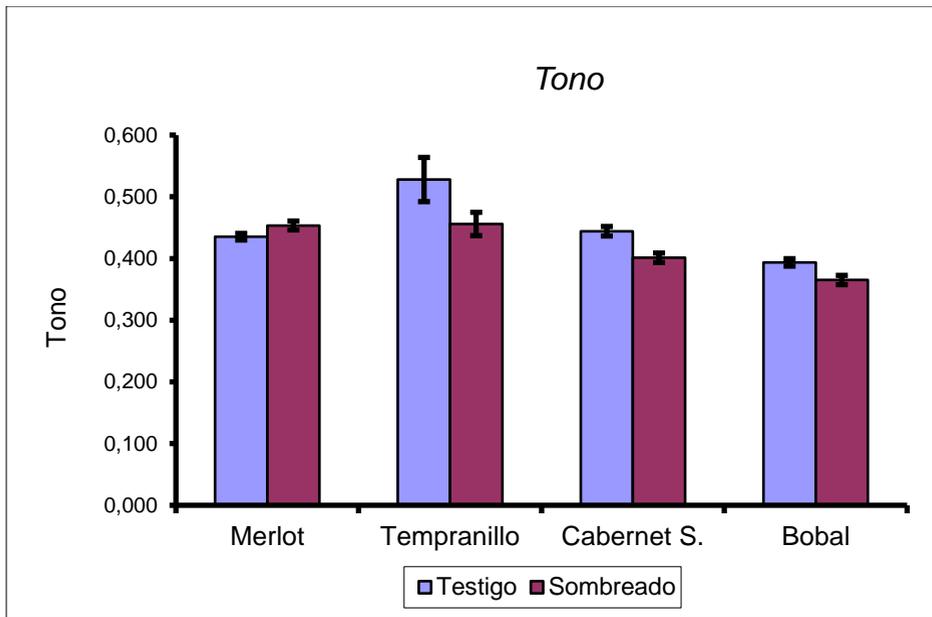


Figura 12. Evolución del Tono en los vinos

En la Tabla 13 vienen expuestos los valores medios del Índice de Polifenoles Totales de los vinos. Se observa que las variedades Merlot, Tempranillo, y Cabernet S. han visto su IPT incrementado en un 3,61%, 8,35% y 7,43% respectivamente. Por otro lado, la variedad Bobal es la que sufre la mayor disminución ya que su IPT disminuye un 15,81%. El aumento del tiempo de maduración permite a los taninos perder astringencia, aumentando la cantidad de polifenoles, y facilitando la estabilización de los antocianos.

Tabla 13. Valores medios del Índice de Polifenoles Totales en los vinos

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	48,59±2,44	55,64±2,70	57,87±5,01	50,67±4,37
Sombreado	50,34±1,13	60,29±1,22	62,16±1,34	42,66±4,14
Variación (%)	3,61	8,35	7,43	-15,81

La evolución de los valores de IPT que aparecen en la Figura 13 pone de manifiesto que prácticamente no existen diferencias significativas entre los valores de IPT obtenidos con sombreado y sin sombreado del viñedo.

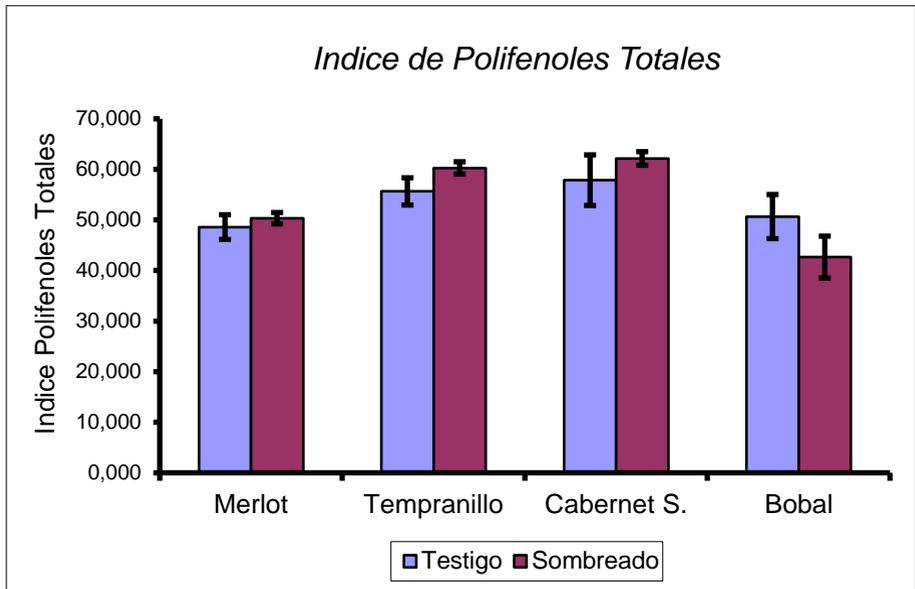


Figura 13. Evolución del Índice de Polifenoles Totales en los vino

En la Tabla 14 se exponen los resultados obtenidos del contenido en Antocianos de los vinos. La elongación del periodo de maduración por efecto del sombreado ayuda a obtener niveles de antocianos más elevados gracias a que la disminución de la radiación solar evita una sobremaduración anticipada en variedades no adaptadas al clima.

Los antocianos son compuestos fenólicos, pertenecientes a la familia de los flavonoides. Los antocianos monómeros originales de la uva tienen una vida efímera en el vino, de sólo unos meses, y desaparecen para dar lugar a nuevos pigmentos de muy variadas estructuras y que llegan a tener una persistencia de muchos años. Los antocianos libres presentes en la uva pueden ser decolorados durante el proceso fermentativo si estos no se combinan con los “copigmentos” (Aleixandre, 2011)

Se puede considerar que la transferencia de antocianos monómeros de la uva al vino es un equilibrio de reparto de estas sustancias entre dos fases cuyo equilibrio alcanzado dependerá de la afinidad de las sustancias a repartir por las dos fases entre las que se transfieren (Gutiérrez, 2007).

Los vinos de Bobal son los únicos que han sufrido una pérdida de antocianos. Tratándose de una variedad tardía con mucho color, una disminución del 1.26% resulta insignificante y comprensible, en una variedad que de forma natural expresa al máximo sus antocianos, y que un periodo mayor de maduración provoca una pequeña pérdida.

Tabla 14. Valores medios de los Antocianos en los vino en mg/L

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	610,03±55,9	566,91±13,0	631,75±61,9	599,74±55,8
Sombreado	648,03±11,6	660,04±7,1	779,80±17,0	592,16±75,0
Variación (%)	6,23	16,43	23,43	-1,26

La concentración máxima de antocianos, puede coincidir con la madurez de la pulpa, determinada por la relación azúcar/acidez con lo que se tendría una madurez óptima. Puede darse antes, lo que indicaría que la variedad en cuestión no se adapta bien a las condiciones edafoclimáticas en las que se ha cultivado. Este sería el caso de la variedad Tempranillo. Puede darse después, por lo que se necesitaría una cierta sobremaduración de la pulpa para alcanzar una correcta maduración de pieles y semillas (Ramírez y González, 2012).

El efecto del sombreado es principalmente la elongación del periodo de maduración. Este incremento del intervalo permite la reducción de la astringencia de los taninos procedentes de las pepitas, pero tiene el inconveniente de la pérdida de antocianos si existe sobremaduración (Méndez, 2005).

La Figura 14 revela que solamente los contenidos en antocianos de los vinos de Tempranillo y Cabernet S., que han aumentado un 16.428% y 23.434% respectivamente, son estadísticamente significativos.

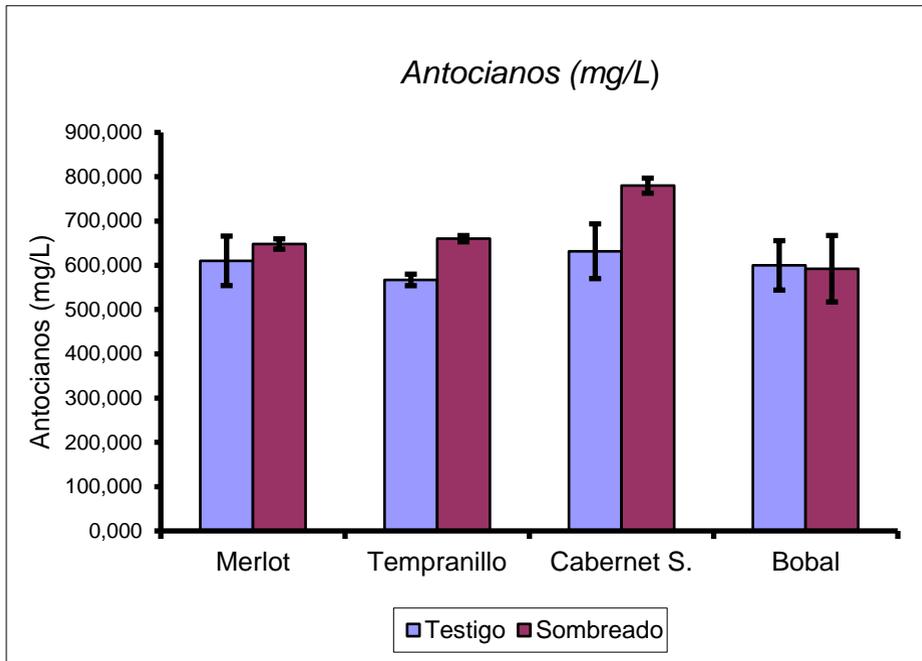


Figura 14. Evolución del contenido en Antocianos presentes en los vino.

La Tabla 15 muestra los valores de la relación Antocianos/IPT en los vinos de cada variedad. Al alargar la maduración, se ha conseguido obtener un nivel de antocianos más elevado, y por lo tanto los vinos de Merlot, Tempranillo, Cabernet S., y Bobal, han aumentado su nivel de antocianos respecto a IPT un 2.75%, 7.32%, 15.02%, y 17.04% respectivamente.

Tabla 15. Valores medios de la relación Antocianos-IPT

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	12,53±0,54	10,20±0,49	10,90±0,28	11,83±0,35
Sombreado	12,88±0,21	10,95±0,16	12,55±0,19	13,85±0,46
Variación (%)	2,75	7,32	15,02	17,04

La copigmentación es un factor determinante del color del vino y de su futura estabilidad. A medida que aumenta la concentración de compuestos polifenólicos, aumenta el porcentaje de antocianos copigmentados en la uva, facilitando su extracción en los hollejos (Aleixandre, 2011).

El color de los vinos tintos depende de la concentración de antocianos, y de su estado en el vino, estado que depende de varios factores y fenómenos, siendo uno de ellos el fenómeno de la copigmentación. La copigmentación se define como la asociación entre antocianos y otros compuestos fenólicos menos coloreados, dando lugar a una estructura compleja que aumenta la intensidad del color rojo del vino. Este efecto es muy importante en los vinos jóvenes, ya que es el responsable del 30-50% de su color.

En la Figura 15 puede observarse la evolución de la relación Antocianos/IPT. Existen diferencias significativas entre los vinos de Cabernet S. y de Bobal.

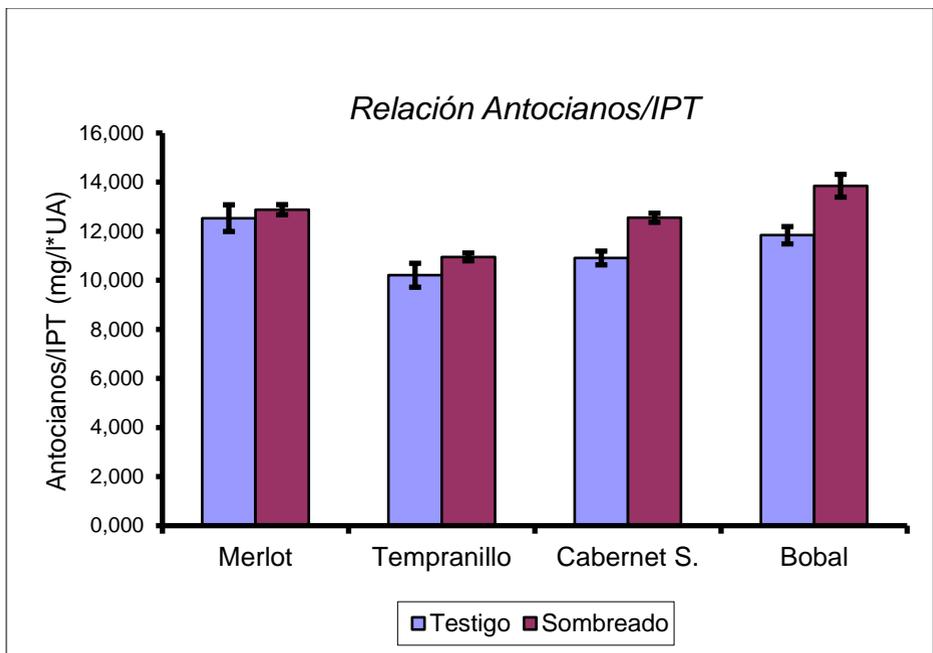


Figura 15. Evolución de la relación Antocianos/IPT en los vinos

La Tabla 16 muestra los valores de la relación Antocianos/IC de los vinos. La

relación pone de manifiesto que de todas las variedades la más afectada por los efectos del sombreado es la Merlot, que pierde un 0,10%.

Tabla 16. Valores medios de la relación Antocianos/IC

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	38,79±1,95	38,96±5,86	33,15±2,54	37,91±1,04
Sombreado	38,75±1,77	44,95±3,93	37,41±0,86	42,83±3,83
Variación (%)	-0,10	15,37	12,86	12,98

En la Figura 16 se muestra como las únicas variedades que no solapan sus desviaciones de sombreado respecto a la de los testigos son Cabernet S. y Bobal. Los vinos de Bobal aumentan un 12,98% la relación Antocianos/IC, mientras que los de Cabernet S. lo hacen un 12,86%.

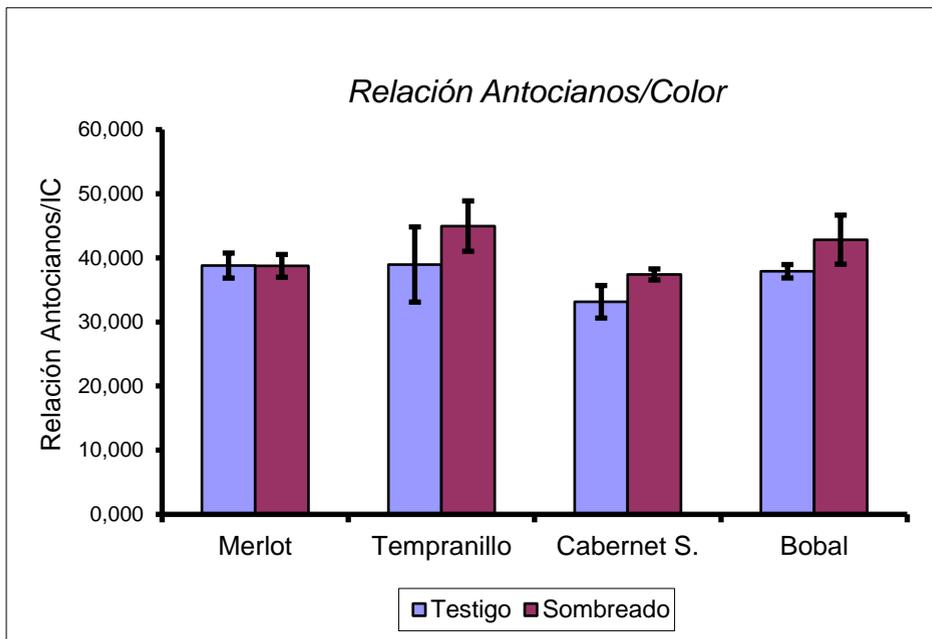


Figura 16. Evolución de la relación Antocianos/IC en los vino

4.3. Comportamiento de los taninos

Los taninos son compuestos fenólicos de gran tamaño obtenidos por polimerización de moléculas elementales con funciones fenólicas. Producen combinaciones estables con las proteínas. Los pesos moleculares de los taninos activos son de 600 a 3.500 unidades (Méndez, 2005).

En la Tabla 17 se exponen los valores medios del contenido en Taninos de los vinos elaborados con las diferentes variedades, existiendo una marcada diferencia entre el contenido total en taninos de las variedades tardías (Cabernet S. y Bobal) con disminuciones del 0,30% y 9,58% respectivamente, y las variedades tempranas, Merlot y Tempranillo, que han aumentado su contenido gracias a los efectos producidos por el sombreado en un 12,47% y 22,03% respectivamente, lo cual es importante dada la gran influencia que los taninos tienen en las características organolépticas de los vinos.

Las diferentes partes herbáceas del racimo contienen compuestos fenólicos con características bien diferentes. Los hollejos tienen una alta concentración de complejos tanino-polisacárido y tanino-proteína, que proporcionan una sensación agradable y equilibrada. Los raspones y las pepitas tienen altas concentraciones de procianidinas polimerizadas y taninos condensados, que producen una astringencia tánica muy acusada (Mendez, 2005).

La evolución de los taninos de la piel sigue una curva ascendente, mientras que los de las pepitas siguen un comportamiento inverso. Dado que la astringencia de los taninos de la piel disminuye y la de los de las semillas permanece constante, el balance final indica que los vinos elaborados con uva madura serán menos astringentes que los elaborados con uva verde para un mismo grado de extracción (Ramirez y González, 2012).

Tabla 17. Valores medios del contenido en Taninos (g/L) de los vinos

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	1,68±0,05	1,63±0,11	1,97±0,11	2,01±0,16
Sombreado	1,89±0,05	1,97±0,05	2,06±0,08	1,80±0,13
Variación (%)	12,47	22,03	-0,30	-9,58

Los estudios realizados por un panel de catadores seleccionados pusieron de manifiesto que los vinos descritos como afrutados, estructurados, armónicos y con taninos eran los mejor evaluados, mientras que los vinos que fueron

caracterizados como astringentes con presencia de taninos secos y altos niveles de aromas herbáceos fueron los peor evaluados (Disegna et al., 2017).

En la Figura 17 viene la evolución de los taninos en los vinos obtenidos con las diferentes variedades. Se observa que existen diferencias significativas entre el contenido en taninos de los vinos procedentes de las variedades tempranas Merlot y Tempranillo.

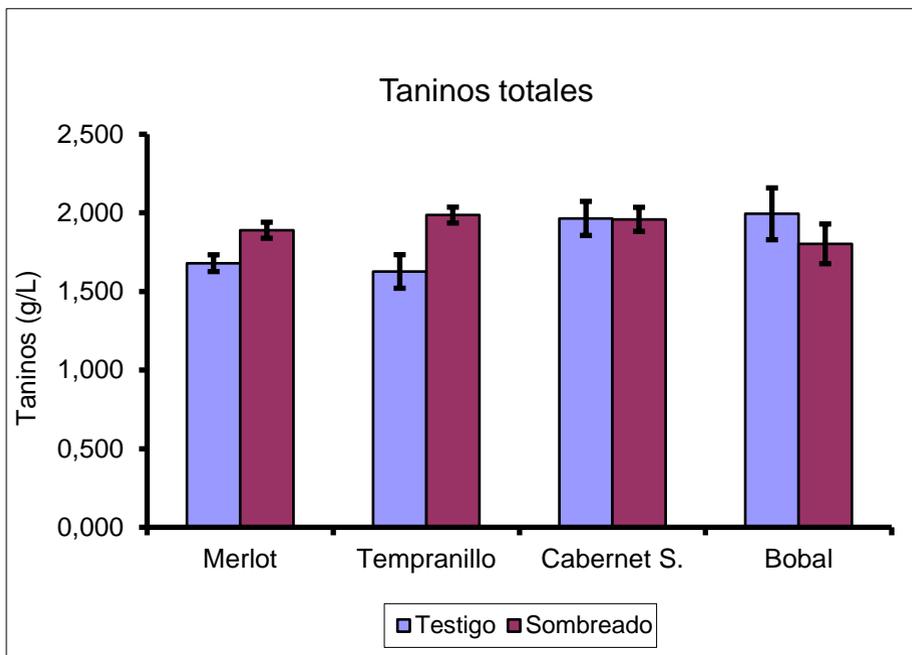


Figura 17. Evolución de los Taninos totales en los vinos

En la Tabla 18 vienen los valores medios de los contenidos en Taninos astringentes de los vinos, siendo los vinos de Cabernet S. y Bobal los que presentan disminuciones del 14,20% y 21,42%. El sombreado prolonga el tiempo de maduración de la uva, haciendo que los taninos astringentes se suavicen, haciendo posible que las variedades más tardías den origen a vinos todavía más suaves y atractivos.

Tabla 18. Valores medios de los Taninos astringentes en g/L

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	0,90±0,06	0,87±0,12	1,23±0,06	1,26±0,16
Sombreado	0,99±0,05	1,02±0,05	1,05±0,10	0,99±0,10
Variación (%)	10,47	16,38	-14,20	-21,34

Según se desprende de los valores que aparecen en la Tabla 17, los valores medios del contenido en Taninos totales sufren una pérdida importante en las variedades tardías debido a la pérdida de taninos astringentes. Esta pérdida resulta beneficiosa, dado que los resultados en relación con los Taninos suaves de las variedades Cabernet S. y Bobal, han registrado un aumento del 22,93% y 13,01% respectivamente.

En la Figura 18 se puede observar la evolución de los Taninos Astringentes en los vinos elaborados. Únicamente existen diferencias significativas entre los vinos testigo y sombreado elaborados con Cabernet S.

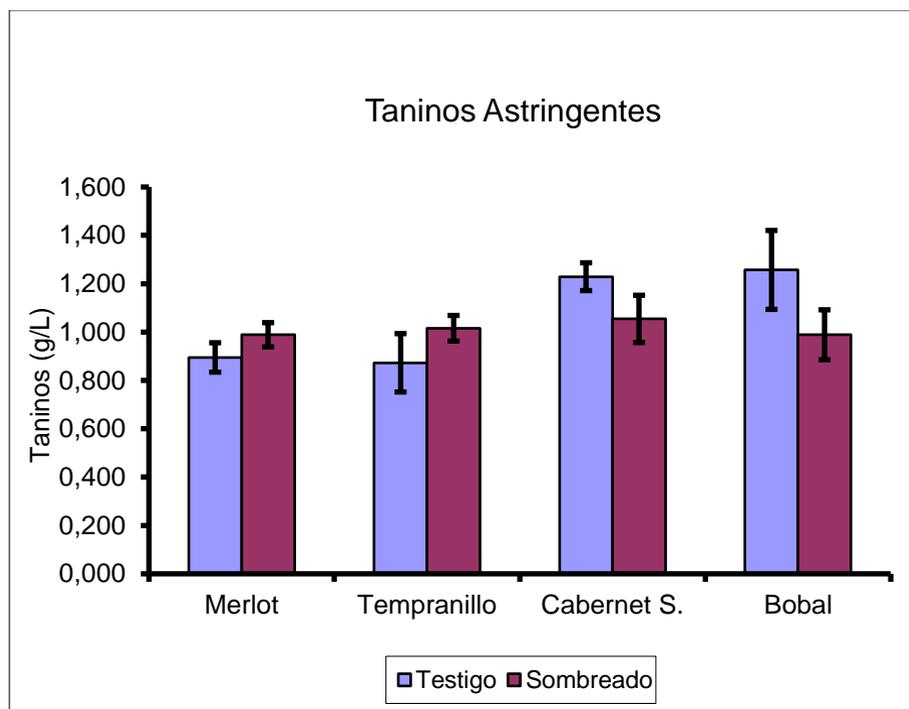


Figura 18. Evolución de los Taninos Astringentes en los vinos

En la Tabla 19 vienen los valores medios del contenido en Taninos suaves de los vinos elaborados. Se observa que todos los vinos elaborados aumentan el contenido en taninos suaves con el sombreado. Los vinos de las variedades Merlot y Tempranillo, cuyos contenidos en Taninos totales han aumentado como se observa en la Tabla 17, tienen el mayor aumento de Taninos suaves, con un 14,75% y 28,57% respectivamente.

Tabla 19. Valores medios del contenido en Taninos suaves (g/L) en los vinos.

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	0,79±0,01	0,75±0,05	0,74±0,07	0,72±0,11
Sombreado	0,90±0,02	0,97±0,03	0,90±0,05	0,81±0,05
Variación (%)	14,75	28,57	22,93	13,01

En la Figura 19 aparece la evolución de los Taninos suaves de los vinos obtenidos con las distintas variedades. Existen diferencias significativas en todos los vinos excepto entre los vinos elaborados con la variedad Bobal.

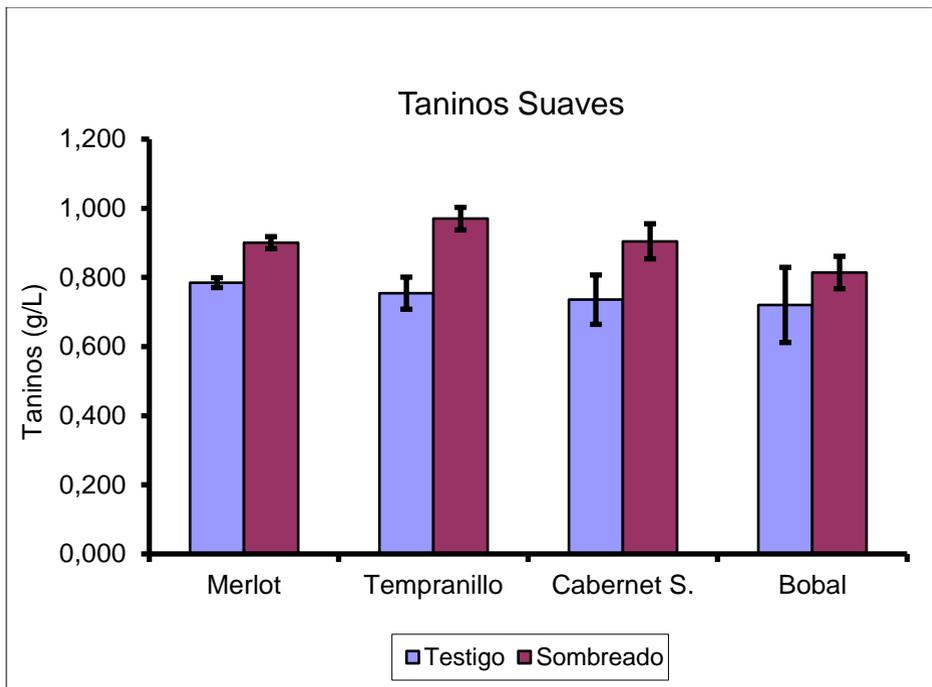


Figura 19. Evolución de los Taninos suaves de los vinos

La Tabla 20 muestra los valores medios del Índice de Gelatina. Este índice mide el porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas y producir la sensación de astringencia. Los vinos de las variedades Merlot y Tempranillo, tienen un aumento de los Taninos astringentes y también de los Taninos suaves, lo cual resulta en una pérdida de la astringencia en el cómputo global de los taninos. Los vinos de las variedades tempranas contrastan con los de las variedades tardías, disminuyendo su contenido en Taninos astringentes y aumentando los Taninos suaves con el sombreado, produciéndose además una pérdida de astringencia mucho mayor (del 14,31% y 13,80% respectivamente).

Tabla 20. Valores medios del Índice de Gelatina en los vinos

	Merlot	Tempranillo	Cabernet S.	Bobal
Testigo	53,13±1,98	53,31±4,21	62,62±2,12	63,47±4,82
Sombreado	52,17±1,54	51,01±2,02	53,66±3,21	54,71±2,48
Variación (%)	-1,80	-4,31	-14,31	-13,80

La Figura 20 muestra la evolución del Índice de Gelatina en los vinos elaborados con las diferentes variedades. Obviamente, existen diferencias significativas en los vinos de las variedades tardías Cabernet S. y Bobal.

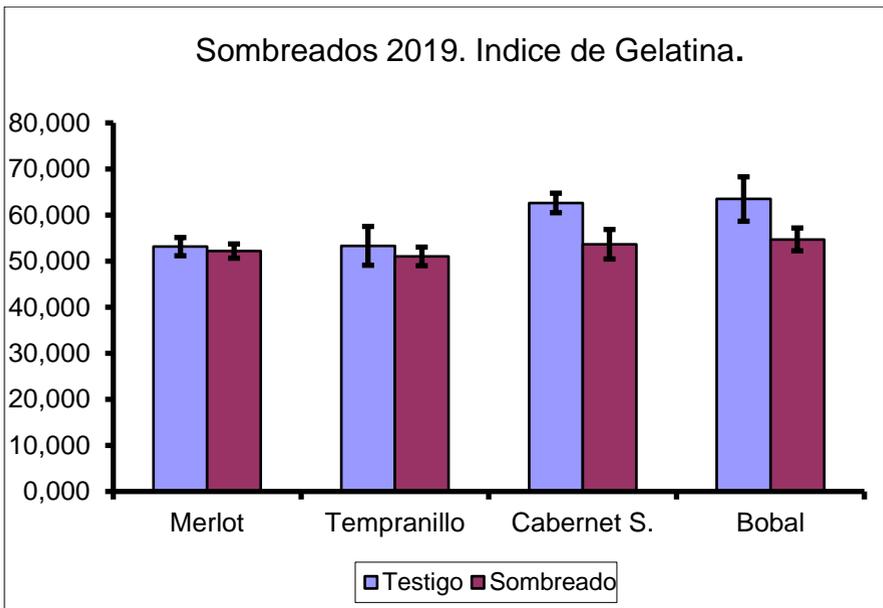


Figura 20. Evolución del Índice de Gelatina de los vinos

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este trabajo son las siguientes:

- Con el sombreado las variedades Semillon y Bobal, consideradas de maduración tardía, sufren una pérdida importante de su rendimiento expresado en Kg/cepa, no afectando a las otras variedades consideradas de maduración más temprana.
- El sombreado no influye significativamente sobre los valores del grado Brix de las distintas variedades utilizadas en el trabajo.
- La variedad Tempranillo con el sombreado sufre un ligero aumento de la acidez total y una ligera disminución del pH, que en definitiva era uno de los fenómenos deseados en este estudio.
- El grado alcohólico disminuye significativamente en los vinos de Bobal con sombreado, disminuyendo también el pH al tiempo que aumenta la acidez total. En los otros vinos elaborados apenas hay diferencias.
- Respecto a los parámetros relacionados con los compuestos fenólicos los vinos elaborados con las variedades Merlot, Tempranillo y Cabernet Sauvignon aumentan sus valores de Intensidad Colorante e Índice de Polifenoles Totales, así como del contenido en Antocianos. Sin embargo en los vinos de Bobal disminuyen los valores de estos parámetros si bien la disminución no es estadísticamente significativa.
- El contenido total en taninos aumenta significativamente en las variedades tempranas con sombreado, disminuyendo en las variedades tardías pero no significativamente. Tanto los taninos suaves como los astringentes disminuyen en las variedades tardías con el sombreado.

6. BIBLIOGRAFÍA

Adams, D.O. (2006). *Phenolics and ripening in grape berries*. American Journal of Enology and Viticulture, 57, 249-256.

Aleixandre Tudó, J.L. (2011). *Influencia de los fenómenos de copigmentación sobre la calidad fenólica de los vinos tintos de tempranillo*. Tesis de Master, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. UPV, Valencia.

Armas, I. (2014). *Viticultura y cambio climático*. Trabajo Fin de Grado en Enología. Universidad de la Rioja, Logroño.

Blouin, J. (1969). *Techniques d'analyses des moûts et des vins*. Dujardin Salleron, Paris.

Berriatua, C.M. (2004). *Estudio del color y la relación con la composición antocianica en vinos tintos españoles de variedad Tempranillo*. Tesis de Master, Área de Nutrición y Bromatología Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla, Sevilla.

Bethancourt, A. (2014). *Efectos y adaptación del viñedo al cambio climático*. Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos, Madrid

Carrillo, J.J. (2016). *Influencia de distintos viñedos sobre las características de los vinos de la variedad Tempranillo*. Trabajo Final de Grado, Universidad de la Rioja, Logroño.

De la Fuente Lloreda, M. (2008). *Caracterización geométrica, ecofisiológica y evaluación agronómica de sistemas continuos de vegetación libre (sprawl) vs. espaldera para atenuar la sobreexposición de hojas y racimos en cv. syrah (vitis vinifera l.) en viñedos de zonas cálidas*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Disegna, E., Ferrari, V., Coniberti, A. (2017). *Estudio comparativo de clones comerciales de Tannat (Vitis vinifera L.) en el Sur de Uruguay*. Agrociencia Uruguay, 21(1), 33-42.

Glories, Y., (1978). Characteristics of the various constitutive fractions of the phenolic compounds in red wine, and their oenological properties. Ann. Technol. Agric., 27, 253-255.

Gutiérrez, I.H. (2007). *Copigmentación y piranoantocianos: el papel de los flavonoles y los ácidos hidroxicinámicos en el color del vino tinto*. Instituto Regional de Investigación Científica Aplicada (IRICA), Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real.

Gutiérrez, M.V., Chinchilla, C., Jimenez, K. (2007). *Crecimiento de nueve especies de palmas ornamentales cultivadas bajo un gradiente de sombra*. Agronomía costarricense: Revista de Ciencias Agrícolas, 31(1), 21-31.

Hannah, L., Roehrdanz, P.R., Ikegami, M., Shepard, A.V., Shaw, M.R., Tabor, G., Zhi, L., Marquet, P.A., Hijmans, R.J. (2013). *Climate change, wine, and conservation*. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110(17), 6907-6912.

Huglin, P. (1986). *Biologie et Ecologie de la Vigne*. Ed. Payot - Technique & Documentation, Lausanne - Paris.

Jones, G.V., White, M.A., Cooper, O.R., Storchmann K. (2005). *Climate change and global wine quality*. Climatic Change, 73, 319-343.

Martínez A., Aleixandre Tudó, J.L., Aleixandre J.L. (2016). *Efectos de los fenómenos producidos por el cambio climático sobre la calidad de los vinos*. Enoviticultura, 42, 5-26.

Mendez, J.V. (2005). *Estudio de la Maduración Fenólica y Antociánica en Uvas Tintas de Bobal para diferentes condiciones agrológicas*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Ministerio de Agricultura (2020). *Material vegetal*. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Madrid.

Montgomery, D.C. (1992). *Introducción al Control Estadístico de la Calidad*. Grupo Editorial Iberoamericana, México.

O. I.V. (2018). *Compendio de los métodos internacionales de análisis de las bebidas espirituosas, de origen vitivinícola*. Office International de la vigne et du Vin, Paris (Francia).

Orduña, R. (2010). *Climate change associated effects on grape and wine quality production*. Food Research International, 43, 1844-1855.

Pérez García, C., Martínez Valle, A.. (2018). *Viñedos de Iberia, Antigüedad, Cultura y Tradición*. Territorio Bobal - Vino y viñedo. Instituto de restauración de Bienes culturales. Novabernia, S.L.U.

Puissant, A., Léon, H. (1967). La matière colorante des grains de raisins de certains cépages cultivés en Anjou en 1965. *Annals de Technologie Agricole*, 16(3), 217-225.

Ramirez M. P., González V. (2012). *Control del Proceso de Maduración del Viñedo en Climas Mediterráneos*. Informes Científico Técnicos. Instituto de Investigación y formación Agraria y Pesquera, Conserjería de Agricultura, Junta de Andalucía.

Resco, P. (2015). *Viticultura y Cambio Climático en España: Vulnerabilidad en las distintas regiones y estrategias de adaptación frente al desarrollo de nuevas políticas*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Ribéreau-Gayon, P., Dubordieu, D., Doneche, B., Lonvaud, A. (2003). *Tratado de enología. Ciencias y técnicas del vino. Análisis y control de los vinos*. Hemisferio Sur, Buenos Aires.

Ricci, M.S., Costa, J.R. (2006). *Cultivo orgánico de cafetales a pleno sol y sombra*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 41 , nº 4.

Sánchez-Guerrero, M.C., Alonso F.J., Medrano, E., Lorenzo, P. (2010). *Respuesta del cultivo de pimiento a la aplicación de sombreado exterior móvil y fijo en invernadero mediterráneo*. Centro La Mojonera, I.F.A.P.A. C.I.C.E. (Junta de Andalucía).

Sirnik, I., Quenol, H., Jiménez-Bello, M., Manzano, J., Welsh Rodríguez, C., Ochoa Martínez, C., Le Roux, R. (2018). *Cambio climático en viticultura: modelización futura del clima*. Secretaría de Educación de Veracruz, México.

Tonietto (1999). *Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mesoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat d'Hamburg dans le sud de la France*. Thèse de Doctorat ENSA Montpellier.

Vila, H., Catania, C., Ojeda, H. (2005). *Influencia del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malbec de Argentina*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Zambrano, R.A. (2010). *Análisis de escenarios de cambio climático en las regiones*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Agronómicas de Santiago de Compostela.