



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos

Influencia de diferentes factores agrológicos y tecnológicos sobre la  
mejora de la calidad de los vinos tintos de Bobal

TESIS DOCTORAL

Nicolás Sánchez Diana

Dirigida por:

Dr. José Luis Aleixandre Benavent

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Valencia, Julio de 2008

## 1. INTRODUCCIÓN

---

## **1.1. La variedad Bobal.**

La variedad Bobal es probablemente autóctona de la zona de Requena, de ahí que también se la conozca con los nombres de Tinto de Requena, Requeni y Requena (Piqueras, 1986). Otras sinonimias son Bobos y Provechón en España, Picardán en Provençe, Carignan Espagnol en L'Aude y Bobal Requena en l'Herauld (Francia), citadas por Branás (1974) y por Galet (1983), Bovale en Cerdeña, donde dio origen a dos variedades, el Bovale sardo o Bavaleddu y el Bovale di Spagna o Bovale mannu

## **1.2. Importancia de la variedad Bobal en la Comunidad Valenciana**

Hay constancia de su existencia en la comarca de Requena desde el siglo IX, siendo también una de las variedades citadas en el siglo XV, por Jaume Roig en su libro "l'Espill ó Llibre de les dones".

Ha sido una variedad circunscrita históricamente a la zona de Requena, sin embargo, existen cepas en otros lugares. Su cultivo en Francia se realizó durante el siglo XIII, con el fin de contribuir con sus vinos al aumento de color en los vinos franceses (Branás, 1974), de forma similar sucedió en Italia.

Por lo que respecta a su desarrollo en España de forma importante, éste se produce en la década de 1960, en la zona de La Manchuela, limítrofe con la originaria.

Es la segunda variedad tinta más extendida en España, tanto en superficie como en producción, superando las 100.000 hectáreas. Prácticamente la totalidad de la superficie plantada se encuentra en la comarca de Requena (34.000 hectáreas), y provincias limítrofes de Albacete y Cuenca (Méndez, 2005).

Actualmente se sigue utilizando en Francia e Italia (en Cagliari principalmente), pero con poca importancia económica.

### 1.3. Descripción de la variedad Bobal

En el estudio de las características de la variedad se ha tenido en cuenta la descripción ampelográfica y las características vitícolas, así como algunas indicaciones enológicas.

#### *Descripción ampelográfica:*

Tiene un porte poco erguido, algo rastrero; los sarmientos son horizontales, largos, fuertes y ramificados. La hoja adulta es orbicular, grande, el seno peciolar es cerrado con los bordes superpuestos, los senos superiores son también superpuestos y los inferiores en forma de U; el envés es arañoso, la superficie es lisa, de color verde sin brillo, con los nervios rojizos; el pecíolo es corto y grueso.

Los racimos son grandes, compactos, forma cónica irregular con un hombro manifiesto; nacen de los sarmientos a partir de la segunda yema, aunque hay algunas que suelen hacerlo a partir de la tercera. Estas últimas tienen los racimos más pequeños. Los granos son de tamaño medio (10 a 15 mm), de forma discoide, color negro intenso, con pruina, hollejo medio y pulpa incolora y carnosa.

Los sarmientos son de longitud media-larga, color marrón oscuro y diámetro medio.

#### *Aptitudes:*

Es cepa vigorosa y rústica, de producción alta, en zonas fértiles llega a dar producciones muy notables, muy resistente a la sequía. En condiciones normales es poco atacada por las enfermedades criptogámicas más importantes como el mildiu (*Plasmopora viticola*), el oidium (*Uncinula necator*), el black-rot (*Guignardia bidwellii*), la podredumbre gris (*Botrytis cinerea*), y eutipiosis (*Eutypa lata*).

Es sensible a la escoriosis (*Phomopsis viticola*) y a la yesca (*Sterium hirsutum* y *Phellinus igniarius*). Las enfermedades bacterianas como la necrosis

bacteriana o mal negro (*Xantomonas ampellina*) y *Agrobacterium tumefaciens*, tiene poca importancia en esta variedad.

Existen problemas de virosis, tales como los del entrenudo corto, del enrollamiento y del jaspeado entre otros. De esta variedad se ha realizado una preselección clonal y sanitaria (Salazar, 1985; García, 1993).

La resistencia respecto a los insectos es en general bastante buena, debida principalmente a que la piel de los granos es dura y resistente a las picaduras y a que las condiciones meteorológicas de la zona de cultivo no favorecen la aparición de estas plagas. La más importante son las polillas (*Lobesia brotana*), aunque sus daños sobre los cultivos son bajos (Coscollá, 1987).

Es de brotación algo tardía pero tiene muy poca resistencia al frío. Se obtiene habitualmente un racimo por sarmiento, siendo sus "racimas" de pequeño tamaño. La recolección es dificultosa ya que por nacer los racimos, en su mayoría, de la segunda yema están próximos al tronco y se entrecruzan con los sarmientos.

La variedad Bobal posee una gran variación en las fechas de los estadios fenológicos, siendo éstas función de las temperaturas anteriores a dichos estadios, así la brotación y floración pueden variar hasta treinta días y el envero y maduración dieciocho días

La brotación media se produce el 21 de abril, las fechas extremas varían entre el 5 de abril y el 4 de mayo, la floración entre el 24 de mayo y el 23 de junio, siendo la fecha media el 12 de junio. El envero tiene lugar del 1 al 8 de agosto y la maduración del 1 al 11 de octubre, como valores medios. Por su época de madurez se clasifica en la escala de Paiullat como variedad de 4ª época temprana (Aristoy, 1979).

La plantación se efectúa, generalmente, a marco real, con una densidad de plantación de 1.600 pies/ha. En la actualidad se plantan también en espaldera con densidades de plantación aproximada de 4000 pies/ha. La productividad es media-alta de 6.000 a 9.000 kg/ha, dando un alto rendimiento en mosto (75-80%).

Se utiliza exclusivamente como uva de vinificación, debido a las características que presentan los racimos (compactos, grano medio, etc.). Produce mostos abundantes, bien equilibrados, la acidez es relativamente alta, el grado de azúcar no es elevado, y en años de poco calor se obtienen mostos con poco azúcar y ácidos. Da vinos de mucho color, muy aptos para la producción de tintos doble pasta, con bastante aroma afrutado, algo ásperos, con alto contenido en taninos que soportan mal la crianza; sin embargo, son apreciados como rosados (Aristoy, 1979), siendo una variedad tinta de alta coloración, 1,8 veces la escala Cinsault (Branas, 1974; Chiralt y col., 1987).

*Antecedentes sobre su cultivo:*

En Requena la producción de vino en 1752 era de 23.475 arrobas -poco más de 50 litros por habitante- y ocupaba una superficie de 383 ha en su mayor parte en terrenos de segunda y tercera calidad, ya que los mejores se reservaban al trigo (Piqueras, 1986).

El extraordinario incremento del cultivo de la vid entre 1752 y 1850 se debe casi exclusivamente a la fabricación de aguardientes, ya que tanto Larruga en 1752, como Madoz en 1845, coinciden al señalar la escasa exportación de vino, debida a su elevado índice de acidez y a su temprano "avinagramiento", que aún hoy resultan difíciles de corregir y la contraponen con la abundante extracción de aguardientes en cuyos alambiques se destila la mayor parte de la cosecha. Demasiado alejada de los grandes centros de consumo y con deficientes vías de comunicación hasta los lugares de embarque, la vitivinicultura de Requena - Utiel no alcanzaría su proyección comercial hasta la apertura de la carretera de las Cabrillas (1825-1847) que la ponía en comunicación directa con el puerto del Grau de Valencia, manteniéndose hasta esa etapa a un nivel de subsistencia.

La crisis de la producción francesa por el Oidium (1852-1860) que determinó una espectacular demanda de vinos catalanes y valencianos, permitió

que los de Requena-Utiel fueran conocidos por los comerciantes del Midi-Francés, quienes pronto descubrieron sus peculiares propiedades de color y sabor neutro, ideales para el coupage con otros vinos a los que, sin quitarles el sabor propio, añadían grado y color. La caída de los precios y la superabundancia de los vinos en Valencia llevaba a considerar al comentarista de *La Agricultura Valenciana* (1867) que nuestros labradores habían obrado un tanto a la ligera al dejarse llevar en los años anteriores por la fiebre de plantaciones de vides, sin reflexionar que podía tratarse de una demanda exterior pasajera, como en realidad sucedió (Piqueras, 1986). Con sus 22.690 ha, casi todas ellas plantadas desde 1850, la vid ocupaba en la comarca, el 40,2% de la superficie cultivada. Su producción era estimada en medio millón de hectolitros, lo que suponía un rendimiento de 22 HL/ha, relativamente alto si se le compara con los vistos hasta ahora. Ello se debía a que generalmente la vid ocupaba suelos profundos y frescos y a la rusticidad de la variedad predominante, la *Bobal*, ya que no a sus condiciones climáticas más severas en los piedemontes que en las zonas costeras.

En un artículo de la revista local “El Trullo” de Requena, publicado en Mayo de 1959, D. Pascual Carrión escribe: *“entre las variedades tintas adecuadas a la comarca Requena-Utiel, venimos comparando la Bobal, que en la actualidad se cultiva casi exclusivamente, con otras que pueden interesar. Entre ellas, debemos destacar la Garnacha, muy extendida en Navarra, Aragón y Cataluña; el Tempranillo, base de los vinos de Rioja y de los claretes de Valdepeñas, y el Sumoll, propio de Cataluña, especialmente de las provincias de Barcelona y Tarragona.*

*La producción por cepa de Garnacha es análoga a la de Bobal, pero su graduación es mucho mayor, pues en vez de 11,18 grados, media de cinco años obtenidos con esta, se ha conseguido 13,92 con la primera, así es que, multiplicando la producción por el grado se ha logrado 29,51 kilos-grado por cepa, mientras el Bobal solo ha conseguido 23,70 kilos- grado.*

*La Garnacha tiene racimos pequeños mientras Bobal los produce grandes, así es que el coste de recolección de la primera es un poco mayor que el de la segunda, pero la diferencia no es muy grande.*

*Otra ventaja del Bobal es que da mayor rendimiento en caldo, pero su valor no llega a compensar la diferencia en grado de la Garnacha. Por esta razón es de gran interés el cultivo de esta variedad en la comarca de Requena-Utiel, ya que la calidad de ella supera mucho a la Bobal, no solo por el grado, sino también por otras cualidades. El inconveniente que puede ponérsele es que se adelanta en la brotación y por lo tanto tienen más peligros de heladas.*

*La variedad tinta que produce mejores vinos en España, es sin duda alguna el Tempranillo de la Rioja, llamado Tinto fino o Cencibel en la Mancha, en el Campo de experiencias indicado, esta variedad ha dado una producción por cepa ligeramente inferior a la Bobal, pero como su graduación media en cinco años ha sido de 13,54 en vez de 11,18 grados de esta última, el número de kilos-grado por cepa ha sido de 26, en vez de 23 de la Bobal. La graduación del Tempranillo llega en dicho campo a 14 y 15 grados algunos años.*

*No es solo esta superioridad en alcohol, sino la calidad que ya hemos dicho que en el Tempranillo es muy notable, sobre todo en cuanto se envejece. Ya en el primer año de elaborado se aprecia una gran diferencia, no solo respecto a la Bobal, sino también comparándolo con la Garnacha y las demás variedades tintas, pero a partir del segundo y tercer año la diferencia se acentúa.*

*Cierto que el Tempranillo es cepa más delicada que el Bobal para el mildiu y el oidium, pero en un clima seco como el de Requena no es cuestión de tanta importancia como en otras regiones menos secas.*

*Otra ventaja del Tempranillo es que madura antes que el Bobal.*

*Una mezcla de vino de Bobal con el del Tempranillo, aunque no sea más que empleando un 30 por 100 o 35 por 100 de esta última, puede mejorar mucho el primero, consiguiendo un vino de 11,80 a 12 grados muy adecuado para mesa.*

*Tiene pues mucho interés tratar de cultivar algo de Tempranillo como hacen en la región manchega, en donde mezclan esta uva con la blanca Airén para dar los vinos claretes tipo Valdepeñas, cuya bondad depende, sobre todo, del Tempranillo o Tinto fino.*

*Por último, debemos hacer destacar también otra variedad de uva tinta cultivada en el referido campo de experiencias, el Sumoll que ocupa grandes extensiones en la provincia de Tarragona y Barcelona.*

*Venimos obteniendo de aquella variedad una producción ligeramente inferior a la de esta, pero su graduación le supera en más de un grado y algunos años grado y medio.*

*Ya no es una variedad fina y delicada como el Tempranillo, sino de las mismas características de rusticidad que presenta el Bobal y que nos viene llamando la atención por su uniformidad en su desarrollo vegetativo y producción, tanto entre cepas de una parcela como de uno a otro año, y que ha resistido como casi ninguna otra el periodo tan fuerte de sequía de los años 1953 a 1955.*

*Por estas razones, no dudamos en aconsejar a los agricultores de la comarca de Requena-Utiel que la ensayen en sus fincas, pues en la Conca de Barbera, de la provincia de Tarragona, tan conocida por su importancia vitícola, han cultivado muchos años Bobal y Sumoll, comprobando las ventajas de esta última.*

*En la del Panades, el Sumoll ocupa también grandes extensiones, dando buenos tintos y rosados que comprueban las cualidades de esta variedad.”*

Como se puede observar en el artículo, los ensayos realizados en aquellos años en la Estación Enológica de Requena, ya estaban encaminados a introducir en la zona otras variedades que pudieran complementar y mejorar la calidad obtenida de los vinos de Bobal. Sin embargo no tubo demasiado éxito, ya que solo localmente en algunas zonas se implantaron otras variedades, sobre todo Garnacha, fundamentalmente debido a que las producciones eran similares a las de Bobal, incluso superiores.

Antaño el cultivo de la vid se realizaba, en los piedemontes y tierras no aptas para el cultivo de productos de primera necesidad (cereales, frutas y hortalizas), zonas pobres, donde las vides adquirían poco vigor, con rendimientos muy bajos. España tenía una media inferior a 15 HL/ha a principios del siglo XX.

De forma general, tanto en los países del nuevo mundo como en las regiones vitícolas tradicionales, se constata, junto a un aumento de las superficies plantadas, un crecimiento más que proporcional de la producción. Modificaciones notables son realizadas a principios de siglo XX en el cultivo de la viña: primero el

descenso de la viña hacia las planicies, la adición de abonos y el tratamiento específico del suelo, la lucha contra las enfermedades, el empleo de variedades como el Aramon, los híbridos productores directos, el cultivo sobre hilos de hierro.... Estas son algunas de las razones que hacen que el pie de viña de 1933 produzca más racimos que el pie de viña de 1900 (Rouanet, 2006).

La selección masal realizada por el viticultor a lo largo de los años se ha realizado, en zonas cálidas, en función del tamaño y cantidad de racimos, señalando y seleccionado, posteriormente, los sarmientos de aquellas cepas más productivas. Esta selección ha sido posible gracias a la resistencia de la variedad a plagas y enfermedades. Estos racimos apretados, cultivados en estas zonas de veranos secos, donde las lluvias se concentran justo en la época de vendimia, no favorece habitualmente la aparición de podredumbres prematuras.

Sin embargo, durante el último siglo, si que han cambiado las zonas de cultivo, se han invadido las tierras ricas y profundas, antes dedicadas a huertas y cereal, aumentando la producción por pie y buscando, como es lógico, una mayor rentabilidad por hectárea. Pero sobre todo se ha incrementado el vigor de las plantas al no variar el número de pies por hectárea, lo que sin duda favorece en años con veranos lluviosos, podredumbres e incorrectas maduraciones fenólicas. A veces se reprocha el aumentar la cantidad en detrimento de la calidad, lo cual está lejos de probarse, al menos si la perspicacia del viticultor se encamina a disminuir la carga por cepa y aumentarla por hectárea, con pies homogéneos (Ribéreau-Gayón, 1971).

A principios del siglo XX Francia, Italia y España consumían respectivamente 141, 118 y 85 litros por habitante y año, cifras que descienden después de la primera gran guerra, debido posiblemente a la ofensiva prohibicionista de la postguerra, la crisis económica mundial, la producción de vino mediocre, la competencia desleal, el fraude, el precio elevado del producto en la venta al detail, y sobre todo el régimen de intercambios internacionales, a la vez causa y consecuencia de los elementos precedentes, según cita Rouanet (2006) en su tesis escrita en 1935.

En la actualidad nos encontramos, de nuevo, en un periodo donde los excedentes están poniendo en apuros a la viticultura española, entre ellas la de esta comarca. Esta crisis se debe al aumento de plantaciones de los llamados países del nuevo mundo, y sobre todo a la bajada de consumo de vino, en España cerca de 26 litros/habitante en el último año, menos de la mitad que hace treinta años, y las previsiones no son mejores para los próximos, con un descenso previsto de un 5% para los más optimistas. Los mercados exteriores son los únicos que aumentan el consumo, con nuevos hábitos y gustos diferentes a los nuestros, lo que requiere cambios tanto en la elaboración como en el cultivo de esta variedad.

A mediados de los años 80 se realizó una preselección clonal de la variedad Bobal (Salazar, 1985), que se continuo posteriormente con la selección de numerosos clones, atendiendo a diferentes criterios. Sin embargo estos no han tenido demasiada continuidad entre agricultores y viveristas como material seleccionado y desgraciadamente tampoco ha tenido continuidad el trabajo iniciado. La selección se ha seguido haciendo como antaño, con criterios semejantes, aunque la mayoría de la planta hoy se compra injertada en los viveros.

## 2. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

---

## 2.1. Madurez de la uva

La calidad de un vino es la consecuencia de la calidad de la uva. Dada la gran complejidad de esta, el vino de calidad es un cúmulo de las aportaciones de todo un conjunto de componentes que proceden de aquella y que se configuran como sus precursores, siempre que las condiciones de la fermentación sean las adecuadas (Minguez, 1989).

La elección de la cepa se efectúa en función del ciclo vegetativo y del clima. La vinificación implica una uva madura, suficientemente rica y una uva sana. El arte de la vinificación nunca compensa las deficiencias de la maduración, solamente puede atenuarlas (Peypaud, 1971).

La maduración del racimo es un proceso complejo en el cual intervienen biosíntesis, transportes, almacenamientos, y transformaciones de diferentes elementos. Son los compuestos mayoritarios como los azúcares y los ácidos orgánicos, o los compuestos secundarios, fenoles y precursores de aromas, los que participan en la calidad de la uva. Es importante comprender el funcionamiento de la baya de uva en el curso de la maduración para poder fijar con precisión la fecha de vendimia (Brenon, 2005).

Tradicionalmente la forma de determinar la fecha de vendimia se ha basado en controlar el aumento de los azúcares y la disminución de la acidez. Con estos antecedentes el enólogo de forma sencilla, pronostica la fecha de la vendimia. Sin embargo, en la actualidad, para producir vinos tintos de calidad tiene mayor importancia el control y medida de los compuestos polifenólicos. Es pues, en la elaboración de vinos tintos de calidad, más importante hablar de madurez fenólica, que de madurez industrial.

No obstante la noción de madurez evoluciona, se hacen intervenir cada vez más indicadores, como la degustación de las bayas o su volumen. Los parámetros clásicos no son suficientes para conocer de forma completa la

madurez del racimo, ni para seguir la maduración en su complejidad, por ello cada día aparecen nuevos indicadores.

Brenon y col. (2005), han desarrollado en la sociedad SFERIS el aparato Dyostem basado en la fotogrametría que permite conocer el volumen y el color de las bayas de la uva. Ello asociado a la medida de los azúcares permite detectar las paradas de carga activa en azúcares. También permite saber el valor medio y la heterogeneidad de los parámetros, lo que permite realizar selecciones parcelarias, reagrupándolas para su recolección.

### **2.1.1. El desarrollo de la uva**

En el desarrollo de la uva, ésta sufre una evolución que se puede dividir en cuatro fases durante las cuales varía el diámetro, peso y volumen de las bayas:

1. *Periodo herbáceo*: Esto ocurre después de la inflamación del ovario. Va desde el cuajado, momento en el que el grano se forma, y en el que la uva cambia de color; también ocurre que los taninos vacuolares del interior del parénquima desaparecen.
2. *El envero*: corresponde a la época fisiológica de la coloración de la uva y es cuando el grano engorda y adquiere elasticidad. El azúcar de las uvas aumenta de modo repentino y brusco. En este momento es cuando el grano de uva está alcanzando su tamaño definitivo. En el comienzo del envero, la hipodermis tiene todavía una espesa pared; las más cercanas a la pulpa se transformarán en este tipo de células al finalizar el envero. Abbal y col. (1992) piensan que existe una relación entre el cambio de color de la película y la adquisición de elasticidad de la baya; según ellos diferente en cada variedad de uva.
3. *La maduración*: comprende desde el envero al estado de madurez. La uva continúa engordando desarrollando su pulpa, acumula azúcar y pierde acidez.
4. *La sobremaduración*: sigue al periodo de maduración cuando la uva permanece mucho tiempo en la cepa. El fruto vive de sus reservas, pierde

agua y su jugo se concentra (Aleixandre, 1999; Fougère-Rifot y col., 1997).

Durante el periodo herbáceo el epicarpio del grano posee clorofila, aumentando el tamaño de la baya debido a la multiplicación celular, sobretodo en el pericarpio. Los ácidos tartárico y málico se sintetizan en todas las partes verdes de la planta mientras que el ácido cítrico se forma en las raíces por diferentes procesos de oxidación. Por otra parte se produce una migración de estos ácidos hacia los racimos (Ribereau Gayon y Peynaud, 1961).

El envero se caracteriza por una paralización momentánea del crecimiento del fruto, pérdida progresiva de la clorofila, aparición contemporánea de los pigmentos, que darán al grano el color característico de la variedad, y desarrollo completo del raspón parándose su crecimiento (Peynaud, 1996).

La maduración, que dura unos 50 días, es la fase del ciclo de reproducción entre medio envero y madurez, las reacciones enzimáticas se aceleran, produciéndose fenómenos observables por su rapidez. Esta fase tiene una gran importancia para la calidad del fruto, la uva y la del futuro vino (Peynaud, 1996).

El estado de madurez de la uva puede ser enjuiciado desde distintos puntos de vista: madurez vegetativa, madurez fisiológica, madurez tecnológica y madurez industrial. Dichos términos están ligados, respectivamente, al estado en que la uva adquiere su capacidad de germinación gracias a la pepita, al estado en que la acumulación de azúcares cesa por vía metabólica, al estado en que los diferentes componentes permiten aventurar un equilibrio en el vino y por último al estado en que los vinos garantizan el mayor rendimiento económico (Minguez, 1989). En las uvas tintas aparece un nuevo concepto, la madurez fenólica, según Saint-Cricq (1998) conocer las características fenólicas de la uva conduce a un buen control de la vinificación. También la adaptación de diferentes variedades a los "terroirs" debe ser controlada, por el cálculo de los distintos parámetros que intervienen en el estado de maduración del racimo, facilitando así las técnicas de vinificación.

Las influencias climáticas, aún alterando los diferentes parámetros, no alteran la tónica general de los citados cambios (Junquera, 1986); aunque según Jones y Davis (2000) existen por variedades de uva unas relaciones muy estrechas entre fenología, clima y composición (tanto positivas como negativas).

Algunos autores australianos han determinado la intensidad de luz necesaria para la óptima actividad fotosintética de algunas variedades. Así establecen que para Syrah son necesarios 35.000 lux y más de 40.000 para Sultanina.

Cuando los rayos de sol están paralelos a la hoja, la intensidad fotosintética es la mitad de lo que sería con la radiación perpendicular, lo que indica la importancia de la incidencia de la radiación solar sobre las hojas (Galet, 2004).

## **2.1.2. Cambios de la uva durante la maduración**

### **2.1.2.1. Transformaciones físicas**

Durante la maduración se manifiestan cambios físicos tales como un aumento de peso y volumen de las bayas; debido a un continuo aporte de agua hacia el fruto, siempre que las condiciones climáticas sean favorables (Catalina y col. 1982; Villen y col., 1985.). Aún así siempre existe pérdida de agua desde la pulpa por transpiración y es más notorio en el fruto verde, en el cual la pérdida puede llegar a ser 3,3 veces mayor que en la uva madura (Rodríguez, 2000).

El grano aumenta continuamente de tamaño desde el cuajado hasta la madurez. Su crecimiento es irregular y el grosor alcanzado por la uva madura se puede decir que varía según el año, sobretodo en función de la lluvia, pudiendo llegar a ser las diferencias de grosor de un año a otro para una misma carga de viña de un 25-30% (Peynaud, 1996). Becker y Zimmermann (1984) señalan que el tamaño final de las bayas está esencialmente influenciado por el aporte de agua al inicio del desarrollo.

Pero a medida que se acerca la vendimia el tamaño se estabiliza y entonces lo que aumenta es la densidad del grano por acumulación principalmente de azúcares (Rodríguez, 2000).

También se produce una disminución de la rigidez de la piel y adquisición de turgencia en la pulpa. La consistencia de la baya cambia, pasando de dureza a elasticidad, debido al reblandecimiento de tejidos por hidrólisis de polisacáridos (pectina y almidón), degradaciones enzimáticas, etc. (Amerine, 1954; Robin y col., 1997; Rodríguez, 2000). La concentración de protopectinas así como de las pectinas totales disminuye en el curso de la maduración. Las películas de la uva madura contienen menos pectinas que las de la uva verde. Los enzimas pectolíticos son los que degradan las protopectinas que conllevarán a la degradación de la pared y por tanto a la extracción de la materia colorante durante la vinificación (Amrani y col., 1994b). Este reblandecimiento también depende, tanto del cultivar y clima como de la vendimia (Robin y col., 1997).

Aumento de porcentaje de pulpa (Carrol y col., 1982; Villen y col., 1985). La pulpa de la uva tiene su origen en la transformación progresiva de la mayoría de las células de la pared capilar. Ésta transformación se manifiesta notoriamente por dos modificaciones: por una parte, la pérdida de taninos vasculares de las células del hipodermo, donde irán vacuolas ópticamente vacías y ocupando la mayor parte del volumen celular. Las células que forman estas vacuolas persisten vivas y numerosos cloroplastos pueden ser observados en el film citoplasmático periférico.

Por otra parte, las paredes celulares se vuelven más finas. Es una característica de las paredes celulares de la pulpa. Esta transformación se realiza en dos etapas sucesivas: en la primera etapa pierde parte de los polisacáridos y en una segunda adelgaza considerablemente sus paredes.

La transformación comienza al principio del crecimiento de la baya, cerca del parénquima interno y después en una región más profunda del hipodermo, prosiguiendo este fenómeno hasta la maduración. De hecho el número de bases del hipodermo no deja de disminuir y el proceso continúa incluso en la época de vendimia (Fougère-Rifot y col., 1996).

### 2.1.2.2. Transformaciones químicas

La calidad de la vendimia, es decir la calidad sanitaria del racimo, así como la evolución bioquímica de los componentes de la baya (azúcares, acidez total, pH, compuestos fenólicos y aromáticos, potasio, nitrógeno...), va a ser determinante para el estilo de vino (Deloire y col., 2005)

#### 2.1.2.2.1. Transformaciones de la acidez

Los cambios químicos engloban las variaciones absolutas o relativas de diversos constituyentes de las uvas. Estos cambios son cuantitativamente diferentes en las distintas partes de la uva, pero su comportamiento cualitativo suele ser semejante.

El cambio en los ácidos orgánicos y el efecto resultante sobre el pH de la uva puede ejercer una influencia en factores como el aroma, la extracción de antocianos durante la elaboración y la estabilidad del color de la uva (Cash y col., 1977).

La acidez depende de la variedad, de las condiciones climatológicas y del terreno, estando su valor en función del estado de madurez de la uva.

La constitución ácida de la baya es fuertemente heterogénea, siendo el estado de los ácidos diferente según la parte de la uva que se considere. La acidez total es siempre mayor en la pulpa, lo que confirma que ésta es siempre más ácida que el hollejo, en el que la mayor parte de los ácidos están salificados.

Análisis cuantitativos de la fracción ácida de *Vitis vinifera* L. muestran invariablemente que en todas las partes de la viña, a excepción de la raíz, los ácidos tartárico y málico son los constituyentes ácidos predominantes, alcanzando del 70-90% de esta fracción. El cítrico está en concentraciones muy pequeñas y no se suele determinar; el ascórbico también es muy escaso, pero tiene un interés especial por su papel en el potencial redox (Amerine, 1956; Palacios y col., 1983). El ácido ascórbico aumenta durante la maduración, y solo son detectadas cantidades de 0.01-0.05% (Kluva y col., 1978).

Numerosos trabajos confirman el descenso de la acidez total (Philip y Kuykenda, 1973; Flora y Lane, 1979; Lainer y Morris, 1979; Al-Kaisy y col., 1981; Santos y col., 1985; Palacios y col., 1986; Casp y Romero, 1986; Cañete y Pérez, 1988; Díaz Plaza y col., 2000). Según Rodríguez (2000) se produce una disminución de la acidez que partiendo de 20 g/kg de uva en el envero llega con cantidades del orden de 3 a 7 g/kg en la uva madura.

Todo esto de acuerdo con lo indicado por Al-Kaisi y col., (1981), quienes indican como causas del descenso de los ácidos el efecto de la dilución, la reducción de la actividad de los enzimas catalizadores de la síntesis de los ácidos orgánicos y la respiración de estos mismos por la piel de la uva (Johnson y Carrol, 1973; Kluba y Mattick, 1978).

Según los trabajos realizados Hrazdina y col. (1984), con la variedad Chaumac, se produce un crecimiento significativo de ácidos totales hasta el final de julio. En este punto se produce una detención en el crecimiento del grano, y a continuación, comienzan a decrecer rápidamente, siendo este su comportamiento durante la maduración.

El ácido málico se acumula en los tejidos jóvenes, particularmente en la baya, y al iniciarse la maduración se produce un rápido descenso en su contenido, de forma que en un periodo de poco más de una semana se da un descenso del ácido málico entre 5-10 mmoles por día y por baya (Kliwer, 1964; Ruffner y Hawker, 1977).

El ácido cítrico disminuye durante la maduración, debido a la combustión y su fácil oxidación a ácido málico, de forma que su concentración en el fruto en el momento de la vendimia es sensiblemente más baja (Catalina y col., 1982).

La mayoría de los estudios realizados sobre la acidez en uvas se refieren al comportamiento de los ácidos málico y tartárico, explicándose que la disminución progresiva de la acidez por el comportamiento de estos dos ácidos mayoritarios, que siguen un comportamiento paralelo; si bien el ácido málico a lo largo de la maduración, por lo general, disminuye de forma rápida y pronunciada,

el ácido tartárico o desciende lentamente o se mantiene constante, con fluctuaciones no definidas según la variedad. (Philip, 1974; Lainer y Morris, 1979; López San Miguel, 1980; Al-Kaisi y col., 1981; Maujean, 1983; Budin, 1984; Iannini y col., 1985; Henao Dávila y col., 1986; Palacios y col., 1986). Además Possner y Kliever (1985) observaron en uvas verdes un claro gradiente en ácido málico, aumentando la concentración de la piel hacia las semillas. El ácido tartárico, sin embargo, estaba en concentración más elevada en la periferia y más baja en el corazón de la baya. Conforme transcurre el ciclo de la maduración, la razón entre la concentración de tartárico en la piel y sus correspondientes valores en la parte central de la baya disminuye, mientras que para el ácido málico ocurre lo contrario.

En resumen, todos estos autores señalan el aumento del pH como consecuencia de la disminución del contenido en ácidos de la uva, así como la neutralización de los ácidos mayoritarios formando sales.

Hrazdina y col. (1984) estudiaron la evolución del pH de la uva asemejándolo a la de los sólidos solubles de esta.

El clima frío favorece el alto contenido en málico. Maujean y col. (1983) observaron que el ácido málico disminuye fuertemente, sobretodo a temperatura superior a 30°C. Según Kliewer (1964), la concentración de málico depende estrechamente de la temperatura alcanzada en el periodo de crecimiento de la uva.

Aleixandre (1999) apunta que las temperaturas altas en las proximidades de la vendimia provocan una gran disminución de la acidez por combustión respiratoria. Meriaux (1982) ha encontrado correlaciones negativas entre suma de grados/día del periodo de maduración y la acidez de los mostos, debido a la mayor degradación por combustión. Por otra parte, el contenido en ácido málico es muy inferior en los racimos expuestos al sol que en los racimos en la sombra, mientras que el contenido en ácido tartárico es más estable.

Se sabe que la vid exige climas luminosos (planta heliófila), ya que sus flores cuajan mal a la sombra o en tiempo nublado. Por el contrario los excesos de luz y calor perjudican la calidad dando uvas insuficientemente ácidas.

Hay una evidente relación entre el agua retenida en el subsuelo y la acidez de la uva. En las tierras que retienen humedad, la maduración se retrasa y los ácidos málico y tartárico de la uva son más abundantes. Por el contrario, en las tierras muy permeables la uva madura rápidamente y es menos ácida (Aleixandre, 1999).

#### 2.1.2.2. Transformaciones de los azúcares

Las variaciones climáticas suponen una diferente actividad fotosintética según las zonas. Según Champagnol (1986) la energía solar recibida, la temperatura ambiente y la disponibilidad de agua en el suelo son los tres factores del medio que favorecen la fotosíntesis.

Una alimentación deficiente en agua durante la maduración disminuye la acumulación de azúcares por limitación de la actividad fotosintética, si bien puede aumentar sus concentraciones en las bayas por efecto de la transpiración. Especialmente en años muy secos, las vides regadas con dosis moderadas presentan una mayor concentración y producción de azúcares. Miali (1984) en zonas cálido-áridas italianas ha encontrado igualmente que las dosis de riego moderadas aumentan el contenido en azúcares de los mostos.

Por contra, Liuni y col. (1958) observan en el medio cálido-árido de Italia meridional que la disponibilidad hídrica juega un papel determinante sobre las características vegeto-productivas de la viña, incluida la riqueza glucométrica de los mostos, aconsejando el riego durante el invierno por ser beneficioso tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad.

Meriaux y Panine (1983) señalan la existencia de un nivel crítico de alimentación hídrica por debajo de la cual la sequía disminuye el almacenamiento de azúcares en las bayas por alteración del metabolismo.

Por otra parte, Meriaux y Panine (1983), Miali (1984), y Lisarrage (1986) estudiaron el efecto del riego sobre el rendimiento o calidad de la cosecha en función de sus concentraciones de azúcares, poniendo de manifiesto también la influencia del agua sobre el aporte de azúcares de la baya.

El contenido en azúcares y sólidos solubles aumenta a lo largo de la maduración, coincidiendo su máximo con el máximo peso del fruto (Philip, 1974; Johnson y Nagel, 1976; Flora y Lane, 1979; Catalina y col., 1982; Cotea y col., 1982; Budin, 1984). Según Maujean y col. (1983) la acumulación de azúcares comienza después del envero, estabilizándose al final de la maduración, para aumentar posteriormente en la postmaduración. Existen autores que especifican además que la acumulación de azúcares reductores es mayor que la de no reductores y empieza antes (Carroll y Marcy, 1982; Hrazdina y col., 1984).

La glucosa y la fructosa constituyen un 99% o más de los hidratos de carbono totales de la baya; otras hexosas y pentosas, sustancias pécticas, inositol y sacarosa, constituyen la mayor parte del tanto por ciento restante.

Tanto la glucosa como la fructosa proceden de la hidrólisis de la sacarosa almacenada tras la fotosíntesis en las hojas, y dicha hidrólisis conduce a partes iguales de ambos azúcares, con lo que parece como si el transporte consumiera de preferencia glucosa respecto a su isómero fructosa. De hecho, fisiológicamente, la glucosa es más sensible a la respiración celular, pero también hay que tener en consideración la posible actuación de isomerasas existentes en células vegetales, que transforman glucosa en fructosa (Catalina y col., 1982).

La mayoría de los estudios han indicado que la glucosa predomina en la uva inmadura, que la relación glucosa/fructosa en uvas maduras es próxima a uno, y que la fructosa constituye el azúcar mayoritario en uvas sobremaduras. Al

aproximarse el momento de la vendimia, el cociente glucosa/fructosa se hace menor que la unidad, relación ampliamente difundida para determinar el índice de madurez (Kliewer, 1964; Johnson y Nagel, 1976; Catalina y col., 1982).

Kliewer (1964) señala que inmediatamente después del envero las concentraciones de glucosa y fructosa en las bayas de todas las variedades estudiadas comienzan a aumentar rápidamente. En 40 ó 50 días las concentraciones de todos los azúcares se incrementan desde menos de un 1% a por encima de un 10%. Una brusca pérdida de acidez total acompaña al periodo de enriquecimiento en azúcares. Al-Kaisy y col. (1981) confirman los resultados anteriores señalando que en el espacio de 30 a 50 días se alcanzan concentraciones desde un 4% inicialmente hasta un 20% al final.

Stoev y col. (1960) y Kliewer (1965) señalan que la sacarosa está presente en el fruto de cualquier vinífera. Sin embargo, Sepúlveda y Kliewer (1986) no detectaron sacarosa en uvas Chardonnay (*Vitis vinifera*), encontrando elevadas cantidades en sus hojas. Estos resultados apoyaron los datos aportados por Kliewer y Nassar (1966) que señalaban que la sacarosa era el azúcar mayoritario en las hojas.

Carrol y Marcy (1982) encontraron cantidades significativas de sacarosa en uvas maduras de la especie *Vitis rotundifolia*, a diferencia de la *Vitis vinifera*, en las que sólo se encuentran trazas.

#### 2.1.2.2.3. Transformaciones de los polifenoles

Cada vez más, el criterio sobre el nivel de maduración de la uva pasa por considerar que es insuficiente el contenido en azúcares y que si el objetivo es la elaboración de vinos de calidad es necesario considerar el contenido de antocianos y taninos (Champagnol, 1998).

En la uva se localizan en las partes sólidas, es decir, en hollejos, pepitas y raspones, encontrándose diferencias cualitativas y cuantitativas según en la parte de la baya que se trate, la variedad, el estado de madurez y el estado de

producción. Asimismo la aportación organoléptica de estos al vino es diferente según de donde procedan (Prieur y col., 1994; Souquet y col., 1996).

Los antocianos están exclusivamente localizados en las vacuolas de las células de las películas, bajo formas monoglucosiladas para la *Vitis vinífera L.*, a veces, acidificadas con ácidos orgánicos o ácidos fenólicos (Amrani y col., 1996).

Según Amrani (1993), en el curso de la maduración, el tanto por ciento de extracción de antocianos parece independiente del estado de madurez de la uva. Mientras que Saint-Cricq y col. (1998) hablan de que en la maduración existe un fenómeno de degradación parietal que influencia la cohesión de las paredes de las células, permitiendo así la huida del contenido vacuolar, es decir, una liberación de antocianos. Explican también que este fenómeno es debido en parte, al ataque de las paredes vacuolares por enzimas, que son los que provocan la pérdida del calcio parietal y la liberación del contenido vacuolar. Ahora bien, las paredes de estas células son genéticamente características de las viñas y tienen aptitudes más o menos fuertes a responder a los ataques enzimáticos. Por tanto, la extracción de antocianos es debida por un lado, a la cantidad de moléculas biosintetizadas en las células de las películas (ligadas esencialmente a las condiciones climáticas del terreno); pero sobretodo, al estado de degradación de las células en maduración (característica de la viña).

En las pepitas los taninos están en estado libre y esterificados con el ácido gálico. Por contra, en las películas existe una tendencia a que se combinen con los elementos parietales (Amrani, 1993).

Los taninos de las pepitas, tienen la particularidad de polimerizarse al paso de la maduración, siendo más flexibles y menos agresivos. Hace falta señalar, que estas moléculas biosintetizadas, su extractabilidad es contraria a la de los antocianos, es decir, únicamente mecánica. Ninguna degradación de la película o de la piel de la pepita es susceptible de favorecer la extracción de los taninos durante la maduración de la uva. El tanto por cien de taninos provenientes de las pepitas está exclusivamente ligado al "terroir", favoreciendo o no la biosíntesis de las moléculas. Su extractabilidad está en función de la forma de vinificación

utilizada (remontajes intensos, fermentación alcohólica, etc.), permitiendo la solubilización de taninos menos polimerizados que serán los taninos más extraíbles.

Los taninos sintetizados son máximos en el envero. Estos se van polimerizando a lo largo de la maduración (desde envero hasta maduración), haciendo así caer los taninos extraíble. Según De Freitas y col. (2000) la concentración de catequinas y de dímeros de procianidinas durante la maduración decrece. Esta bajada está más marcada en las catequinas que en los dímeros fenólicos. Se explica de esta forma la disminución de extractabilidad de taninos en las pepitas y películas a lo largo de la maduración (Peyrón, 1998; Saint-Cricq y col., 1998).

Una uva madura se caracteriza por películas ricas en taninos y antocianos y pepitas pobres en taninos. Así un déficit de maduración se traducirá en una débil acumulación de pigmentos en las películas y dificultad en su extracción, una débil acumulación de taninos poco astringentes en las películas y una fuerte concentración de taninos astringentes en las pepitas (Saint-Cricq y col., 1998; Díaz Plaza y col, 2000).

Rodríguez (2000) explica que en la maduración son progresivos los procesos químicos de condensación con disminución de aspereza en la boca. Así ocurre, que una uva madura tiene más catequinas y leucoantocianos pero, al mismo tiempo, es suave al paladar. Interesa entonces no tanto la cantidad de estos compuestos sino su estado de condensación, el cual solo es perceptible por la degustación.

Sobre el hecho de que sean los compuestos fenólicos los que marquen mejor las diferencias entre los distintos tipos de uvas no hay un acuerdo. Singletón (1966) y Margheri (1978) sostienen que las diferencias debidas a los compuestos fenólicos son tanto cuantitativas como cualitativas, mientras que Somers (1975) afirma que las diferencias son sólo cuantitativas.

Pero no se puede generalizar, ya que la evolución de los compuestos fenólicos varía mucho según la parte de la uva a determinar. En una misma cepa la orientación o la situación alta o baja, interior o exterior de los racimos, produce marcadas diferencias en el desarrollo del ciclo de maduración. Es más, también en el racimo se producen estas variaciones (Aleixandre, 1999).

Durante el proceso de maduración hay una acumulación de compuestos fenólicos, pero no se han encontrado valores característicos para el momento óptimo de la vendimia. El hecho de que no se sepa el momento óptimo de vendimia es debido a diversos factores, entre ellos, a la fuerte influencia de las condiciones del cultivo y de la variedad utilizada, así como de la climatología (Kliewer, 1977; Piretti y col., 1980; Freeman, 1983). Según Ruiz Hernández (1999), la maduración aparece cuando se colorea todo el hollejo. Esto se ve en el "pincel" del raspón, arrancando el grano de uva, el cual se muestra rojizo (el color rojo se inicia en el polo opuesto a la inserción del raspón. Barcelo (1997) habla de que el seguimiento de la evolución del potencial de polifenoles de pepitas contribuye a afinar la elección de las fechas vendimia.

Carrol y Marcy (1982) y Junquera (1986), señalan que la evolución de los compuestos fenólicos no sigue un comportamiento uniforme a lo largo de la maduración, como señalan Flora y Lane (1979), Al-Kaysi y col. (1981), Budin (1984) y Hrazdina y col. (1984) sino que siguen el recorrido de una línea quebrada.

Pirie y Mullins (1977 y 1980) ponen de manifiesto que en el hollejo, una semana después del envero, se produce un aumento rápido de fenoles, seguido de 5 semanas de valor constante, para alcanzar cifras inferiores una semana antes de la vendimia.

El comportamiento de antocianos en el curso de la maduración se podría dividir en tres etapas: en la primera etapa se acumulan rápidamente los antocianos en la película de las bayas de uva, una segunda de acumulación más lenta y una tercera fase donde disminuyen. Ésta última fase corresponde al principio de sobremaduración (Dupuch, 1995; Glories y col., 1995; Peyron,

1998). Según Chason (1990) la fase de acumulación lenta aparece algunos días antes de la maduración fisiológica de la uva. Collard (1995) habla observa que la maduración óptima sería en el momento en el que se observa una disminución de taninos o de antocianos, es decir, al principio de la sobremaduración, cuando comienza la degradación de las células de las bayas.

Tiene gran importancia la edad del viñedo, puesto que a medida que las cepas envejecen las uvas madurarán antes, serán menos ácidas y su hollejo estará más coloreado, rico en polifenoles y en sustancias aromáticas (Rodríguez, 2000). Para Ruiz Hernández (1999) la edad de las viñas se divide en dos etapas: una mineral, hasta los doce años, en la que no se produce uva de calidad para el vino tinto de crianza, y otra, a partir de esta edad, en la cual la cepa es adulta y está en capacidad de "síntesis".

La temperatura parece tener también una gran influencia sobre la evolución de los compuestos fenólicos. Kliewer (1970 y 1977) pone de manifiesto que cuanto menores son las temperaturas diurnas, el contenido de pigmentos en el hollejo es mayor; que la biosíntesis de estos pigmentos se inhibe cuando la viña se ve sometida a temperaturas diurnas y nocturnas similares, 37°C y 32°C respectivamente.

Para aumentar el contenido en antocianos de la uva son necesarias temperaturas medias inferiores a 15° C en vendimias, un salto térmico importante entre el día y la noche, racimos bien expuestos a la radiación solar, baja disponibilidad en agua y nitrógeno en maduración, vegetación muy bien expuesta y producción moderada. Las claves que aumentan el contenido en fenoles de la uva coinciden con las anteriores, con la excepción de la temperatura que no presenta un influencia tan clara según Martínez de Toda (2002).

Por el contrario, Jakson y Lombard (1993) establecen dos zonas que llaman alfa y beta, que difieren en su temperatura media durante la vendimia. En la zona alfa la temperatura media es inferior a 15°C y en beta superior a este valor. Para ellos las zonas beta son mas aptas para sintetizar antocianos.

Por otro lado, se han establecido relaciones entre la acumulación de fenoles totales, antocianos y azúcares en el hollejo de la baya desde el envero a la maduración. Pirie y col. (1977) en la variedad Shiraz (*Vitis vinifera*) observaron un enriquecimiento simultáneo de la concentración de azúcares y de polifenoles totales. Muchos autores sugieren la existencia de un estímulo de los azúcares en la regulación de la acumulación de fenoles (Ribereau Gayon, 1972; Pirie y col., 1977; Popescu, 1986; Asselin, 1994). Existen autores como Guilloux (1981) y Guillermier (1990) que no piensan lo mismo. Ruiz Hernández (1999) opina que el grado alcohólico probable no es indicio definido de calidad polifenólica y que por ello se habla de dos tipos de maduración: maduración del hollejo y maduración de la pulpa. Según Venencie y col. (1997), parece indispensable realizar un análisis sobre los diferentes constituyentes de la baya, separadamente, para llegar a una información precisa y saber con exactitud la fecha de vendimia.

Rodríguez (2000) afirma que en climas cálidos la maduración de la pulpa (acumulación de azúcar) es más rápida que la maduración de hollejo (colores, taninos y aromas), obteniendo uvas con aromas y gustos herbáceos, debido a que en el hollejo no ha desaparecido totalmente la clorofila, y por tanto, no ha cambiado del todo a color rojo (Ruiz Hernández, 1999). El sabor a hierba después de la maduración del hollejo es reversible, y está potenciado con factores de origen agronómico relacionados con el manejo del viñedo.

La influencia de la dosis de riego depende también de la variedad, existiendo variedades de uva como Monastrell y Tempranillo en las que se necesita un mayor control de esta para una adecuado tamaño de uva.

Ocurre lo contrario en los climas fríos, en los que a la uva le cuesta tanto acumular azúcar que cuando la uva alcanza un valor respetable en °Brix o Baumé el hollejo ya está maduro.

## 2.2. La asociación suelo-clima-planta

Los estudios de las uvas y los vinos tienen diversos enfoques, que se centran generalmente sobre el suelo, el clima y el seguimiento analítico y sensorial de los vinos, con una relación entre la planta y el vino a través del seguimiento de la maduración de las uvas. Para comprender ciertas situaciones vitícolas, es necesario ir más lejos, asumiéndose el concepto de “terroir” que se apoya en los componentes: clima, suelo, planta y hombre, actor mayor de los terroir (Deloire, 2003).

*El Clima:* Los índices climáticos puestos a punto para comprender la respuesta del cultivo de la vid a diferentes parámetros climáticos, son actualmente conocidos y operacionales. Se pueden citar el Índice de Huglin, Índice de fresco de las noches y el balance hídrico del suelo (Riou, 1995; Tonietto, 1999). Durante dos años de estudio Brossaud y col., (1999) observaron grandes variaciones en el contenido de antocianos de Cabernet Franc, lo que nos indica la dependencia del año en la biosíntesis de antocianos.

Méndez (2005) concluye en el estudio de la variedad Bobal que la parcela ubicada en la zona más cálida tiene valores más bajos en antocianos y fenoles.

*El Suelo:* Para comprender las relaciones suelo-viña son indispensables estudios geo-podológicos que permitan la elaboración de cartas podológicas, perfiles hídricos del suelo y del crecimiento radicular de la planta. Sin embargo, estos estudios por sí solos, no permiten describir y comprender el funcionamiento de la planta y la evolución bioquímica de la baya de la cual depende la calidad de la vendimia. Brossaud y col., (1999), concluyeron en Cabernet Franc, que las diferencias en estructura del suelo y el estado hídrico inducen una variación en el contenido de antocianos y en menor medida en taninos.

*La planta:* Desde hace varios años se llevan a cabo numerosos estudios de la vid y su funcionamiento (Carboneau y col., 1978; Schultz, 1993; Smart, 1995). Las informaciones así obtenidas sobre la planta y la

baya integradas al contexto del medio, están en relación estrecha con la calidad de la vendimia y la calidad de los vinos. Estas informaciones se refieren, fundamentalmente, a la evolución del estado hídrico de la planta y al microclima de los racimos, en relación con la bioquímica de la baya a partir del estado herbáceo de su crecimiento (Deloire, 2003). La dificultad radica en establecer las correlaciones correspondientes.

### **2.2.1. El balance hídrico del viñedo**

La alimentación en agua del viñedo es uno de los factores determinantes de la calidad de la vendimia y, por consecuencia, de los vinos. Mas particularmente en la región mediterránea donde las características climáticas inducen de forma crónica los déficit en alimentación hídrica, y es importante conocer la evolución de las disponibilidades en agua ofertadas por el suelo. En efecto, bloqueando las actividades fotosintéticas, un déficit hídrico intenso afecta el desarrollo vegetativo y las componentes del rendimiento (Branas y col., 1974; Mériaux, 1982; Champagnol, 1984; Koundouras, 1999).

Inversamente, un exceso de vigor inducido por una situación de alimentación en agua no limitante provoca una alteración de la calidad de la cosecha: aumenta el rendimiento, los fenómenos de dilución, aumento de la competencia por los azúcares entre los ápices vegetativos mantenidos en actividad y los frutos, alteración del microclima y desarrollo de parásitos (Mériaux, 1982; Champagnol, 1984; Grimes y Williams, 1990).

Sobre el desarrollo y la maduración de las bayas, una producción de calidad debe apoyarse en la elección de la variedad y el portainjertos, la determinación de la densidad de plantación y el modo de conducción. En efecto tanto una falta como un exceso de agua es nefasto para la obtención de una vendimia de calidad, una falta progresiva aparece entre la floración y el envero, llegar a un estado de estrés moderado en la madurez es una apuesta segura hacia la calidad (Champagnol, 1984; Carboneau, 1998; Nadal, 2000). Es a partir

de la madurez cuando la cantidad de agua debe ser suficiente para compensar la evaporación, pero insuficiente para asegurar el crecimiento (Carboneau, 1998). Ello se traduce en un agotamiento casi completo de las reservas en la madurez, el cultivo del viñedo necesita así poder evaluar en tiempo real el estado hídrico de la viña y la cantidad de agua utilizable en el suelo ( Riou y Lebon, 2000; Sipiora y col. 1998).

A mediados del verano, el microclima de las hojas sujeto a radiación directa se vuelve desfavorable a la fotosíntesis por el cúmulo de una elevada temperatura. Si además, la alimentación hídrica no puede cubrir las necesidades de la transpiración, la temperatura de la hoja todavía aumenta más, parando la fotosíntesis de las mismas.

Los déficits hídricos pueden mejorar la calidad de las frutas en las viñas, variando según la región, el recurso de agua / suelo por parte de la planta y la variedad. De entre los factores que inciden en la síntesis de antocianos *in vitro*, el estrés hídrico i el estrés nitrogenado son los que provocan una mayor estimulación de su biosíntesis (Valls, 2004). El estrés hídrico tiende a reducir el tamaño de las bayas, de forma irreversible antes del envero y de forma reversible después (Ojeda, 2001).

El régimen de lluvias se encarga de cubrir las necesidades de la evapotranspiración. En las regiones calidas, la falta de agua es el factor limitante de la producción y de la calidad; en las regiones septentrionales, por el contrario, dicho factor esta constituido por el exceso de agua y la falta de calor (Peynaud, 1971).

Es importante poder medir el estado hídrico de la viña en una parcela o un grupo de parcelas. Existen numerosas técnicas directas e indirectas para poder hacer el diagnostico, entre ellas se pueden citar los índices basados en la medida de la temperatura de la cubierta vegetal (Riou y Lebon, 2000; Guillioni y col., 2001); la conductancia estomática, la intensidad fotosintética y la concentración en el xilema de ácido abscisico (Pellegino y col., 2001), pero la técnica de referencia es

incontestablemente, hoy por hoy, el potencial hídrico foliar (Carboneau, 1998; Ojeda y col., 2001; Deloire, 2004), que se mide con la ayuda de una cámara de presión (Scholander y col., 1965). Esta técnica consiste en estimar, mediante la utilización de un gas inerte aplicado a presión sobre una hoja, la capacidad de las células para retener agua.

### 2.2.2. Potencial hídrico foliar

El potencial hídrico, compuesto por los potenciales de presión, osmótico, matricial y gravitacional, es un parámetro fisiológico que explica el balance entre los flujos de absorción y de transpiración en agua por medio de la energía necesaria para extraer el agua contenida en los tejidos foliares (Albuquerque, 1993). El método de referencia que se utiliza actualmente es la medida del potencial hídrico foliar de base ( $\Psi_b$ ) que se mide antes del amanecer, cuando los estomas de las hojas están cerrados y se ha restablecido el equilibrio hídrico en relación al agua del suelo. Existe una buena relación entre el estado hídrico de la planta medido por el  $\Psi_b$  y la reserva útil del agua del suelo.

Los umbrales del  $\Psi_b$  y  $\Psi_{md}$  han sido propuestos por Carboneau (1998) y permiten apreciar el grado de estrés hídrico sufrido por la planta (tabla 2.1).

**Tabla 2.1. Potencial hídrico foliar al mediodía ( $\Psi_{md}$ ), potencial hídrico foliar de base ( $\Psi_b$ ) y estado hídrico de la vid (Carboneau, 1998).**

$\Psi_{md}$ (Mpa)	$\Psi_b$ (Mpa)	Estado hídrico de la viña
menor de -1,0	de 0 a -0,3	Ausencia de estrés hídrico
de -1,0 a -1,2	de- 0,3 a -0,5	Estrés hídrico ligero a medio
de -1,2 a -1,4	de- 0,6 a -0,9	Estrés hídrico medio a fuerte
de -1,4 a -1,6	menor de- 0,9	Estrés hídrico fuerte
menor de -1,6	--	Estrés severo

Otros útiles de diagnostico son actualmente estudiados. Todos ellos quieren responder con precisión a las relaciones existentes entre el estado hídrico de la planta y sus incidencias fisiológicas, entre ellos conviene citar: El potencial

hídrico de Tallo ( $\Psi_t$ ) (Choné y col., 2000); el potencial hídrico foliar a medio día ( $\Psi_{md}$ ), la conductancia estomática, la intensidad fotosintética, la cantidad en el xilema de ácido abscísico (Pellegrino y col., 2001) y la medida de las micro-variaciones del diámetro de tronco (dendrometría).

Las medidas del potencial hídrico por la cámara de presión son los indicadores del régimen hídrico menos caros y más fáciles de manejar en un viñedo. Choné y col. (2000) concluyen que el potencial hídrico de tallo ( $\Psi_t$ ) es el más preciso para determinar los regímenes hídricos.

Deloire y col. (2003) por el contrario afirman que tanto el potencial hídrico de tallo ( $\Psi_t$ ) como el potencial hídrico a medio día ( $\Psi_{md}$ ), miden de manera indirecta la transpiración global del follaje y son dependientes de las condiciones meteorológicas (cielo nublado, humedad del aire, etc.). A su vez el  $\Psi_b$  es dependiente de la lluvia y es necesario tener en cuenta este aspecto en la cinética hídrica.

Van Leeuwen (2000) e Intrigliolo y Castel (2007) muestran en su trabajo que la medida en continuo de micro-variaciones del diámetro de órganos leñosos de la viña permite detectar déficits hídricos, eventualmente de corta duración, mucho más que por la medida de potenciales foliares de base, aunque las instalaciones son mucho más costosas.

Algunos autores sugieren realizar las medidas en los siguientes periodos: floración (100% flores abiertas), cerrado del racimo, envero (50% de bayas enveradas), mitad de maduración y de maduración a cosecha.

Trabajos recientes han aportado resultados originales indicando que un estrés hídrico aplicado a la viña de floración a envero, no modifica la multiplicación celular sino el agrandamiento de las células, y según sea la intensidad del estrés el efecto puede ser irreversible (Ojeda y col., 2001). Cuando la situación de estrés se produce del envero a maduración puede tener un carácter reversible, debido a la plasticidad celular. Carboneau y col. (1998) afirman que para la baya el número

y tamaño de las células son elementos importantes que participan en la calidad de la vendimia, de igual manera que la relación superficie pelicular / pulpa.

Salón y col. (2005) establecen diferencias claras en la composición fenólica de la cv. Bobal en viñedos irrigados y no irrigados. Deloire y col. (2001) y Ojeda y col. (2001), demostraron que el estrés hídrico modifica el grado de polimerización de los taninos, información que los seguimientos de madurez clásicos no permitían detectar. La cuestión es determinar el impacto que este tipo de observaciones tiene sobre la calidad de los vinos en relación directa con el proceso de vinificación. En este sentido el análisis sensorial de los granos de uva se visualiza como una técnica interesante desde varios puntos de vista para determinar la madurez de la baya, pero ella debe ser completada por medio de análisis más precisos (Delteil, 1998).

### **2.3. La madurez fenólica**

La madurez de la uva no se define adecuadamente si se consideran solamente sus contenidos de azúcares y la acidez, que son datos imprescindibles pero no suficientes cuando se pretende explorar el potencial de la materia prima para la elaboración de vinos de óptima calidad (González Neves, 2003). Sin embargo, es posible también tener en cuenta el contenido global en sustancias fenólicas y su aptitud para la extracción. La madurez polifenólica es un marcador complementario de la madurez tecnológica, su control permite un control más exacto de la calidad de la vendimia tinta.

Di Stefano y col. (2000) definen como madurez fenólica al momento en que se alcanza un estado de combinación particular de los polifenoles de hollejos y semillas, que determina un descenso de la astringencia de estos compuestos y la máxima extractibilidad de los antocianos. Glories (2001) señala que la madurez fenólica se debe definir en función de la concentración de estos compuestos en la uva, y también en función de las estructuras moleculares implicadas y su aptitud para ser extraídas durante la vinificación. Para Saint Cricq y col. (1998) la madurez

fenólica o madurez pelicular, se alcanza cuando el nivel de antocianos es máximo, las paredes celulares están suficientemente degradadas para permitir una buena extracción de antocianos, y la contribución de los taninos de las pepitas en el conjunto total de los taninos es pequeña. La fecha de recolección óptima corresponde a una fecha en la cual los racimos tienen una cantidad suficiente de azúcar y un máximo de antocianos y taninos fácilmente extraíbles. Esta fecha óptima se sitúa 5 a 8 días después de alcanzar el máximo de acumulación de antocianos.

Ribereau-Gayon y col. (1999) señalan que, en términos generales, en la uva durante la maduración se incrementa la concentración de antocianos y taninos. Paralelamente, la contribución de taninos de la piel aumenta mientras que la de los taninos de las semillas disminuye. Dado que la astringencia de los taninos de la piel disminuye y la de los de las semillas permanece invariable, el balance indica que los vinos de uva madura serán menos astringentes que los de uva verde, para un mismo grado de extracción.

Al retrasar la vendimia, y por tanto aumentar el nivel de madurez de la uva, se produce un incremento de la sensación de volumen en boca y de la sensación de tannicidad. Por el contrario disminuye la acidez, la astringencia y el sabor amargo. Estos datos indican que durante las últimas fases del proceso de maduración, además de producirse una acumulación de azúcares y una síntesis activa de compuestos fenólicos, se producen también ciertos cambios, que influyen enormemente sobre la calidad de los vinos (Delteil, 1998).

El grado de madurez de las semillas y de la piel de uva son los factores más determinantes de la calidad de la uva destinada a vinificación en tinto (Zamora, 2003). La falta de madurez de la piel y de las semillas difícilmente podrá ser compensada.

La madurez fenólica no sustituye en modo alguno a la madurez llamada tradicionalmente tecnológica que hace intervenir la riqueza en azúcares y ácidos. Sin embargo, la madurez fenólica es interesante en la medida que permite acceder

a datos útiles para las vinificaciones. Su control el día de las vendimias, debería realizarse junto a la madurez tecnológica.

Teóricamente, las uvas más ricas en antocianos, deberían producir vinos más coloreados, pero no siempre es así. La uva posee, según las condiciones de madurez y la variedad, un potencial de extracción variable. La noción de extractibilidad de los antocianos es función del estado de madurez, que condiciona la degradación de las células del hollejo. De este modo, en igualdad de condiciones cuando la uva llega a la perfecta maduración o a una ligera sobremaduración, la riqueza en antocianos del vino es más elevada que cuando es recogida antes de madurez, a pesar de que los pigmentos disminuyan en la uva. Simultáneamente, el color y el contenido en polifenoles totales son igualmente máximos (Ribéreau-Gayon y col., 1999).

Por otra parte, durante la maduración disminuye el contenido en taninos de las pepitas, mientras que el grado de polimerización de estos aumenta, lo cual hace disminuir la tasa de taninos extraíbles en las pepitas (Saint-Cricq de Gaulejac y col., 1998). Finalmente decir que el conocimiento de la madurez fenólica puede ayudar a monitorizar la vinificación.

## **2.4. Los compuestos fenólicos**

Los fenoles son responsables del color de los vinos tintos, de su astringencia y su amargor; contribuyen a su perfil olfativo; actúan como importantes reservas de oxígeno y como sustrato para las reacciones de oscurecimiento.

Las diferencias entre los tipos y estilos de vinos se deben, en gran parte, a la concentración y composición de los fenoles. Desde el viñedo hasta la elaboración y el envejecimiento de los vinos de calidad hay que considerar el control de los compuestos fenólicos.

Los compuestos fenólicos son sustancias con uno o más anillos bencénicos, y al menos un sustituyente hidroxilo. Su clasificación esá basada en la distinción entre compuestos no flavonoides ( $C_6-C_1$ ) y ( $C_6-C_3$ ) y flavonoides ( $C_6-C_3-C_6$ )

La materia colorante del vino está formada por un conjunto de compuestos fenólicos. El interés de la definición química de estas sustancias y sus propiedades es evidente, ya que por una parte, permite precisar el papel que desempeña en el vino y, por otra orientar la tecnología hacia una mejora de las técnicas de elaboración.

Estas moléculas se condensan entre ellas o con otros componentes como los polisacáridos o las proteínas (Canal-Llaubères, 1993), influyendo sobre las características organolépticas y químicas de vino. Asimismo, tienen un papel importante en las transformaciones que sufre el vino durante su elaboración, evolución, conservación y envejecimiento (Margheri y col., 1980; Cela y col., 1982; Puig y col., 1992). También poseen un carácter antioxidante e intervienen en los fenómenos de turbidez y pardeamiento del vino (García y col., 1984; Celotti y col., 2000). Además tienen propiedades bactericidas, vitamínicas y previenen las enfermedades cardio-vasculares.

La reactividad de estos compuestos es debida a la presencia de una o varias funciones fenol, ya que presentan carácter ligeramente ácido (gran movilidad del átomo de hidrógeno del grupo OH) y su capacidad de originar derivados de adición y sustitución (anillo bencénico).

#### **2.4.1. Los compuestos no flavonoides**

Bajo esta denominación nos encontramos a los ácidos fenoles, divididos en ácidos benzoicos ( $C_6-C_1$ ) y ácidos cinámicos ( $C_6-C_3$ ) y otros derivados fenólicos como los estilbenos, entre el que cabe destacar el resveratrol.

Estos ácidos carecen de color en el espectro visible. No obstante pueden oxidarse y dar lugar al pardeamiento del mosto y del vino. Presentan un papel

primordial en la evolución del color de los vinos blancos, no parecen ser de gran importancia en los vinos tintos (Zamora, 1998).

#### **2.4.2. Los compuestos flavonoides**

Existen cuatro grandes familias con un esqueleto de 15 átomos de carbono ( $C_6-C_3-C_6$ ) de tipo 2-fenil benzopirona. Los flavonoides en sentido estricto, están principalmente representados en la uva por los flavonoles, mientras que los flavonoides en sentido amplio comprenden los antocianos y los flavanoles. También encontramos otros como los flavanonoles y las flavonas (en las hojas).

Los flavonoles son los responsables del color amarillo de la piel de las uvas blancas y también del vino, se localizan en los hollejos. En vinos tintos se limitan a contribuir en una pequeña parte de su fracción amarilla.

#### **2.4.3. Antocianos**

Es la principal materia colorante de las uvas y vinos tintos. En las variedades no tintoreras, los antocianos se encuentran en su totalidad en la piel y más concretamente en las tres o cuatro primeras capas celulares de la epidermis de la uva (Glories y Amrani-Joutei, 1991). El color de vino depende de los antocianos libres o bien combinados con otras moléculas. Se denominan antocianos a los compuestos cuyas estructuras corresponden a un anillo benzopirilo y un anillo fenólico. No existen en la naturaleza en estado libre, pero si estabilizados por esterificación con una o más moléculas de azúcar, estos glicósidos se engloban bajo el término de antocianinas, reservándose el de antocianidina para sus agluconas.

Los monoglucósidos están presentes en todas las especies conocidas del género *Vitis*, en cambio los diglucósidos están característicamente ausentes en la *Vitis vinífera*, si bien algunos autores han señalado la presencia de diglucósidos en algunas variedades pero en cantidad muy pequeña. La mayor parte de las vides

americanas proceden de híbridos *V. riparia* y *V. rupestris* particularmente ricas en diglucósidos, carácter hereditario dominante (Bucelli y col., 1991; Moreti, 1992; Moriondo, 1992; Rosson, 1988).

Es conveniente señalar que la malvidina es el antociano mayoritario en la uva y que además es el más estable, por lo que Zamora (1998) considera que la malvidina es básicamente la responsable del color del vino. Podemos ver la composición en antocianos de algunas variedades tintas en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2. Composición en antocianos de algunas variedades (Blouin, 2004).**

Antocianos%	Malbec	Merlot	Cabernet	Nebbiolo
Delfinidina	0,39	0,30	5,00	4,20
Cianidina	0,01	0,18	0,35	12,88
Petunidina	3,93	7,90	8,80	3,97
Peonidina	1,39	10,29	2,52	54,87
Malvidina	94,19	81,33	88,33	24,08

En el mosto de uva recién estrujada y en vinos de solo un día de maceración el único antociano presente es la malvidin-3-glucósido. A los dos días de maceración el contenido de este supera el 90% de los antocianos presentes, mientras que los monoglucósidos de los restantes antocianos se encuentran en proporciones que oscilan entre el 5 y el 7%. En los vinos recién fermentados sigue siendo mayoritario el monoglucósido de malvidina, con un 75% de los antocianos totales (Drdak y col., 1989 a, b).

En el vino se pueden encontrar antocianinas en estado libre (como en la uva) o combinados con otras sustancias, principalmente con taninos.

El contenido en antocianos de las uvas maduras es muy variable y este está estrechamente relacionado con la variedad. Singleton y Esau (1969) estiman que el contenido medio de antocianos de la uva tinta empleada para vinificación es de 800 mg/kg., con mínimos para variedades como Pinot (100 mg/L) y máximos

para variedades como Syrah o Cabernet Sauvignon (1.500 mg/L). Por supuesto, el contenido de antocianos se pueden alterar por condiciones de cultivo y otros factores tales como alimentación nitrogenada, contenido en azúcares, superficie foliar, potencial hídrico del suelo (Bourzeix y col., 1977; Tomasi y col., 1999), acción de enzimas (Ducruet y col., 2000), nivel de potasio asimilable del suelo, influencia de la luz y temperatura (Champagnol, 1984; Bucelli y col., 1991), variedad (Cravero y Di Stefano, 1990), contenido en clorofila, competencia por la fenil-alanina, número de semillas del grano de uva (García y col., 1988), condiciones del medio (pH, SO<sub>2</sub>) y tipos de levadura (Cuinier, 1994). Estas cantidades disminuyen a lo largo del envejecimiento hasta valores de 0 a 50 mg/L.

#### **2.4.4. Flavanoles**

Son compuestos fenólicos que tienen como propiedad fundamental bloquear proteínas. Pero para llegar a esta condición se precisa un peso molecular superior a 500 y se estima tal carácter tánico o de bloqueo desnaturalizante de proteínas, entre masa molecular 500 y 3000 (Ruiz Hernández, 1994 y 1996). Desde el punto de vista químico los taninos constituyen una categoría heterogénea de moléculas de naturaleza fenólica (Celotti y col., 2000; Moutounet y col., 1996).

Los taninos se pueden clasificar en dos grandes grupos: taninos hidrolizables y taninos condensados.

Los taninos hidrolizables, también denominados gálicos, no son naturales de la uva. Son llamados así porque se descomponen por hidrólisis ácida. Proviene de la adición autorizada de taninos con fines tecnológicos, del corcho, de los tapones o de la madera de roble de las barricas. Están constituidos por una molécula glucídica sobre la cual se fijan diferentes grupos fenólicos, de los cuales los más importantes son el ácido tánico (ác. gálico) y la lactona de su dímero (De Rosa, 1988; Celotti y col., 2000; Vivas, 2001). Participan directamente sobre fenómenos que favorecen las reacciones de oxidación y la producción de etanal (Vivas, 2000 b; Rosson y col., 1988).

Los taninos condensados son los taninos de la uva. Su raíz es el heterociclo pirano de los compuestos flavonoides y se distinguen en ellos dos estructuras: *flavan-monoles* cuyas sinonimias son catequinas ((+) catequinas y (-) epicatequinas) y *flavan-dioles* cuyas sinonimias son leucoantocianos, protoantocianidinas, proantocianidoles, leucoantocianidinas y flavan-3,4,dioles, siendo estos los más abundantes.

Los taninos condensados participan directamente en las formaciones de combinaciones de las protoantocianidinas y los antocianos del vino. La condición para la polimerización está en la posibilidad de formar enlaces entre las posiciones C<sub>4</sub> de protoantocianidinas y las posiciones C<sub>6</sub> o C<sub>8</sub> de las catequinas (Vivas, 2000 b).

Las formas monómeras son de poco color amarillo o incoloras, las polímeras aumentan el color amarillo cuando la condensación es entre sí. Los que poseen dos o tres grupos hidróxilo son los que influyen e intervienen en procesos de oxidación y dan lugar a compuestos de color amarillo pardo. (Ruiz Hernández, 1999).

La clasificación de este elevado número de compuestos se puede hacer atendiendo a su magnitud molecular:

*Monómeros (masa molecular 300)*. Se encuentran en la uva, hollejo y pepitas, y en el vino. Fundamentalmente estos monómeros corresponden a catequina y epicatequina. *Compuestos de 2 a 5 moléculas elementales (masa molecular 500-1500)*. Aportan a la uva cierto sabor astringente. *Compuestos de 6 a 10 moléculas (masa molecular 1500-3000)*. Dan un máximo de astringencia a la uva. Los compuestos con una masa molecular superior son los más complejos y no tienen sabor astringente.

#### **2.4.5. Combinación de los polifenoles del vino**

La condensación de monómeros es condición esencial para que estos compuestos presenten las características químicas y organolépticas de los

taninos. Saucier y col. (1999) clasifican los taninos en taninos buenos y malos, los primeros representados por corpulencia y estructura, y los segundos por debilidad, agresividad y sequedad.

Los monómeros y los polímeros derivados de la condensación de un número demasiado elevado de monómeros carecen de propiedades tánicas. Tales propiedades aumentan progresivamente en los polímeros derivados de dos a diez monómeros, a partir de estos disminuye fuertemente. En el vino existen monómeros y polímeros, los monómeros están presentes en los vinos tintos en dosis del orden de 50-100 mg/L dosis que disminuye con el envejecimiento, mientras que los polímeros están presentes en dosis muy variables, entre 1,5 y 5 g/L

Las catequinas contrariamente a los antocianos, no están ligadas a otras moléculas, como por ejemplo los azúcares, no tienen grupos metilados y además son menos activos que las protoantocianidinas. La estructura química de las protoantocianidinas es mucho más compleja, ya que son polímeros de catequina (y formas isoméricas) y/o del flavanediol-3,4.

Las protoantocianidinas y sus formas polimerizadas, tienen la propiedad, que les diferencia de las catequinas de ser transformables, parcialmente en antocianidinas rojas por calentamiento en medio ácido (Glories, 1984; Esteve y col., 1992). En las mismas condiciones las catequinas se transforman totalmente en un producto amarillo pardo de alto peso molecular denominado flobafeno (Ribereau Gayon, 1982).

Podemos considerar que un polímero de procianidinas presenta una estructura equivalente a la de una espiral, en la que los grupos OH están dirigidos hacia el exterior de la cadena, esta cadena será más larga cuando mayor sea el polímero.

El efecto astringente de un vino, provocado de la reacción de la procianidina con la proteína de la saliva, depende de la estructura del tanino (Climent y col., 1997). El vino es un medio ácido, por lo que cuando lo bebemos

provoca la acidificación de la boca, en la saliva hay una proteína, la mucina, que al encontrarse en un medio ácido se carga positivamente. Por su parte, las procianidinas presentan la propiedad química de tener densidad de carga negativa ubicada en los grupos  $\text{OH}^-$  que se dirige hacia el exterior de la espiral. Por lo tanto, es evidente que las proteínas y las procianidinas se atraerán y formarán complejos proteína-procianidina de alto peso molecular, los cuales precipitarán, provocando que la saliva pierda su capacidad lubricante y dando lugar la sensación que conocemos como astringencia. La gran variabilidad de las moléculas de taninos y de proteínas salivares dan lugar a mecanismos de interacción particularmente complejos. Diferentes métodos de análisis han sido propuestos para su medida (Glories, 1978; Sarni-Manchado, 1999; Mateus, 2001; LLaudy, 2004; Rinaldi, 2007), sin embargo la complejidad de la sensación de astringencia no ha podido ser fácilmente correlacionada con resultados analíticos.

La asociación proteína-procianidina puede ser reversible, por ejemplo con un aumento de pH. La afinidad entre estos dos está fuertemente afectada por el número de hidróxilos fenólicos de las moléculas, correspondientes al número de sitios de interacción posibles. Si el número de núcleos o-difenoles aumenta, aumenta la posibilidad de formación de puentes entre proteínas y taninos (Vivas, 2000 b).

Las procianidinas presentan la propiedad de que polimerizan a lo largo del tiempo, es decir que las cadenas se van haciendo más largas, lo cual condiciona enormemente sus propiedades químicas y organolépticas. El color amarillo de las procianidinas aumenta con el grado de polimerización y también el sabor amargo es máximo en el tetrámero y disminuye progresivamente al aumentar el grado de polimerización que tenga lugar. Si la polimerización es lineal, la astringencia aumenta hasta alcanzar un valor máximo en el heptámero, para disminuir progresivamente. No obstante si la polimerización es cruzada, la astringencia disminuye notablemente debido a que el número de grupos  $\text{OH}^-$  de las procianidinas que puede reaccionar con las proteínas disminuye. Podemos remarcar que la polimerización cruzada de las proantocianidinas necesita la presencia de oxígeno y por lo tanto se ve favorecida por la aireación moderada del

vino, un ejemplo de ello sería las condiciones de crianza en barrica de roble, ya que sin oxígeno los polímeros pasan de disolución a coloide y posteriormente precipitan. Una aireación demasiado fuerte del vino podría ser contraproducente, ya que favorecería más la oxidación de los antocianos y por tanto la pérdida del color rojo (Vivas y col., 1994; Zamora, 1998). Estas actuaciones pueden ser catalizadas por compuestos inorgánicos como el hierro y el cobre o compuestos orgánicos como las quinonas o hidroxiquinonas, o atenuadas con reductores como sulfito y ácido ascórbico (Ruiz Hernández, 1999; Singleton, 1985).

Por otra parte, las procianidinas también pueden formar complejos con péptidos, polisacáridos y sales inorgánicas, dando lugar a una disminución de la astringencia, puesto que al estar bloqueados los grupos OH, estos no pueden unirse a las proteínas de la saliva. En este punto es necesario señalar que el grado de madurez de la uva tiene una gran influencia sobre la complejación de las procianidinas con los polisacáridos (Zamora, 1998). Estudios de microscopía electrónica mostraron que durante la maduración de la uva los taninos se adhieren a las proteínas de la cara interna del tonoplasto y después a los polisacáridos de la pared celular a través de los enlaces glucosídicos (Amrani y col., 1994 a). Lo que explicaría por qué los vinos procedentes de vendimias poco maduras son más astringentes que los procedentes de vendimias muy maduras. Otro factor a tener en cuenta es el hecho de que durante la fermentación maloláctica, las bacterias lácticas liberan al vino polisacáridos y péptidos que al acomplejarse con las procianidinas del vino producen una disminución de la astringencia, haciendo que los vinos sean más suaves y agradables.

Además de las reacciones de polimerización y de complejación descritas, las procianidinas pueden reaccionar con los antocianos formando uniones muy estables, estas uniones son muy resistentes a la oxidación, por lo que representan una estabilización muy importante del color del vino tinto (Climent y col., 1997). También es necesario remarcar que estas uniones antociano-procianidina presentan un equilibrio en función del pH diferente del descrito para los antocianos libres, de tal manera que al mismo pH presentan un color más intenso y una tonalidad azul menos marcado. De hecho los antocianos libres en presencia de

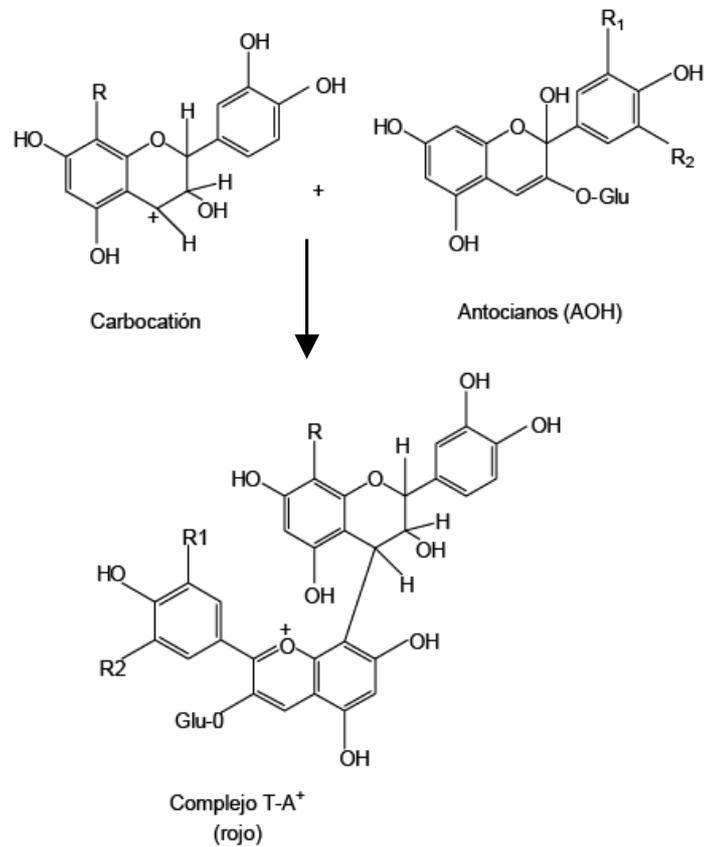
oxígeno únicamente pueden oxidarse, lo que comportaría la pérdida irreversible del color del vino, mientras que en presencia de procianidinas los antocianos libres pueden también formar estas combinaciones. Todo esto condiciona que en un vino tinto siempre exista una competencia entre estos dos tipos de reacción. Será en función de la composición del vino (en antocianos y procianidinas) y de las condiciones de elaboración y de crianza que podemos favorecer la oxidación o la unión de antocianos-procianidinas. Es necesario señalar que las uniones antociano-procianidinas impiden la formación de las calconas y, por lo tanto los antocianos ligados a las procianidinas no pueden ser oxidados. Son precisamente estas combinaciones antociano-procianidinas las responsables de el color de los vinos añejos, así como de la capacidad del vino para resistir la crianza oxidativa en barricas (Zamora, 1998).

En un vino joven los antocianos libres pueden alcanzar concentraciones del orden de algunos cientos de mg/l, disminuyendo rápidamente durante los primeros meses y anulándose prácticamente al cabo de algunos años, en función de las características propias del producto y de las condiciones de almacenamiento. Es en este momento también se produce un aumento de las combinaciones taninos-antocianos, cuyos pesos moleculares oscilan entre 500 a 1500 en vinos jóvenes, y de 3000 a 5000 en los viejos (Margheri y col., 1987).

Otro factor favorable de las uniones entre los antocianos y las procianidinas es que provocan una fuerte disminución de la astringencia del vino. Es necesario señalar que las procianidinas ligadas a los antocianos presentan una menor tendencia a la polimerización que las procianidinas libres, por lo tanto disminuirá la precipitación de los grandes polímeros de procianidina. Este tipo de reacción conllevará a la disminución de la tendencia del vino a incrementar su tonalidad amarilla como resultado de la formación de procianidinas de alto peso molécula

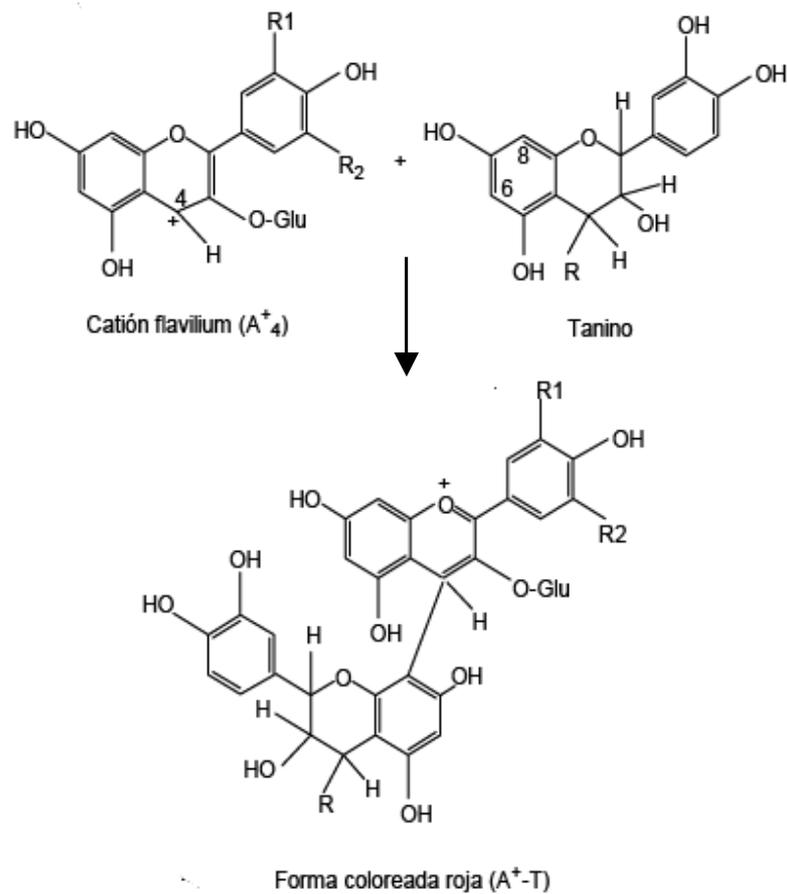
Estas combinaciones antociano- flavonol pueden ser o bien condensaciones ( $A^+-T$ ) de color rojo en presencia de oxígeno y no decolorables por el sulfuroso, o bien ( $T-A^+$ ) de color rojo- anaranjado y favorecidas por la ausencia de oxígeno, aumentando en los vinos sometidos a ambiente reductor

(Figuras 2.1 y 2.2). Ambas producen una estabilización del color y una disminución de la astringencia, sin comportar una pérdida de la materia tánica por precipitación.



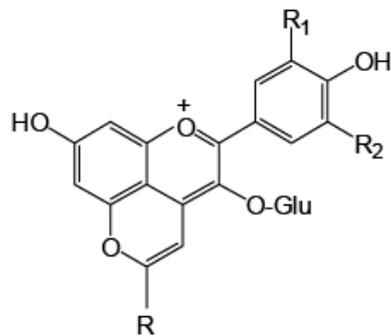
**Figura 2.1. Hipótesis de estructura de producto de adición de taninos y antocianos tipo T-A**

El acetaldehído también participa como intermediario en las reacciones de condensación de los polifenoles. Estos pigmentos son resistentes a la decoloración por el sulfuroso, tienen coloraciones violetas a pH superiores a 5 y su formación se ve favorecida por la aireación y la microoxigenación.



**Figura 2.2. Hipótesis de estructura de producto de adición de taninos y antocianos tipo A-T.**

Otros pigmentos son los denominadas piranoantocianos o vitisinas (Figura 2.3), se forman al reaccionar los antocianos con el ácido pirúvico o los vinil fenoles (Fulcrand y col., 1996). . Estos pigmentos también son resistentes a la acción decolorante del sulfuroso y su color esta menos afectado por pH y el tiempo que los antocianos libres, expresando más color que la propia malvidina, con un desplazamiento hipsocrómico (batocromo) hacia coloraciones marrones-anaranjadas (Valls, 2004).



Piranoantociano

**Figura 2.3. Estructura de producto de condensación entre antocianos y otras sustancias presentes en el vino (R=vinilfenol, ácido pirúvico, vinilflavonol, etanal) denominados piranoantocianos o vitisinas.**

La disminución en la concentración de antocianos libres en el envejecimiento se debe fundamentalmente, a su condensación con taninos y a procesos degradativos que implican la pérdida del ión flavilio y por tanto su decoloración. Dicha pérdida se realiza más fácilmente al aumentar el pH y en presencia de agentes reductores (Ribereau Gayon, 1982). Son más fáciles de degradar los antocianos que tienen dos o más grupos hidroxilo en el anillo B (Pontalier y col., 1983) y además estos efectos se ven potenciados a temperaturas elevadas, entre 30 y 40 °C (Alonso y col., 1985). Los antocianos también intervienen en el fenómeno denominado copigmentación que incrementa el color de los vinos y modifica su tonalidad en función de los copigmentos con los que se asocia (Zamora, 2003). Para fomentar la copigmentación en los vinos jóvenes, y que sus efectos sean más notables y duraderos, es necesario que en los vinos

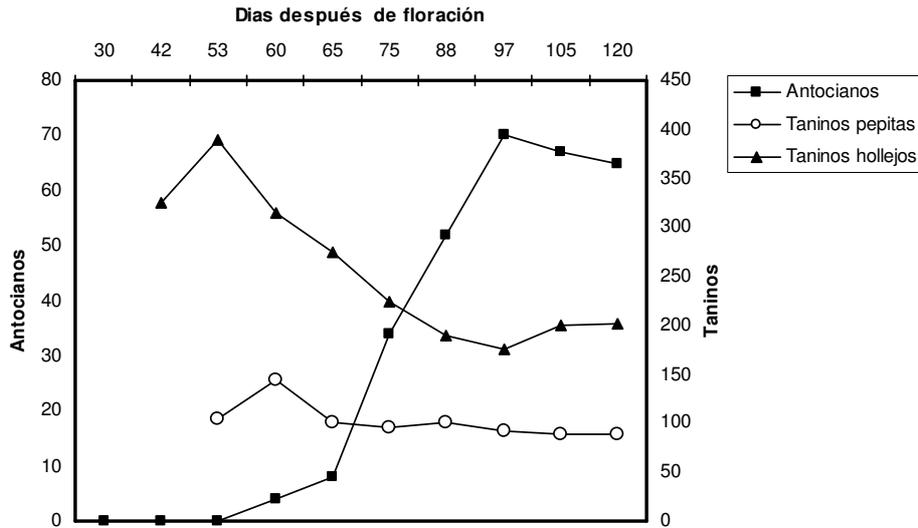
haya una mayor concentración de copigmentos, sobre todo de los más importantes, los flavonoles, aunque en las uvas y en los vinos estos se encuentran en pequeñas proporciones, y aumentar en lo posible, la relación molar copigmento/pigmento (Boulton, 2001). Los compuestos fenólicos más abundantes en los vinos tintos, los flavan-3-oles, son copigmentos poco efectivos (Hermosín Gutiérrez, 2005).

## **2.5. Evolución de los polifenoles a lo largo de la maduración**

Los compuestos fenólicos se sintetizan esencialmente en el citoplasma de las células, después migran dado su carácter hidrosoluble, sobretodo hacia las vacuolas, como ocurre con los antocianos.

La clave de la acumulación de estos compuestos fenólicos es una enzima, la phenilalanina amonioliasa, localizada en las células epidérmicas de la uva. Este enzima presenta un máximo de actividad en el periodo herbáceo disminuyendo a lo largo del periodo de maduración. En las variedades tintas existe una gran relación entre la actividad de este enzima y la intensidad de coloración de las bayas (Blouin 2000).

La acumulación de compuestos fenólicos parece resultar de un fenómeno de competición con otros compuestos indispensables para el crecimiento de órganos en la planta. La actividad fenilalanina-amonioliasa orienta el metabolismo hacia la síntesis de compuestos fenólicos y su actividad es máxima en condiciones desfavorables de crecimiento.



**Figura 2.4. Evolución de los compuestos fenólicos desde la floración hasta la vendimia. (Darne, 1991).**

Tal y como podemos observar en la Figura 2.4, en las pepitas la cantidad de taninos es máxima antes del envero, después disminuyen hasta la madurez fisiológica, permaneciendo prácticamente estables desde este momento (Bouquet y col. 1996). Los taninos de los hollejos disminuyen durante la maduración de la uva, al contrario que los antocianos que aparecen en el envero y se acumulan durante toda la maduración, pasando por un máximo alrededor de la madurez y disminuyendo por sobremaduración de la uva (Gilloux. 1981, Blouim, 2004).

Aunque este gráfico es válido para todas las variedades, los máximos varían en función del medio, las condiciones climáticas y la variedad, de tal forma que la máxima cantidad de antocianos se puede alcanzar antes o después de la madurez óptima, incluso no alcanzarse (Valls, 2004).

## **2.6. La extracción de compuestos fenólicos en la vinificación**

Diversos aspectos relativos a la elaboración pueden afectar a la extracción de los fenoles y el estilo de vino: la maceración, maceración en frío, la termovinificación, el grado de rotura de las uvas, los remontados, la temperatura de fermentación, el tiempo que el mosto permanece en contacto con los hollejos, así como la forma y tamaño de la cuba.

La duración de la maceración es variable según los tipos de vinos, va de algunos días a algunas semanas. También la maceración se diferencia según el momento de inicio de la fermentación alcohólica.

### **2.6.1. La maceración**

Uno de los caracteres diferenciales de los vinos tintos es la maceración en presencia de las partes sólidas (principalmente hollejos, secundariamente las pepitas y más raramente raspón). La vinificación en tinto es pues un proceso muy complejo donde se superponen la fermentación alcohólica y maceración (De Rosa, 1988).

#### **2.6.1.1. Maceración prefermentativa en frío**

El objetivo de esta técnica es el conferir al mosto una parte de "fruta" y de aromas primarios del racimo que proviene (Blouin, 2000). Realizada en Borgoña tradicionalmente, debido a las temperaturas bajas de vendimia, tienen una influencia notoria sobre la calidad final de los vinos de esta región, mejorando la expresión aromática de los vinos de pinot noir (Cuenat, 1997). La refrigeración actualmente en bodegas, puede hacerse mediante los equipos de frío convencionales o con nieve carbónica.

Los estudios realizados por Retali en 2004 en la variedad Nielluccio ponen de manifiesto que en la mayor parte de los casos se obtiene una mayor expresión aromática y un aumento de la calidad utilizando la maceración prefermentativa.

Los antocianos son extraídos mayoritariamente en esta fase. Cuando el grado alcohólico aumenta, se observa una ligera disminución de su contenido por degradación, adsorción o modificación de su estructura.

La practica totalidad de autores destacan que la maceración prefermentativa en frío es una herramienta que aumenta la complejidad, el color y la estabilidad del color de los vinos tintos, dota al vino de más cuerpo, enriquece las sensaciones en boca, aumenta su potencia aromática, permite una mejor evolución en botella y le da una vida más larga. Aunque ensayos llevados a cabo por Blouin y col. (2000), muestran que esta técnica no fue capaz de mejorar significativamente la calidad fenólica de los vinos, siendo preferidos los vinos procedentes de uvas sin macerar, que las maceradas durante 5 y 9 días a baja temperatura.

Sobre dos clones de Cabernet Sauvignon, Zoecklein en sus estudios realizados en 1994, puso de manifiesto que la maceración en frío durante 48 horas disminuye los matices ( $A_{420}/A_{520}$  nm) a la vez que aumenta la intensidad de color ( $A_{420} + A_{520}$  nm) y los antocianos de los vinos obtenidos.

#### **2.6.1.2. La maceración durante la fermentación**

La maceración implica no sólo la extracción de los compuestos fenolicos fenoles sino la de los polisacáridos, las proteínas y los péptidos procedentes de las paredes celulares de las uvas.

En la mayoría de las variedades la máxima extracción del color se produce hacia la mitad del proceso de la fermentación (Berg y Akiyosky, 1956). Los antocianos se extraen con bastante facilidad, mientras que los taninos, se extraen más lentamente. Ésta es la principal razón por la que el descubado antes de que se termine la fermentación -especialmente con uvas maduras- produce vinos con buen color inicial, astringencia relativamente baja, pocos fenoles totales y que frecuentemente son vinos florales y ligeros. El carácter afrutado suele ser inversamente proporcional a la cantidad de compuestos fenólicos.

El encubado prolongado afecta a la evolución de los taninos proporcionando al vino más cuerpo, complejidad, y aumento la estabilidad del color. A diferencia de los antocianos, los taninos se extraen durante todo el periodo de contacto con los hollejos. Esta extracción tiene un efecto significativo sobre la astringencia, el color y especialmente, sobre la estabilidad del color (Scudamore-Smith *et al.*, 1990). Los taninos procedentes de un contacto prolongado con los hollejos estabilizan los antocianos al formar complejos poliméricos.

Los taninos de hollejos y semillas tienen cinéticas de extracción diferente. Mientras que los primeros se extraen desde el principio como los antocianos, los segundos comienzan a extraerse cuando el alcohol disuelve la cutícula. Los taninos de las semillas no son extraíbles si no se disuelve el recubrimiento lipídico de las mismas, y son más o menos solubles según su grado de polimerización, que va aumentando durante la maduración, lo que los hace menos extraíbles (Amrani y Glories, 1994 a; Saint-Cricq 1998).

La intensidad del color de un vino de 9 a 15 meses de edad es directamente proporcional al tiempo de contacto con los hollejos, es decir, a la cantidad de fenoles de taninos extraídos (Sterns, 1987).

### **2.6.1.3. La maceración postfermentativa**

Una vez finalizada la fermentación alcohólica se sigue macerando con los hollejos sumergidos en el vino. Este tipo de maceración se utiliza en los vinos destinados al envejecimiento y en variedades con pocos taninos.

El tiempo de contacto post-fermentación se controla generalmente por la cata ya que la maceración afecta a la evolución de los taninos. Scumadore-Smith y *col.*, (1990) encontraron que aunque la intensidad de color tras una maceración prolongada era superior a la obtenida en la fermentación tradicional, a los 13 meses eran similares. Las uvas de algunos viñedos se benefician de una maceración prolongada, pero no todas son aptas para ello.

### **2.6.1.4. Duración de la maceración**

Habitualmente unas de las preguntas sin respuesta en la enología es: ¿cuál es el tiempo óptimo de maceración?, si bien no existe una respuesta definida, existen criterios y conocimientos que nos acercan cada día mas al establecimiento de este tiempo. El control del tiempo de maceración implica encontrar un óptimo que nos permita obtener un vino con mejores perfiles sensoriales. Pero esto no es fácil de lograr, puesto que los mismos factores que favorecen también la cesión de otras sustancias agradables pueden favorecer la de otras amargas o astringentes (Vila, 2002). Si se analizan los criterios que se utilizan para decidir el final de la maceración, se observa que es muy variado y que en su mayoría depende de factores ajenos a las características del vino. Así, el descube depende de la capacidad de la bodega. En otros casos se descuba a una densidad determinada o tras unos días de maceración, o cuando se alcanza un determinado color (Zamora, 2003).

**Tabla 2.3 Influencia del tiempo de maceración sobre los antocianos y el color del vino de Cabernet Sauvignon, según Dournel (1985).**

Tiempo días	Antocianos (mg/L)			Taninos (g/L)
	Totales	Combinados	Coloreados	
5	956	48	291	1,5
10	931	95	510	2,6
15	910	214	347	2,8
20	895	210	285	3
30	750	414	208	3,3

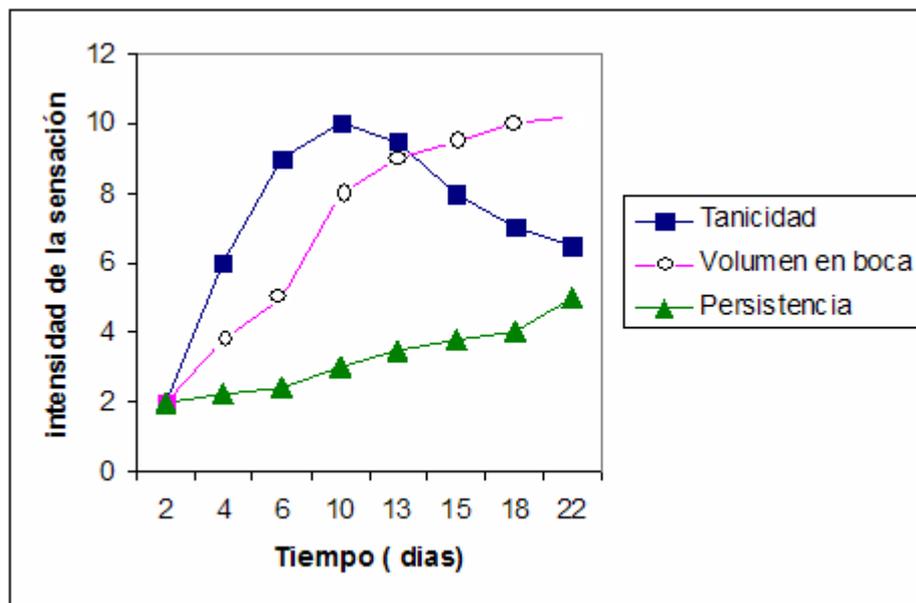
Por otro lado la evolución de la concentración de sustancias cedidas no sigue modelos lineales simples en función del tiempo (tabla 2.3). Esto se debe a que, durante la extracción, las sustancias sufren fenómenos colaterales como la saturación y la precipitación, la adsorción sobre los sólidos, la condensación molecular, la oxidación y los cambios de copigmentación (Ribereau-Gayon, 1982; Sommers y Evans, 1986), así como a la distinta composición de las bayas en las diferentes añadas.

Se ha observado que la extracción de polifenoles a lo largo de la maceración, sigue un modelo de curva logarítmica (Ribereau-Gayon, 1982) donde se pueden distinguir dos periodos diferentes. Al principio la extracción es rápida para ir haciéndose después más lenta. En una vinificación clásica solo una tercera parte de los fenoles de la uva están presentes en el vino.

Los estudios realizados por Vila y col. en 2002 ponen de manifiesto que durante las primeras fases de maceración se extraen taninos de hollejos, ricos en prodelphinidinas y pobremente galoilados. Si la maceración se prolonga, aumenta la extracción de taninos de semillas, fuertemente galoilados. Estos taninos de semillas se difunden más lentamente y requieren de un mayor contenido en alcohol. Una extracción importante de catequinas y taninos supone una vinificación con maceración larga.

Si lo que se desea obtener son vinos jóvenes, la maceración deberá ser corta, evitando obtener vinos muy tánicos. Por el contrario si se desea obtener vinos para crianza, la maceración deberá ser mas larga, ya que de este modo se incrementa la extracción de color y de los taninos para dar al vino la estructura necesaria, así como para garantizar la estabilización del color (Zamora, 2003).

Hay que tener en cuenta que prolongar la maceración, cuando la uva está bien madura y sana, mejora el equilibrio gustativo del vino, incrementándose el volumen en boca y la persistencia del vino. La tanicidad aumenta hasta alcanzar un valor máximo, tras el cual disminuye, tal como puede apreciarse en la Figura 2.5.



**Figura 2.5. Influencia del tiempo de maceración sobre las percepciones gustativas del vino (Delteil 1998).**

Para Zamora (2003), el criterio a utilizar para decidir el tiempo de maceración debería ser el de macerar mientras el vino mejore sensorialmente. No obstante, este criterio se ha de aplicar con precaución, ya que una maceración excesiva comportaría una extracción de taninos herbáceos, que disminuiría la calidad del vino.

Para Boulton (2001), si bien es posible conocer los patrones que sigue la extracción en condiciones controladas de laboratorio, no es posible asegurar que sucede en condiciones industriales y cómo el tiempo de maceración establece el color y la astringencia que consigue el vino, dado que existen algunos fenómenos como la copigmentación de los antocianos y el acomplejamiento de los taninos y los polisacáridos que tienen una gran influencia.

Muchas de las reacciones de los compuestos fenólicos en los vinos dependen de su composición y están fuertemente determinadas por la variedad de uva.

Numerosos autores coinciden al afirmar que un mayor tiempo de contacto con los hollejos generalmente da vinos con más color, más flavonoides, más taninos, menos antocianos monoméricos y más fenoles poliméricos (Scudamore-Smith y col, 1990; Kantz y Singleton, 1991; Kovac y col, 1992; Sims y Bates, 1994). Los vinos se pueden volver más astringentes y con más intensidad aromática. Un mayor tiempo disminuye el aroma de fruta. La astringencia generalmente no se hace excesiva a medida que pasa el tiempo, y aún puede decrecer (Scudamore-Smith y col, 1990; Sims y Bates, 1994).

### 3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

---

### 3.1. Objetivos

La variedad Bobal es después de la Tempranillo la uva tinta más cultivada en España, representando cerca del 10 % del total de la superficie plantada en nuestro país. Prácticamente la totalidad se cultiva en las provincias de Valencia, Albacete y Cuenca.

Los vinos obtenidos de Bobal se han dedicado, en su mayoría, a la elaboración de graneles para la mezcla con otras variedades por su elevada concentración de color y caracteres neutros. Con la entrada en la Comunidad Europea y la aplicación del reglamento 822/87, se prohíben las mezclas entre vinos blancos y tintos. Esta prohibición unida a la plantación de otras variedades tintas en España, y la actual crisis de consumo existente ha generado una menor demanda de vinos de la zona de producción. Ello ha llevado a las bodegas a tener que modificar los métodos clásicos de vinificación por otros sistemas que no utilicen el sangrado parcial.

Los *críticos, especialistas y comerciales*, necesitan y demandan nuevos vinos con variedades autóctonas, diferentes de las internacionalmente conocidas Cabernet, Merlot y Chardonnay, para poder abrirse un hueco y entrar en los mercados nacionales e internacionales. En los últimos años, unas pocas bodegas, han elaborado algunos vinos donde la variedad Bobal ha sido la uva predominante; también - no con menos éxito - se han elaborado monovarietales de esta uva. Esta buena impresión ha provocado una “desmedida euforia” en algunos ambientes locales relacionados con el mundo del vino, que han visto una posible luz a la crisis del sector vitivinícola. La revisión histórica del uso de los vinos de la variedad en el último siglo y los últimos éxitos comentados, plantea una serie de preguntas triviales:

*¿Realmente tan mala era antes esta variedad?,*

*¿Tan buena es ahora?,*

*¿Qué es lo que ha cambiado, si es que ha cambiado algo?*

Está bien claro que ni una cosa, ni la otra. No todo va a ser bueno ahora por hacerse con Bobal. Los vinos que parece que ahora triunfan de Bobal son los que se obtienen por medio de los métodos internacionales tan convencionales como la sobre-extracción, la sobremaduración y el abuso del roble. Al margen de todo ello se conseguirá un vino mejor y algún que otro gran vino, pero la variedad Bobal no es una uva fácil.

Ya que una de las posibles salidas a la alta producción de vinos pasa por el embotellado en origen de los mismos, no cabe otra alternativa que conocer y mejorar el cultivo y la tecnología de elaboración de esta variedad.

El presente trabajo tiene como objetivo principal **determinar la influencia de algunos factores agrológicos y tecnológicos sobre la mejora de la calidad de los vinos tintos de Bobal elaborados en la D.O. Utiel-Requena.**

Para alcanzar este objetivo general se han establecido seis objetivos específicos necesarios, en todo caso, para la consecución del objetivo general de este trabajo:

1. Conocer la evolución del potencial hídrico foliar de la variedad Bobal respecto a otras variedades cultivadas en su mismo entorno y condiciones de cultivo.
2. Estudiar la madurez fenólica de la uva durante el periodo de madurez.
3. Conocer la influencia del momento de vendimia sobre la calidad de los vinos.
4. Analizar la influencia de la temperatura y el tiempo de maceración durante la fermentación.
5. Relacionar los índices de madurez y las características finales de los vinos.
6. Valorar mediante análisis sensorial los vinos obtenidos en sus distintos estadios de maduración y con diferentes métodos de elaboración.

## 3.2. Diseño de las vinificaciones

### 3.2.1. Procedimiento general a todas las vendimias

Cada lote esta formado por cuatro cajas de 15 Kg. de uva en perfecto estado sanitario. La uva estrujada y despalillada (estrujadora Zambelli mod. Cantinetta), se lleva a los depósitos de acero, donde se les adiciona anhídrido sulfuroso a una dosis de 5 gr/Qm. (solución sulfurosa al 15%). Una vez homogeneizado el conjunto se toman muestras del mosto para realizar las determinaciones analíticas correspondientes.

Todos los depósitos se inocularon con 20 gr/Qm de levaduras secas activas rehidratadas *Saccharomyces cerevisiae* (Rhône 2056 de Uvaferm), y fermentaron a una temperatura de 22-23 °C.

Durante la fermentación-maceración se sumerge el sombrero con dos removidos diarios. Los depósitos permanecen tapados durante todo el proceso para evitar la acetificación del sombrero dado su pequeño tamaño. El gas carbónico se evacua por la válvula de seguridad.

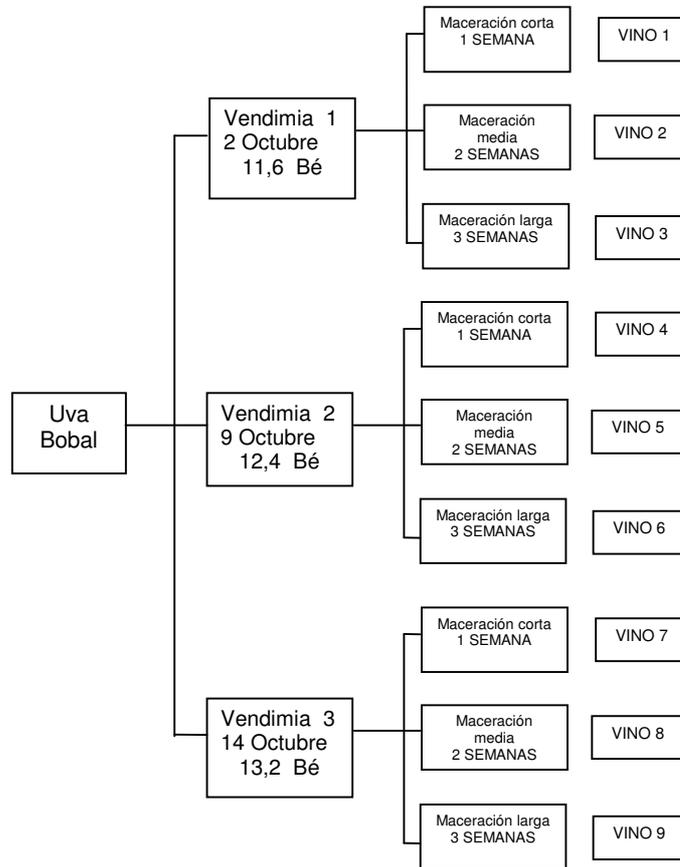
Transcurrido el tiempo de maceración establecido en cada experiencia, se prensaron los hollejos escurridos en una prensa vertical a una presión máxima de 1,8 kg. Ambos vinos de escurrido y prensado se unieron y terminaron la fermentación en el mismo depósito.

Para activar la fermentación maloláctica se añade un cultivo de bacterias lácticas manteniéndose la temperatura del vino a 18°C. Las bacterias utilizadas pertenecen a la cepa *Oenococcus oeni* 31 (ITV France Lallemand). Terminada la fermentación maloláctica, el vino se trasiega para separarlo de las lías y fangos.

La conservación del vino se asegura adicionando 30 mg/L de una disolución de SO<sub>2</sub> al 15% y almacenándolo antes de embotellar en cámara frigorífica a 5 °C.

### 3.2.2. Diferentes índices de madurez y tiempos de maceración. Vendimia 2003

En esta primera experiencia se han realizado tres vendimias espaciadas en siete días (2, 9 y 14 de Octubre), para conseguir índices de madurez diferentes (figura 3.1).



**Figura 3.1. Esquema de elaboración Vendimia 2003.**

Se establecieron tres tiempos de maceración diferentes (una semana, dos semanas y tres semanas) para cada vendimia, que denominamos: Maceración corta (MC), Maceración media (MM) y Maceración larga (ML), lo que nos dio nueve vinos diferentes. Esta experiencia se realizó por duplicado.

### 3.2.3. Diferentes índices de madurez, temperaturas y tiempos de maceración. Vendimia 2004

Durante la tercera cosecha se realizaron dos vendimias espaciadas en siete días (15 y 22 de Octubre), para conseguir índices de madurez diferentes (figura 3.2).

Los depósitos con uva estrujada se llevan a una cámara frigorífica termostata a 10°C donde permanecen durante 3 y 5 días macerando en frío para cada índice de madurez. Hay un depósito testigo que no se sometió a maceración en frío.

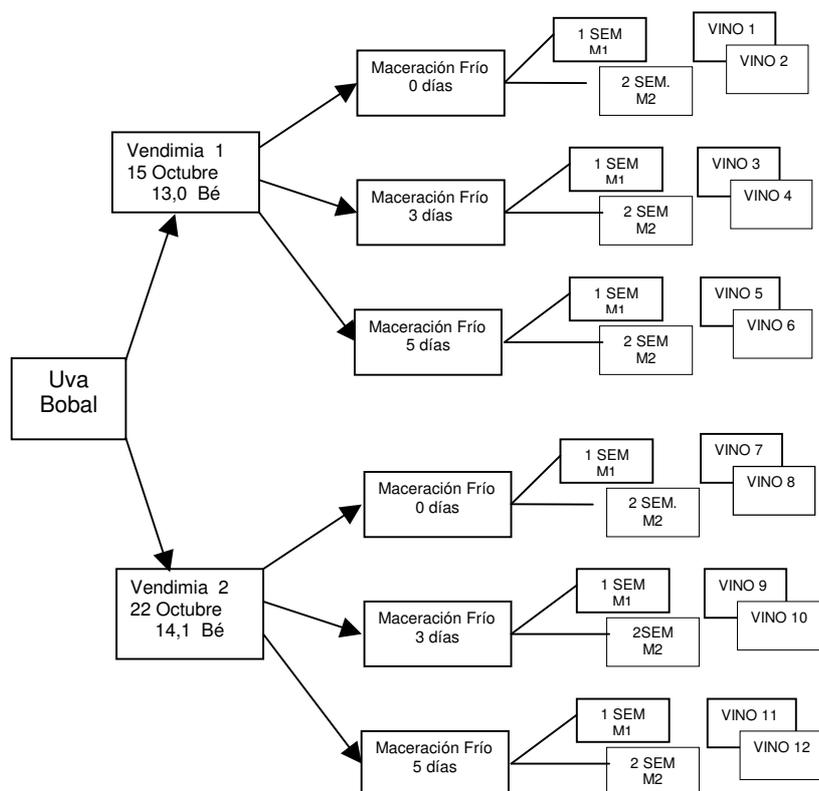


Figura 3.2. Esquema de elaboración Vendimia 2004.

Se establecieron dos tiempos de maceración diferentes (una semana y dos semanas) para cada vendimia, lo que nos dio 12 vinos diferentes que denominamos: Maceración 1 semana (M 1) y Maceración 2 semanas (MC 2). Esta experiencia se realizó por duplicado.

### 3.2.4. Relación madurez fenólica de la uva y vinos obtenidos. Vendimia 2005

Durante esta última cosecha se realizaron 8 vendimias (15, 22 y 29 Septiembre y 1, 6, 8, 13 y 15 de Octubre) (figura 3.3.).

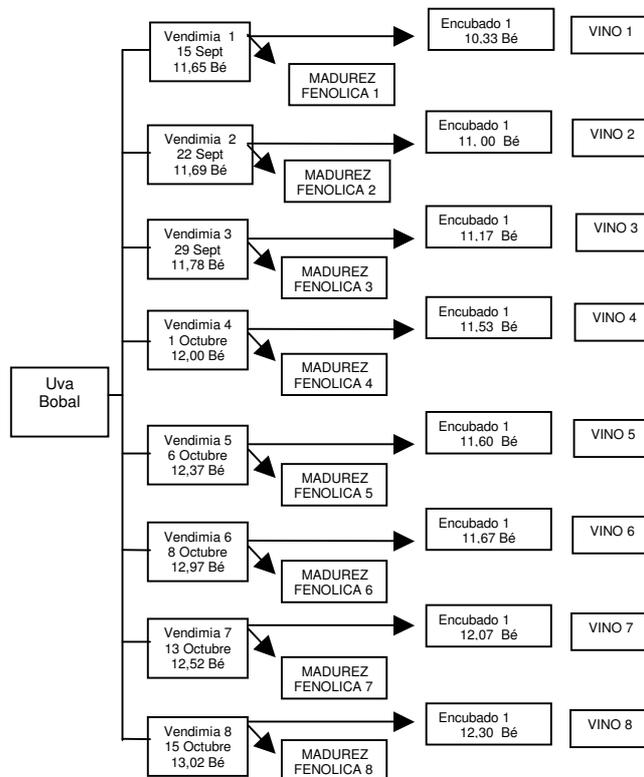


Figura 3.3. Esquema de elaboración vendimia 2005.

De cada una de los lotes se realiza un muestreo seleccionado 4 bayas de todos y cada uno de los racimos. De las bayas recogidas se obtiene el peso medio del grano y la madurez fenólica de las uvas. Las determinaciones analíticas del mosto se realizan de la uva estrujada en los depósitos. Las uvas se llevan a fermentación en los depósitos y se maceran durante una semana. Toda la experiencia se realizó por duplicado

## 4. MATERIALES Y METODOS

---

## 4.1. Materia prima

### 4.1.1. Parcela experimental

Se ha utilizado uva de la variedad Bobal procedente del Campo de Experiencias los “Coloraos”, perteneciente a la Escuela de Viticultura y Enología de Requena (Diputación de Valencia).

Las parcelas seleccionadas son de secano, están formadas en vaso con un marco de plantación de 2,5 x 2,5 metros, tradicional en la zona. La superficie de las parcelas son de 0,5 y 1 Ha. Las plantas están injertadas sobre el patrón 161-49 Couderc. La edad de las vides supera en todos los casos los 30 años.

**Tabla 4.1 Características del suelo de la parcela del campo experimental “los Coloraos”. Escuela de Viticultura y Enología de Requena. Diputación de Valencia.**

---

Granulometría: Arcilla: 12 %; Limo: 28 %; Arena: 60 %

Textura: Franco- Arenosa

pH: 8,61; Conductividad 20 °C: 140  $\mu$ S/cm

Caliza activa: 14,60 %; Materia orgánica: 0,72 %; Nitrógeno: 466,5 mg/Kg.

Relación C/N: 24,7; Fósforo: 17,2 mg/Kg.

Calcio: 17,0 meq/100 g; Magnesio: 083 meq/100 g

Potasio: 0,35 meq/100 g; Sodio: 0,12 meq/100 g

---

También se utilizaron del mismo campo otras variedades como referencia en la medida del potencial hídrico foliar. Estas variedades están formadas en espaldera de secano a un marco de plantación de 2,25 x 1,75 m. sobre S04 (Selección Oppenheim nº4 de Teleki) como portainjertos y tienen una edad de 28 años. En la tabla 4.1 se resumen las características del suelo donde se ha realizado la experiencia.

#### 4.1.2. Datos climáticos de la parcela

Los datos climáticos que aparecen en la tabla 4.2 se han tomado en la estación de avisos del propio campo de experiencias de los “Coloraos” y corresponden a los años 2002, 2003, 2004 y 2005 durante los cuales se desarrollaron las experiencias. Los datos climáticos son los típicos de la zona correspondiente a la meseta de Requena con veranos secos y poco lluviosos. Las temperaturas medias más altas se las reparten los meses de Julio y Agosto de forma alternativa. El mes de Septiembre ya registra mínimas nocturnas muy bajas y el de Octubre las primeras heladas. Las lluvias de verano corresponden a tormentas en algunos casos acompañadas de granizo. El mes con menor humedad relativa suele ser el mes de Junio y durante los meses de Julio y Agosto más de la mitad de las noches registran una humedad relativa del 100% debido a la entrada de aire húmedo y frío procedente del mar al que llaman Solano.

**Tabla 4.2 Datos climáticos años 2002, 2003, 2004 y 2005. Estación de avisos del campo experimental “los Coloraos”. Escuela de Viticultura y Enología de Requena. Diputación de Valencia.**

Mes	Temp media	Temp. máx	Temp. min.	HR % media	Precipitación l/m <sup>2</sup>	R. Solar Kwh/m	Mes	Temp media	Temp. máx	Temp. min.	HR % media	Precipitación l/m <sup>2</sup>	R. Solar Kwh/m
<b>Año 2002</b>							<b>Año 2004</b>						
Junio	21,5	37,0	7,6	45,2	6,5	195,6	Junio	21,0	37,0	1,5	46,6	7,8	188,2
Julio	22,5	37,8	7,3	50,7	0,0	201,8	Julio	22,6	38,8	6,8	56,6	16,4	192,2
Agosto	23,6	38,8	11,0	57,1	0,2	187,7	Agosto	24,3	41,3	9,8	51,3	19,4	192,1
Septiembre	18,5	34,8	7,0	74,7	19,6	140,0	Septiembre	18,2	33,8	3,5	73,6	40,6	136,4
Octubre	15,2	28,3	4,0	80,1	43,0	109,4	Octubre	12,9	28,3	- 3,2	83,4	54,6	86,8
<b>Año 2003</b>							<b>Año 2005</b>						
Junio	21,4	38,5	6,3	45,6	4,6	190,6	Junio	22,5	38,0	9,5	56,9	9,8	194,3
Julio	22,2	37,3	6,0	46,4	0,8	200,5	Julio	24,7	41,0	8,8	53,2	0,6	214,3
Agosto	21,2	39,3	6,3	66,7	41,6	166,8	Agosto	23,4	41,0	8,8	60,2	0,0	178,8
Septiembre	18,3	33,8	2,5	73,1	19,4	142,1	Septiembre	19,8	34,8	7,0	78,6	43,2	147,0
Octubre	13,5	28,0	1,8	78,0	26,8	103,8	Octubre	14,5	33,0	1,3	75,7	23,6	104,1

### **4.1.3. Toma de muestras de las uvas**

La vendimia de la uva se inicio en las fechas habituales en la zona para la variedad Bobal. No obstante previamente a la vendimia se realizaron muestreos de campo orientativos para determinar el inicio de la misma en base al índice de madurez. La parcela y las vides se consideraron homogéneas en toda su extensión. Los bloques experimentales están formados por cuadros de 49 cepas. Las dos filas perimetrales de la parcela no formaron parte de los bloques experimentales.

La toma de muestras para realizar la madurez fenólica se hizo de cada una de las cajas vendimiadas. Cada lote estaba formado por cuatro cajas de 15 Kg. De cada lote se seleccionan al azar 4 bayas de todos y cada uno de los racimos. De las bayas obtenidas se obtenía el peso medio del grano, la madurez fenólica y los parámetros básicos analíticos.

## **4.2. Estudio de los procesos ecofisiológicos**

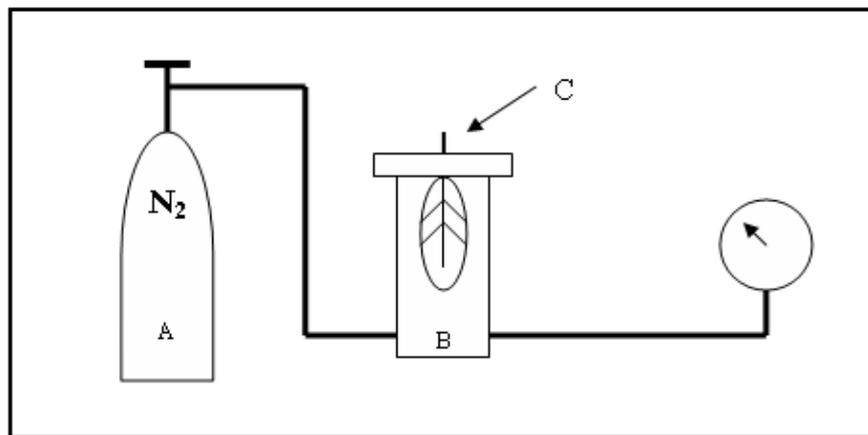
La evaluación y comparación de la actividad fisiológica, que la variedad Bobal tiene respecto a otras variedades, se ha realizado a través de la medición de las condiciones micro-climáticas del estado hídrico entre la hoja y la atmósfera. Las medidas se han realizado en hojas de referencia, en distintas etapas del ciclo vegetativo y diferentes horas del día. El parámetro medido ha sido el potencial hídrico foliar (Mpa).

### **4.2.1. Medida del potencial hídrico foliar**

El potencial hídrico foliar, ha sido medido mediante la técnica de la bomba con cámara de presión (Scholander, 1965). En la figura 4.1 podemos ver un esquema de su funcionamiento. La cámara de presión utilizada dispone de un regulador de caudal del gas comprimido (nitrógeno), que permite una subida de

presión lenta y adaptada a cada situación, el manómetro tiene una precisión de 0,1 bares.

Las medidas de la cámara de presión se han realizado sobre las hojas situadas en la mitad inferior de la rama principal. La hoja se separa manualmente de la rama justo antes de la medida, se secciona el pecíolo a un centímetro aproximadamente de su inserción de la rama. La hoja se encierra, pocos segundos después de su separación de la cepa, en el cilindro de la cámara de tal manera que solo la extremidad del pecíolo sobresale de la cámara. Después de una subida de presión lenta el potencial hídrico de la hoja se determina por la aparición de la exudación de savia sobre los haces leñosos de la sección del pecíolo que sobresale.



**Figura 4.1** Principio de funcionamiento de una cámara de presión. El gas a presión (A) inyectado en la cámara de Scholander (B) que contiene una hoja, permite la exudación de la savia en la extremidad del pecíolo (C). Lectura de presión (D).

Se han realizado dos medidas diferentes del potencial hídrico foliar en diferentes horas del día:

1. Potencial hídrico foliar de base  $\Psi_b$ , que ha sido medido al final de la noche (periodo que va desde una hora antes del amanecer hasta el amanecer).
2. Potencial hídrico foliar a medio día  $\Psi_{md}$ , que ha sido medido en las horas cercanas al medio día, con un intervalo de media hora.

### 4.3 Métodos analíticos

Los análisis de los mostos y uva se han realizado inmediatamente después del estrujado de la uva. Los de los vinos se realizaron después del embotellado de los vinos.

#### 4.3.1 °Brix

Los grados Brix corresponden al peso de sacarosa por 100 g de solución acuosa. La determinación se lleva a cabo mediante método refractométrico a una temperatura de 20 °C (Reglamento de la CEE nº 2676/90). Refractómetro termostatzado de ABBE, marca ATAGO.

#### 4.3.2 Grado Baumé (°Bé)

Los areómetros tienen el mismo fundamento que los densímetros, es una medida que se utiliza todavía en la industria del vino desde 1768. Esta escala equivale a una escala de densidades, tomando como puntos fijos de aquella el agua pura y una disolución de NaCl al 10%. A una temperatura de 15° y para densidades superiores a la del agua se puede usar la relación siguiente: °Bé = 145 – (145/d).

#### 4.3.3. pH

El análisis del pH se ha llevado a cabo mediante método electrométrico de medición directa, utilizando un pH-metro Crison modelo micropH 2002 de  $\pm 0.01$  unidades de resolución. (Reglamento de la CEE nº 2676/90).

#### 4.3.4. Acidez total

Se considera como acidez total la suma de los ácidos valorables cuando se lleva el pH a 7 por adición de una solución alcalina valorada. Los resultados se expresan como g/L de ácido tartárico, en la medición se ha utilizado un pH-metro Crison modelo micropH 2002 de  $\pm 0.01$  unidades de resolución. (Reglamento de la CEE nº 2676/90)

#### 4.3.5. Grado Alcohólico

El título alcohométrico de un vino es igual al número de litros de alcohol etílico contenidos en 100 litros de este vino, medidos ambos volúmenes a 20°C. Se expresa en grados alcohólicos volumétricos. Se realiza una extracción del alcohol etílico del vino alcalinizado por destilación y se determina la densidad del destilado, llevado a su volumen inicial, por aerometría. (Reglamento de la CEE nº 2676/90)

#### 4.3.6. Intensidad colorante (IC)

Es la suma de absorbancias medidas en cubeta de vidrio de 10 mm. para las longitudes de onda 420, 520 y 620 nm (Glories, 1984). En la medida de las densidades ópticas se ha utilizado un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

#### 4.3.7. Índice de polifenoles totales (IPT)

Los anillos bencénicos de los polifenoles presentes en mostos y vinos, absorben luz ultravioleta con un máximo próximo a los 280 nm. Para determinar

su valor se mide la densidad óptica de la muestra diluida convenientemente (Blouin, 1992). Se ha utilizado un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

#### 4.3.8. Tonalidad

La tonalidad se define como el arcotangente de la diferencia entre las absorbancias medidas a las longitudes de onda de 520 y 420 nm., respectivamente, también para un espesor de cubeta de 10 mm (Blouin, 1992). Se ha utilizado un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

#### 4.3.9. Antocianos totales. Decoloración con bisulfito de sodio

Este método utiliza la propiedad de los antocianos de combinarse en forma incolora con el ión bisulfito. La variación del color tras la adición de un exceso de bisulfito es proporcional a la cantidad de antocianos. (Ribéreau-Gayón y Stonestreet, 1971). Se ha utilizado un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

En un vaso se prepara la mezcla (1 mL vino + 1 mL de etanol + 20 mL de HCl al 0,7 %). En dos tubos de ensayo se añade:

Tubo 1	Tubo 2
5 mL mezcla	5 mL mezcla
2 mL agua destilada	2 mL de NaHSO <sub>3</sub> al 7%
Esperar 120 minutos	Esperar 10 minutos
Medir Absorbancia a 520 nm (DO <sub>1</sub> )	Medir Absorbancia a 520 nm (DO <sub>2</sub> )

La concentración de antocianos totales se calcula:

$$\text{Antocianos totales (mg/L)} = (\text{DO}_1 - \text{DO}_2) \times 875$$

#### 4.3.10. Taninos

El método consiste en utilizar la propiedad que poseen los leucoantocianos para convertirse en antocianos por calentamiento en medio ácido

(Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1971). En la medida de la densidad óptica se utilizó un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

En dos tubos roscados se añade y realiza lo siguiente:

Tubo 1	Tubo 2
2 mL vino diluido (1/50)	2 mL vino diluido (1/50)
1 mL agua destilada	1 mL agua destilada
6 mL HCl 12 N	6 mL HCl 12 N
Roscar y tapar con papel aluminio	Temperatura ambiente
Autoclave 100°C 30 min.	
Enfriar rápidamente en agua en ausencia de luz	
Medir Absorbancia a 550 nm (DO <sub>1</sub> )	Medir Absorbancia a 550 nm (DO <sub>2</sub> )

La concentración de taninos se calcula:

$$\text{Taninos totales (g/L)} = (\text{DO}_1 - \text{DO}_2) \times 19,33$$

#### 4.3.11. Madurez fenólica

El método propuesto inicialmente por Glories (1995) se fundamenta en la extracción de los componentes fenólicos de las uvas a dos pH distintos, a partir de un triturado de las mismas. Por un lado a pH = 3,2, cercano al pH de las uvas, se accede a los compuestos fenólicos fácilmente extraíbles. Por otro lado, a pH=1, se favorece la extracción máxima de los mismos por degradación ácida de los hollejos. (Saint-Criq de Gaulejac y col., 1998). Para las medidas se utilizó un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600. El procedimiento esquemático del proceso se muestra a continuación.

A partir de dos lotes de 200 bayas cada uno se realiza:

- 1 Lote de 200 bayas enteras se estrujan manualmente en mortero, se separa el mosto y sobre el mosto se determina la densidad, los azúcares, la acidez total y el pH.
- 2 Lote de 200 bayas enteras se trituran durante 2 minutos, se toman dos muestras iguales de x gramos:

$$X \text{ gramos} = 50 \times \text{densidad mosto} / 1000$$

X (g) de triturado + 50 mL sol. pH3,2	X (g) de triturado + 50 mL sol. pH1
Homogeneizar/ macerar 4 horas Temperatura ambiente Filtrar con lana de vidrio	Homogeneizar/ macerar 4 horas Temperatura ambiente Filtrar con lana de vidrio
Medida Antocianos <b>ApH<sub>3,2</sub></b> (mg/L) “ <b>potencial antocianos extraíbles</b> ”	Medida Antocianos <b>ApH<sub>1</sub></b> (mg/L) “ <b>potencial total antocianos</b> ”
Medida de A <sub>280</sub> nm = <b>d<sub>280</sub></b> “ <b>riqueza fenólica</b> ”	
<b>d<sub>pell</sub> = ApH<sub>3,2</sub> x 40</b> “ <b>polifenoles hollejos</b> ”	
<b>dT<sub>pep</sub> = d<sub>280</sub> - d<sub>pell</sub></b> “ <b>taninos de pepitas</b> ”	
<b>Índice de madurez celular</b> <b>Extractibilidad de antocianos</b> <b>EA(%) = [(ApH<sub>1</sub> - ApH<sub>3,2</sub>) / ApH<sub>1</sub>] x 100</b>	<b>Índice de Madurez de las pepitas</b> <b>Mp(%) = [(d<sub>280</sub> - d<sub>pell</sub>) / d<sub>280</sub>] x 100</b>

#### 4.3.12. Índice DMACH

El análisis nos indica el grado de polimerización de los taninos de las uvas y el vino, utilizando un aldehído específico de estructuras fenólicas el p-dimetilamino-cinnamaldehído (DMACH). Su valor es inversamente proporcional al grado de polimerización de los taninos, oscilando entre 10-20 para taninos muy

condensados, 50 para taninos condensados y 100-200 para procianidinas oligomeras (Vivas y col., 1994). Sus resultados son comparables al índice de diálisis puesto a punto por Glories. En las medidas se utilizó un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

Preparación del reactivo DMACH: En un matraz aforado de 100ml solubilizar 100mg del aldehído con 10mL de HCl (12N), después enrasar con Metanol. La solución es estable durante unos diez días.

Se realizan diluciones 1/20 (v/v) de los vinos o extractos a ensayar con metanol y a continuación se realiza el siguiente procedimiento:

1 mL de vino diluido (1/20)	1 mL de Metanol
+ 5 mL DMACH	+ 5 mL DMACH
Esperar 10 minutos	Esperar 10 minutos
Medir A 640 nm ( $A_1$ )	Medir A 640 nm ( $A_2$ )

$$dDMACH = (A_1 - A_2) \times 10$$

El grado de polimerización se calcula con la expresión siguiente:

$$DMACH/LA = (dDMACH/LA) \times 100$$

LA = concentración en taninos (g/L) de la muestra.

#### 4.3.13. Índices globales sin fraccionamientos. Métodos por precipitación "Índices de Glories".

El estudio de la composición de los vinos en compuestos fenólicos es larga y difícilmente aplicable. El análisis consiste en añadir a un vino un reactivo que precipita ciertas formas fenólicas. El análisis de estos compuestos fenólicos, antes y después de precipitación, permite determinar un índice característico de estas sustancias. Se han utilizado estos índices por su fácil realización en bodega, no siendo necesarios fraccionamientos, ni instrumental específico. Estos índices nos permiten en una primera aproximación, caracterizar los diferentes grupos fenólicos en condiciones de equilibrio, sin perturbar su estructura.

## 4.3.13.1. Índice de Gelatina

Mide el porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas y susceptibles de intervenir a nivel de la sensación de astringencia. Se trata de ciertas moléculas condensadas pero también de procianidinas poco polimerizadas (Glories 1978). Los valores superiores a 60 indican que se trata de un vino cargado de taninos rugosos y astringentes, los valores más convenientes parecen estar comprendidos entre 40 y 60. Este índice parece permanecer constante para un vino y solo disminuye después de largos periodos de conservación (más de 20 años). El método utilizado ha sido el propuesto por Marigo (Blouin, 1992). Para su determinación se utilizó un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

Metodología: Se prepara una solución fresca de gelatina en medio salado (gelatina 10 g. + NaCl 100 g.) enrasar a 1 litro con agua destilada.

En dos vasos de precipitado y se añaden:

Patrón	Muestra
10 mL vino	10 mL de vino
10 mL agua destilada	10 mL solución gelatina
Esperar 24 horas en nevera	Esperar 24 horas en nevera
Centrifugar	Centrifugar
Diluir sobrenadante 1/50 Medir A280 (A <sub>0</sub> )	Diluir sobrenadante 1/50 Medir A280 (A <sub>1</sub> )

$$\text{Índice gelatina} = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \times 100$$

## 4.3.13.2. Índice de clorhídrico ( HCl)

Mide el porcentaje de taninos de un alto grado de polimerización. El método utilizado es el propuesto por Glories (1978). En un medio fuertemente ácido las moléculas de taninos más condensadas precipitan, mientras que los taninos menos condensados permanecen en solución. Los valores varían del 5 al 40%. Valores superiores a 25% darán lugar, muy probablemente, a precipitaciones (Zamora, 2003). En las medidas se ha utilizado un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

Metodología : En dos tubos de ensayo añadir:

Muestra	Patrón
2 mL de vino	2 mL de vino
1 mL agua destilada	1 mL agua destilada
3 mL de HCl (12N)	3 mL de HCl (12N)
Tiempo = 0	Tiempo = 7 horas
Centrifugar y diluir el sobrenadante (1/30) Medir los fenoles totales a A280 nm	

$$\text{Índice HCl} = [(A_0 - A_7)/A_0] \times 100$$

#### 4.3.13.3. Índice de etanol (EtOH)

Mide el porcentaje de taninos unidos a sales y polisacáridos. El método utilizado es el propuesto por Glories (1978). Se basa en la capacidad del etanol de precipitar los pigmentos unidos a sales y polisacáridos. Depende de la edad del vino y parece explicar ciertas características organolépticas ligadas a la "cremosidad" y la "carnosidad" de los vinos tintos. Su valor suele estar comprendido entre 10 y 20. Valores superiores a 20 se obtienen en vinos viejos o jóvenes de larga maceración. En las medidas se ha utilizado un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

Metodología: en un tubo de ensayo añadir:

Muestra	Patrón
1 mL de vino + 9 mL de EtOH	1 mL de vino
Esperar 24 horas	Líquido dilución (9 agua + 1 EtOH)
Centrifugar y diluir con agua destilada (1/10) Medir fenoles totales a A280 nm (A <sub>1</sub> )	Diluir el vino (1/100) Medir fenoles totales a A280 nm (A <sub>0</sub> )

$$\text{Índice EtOH} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

## 4.3.13.4. Índice de polimerización

Este método mide la intensidad colorante del vino decolorado por un exceso de bisulfito de sodio respecto al vino no decolorado. Somers (1971) estudió la contribución de los polímeros a el color del vino y observó que estas moléculas no son sensibles a la decoloración por el  $\text{SO}_2$  y que solamente las antocianinas libres son decoloradas (Glories, 1978). Estos resultados son aproximados ya que una parte del complejo tanino-antociano (TA) es parcialmente decolorada por un exceso de sulfuroso. El valor de este índice representa una característica de la edad del vino, aumenta rápidamente durante los primeros años y tiende a 100 durante el envejecimiento. En las medidas se ha utilizado un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

Metodología: en un tubo de ensayo añadir:

Muestra	Patrón
5 mL de vino + 45 mL tampón pH3,2 + 0,2 mL $\text{NaHSO}_3$ al 20%	5 mL de vino + 45 mL tampón pH3,2 + 0,2 mL de agua destilada
Medir $A_{420} + A_{520} \text{ nm} = (A_1)$	Medir $A_{420} + A_{520} \text{ nm} = (A_0)$

$$\text{Índice pigmentos polimerizados} = [A_1/A_0] \times 100$$

## 4.3.13.5. Índice polivinilpirrolidona (PVP)

Este índice indica el porcentaje de antocianos que están combinados con los taninos. Al ser estas combinaciones más estables que los antocianos libres también indica indirectamente el grado de estabilidad del color.

Metodología: en un tubo de ensayo mantenido a  $0^\circ\text{C}$  añadir:

Patrón	Muestra
2 mL vino diluido 1/5	2 mL vino diluido 1/5
2 mL Ácido tricloro acético (TCA) 20%	2 mL de solución PVP 0,6 %
Agitar/ esperar 10 minutos	Agitar/ esperar 10 minutos
Centrifugar	Centrifugar

Diluir sobrenadante 1/2	Diluir sobrenadante 1/2
Medir DO280 nm ( $A_0$ )	Medir DO280 nm ( $A_1$ )

$$\text{Índice PVP} = \left[ \frac{A_0 - A_1}{A_0} \right] \times 100$$

Su valor varía de 30 para vinos jóvenes a 100 para los vinos viejos. El método utilizado ha sido el propuesto por Mitjavila (Blouin, 1992). En las medidas se ha utilizado un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

#### 4.3.13.6. Índice de ionización

Indica el porcentaje de antocianos que contribuyen al color del vino. Su valor oscila entre 10 y 30% en vinos jóvenes aumentando a lo largo del envejecimiento (Glories, 1984). En las medidas se utilizó un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

Metodología: en dos tubos de ensayo añadir:

Muestra	Patrón
10 mL vino	10 mL vino
2 mL NaHSO <sub>3</sub> al 7%	2 mL agua destilada
Esperar 10 minutos	
Medir A520 nm ( $A_1$ )	Medir A520 nm ( $A_0$ )

$$\text{No acidificados decolorados } \Delta d\alpha = [A_0 - A_1] \times 12/10$$

En otros dos tubos paralelamente:

Muestra	Patrón
10 mL vino	1 mL vino
7 mL HCl 0.1 N	7 mL HCl 0.1 N
2 mL HaHSO <sub>3</sub> al 7%	2 mL agua destilada
Esperar 10 minutos	
Medir A520 nm ( $A_1$ )	Medir A520 nm ( $A_0$ )

$$\text{Acidificados decolorados } \Delta d\gamma = [A_0 - A_1] \times 100/95$$

$$\text{Índice de ionización} = 100 \times \Delta d\alpha / \Delta d\gamma$$

#### 4.3.13.7. Índice de diálisis

Indica el porcentaje de taninos de gran tamaño que no atraviesan una membrana de diálisis. Refleja el estado de condensación de los compuestos fenólicos del vino. El porcentaje de taninos dializados es independiente de la cantidad de taninos, y está directamente relacionado a la estructura de las moléculas (Glories, 1978). Los valores suelen estar comprendido entre 10 y 30. En las medidas se utilizó un espectrofotómetro UV-V Spectronic 600.

Metodología: en un vaso de precipitado con 100 mL de solución sintética (etanol 10 %, 5 g/L tartárico neutralizado hasta pH=3,5) introducir:

Muestra	Paralelamente determinar la A280 del vino original diluido 1/100 (A <sub>0</sub> )
10 mL vino en saco de diálisis	
Agitación suave y continua 3 días	
A280 dializado diluido (1/10) (A <sub>1</sub> )	

$$\text{Índice diálisis} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

#### 4.4. Análisis sensorial

El análisis sensorial de los vinos elaborados se ha llevado a cabo en la sala de catas del Departamento de Tecnología de los Alimentos de la UPV por medio de un panel de catadores, formado por nueve personas expertas.

En este análisis, los catadores han valorado los atributos sensoriales del color, intensidad de aroma, calidad del aroma, intensidad del gusto, calidad del gusto y evaluación global de cada vino. Se ha utilizado una ficha de cata (figura 4.2) en la que se han puntuado de 1 a 10 cada uno de los atributos considerados.

ATRIBUTOS	COLOR	AROMA		GUSTO		GLOBAL
		INTENSIDAD	CALIDAD	INTENSIDAD	CALIDAD	
Vino 1						
Vino 2						
Vino 3						
Vino 4						
Vino 5						
Vino 6						
Vino 7						
Vino 8						

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. Muy deficiente | 6. Satisfactorio |
| 2. Deficiente     | 7. Bueno         |
| 3. Mal            | 8. Notable       |
| 4. Regular        | 9. Muy Bueno     |
| 5. Aceptable      | 10. Excelente    |

**Figura 4.2. Ficha de cata utilizada en el análisis sensorial.**

#### 4.5. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos se ha utilizado el paquete estadístico statgraphics plus versiones 4.1 y 5.1. En razón al diseño experimental el diseño estadístico de los resultados se ha realizado aplicando un análisis de la varianza para el factor a analizar en cada caso.

En las gráficas y tablas correspondientes se recogen los valores medios y diferentes medidas realizadas, así como los valores de significación de los análisis de la varianza, reflejados en el capítulo Resultados y Discusión.

La significación del análisis de la varianza se ha determinado para alcanzar los siguientes niveles de probabilidad:  $p < 5\%$ (\*) y  $p < 1\%$ (\*\*).

El estudio de las relaciones entre distintos parámetros se ha realizado aplicando modelos de regresión, agrupando los datos correspondientes y calculando las correlaciones lineales entre los índices determinados en uvas, hollejos y mostos, y entre éstos y el color y composición fenólica de los vinos. Las ecuaciones correspondientes, los coeficientes de regresión, y los niveles de significación se presentan en los correspondientes apartados.

## 5. RESULTADOS

---

## 5.1. Comportamiento Ecofisiológico de la variedad Bobal

Con el fin de poder realizar una aproximación del comportamiento de la variedad Bobal, se ha evaluado el potencial hídrico foliar para r conocer mejor sus características y comportamiento agronómico, ya que ello condiciona fuertemente el tipo de vino a obtener.

### 5.1.1. Potencial hídrico

El potencial hídrico constituye un interesante indicador del estado hídrico del suelo, y por lo tanto de la planta. La variedad Bobal, bajo las condiciones y los sistemas de cultivo tradicionales empleados en la comarca, ha presentado las medidas del potencial hídrico foliar de base que se muestran en las tablas 5.1 y 5.2, para los años 2002 y 2003.

#### 5.1.1.1. Potencial hídrico foliar de base

En la tabla 5.1 se pueden ver los resultados de las medidas realizadas durante los dos años de estudio para el potencial hídrico foliar de base. Cuando se comparan las diferentes variedades frente a Bobal, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en este tipo de suelo y en su contexto cultural.

**Tabla 5.1. Valores medios del potencial hídrico foliar de base (MPa) en el año 2002 y 2003, y en el conjunto de los dos años (2002-2003) para diferentes variedades.**

Variedad	Año 2002	Año 2003	Media 2002-2003
Chardonnay	-0,37 ±0,03	-0,33±0,05	-0,35±0,04
Tempranillo	-0,36 ±0,03	-0,39±0,03	-0,38±0,03
Syrah	-0,34 ±0,04	-0,36±0,02	-0,35±0,03
Bobal	-0,33 ±0,02	-0,35±0,02	-0,34±0,02
Cabernet sauvignon	-0,33 ±0,04	-0,40±0,02	-0,36±0,03
Parellada	-0,32 ±0,04	-0,33±0,02	-0,33±0,03
NS	ns	ns	

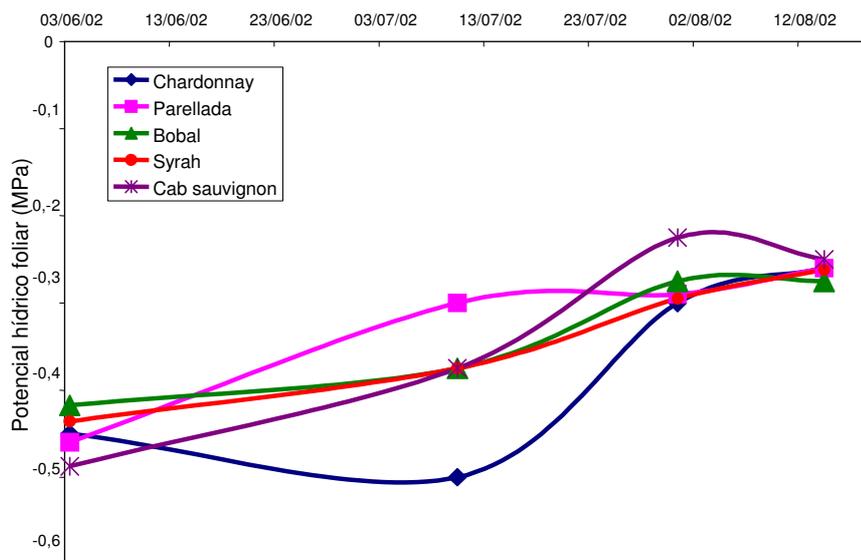
Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

Durante los dos años de estudio, se puso de manifiesto que el mayor estrés hídrico se produce durante el periodo de máximo crecimiento de la planta, mes de Junio, alcanzándose valores de hasta  $-0,5$  MPa en algunas variedades como Chardonnay (Figura 5.1). Estos valores aumentan a lo largo del periodo de maduración de la uva para alcanzar valores menos negativos en todas las variedades, lo que nos indica que las plantas a finales del mes de Agosto, no sufren estrés hídrico durante los dos años de estudio.

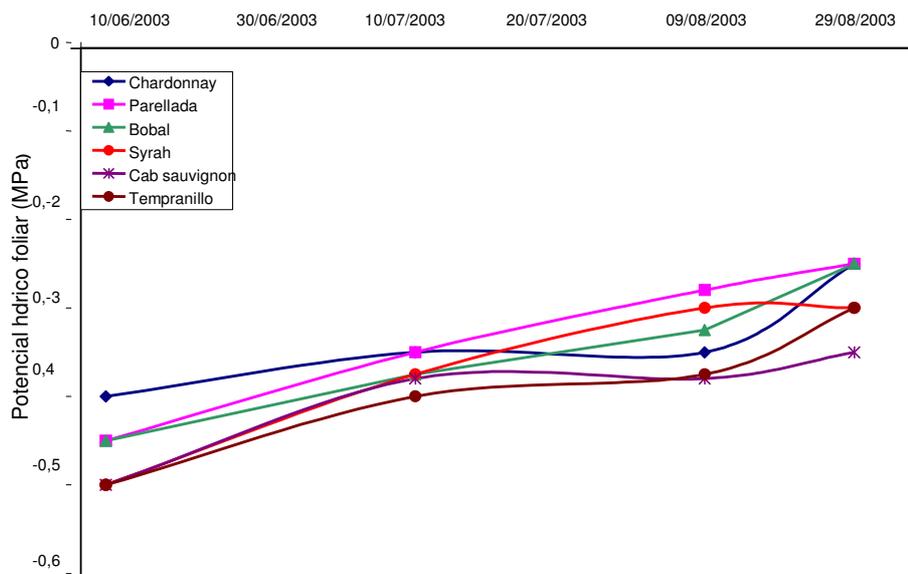
Las variaciones en las medidas del potencial son normales de unos estudios a otros y también entre años, ya que el potencial hídrico medido en la planta está sujeto exclusivamente a las reservas hídricas y a las lluvias puntuales que puedan producirse en el viñedo (Van Leeuwen, 1994; Ojeda, 2004).

Estos resultados indican que la rehidratación nocturna de las plantas en la parcela experimental durante los años de estudio es equivalente para todas las variedades estudiadas, a pesar de ser años particularmente secos que no alcanzaron la pluviometría media de la zona de Requena ( $407 \text{ L/m}^2$ ). Hay que tener en cuenta que más de la mitad de las noches durante verano, presentan un 100% de humedad relativa ambiente debido a la entrada de aire húmedo, llamado Solano, lo cual facilita la rehidratación foliar de la planta.

Las plantas no han sobrepasado los niveles considerados como estresantes durante los dos años de estudio, manteniéndose casi siempre en valores medios inferiores a  $-0,35$  Mpa. Un pequeño estrés hídrico de la planta reduce la fotosíntesis, favorece la parada de crecimiento, limita la talla de las bayas y estimula la síntesis de compuestos fenólicos durante la maduración. Sobre suelos donde la alimentación en agua de la viña es abundante, el ciclo fonológico de la viña es más tardío, la velocidad de crecimiento y la longitud total de los sarmientos es más importante, también el peso de la madera de poda es superior. En las Figuras 5.1 y 5.2 se representa la evolución del potencial hídrico foliar de base para las diferentes variedades estudiadas durante el periodo de maduración de las uvas.



**Figura 5.1.- Evolución del potencial hídrico foliar de base (MPa) para las variedades: Chardonnay, Parellada, Bobal, Syrah y Cabernet Sauvignon. Año 2002.**



**Figura 5.2.- Evolución del potencial hídrico foliar de base (MPa) para las variedades: Chardonnay, Parellada, Bobal, Syrah, Cabernet Sauvignon y Tempranillo. Año 2003.**

Algunos autores (Deloire y col. 2004; Ojeda y col. 2001) indican que el estrés hídrico modifica el grado de polimerización de los taninos para una misma variedad. La cuestión sería determinar el impacto que este tipo de observaciones tiene sobre la calidad de los vinos, relacionados con el proceso de vinificación. Ojeda (2004) opina que es importante razonar las relaciones “estado hídrico de la planta/bioquímica de la baya” para una restricción hídrica, su duración e intensidad, ya que a partir de cierto nivel de restricción, no todas las variedades reaccionan de la misma manera en término de biosíntesis de antocianos y flavonoides.

En general una restricción hídrica moderada aumenta la velocidad de maduración, a pesar de la limitación de la fotosíntesis, a causa de una menor competición por el carbono debido a la parada de crecimiento y de un menor volumen de racimos que alimentar. Es por tanto un factor importante de precocidad.

#### **5.1.1.2. Potencial hídrico foliar a medio día**

En la tabla 5.2 aparecen los valores medios del potencial hídrico foliar a medio día para los años 2002 y 2003. Se puede apreciar que estos valores medios, para las distintas variedades, siempre son inferiores a -1,4 MPa, valor considerado como próximo al límite de crecimiento para la planta. Cuando se alcanzan estos altos valores, hay un cierre estomático y la planta deja de realizar la fotosíntesis.

La restricción hídrica, el periodo de esta restricción, y su duración, no reaccionan exactamente de la misma forma en variedades diferentes para la biosíntesis de antocianos y flavonoides, como nos indica Ojeda (2004). Los déficits hídricos pueden ser beneficiosos dependiendo de su severidad, cuando son suaves limitan el crecimiento vegetativo. Vemos que durante los dos años estudiados la variedad Bobal tiene un déficit hídrico mínimo, la planta solo limitaría su crecimiento en momentos puntuales, en días con temperaturas extremas.

**Tabla 5.2. Valores medios del potencial hídrico foliar de medio día (MPa) en el año 2002 y 2003, y en el conjunto de los dos años (2002-2003) para diferentes variedades.**

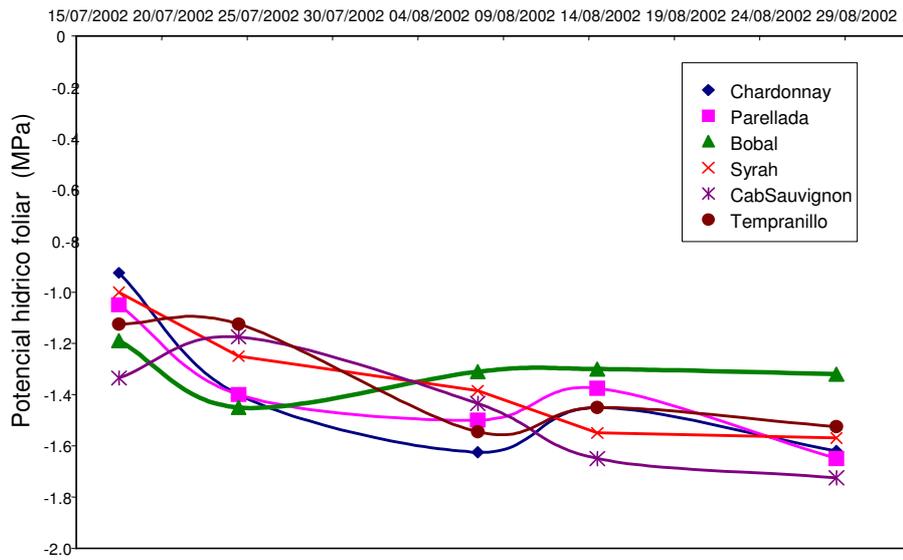
Variedad	2002	2003	2002-2003
Cabernet sauvignon	-1,46±0,03	-1,32±0,04	-1,39±0,04
Syrah	-1,38±0,05	-1,20±0,50	-1,29±0,05
Chardonnay	-1,43±0,08	-1,09±0,07	-1,26±0,08
Bobal	-1,23±0,05	-0,89±0,06	-1,06±0,06
Tempranillo	-1,35±0,05	--	-1,35±0,05
Parellada	-1,31±0,07	-0,73±0,04	-1,02±0,06
N.S.	ns	*	

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

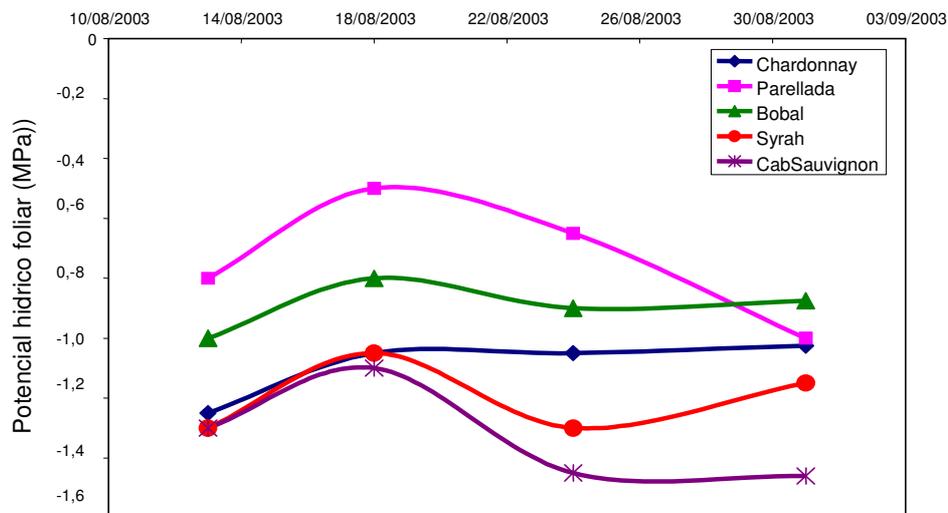
En las horas de máximo déficit hídrico, las hojas de la mayoría de variedades adoptan la posición de hojas caídas, disminuyendo el ángulo que forman con el pecíolo (epinastia), se ha observado en la variedad Bobal que tiene la característica de girar sus hojas, volviendo su envés hacia la parte superior.

Sería necesario mantener la planta en un mayor estado de racionamiento hídrico para poder obtener un producto de mayor calidad sin poner en peligro su longevidad, y además garantizar que la explotación fuese rentable.

La evolución del potencial hídrico foliar a medio día para los años 2002 y 2003, queda representado en el Figura 5.3 y Figura 5.4. Estadísticamente se encontraron diferencias significativas entre variedades para el año 2003, pero no se encontraron en el año 2002, aunque si resulta significativo que sean las variedades Bobal y Parellada las que menor potencial hídrico foliar tengan en los dos años de estudio (tabla 5.2).



**Figura 5.3.-Evolución del potencial hídrico foliar de medio día (MPa) para las variedades: Chardonnay, Parellada, Bobal, Syrah, Cabernet sauvignon y Tempranillo. Año 2002.**



**Figura 5.4.- Evolución del potencial hídrico foliar de medio día (MPa) para las variedades: Chardonnay, Parellada, Bobal, Syrah y Cabernet sauvignon. Año 2003.**

El peso medio de las bayas de la variedad Bobal durante estos dos años es de 2,75 g, totalmente coincidente con los valores obtenidos para esta variedad por Méndez (2005) y Chirivella (1995), de 2,81g y 2,68 g respectivamente. Esto unido al carácter genético de la variedad, con racimos de gran tamaño, hace que el peso de las bayas sea muy alto, si se compara con otras variedades mundialmente afamadas y cultivadas en su mismo ambiente (Tabla 5.3).

**Tabla 5.3. Peso medio de 100 bayas para diferentes variedades. Campo de experiencias de los “Coloraos” (Vendimia 2003- Vendimia 2004).**

Variedad	Bobal	Tempranillo	Cabernet sauvignon	Syrah	Parellada	Chardonnay
Peso 100 bayas (g)	275±12.2	205 ± 8.6	118 ± 5.2	162±7.3	256 ± 10	148 ± 5.5

El crecimiento de las bayas progresa rápidamente durante los primeros 40-50 días, en este periodo denominado etapa I, el diámetro de la baya puede duplicar su tamaño. La etapa II continua durante 15-40 días más, en esta la tasa de crecimiento se reduce o detiene. El inicio de la etapa III esta marcado por el envero y dura hasta la cosecha, esta etapa se alarga entre 35 y 55 días. El crecimiento de las bayas es menos sensible a los déficits hídricos que el crecimiento vegetativo, sin embargo, dependiendo de la severidad de estos pueden reducir significativamente el tamaño de las bayas.

Seria conveniente forzar una restricción hídrica durante el periodo floración-envero en la variedad, no afectando la división celular pero disminuyendo el volumen de las bayas, al reducirse el número de células por baya. Aunque los déficits hídricos en esta etapa suelen ser inusuales en la comarca, debido a que los suelos son profundos y almacenan el agua caída durante el otoño e invierno, se podría reducir la disponibilidad de agua, agotando más rápido el agua por competencia con cubiertas vegetales o aumentando el número de pies por hectárea. Estos sistemas necesitarían lógicamente una instalación de riego de apoyo para poder utilizarlas en épocas estivales, durante la fase de maduración.

La reducción del tamaño de las bayas actuaría favoreciendo una mayor biosíntesis de antocianos y flavonoles, aumentando la producción de los pigmentos de la piel, e iniciando su polimerización en las propias uvas.

Si bien es cierto que en los últimos años hay una cierta obsesión por hacer bayas pequeñas, para así aumentar la relación piel/volumen e indirectamente aumentar el color del vino, favoreciendo la precocidad de las cosechas. La variedad Bobal tiene dos características que juegan a su favor en esta reducción del tamaño: La primera que es una uva de ciclo largo y la segunda su alta acidez. Esta podría ser una posible alternativa a aquellos frutos cuyo destino sea la elaboración de vinos tintos de mayor calidad.

Este estudio puntual permitirá realizar una primera zonación hídrica de las parcelas que aportará información sobre las relaciones viña-terroir-vino y así poder conseguir uvas de menor tamaño. Por otra parte se puede obtener información sobre los itinerarios culturales y el tipo de vinificación a emplear en posteriores trabajos.

## **5.2. Comportamiento enológico de la variedad Bobal**

Una vez analizado y comparado el comportamiento ecofisiológico de la variedad Bobal en las condiciones de cultivo tradicional de la comarca, se impone ahora conocer la influencia de la madurez de la uva y de algunas técnicas especiales de vinificación en la calidad de los vinos obtenidos.

### 5.2.1. Experiencia realizada con diferentes índices de madurez y tiempos de maceración. Vendimia 2003.

Siempre es difícil establecer el momento óptimo de vendimia, así como determinar los tiempos de maceración adecuados para cada variedad de uva. En este apartado se realiza un estudio sobre estos dos factores al objeto de conocer su influencia sobre la calidad de los vinos elaborados.

#### 5.2.1.1. Características de los mostos y análisis de los vinos.

En la Tabla 5.4. se muestran los valores medios de los resultados analíticos obtenidos en los mostos de Bobal con diferentes índices de madurez de la uva. Como resulta lógico aumentan el grado Baumé y el pH y disminuye la acidez total a lo largo de la madurez.

**Tabla 5.4. Valores medios de los parámetros básicos del mosto de la uva Bobal en el año 2003. Grado Baumé, pH y acidez total en ácido tartárico.**

Parámetros analizados	Madurez 1 1 Octubre 2003	Madurez 2 8 Octubre 2003	Madurez 3 15 Octubre 2003
Grado Baumé	11,6 ± 0,10	12,4 ± 0,15	13,2 ± 0,15
pH	3,18 ± 0,01	3,20 ± 0,01	3,33 ± 0,01
Acidez Total ( g/L)	7,34 ± 0,20	6,43 ± 0,25	6,27 ± 0,15

En la comarca el factor limitante para la variedad Bobal es el clima, ya que llegado el mes de Octubre y después de las lluvias frecuentes en el mes anterior, comienzan a degradarse los racimos debido a la podredumbre gris, destruyendo gran cantidad de antocianos debido a la actividad lacasa presente en el hongo. Esta podredumbre se adelanta cuando las lluvias se producen en el mes de agosto, no dando tiempo a que las uvas situadas en zonas más productivas maduren completamente. En la Tabla 5.5. se resumen los valores medios de los resultados analíticos obtenidos en los nueve vinos elaborados en la vendimia 2003.

**Tabla 5.5. Valores medios de las determinaciones analíticas realizadas sobre los vinos elaborados en el año 2003. Grado alcohólico, acidez total (AT) en ácido tartárico, pH, Índice polifenoles totales (IPT), intensidad colorante (IC), antocianos y taninos.**

Vinos	Alcohol (% Vol.)	A T (g/L)	pH	IPT	IC	Antocianos (mg/L)	Taninos (g/L)
vino 1	12,10±0,05	6,60±0,12	3,29±0,03	33,44±5,67	11.54±1,03	371±67	1.80±0,07
vino 2	11,85±0,10	6,71±0,05	3,29±0,02	34,38±2,76	8.22±1,11	329±31	1,97±0,22
vino 3	11,90±0,10	7,05±0,11	3,25±0,01	37.25±0,35	9.96±0,03	262±26	2,25±0,02
vino 4	12,70±0,05	5,55±0,12	3,44±0,02	31,36±1,36	11.13±0,05	404±46	1,66±0,13
vino 5	12,55±0,10	5,89±0,23	3,36±0,02	33,76±3,05	10.50±0,37	391±14	1,81±0,10
vino 6	13,03±0,10	6,19±0,14	3,29±0,01	36,50±1,01	8.80±0,12	351±48	2,26±0,06
vino 7	13,48±0,10	6,26±0,07	3,42±0,01	36,30±1,38	11.65±0,51	597±53	1,63±0,11
vino 8	13,45±0,10	5,58±0,24	3,46±0,03	40,05±2,71	10.89±0,44	551±24	2,02±0,11
vino 9	13,70±0,10	5,60±0,19	3,40±0,01	47,31±2,14	10.74±0,57	511±9	2,53±0,15

Una mayor madurez implica un aumento del grado alcohólico y una disminución de la acidez, lo que se corresponde con los valores previos obtenidos en los muestreos realizados en el mosto.

Se constata que la mayor riqueza en antocianos se produce en los vinos procedentes de las uvas más maduras, obteniendo a su vez estos vinos la mayor intensidad colorante.

Por el contrario ambos parámetros disminuyen cuando aumentamos el tiempo de maceración. Tanto el factor madurez como el factor tiempo de maceración tienen un efecto significativo sobre estos dos parámetros. Los mayores valores de IPT se observan en los vinos de la uva de vendimia más tardía (vinos 7, 8 y 9) y en los de tiempos de maceración largos (vinos 3, 6 y 9).

Como era de esperar los taninos aumentan su concentración con maceraciones largas (vinos 3, 6 y 9), observándose también que en estos vinos aumenta tanto la cantidad de taninos astringentes como los polimerizados, como nos indican los Índices de gelatina y de clorhídrico respectivamente (Tabla 5.6).

Además, según el Índice de PVP y el Índice de polimerización, los vinos con tiempos de maceración más largos (vinos 3, 6 y 9), tienen a la vez mayor concentración de taninos polimerizados que el resto y también mayor concentración de polímeros antociano-tanino.

En cuanto al Índice de etanol (polifenoles unidos a sales y polisacáridos), se observa que los valores aumentan con maceraciones superiores a una semana, el máximo se obtiene en el vino 6 (madurez media y un tiempo de maceración largo). Los valores mínimos aparecen en los vinos con maceraciones cortas (vinos 1,4 y 7).

**Tabla 5.6 Valores medios de las determinaciones analíticas realizadas con los Índices de Glories en el año 2003. Índice de clorhídrico (IHCl), Índice de etanol (EtOH), Índice de Gelatina (IG), Índice PVP e Índice de polimerización (IP).**

vinos	I. HCl	I.EtOH	I. Gelatina	I. PVP	I. Polimerización
vino 1	11,15±3,15	8,40±1,13	58,43±3,37	46,64±1,10	29,43±3,18
vino 2	17,34±0,28	13,57±2,45	66,04±1,12	51,10±2,09	34,29±3,17
vino 3	21,93±2,73	12,93±0,71	66,85±0,66	57,12±1,97	40,23±1,70
vino 4	5,85±0,98	5,92±0,91	43,22±7,54	44,10±1,95	26,73±3,46
vino 5	15,75±1,96	12,64±3,29	48,61±3,54	48,01±5,66	36,72±1,78
vino 6	23,18±2,61	14,30±3,00	63,50±2,37	55,72±1,30	41,85±2,01
vino 7	5,34±0,56	9,62±1,78	34,95±7,16	46,24±3,43	32,40±2,27
vino 8	13,66±3,26	13,79±0,89	43,66±6,58	50,79±3,91	36,18±4,28
vino 9	27,01±3,50	11,09±2,05	59,46±4,19	57,76±1,18	46,17±4,71

#### **5.2.1.2. Influencia del estado de madurez de la uva sobre el color, composición fenólica y astringencia de los vinos de la variedad Bobal. Vendimia 2003.**

En el vino, el contenido en compuestos fenólicos siempre aumenta al prolongar el estado de madurez de las uvas de la variedad Bobal. Resultados similares se obtienen por la mayoría de autores (Saint-Cricq y col, 1998; Glories,

1999; Bautista-Ortín y col., 2003; Deloire y col., 2003) para otras variedades como Cabernet Sauvignon, Monastrell o Merlot. En la Tabla 5.7 pueden verse los resultados de los análisis de las nueve variables dependientes, correspondientes a las determinaciones analíticas realizadas con el factor Índice de madurez.

#### **5.2.1.2.1 Índice de polifenoles totales (IPT)**

Carrol y Marcy (1982) y Junquera (1986) señalan que la evolución de los compuestos fenólicos no sigue un comportamiento uniforme a lo largo de la maduración, otros autores afirman que a medida que aumenta la madurez se incrementa los polifenoles totales extraíbles de la uva (Champagnol, 1984; Bucelli y col., 1991; Dupuch, 1995; Glories y col., 1995; Peyron, 1998; Zamora, 1998 Ruiz Hernández, 1999).

El trabajo realizado sobre la variedad Bobal muestra que las uvas más maduras son las que tienen los valores de polifenoles totales más altos. El análisis de la varianza indica que existen diferencias significativas para el factor Índice de madurez entre las dos primeras vendimias, cuyos valores permanecen más o menos constantes, y la última, con un incremento notable.

#### **5.2.1.2.2. Intensidad colorante (IC)**

La intensidad de color del vino aumenta con la madurez de la uva. Este aumento es significativo y es mayor para la última vendimia realizada el 15 de Octubre, estando relacionado con el mayor contenido de antocianos de las uvas (Figura 5.5), aunque con un bajo coeficiente de determinación, que toma valores de  $R^2 = 0,34$ . La ecuación que define el modelo es la siguiente:

$$\text{ANTOCIANOS} = -85,6028 + 49,3619 \cdot \text{IC}$$

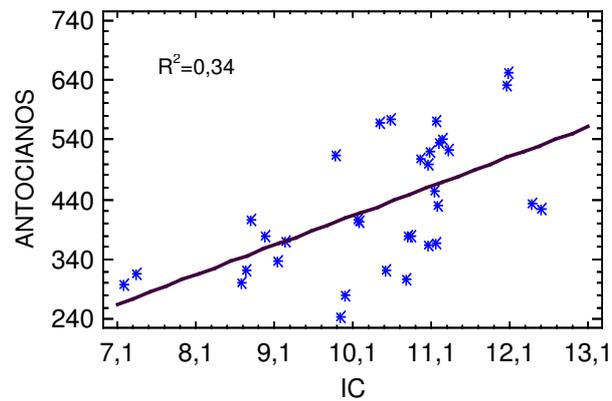
**Tabla 5.7. Influencia del Índice de madurez de la uva sobre los valores medios de los compuestos fenólicos analizados en los vinos de Bobal en el año 2003: Índice polifenoles (IPT), intensidad colorante (IC), antocianos, taninos, Índice de clorhídrico (HCl), Índice de etanol, Índice de gelatina, Índice de PVP, Índice de polimerización.**

FACTOR	TIPO DE VINO	IPT	IC	Antocianos (mg/L)	Taninos (g/L)	Índice HCL	Índice Etanol	Índice Gelatina	Índice PVP	Índice polimerización
Índice de madurez	Madurez 1 2 Octubre	34,50a	9.91a	332 a	2.01	15.78	11,37	63,77 c	50,52	34.71 a
	Madurez 2 9 Octubre	33,87a	10.14a	382 b	1,94	14,93	10,96	51,78 b	49,28	35.16 a
	Madurez 3 14 Octubre	41,22b	11.08b	553 c	2,06	15,34	11,50	46,02 a	51,60	38.22 b
	NS	**	**	**	ns	ns	ns	**	ns	*

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns);  $P < 0,05$  (\*);  $P < 0,01$ (\*\*).

### 5.2.1.2.3. Antocianos

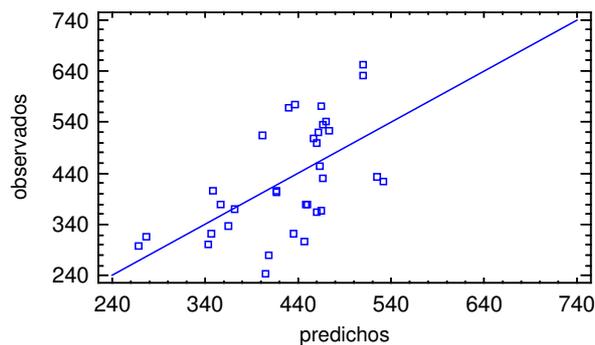
La cantidad de antocianos es mayor en las uvas más maduras, siendo significativa su diferencia con las uvas cuya vendimia se realizó anteriormente. El aumento es debido a la acumulación de antocianos en el hollejo y la degradación enzimática del mismo, que favorece la extracción de los pigmentos durante la maceración.



**Figura 5.5.- Correlación Antocianos/ Intensidad colorante (IC) en los vinos de Bobal. Cosecha 2003.**

El patrón de síntesis de los antocianos durante la maduración pasa por tres etapas: acumulación rápida, acumulación lenta y disminución por sobremaduración (Glories y Amrani-Joutei, 1991; Dupuch, 1995; Glories y col., 1995; Peyron, 1998; Bautista-Ortín, 2003). En este trabajo no se observa esta tercera fase de disminución de antocianos, debido posiblemente, a que no se llegó a esta tercera fase de sobremaduración.

Richecki (1996) obtuvo en vinos de la esta variedad con grado alcohólico próximo a 12%, concentraciones de 250-300 mg/L. Estos valores coinciden con los obtenidos en este trabajo con la uva más verde. En la Figura 5.6 se observa la relación de antocianos observados frente a los predichos según modelo de regresión.



**Figura 5.6.- Valores observados frente a predichos para el contenido de Antocianos, en el modelo que define su evolución para vinos de Bobal. Cosecha 2003.**

#### 5.2.1.2.4. Taninos

La cantidad de taninos aumenta ligeramente durante el periodo de maduración, aunque las diferencias no son de significación. Esto podría ser debido a la existencia de dos fenómenos contrapuestos; por una parte los taninos se van polimerizando a lo largo de la maduración, haciendo así caer los taninos extraíbles en la vinificación. Pero por otra parte a mayor índice de madurez mayor contenido en alcohol, aumentando el poder disolvente sobre los taninos.

Para Saint-Cricq (1998) ninguna degradación de la película o de la piel de la pepita es susceptible de favorecer la extracción de los taninos durante la maduración de la uva. El tanto por cien de taninos provenientes de las pepitas está exclusivamente ligado al "terroir", favoreciendo o no la biosíntesis de las moléculas. Su extractabilidad está en función del modelo de vinificación utilizado (remontados intensos, fermentación alcohólica, etc.), permitiendo la solubilización de taninos menos polimerizados que serán los taninos más fácilmente extraíbles (Peyrón, 1998).

La evolución de los taninos en las distintas partes de la uva a lo largo de la maduración es muy diferente. Una uva madura se caracteriza por películas ricas en taninos y antocianos y pepitas pobres en taninos; y por tanto un déficit de madurez se traducirá en una débil acumulación de pigmentos en las películas y dificultad en su extracción, una débil acumulación de taninos poco astringentes en las películas y una fuerte concentración de taninos astringentes en las pepitas (Saint-Cricq y col., 1998; Díaz Plaza y col, 2000).

#### **5.2.1.2.5. Caracterización de la estructura de los compuestos fenólicos por un índice global. Índices de Glories.**

Uno de los factores que intervienen en la bondad de los vinos es la "calidad fenólica". Esta calidad está directamente relacionada con la astringencia y la expresión de color. La técnica propuesta por Glories expresa la astringencia de los taninos de acuerdo con su afinidad por las proteínas del tipo globulina. La medida de esta astringencia realizada con el Índice de Gelatina ha obtenido diferencias significativas para las diferentes maduraciones. Se observan unos valores menores para este índice al aumentar el grado de madurez, es decir vinos menos astringentes, existiendo diferencias significativas para cada una de las maduraciones. Se puede observar paralelamente que para las uvas más maduras hay un aumento del Índice de polimerización de forma significativa (Tabla 5.7). Además, también se ha observado un aumento de taninos menos agresivos y astringentes al aumentar el grado de madurez.

En la medida del Índice de clorhídrico no se observan diferencias significativas para una mayor madurez de las uvas, aunque si que hay un ligero aumento del índice de polimerización; una posible explicación sería que los taninos condensados existentes al aumentar el índice de madurez, no han sido extraídos de la uva en el proceso de maceración. En la Tabla 5.8 pueden verse los valores obtenidos por otros autores para los Índices de gelatina y clorhídrico.

Las procianidinas pueden formar complejos con péptidos, polisacáridos y sales inorgánicas, dando lugar a una disminución de la astringencia. Además el

grado de madurez de la uva tiene una gran influencia sobre la complejación de las procianidinas con los polisacáridos, puesto que durante la maduración los taninos se adhieren a los polisacáridos de la pared celular a través de enlaces glucosídicos (Zamora, 1998). No se observa un aumento significativo de pigmentos combinados con sales y con polisacáridos al aumentar el grado de madurez de la uva en los vinos elaborados.

Para la estabilidad del color determinada por la unión antociano-tanino y medida con el Índice de PVP (Tabla 5.7), no se observan diferencias significativas al aumentar la madurez de la uva. Según estos resultados, la estabilidad del color no estaría influenciada por la madurez para la vendimia 2003.

**Tabla 5.8. Valores de los Índices de gelatina y clorhídrico obtenidos por otros autores.**

Autor	Tipo de vino	Variedad	Índice Gelatina	Índice HCl
Vivas y col. (1994)	Vino Tinto	Distintas variedades	43-54	5- 45
Blouin y col. (2000)	Vino Tinto	Distintas variedades	21-48	13- 45
Vivas (2000 a)	Envejecido 12 meses	Distintas variedades	21-64	5- 28

### **5.2.1.3. Influencia del tiempo de maceración sobre el color, composición fenólica y astringencia de los vinos de la variedad Bobal. Vendimia 2003.**

En la variedad Bobal el contenido en polifenoles totales, antocianos e intensidad colorante durante la maceración, siguió una evolución similar a las observadas por otros autores (Vila y col. ,2002; Amrani-Joutei y col. 1994b; Somers y Evans, 1986). Polifenoles totales y taninos aumentan de forma progresiva hasta el final de la maceración, mientras que antocianos e intensidad de color logran su máximo la primera semana de maceración y van disminuyendo posteriormente (Tabla 5.9)

#### **5.2.1.3.1. Índice de polifenoles totales (IPT)**

Los valores de polifenoles totales aumentan proporcionalmente con el tiempo, obteniendo diferencias significativas entre maceraciones cortas y largas. La extracción de fenoles totales a lo largo del tiempo sigue una curva logarítmica (Ribereau-Gayón, 1982), con dos periodos distintos. Al principio la extracción es rápida, pero a partir de cierto momento, dependiendo de la variedad, se hace más lenta. En las vinificaciones clásicas, solo cerca de la tercera parte del total de los fenoles existentes en la uva pasan al vino. La extracción de taninos, constituyente mayoritario de los fenoles, se ajusta a un modelo similar (Boulton, 1995).

Como puede verse en la Tabla 5.10 cuando se estudia la interacción entre los factores madurez y tiempo, no aparecen diferencias significativas.

**Tabla 5.9. Influencia del tiempo de maceración sobre los valores medios de los compuestos fenólicos analizados en los vinos de Bobal en el año 2003: Índice polifenoles (IPT), intensidad colorante (IC), antocianos, taninos, Índice de clorhídrico (HCl), Índice de etanol, Índice de gelatina, Índice de PVP, Índice de polimerización.**

	TIPO DE VINO	IPT	IC	Antocianos (mg/L)	Taninos (g/L)	Índice HCL	Índice Etanol	Índice Gelatina	Índice PVP	Índice polimeriza.
Tiempo de maceración	Maceración corta (1 semana)	33,70a	11.43b	457 b	1,69 a	7,45 a	7,98 a	45,53 a	45,66a	29.54 a
	Maceración media (2 semanas)	36,06a	9.87 a	424 ab	1,97 b	15,58b	13,33b	52,77 b	49,97b	35.75 b
	Maceración larga (3 semanas)	40,97b	9.83 a	397 a	2,35 c	24,04c	12,78 b	62,55 c	56,87c	42.81 c
	N.S.	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

### 5.2.1.3.2. Intensidad colorante (IC)

Numerosos autores han determinado que un mayor tiempo de contacto con los hollejos generalmente da vinos con más color, más flavonoides, más taninos, menos antocianos monoméricos y más fenoles poliméricos (Scudamore-Smith y col. 1990; Kantz, 1991; Kovac y col., 1992; Sims y Bates, 1994). La mayor intensidad colorante se obtiene en los vinos con menor tiempo de maceración, existiendo diferencias significativas para maceraciones más largas. Estos resultados pueden ser debidos a la adsorción de color sobre las partes sólidas (hollejos y levaduras) y también a algunos procesos involucrados como la copigmentación de los antocianos recientemente esclarecidos por Boulton (2001).

**Tabla 5.10. Probabilidades para ANOVA de los efectos simples y de segundo orden sobre los compuestos fenólicos y los Índices de Glories de los vinos elaborados en el año 2003. Índice polifenoles (IPT), intensidad colorante (IC), antocianos, taninos, Índice de clorhídrico (HCl), Índice de etanol, Índice de gelatina, Índice de PVP, Índice de polimerización.**

INTERACCIÓN	EFFECTO	IPT	IC	Antocianos (mg/L)	Taninos (g/L)	Índice HCl	Índice Etanol	Índice Gelatina	Índice PVP	Índice polimeriza.
EFECTOS SIMPLES	Índice de madurez	**	**	**	ns	ns	n.s	**	ns	*
	Tiempo de maceración	**	**	**	**	**	**	**	**	**
SEGUNDO ORDEN	Índice de madurez x Tiempo de maceración	ns	**	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns);  $P < 0,05$  (\*);  $P < 0,01$ (\*\*).

Muchas de las reacciones a que están sujetos los fenoles en los vinos dependen de su composición y esta fuertemente determinada por la variedad de uva. Se han encontrado diferencias significativas para la intensidad colorante en la interacción de los factores madurez y tiempo de maceración.

### 5.2.1.3.3. Antocianos

Al aumentar el tiempo de maceración disminuyen la cantidad de antocianos, existiendo diferencias significativas para las maceraciones cortas de una semana y largas de tres semanas.

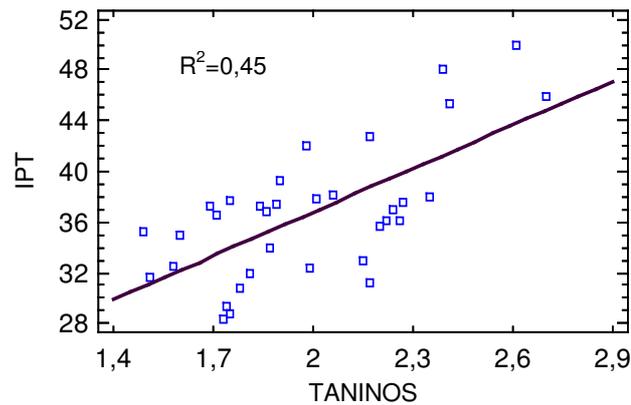
Numerosos autores hablan de la evolución de los antocianos en el transcurso de la maceración, los cuales están fuertemente ligados al color del vino (Pardo y Navarro, 1993; Pérez, 1999; Ruiz Hernández; 1999). Todos ellos observan un aumento de polifenoles totales, intensidad colorante y concentración de antocianos, pero posteriormente, después de llegar a un máximo, el color del vino disminuye porque las antocianinas se fijan sobre hollejos y levaduras. El

tiempo necesario para llegar a este máximo de extracción viene en función, entre otros factores, de la variedad con la que se elabora el vino. El tipo de variedad condiciona en gran medida la composición de compuestos fenólicos de la uva y cuanto más rica en reserva colorante sea la uva, a igualdad de otras condiciones, el periodo de extracción durará más tiempo (Zamora, 1998).

Los antocianos son muy reactivos y el patrón de evolución de la concentración durante la maceración es una combinación de los fenómenos de ganancia y de pérdida. La rapidez con que son extraídos se debe a su alta disponibilidad, ya que son hidrosolubles. Su pérdida se debe en parte a la adsorción sobre partes sólidas (Ribereau-Gayón, 1982). También toman parte en las reacciones de polimerización con las proantocianidinas de la uva y con el acetaldehído. La sustitución proporcional del color copigmentado por el color polimérico apoya la tesis de que la copigmentación de los antocianos es un paso previo a su condensación con los taninos proantocianídicos. Durante la fermentación estos polímeros pueden combinarse con las proteínas y volverse insolubles (Doco y col., 1996), o con los polisacáridos que en parte precipitan con los cristales de bitartrato (Vernhet y col., 1999).

#### **5.2.1.3.4. Taninos**

Existe un aumento de cantidad de taninos para un mayor tiempo de maceración, con diferencias significativas en los tres tiempos de maceración. Durante la maceración, además de ir incorporándose al mosto la materia colorante, también se incorporan sustancias tánicas, aunque estas lo hacen más lentamente, debido a que el solvente principal de las mismas es el alcohol, que se va formando a lo largo de la fermentación. Como ocurría con los fenoles totales un mayor tiempo de contacto con los hollejos da vinos con más taninos. En el vino los contenidos de fenoles totales y taninos están correlacionados positivamente entre ellos (Figura 5.7), y con las sensaciones de astringencia que se obtienen con la proporción de taninos precipitables con gelatina. En lo que se refiere a la interacción del índice de madurez y tiempo de maceración, no se encuentran diferencias significativas (Figura 5.10).



**Figura 5.7.- Correlación Índice de polifenoles totales (IPT) y Taninos durante el proceso de maceración para vinos de Bobal. Cosecha 2003.**

#### **5.2.1.3.5. Caracterización de la estructura de los compuestos fenólicos por un índice global. Índices de Glories.**

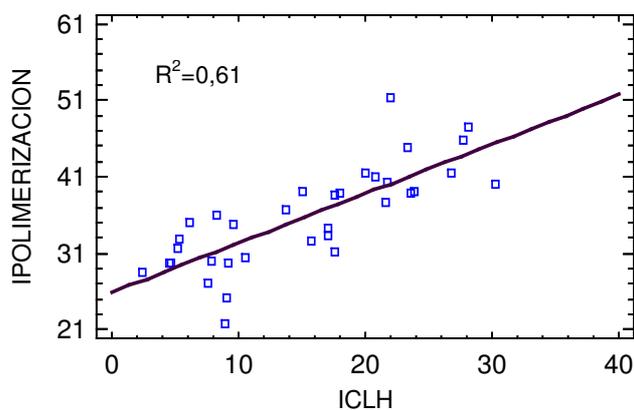
Se han obtenido diferencias significativas entre los tres tiempos de maceración para el Índice de Gelatina. Este índice aumenta cuando se incrementa el tiempo de maceración (Tabla 5.9). Esto es razonable pues al aumentar la maceración se permite un mayor contacto con las semillas. Estos taninos son más astringentes y están representados por moléculas grandes, muy polimerizadas y galoiladas.

Numerosos autores hablan de una mayor extracción de taninos polimerizados cuando el tiempo de maceración aumenta (Vivas, 1993; Zamora, 1998; Gómez Plaza y col., 2000). El modelo propuesto por Saucier (1999) establece que al final de las maceraciones muy largas los taninos se acomplejan con los polisacáridos de la uva y las paredes de levadura, disminuyendo su astringencia, algo que no ocurrió en esta experiencia.

En la medida del Índice del ácido clorhídrico, se observa un aumento al aumentar el tiempo de maceración, lo cual está indicando una mayor polimerización de los taninos al aumentar los tiempos de maceración. Las diferencias son muy significativas, con valores que se duplican cada semana. Además se observa una buena correlación con el Índice de polimerización (Figura 5.8).

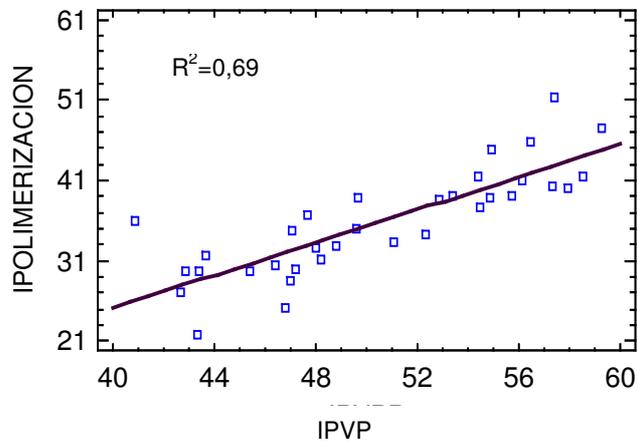
Los taninos unidos a sales y polisacáridos determinados por el Índice de etanol se observa que el menor valor es para las maceraciones cortas. Este índice aumenta considerablemente cuando se pasa de macerar de una a dos semanas, manteniéndose prácticamente sin variación al aumentar la maceración una semana más (Tabla 5.9).

La estabilidad del color determinada por la unión antociano-tanino y medida con el Índice de PVP, se observa un aumento de este índice, cuando se prolonga la maceración, obteniendo diferencias significativas para los tres tiempos de estudiados.



**Figura 5.8.- Correlación Índice de polimerización e Índice de clorhídrico (ICIH) durante el proceso de maceración para vinos de Bobal. Cosecha 2003.**

Según Zamora (1998) la maceración favorece las combinaciones antociano-tanino. La polimerización comienza desde el estrujado y sigue durante la fermentación y conservación del vino. Donde se aumenta considerablemente las combinaciones antociano tanino es en el envejecimiento del vino en barrica, en la que esta actúa como dosificador automático de oxígeno, favoreciendo considerablemente las reacciones de polimerización entre antocianos y taninos. Las combinaciones antociano-tanino producen una estabilización del color y una disminución de la astringencia, sin comportar una pérdida de la materia tánica por precipitación. En resumen, y según estos resultados, se observa un aumento de la estabilidad del color a mayor tiempo de maceración.



**Figura 5.9.- Correlación Índice de polimerización e Índice de PVP durante el proceso de maceración para vinos de Bobal. Cosecha 2003.**

También se encuentran diferencias significativas para los polímeros que participan en el color del vino sin ser decolorados por el anhídrido sulfuroso, estos polímeros han sido determinados por el Índice de polimerización (Tabla 5.9). Se observa un mayor Índice de polimerización al aumentar el tiempo de maceración

del vino, existiendo diferencias para los tres tiempos de maceración experimentados.

Se puede observar que las conclusiones obtenidas para el Índice de polimerización son muy parecidas a las obtenidas en el Índice de PVP y que mantienen una buena correlación positiva (Figura 5.9). Si observamos la Tabla 5.9 podemos ver que todos los Índices de Glories aumentan cuando se alarga el tiempo de maceración, y además que todos ellos lo hacen de forma muy significativa.

La interacción entre los factores madurez y tiempo de maceración solo tiene significación para el Índice de gelatina, no teniendo influencia sobre el resto de índices (Tabla 5.10).

#### **5.2.1.4. Análisis Sensorial. Vendimia 2003.**

En la Tabla 5.12 puede observarse cuales son los índices de madurez entre los que hay diferencias significativas, así como entre que tiempos de maceración para los distintos atributos considerados en el análisis sensorial. Los distintos tiempos de maceración no aportan diferencias a los vinos para el conjunto de catadores, sin embargo si encontramos diferencias significativas en los vinos procedentes de uvas con diferente estado de madurez.

En la evaluación global de los vinos se observa la misma tendencia que en el estudio de los atributos independientemente, siendo mejor puntuados los vinos elaborados con las uvas más maduras, que coinciden con los vinos que tienen menores Índices de gelatina, es decir en teoría vinos menos astringentes. El vino procedente de uva más madura y maceración corta fue el mejor evaluado.

En la Tabla 5.11 pueden verse las interacciones entre ambos factores, madurez y tiempo de maceración, no existiendo diferencias significativas ni para el color ni para la calidad de aroma.

**Tabla 5.11. Probabilidades para ANOVA de los efectos de segundo orden sobre los caracteres gustativos de los vinos elaborados en el año 2003.**

INTERACCIÓN	EFECTO	COLOR	AROMA		GUSTO		CALIDAD GLOBAL
			Intensidad	Calidad	Intensidad	Calidad	
SEGUNDO ORDEN	Índice de madurez x Tiempo de maceración	n.s.	**	n.s.	**	**	**

**Tabla 5.12. Influencia del Índice de madurez de la uva y del tiempo de maceración sobre los valores medios de los caracteres gustativos en los vinos de Bobal para el año 2003.**

FACTOR	TIPO DE VINO	COLOR	AROMA		GUSTO		CALIDAD GLOBAL
			Intensidad	Calidad	Intensidad	Calidad	
Índice de madurez	Madurez 1	7,46±0,44a	5,85±0,16a	5,74±0,12	6,41±0,51	5,96±0,61a	6,22±0,28a
	Madurez 2	7,41±0,17a	6,19±0,16ab	5,78±0,19	6,15±0,41	5,85±0,41a	6,04±0,41a
	Madurez 3	8,04±0,29b	6,48±0,84b	6,41±0,88	6,67±0,50	7,11±0,73b	6,81±0,69b
	N.S.	**	**	ns	ns	**	**
Tiempo de maceración	Maceración corta (1 semana)	7,48±0,65	6,41±0,71	6,22±0,94	6,33±0,79	6,26±1,41	6,37±1,07
	Maceración media (2semanas)	7,54±0,11	6,19±0,50	6,00±0,39	6,30±0,23	6,22±0,69	6,39±0,17
	Maceración larga (3semanas)	7,85±0,27	5,93±0,35	5,70±0,16	6,59±0,39	6,44±0,11	6,31±0,08
	NS	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

## 5.2.2 Experiencia realizada con diferentes índices de madurez, premaceración en frío y tiempos de maceración. Vendimia 2004.

La maceración prefermentativa en frío es una nueva técnica de vinificación para las uvas tintas, que se está introduciendo con fuerza en la mayoría de las bodegas ayudadas por los modernos sistemas de refrigeración existentes en la actualidad. Con ello se busca obtener vinos con mayor color y cuerpo, provistos de una mayor capacidad para la crianza y dotados de un perfil aromático más intenso y complejo (Llaudy, 2005). En este apartado del trabajo se combinan tres factores: índice de madurez, maceración prefermentativa en frío y tiempo de maceración.

### 5.2.2.1. Características de los mostos y análisis de los vinos

En la Tabla 5.13 aparecen los valores para grado Baumé, pH y acidez total de los mostos obtenidos con los diferentes índices de madurez de la uva. Como era de esperar, se observa un aumento en el grado Baumé y pH, y una disminución de la acidez total al aumentar el grado de madurez de la uva. Es característico de la variedad Bobal su elevada acidez total y bajo pH, aún en concentraciones altas de azúcar.

**Tabla 5.13. Valores medios de los parámetros básicos del mosto en el año 2004. Grado Baumé (Bé), pH y acidez total en ácido tartárico.**

Parámetros analizados	Madurez 1 15 Octubre	Madurez 2 22 Octubre
Grado Baumé	13,0 ± 0,05	14,1 ± 0,07
pH	3,40 ± 0,02	3,48 ± 0,03
Acidez Total ( g/L)	6,18 ± 0,20	6,10 ± 0,15

En la Tabla 5.14 aparecen los valores medios de las determinaciones analíticas de los vinos obtenidos a partir de mostos con diferente índice de madurez y sometidos a tratamiento prefermentativo en frío con diferentes tiempos de maceración. Existe la correlación esperada entre los valores analíticos del vino y el mosto del que proceden.

Los mayores valores de polifenoles totales (IPT) se observan para los vinos con mayor grado de madurez de las uvas. Los vinos que han tenido un tratamiento prefermentativo en frío durante 3 días tienen unos valores medios de polifenoles totales inferiores a los vinos con 5 días de tratamiento. También se obtienen mayores valores de IPT en uvas más maduras sometidas a tratamiento prefermentativo por frío. Los taninos evolucionan de forma similar a los polifenoles totales, excepto en el tratamiento por frío que reduce su concentración, siendo mayor la cantidad de taninos en los vinos testigo no sometidos a premaceración en frío.

**Tabla 5.14. Valores medios de las determinaciones analíticas realizadas sobre los vinos elaborados de Bobal en el año 2004. Grado alcohólico, acidez total (ATI) en ácido tartárico, pH, Índice polifenoles totales (IPT), intensidad colorante (IC), antocianos y taninos.**

Vinos	Alcohol (% Vol.)	AT (g/L)	pH	IPT	IC	Antocianos (mg/L)	Taninos (g/L)
vino 1	14,30±0,15	6,23±0,25	3,41±0,04	44,7±3,2	13,5±0,9	431,3±12,5	2,17±0,02
vino 2	14,35±0,20	6,15±0,30,	3,41±0,01	44,7±3,1	11,6±0,3	234,0±36,7	2,27±0,01
vino 3	14,25±0,25	6,27±0,45	3,41±0,02	52,8±2,4	12,6±0,2	395,7±46,0	2,16±0,13
vino 4	14,32±0,24	6,23±0,27	3,39±0,02	50,7±1,6	10,7±0,3	321,7±2,1	2,35±0,17
vino 5	14,30±0,15	6,08±0,18	3,40±0,01	48,1±1,1	13,3±0,2	405,5±6,5	1,72±0,02
vino 6	14,30±0,20	6,15±0,52	3,38±0,03	49,2±0,5	13,4±0,2	413,8±5,0	2,57±0,06
vino 7	15,30±0,30	6,30±0,12	3,41±0,02	33,1±0,2	7,2±0,7	172,3±8,8	1,92±0,07
vino 8	15,15±0,20	6,15±0,41	3,41±0,01	38,0±4,3	7,9±0,5	196,8±45,2	1,78±0,08
vino 9	14,98±0,22	6,47±0,16	3,53±0,01	34,8±2,4	8,8±0,4	282,6±17,9	1,23±0,13
vino 10	15,17±0,41	5,59±0,19	3,52±0,02	40,0±1,3	6,8±0,2	174,3±9,6	1,57±0,07
vino 11	15,37±0,23	6,10±0,05	3,50±0,04	44,6±1,2	10,7±0,4	254,1±18,6	1,11±0,10
vino 12	15,37±0,37	6,04±0,23	3,50±0,02	46,3±0,5	11,1±0,0	308,4±0,5	1,48±0,41

Para la intensidad colorante y los antocianos, sorprende que los valores más altos se encuentren en los vinos procedentes de las uvas con menor Índice de madurez, contrariamente a lo encontrado por otros autores (Llaudy, 2005; Bautista-Ortin, 2003). Es posible que las uvas estuvieran en un estado de sobremaduración, lo que provocaría la pérdida de los pigmentos colorantes.

La utilización de maceración prefermentativa en frío aumenta los valores de antocianos el 13% y 33 % respectivamente, para 3 y 5 días de premaceración, lo que confirma los resultados obtenidos en los trabajos de Cuasnon (1999), que obtuvo aumentos del 51% y de Zamora (2003) del 17%, pero utilizando nieve carbónica para el enfriamiento.

En la tabla 5.15 aparecen los valores medios de las determinaciones analíticas realizadas con los índices de Glories para la vendimia 2004. Según el Índice de Ionización, los vinos de uvas más maduras y tratamiento prefermentativo en frío, son los que poseen mayor cantidad de antocianos que contribuyen al color

**Tabla 5.15. Valores medios de las determinaciones analíticas realizadas con los índices de Glories en los vinos de Bobal para el año 2004. Índice de clorhídrico (HCl), Índice de etanol(EtOH), Índice de gelatina (IG), Índice de PVP, Índice de polimerización (IP), Índice ionización, Índice DMACH, Índice diálisis.**

Vinos	Índice HCl	Índice Etanol	Índice Gelatina	Índice PVP	Índice Polimeriza.	Índice Ionización	Índice DMACH	Índice Diálisis
vino 1	33,0±0,9	39,3±0,2	55,4±1,6	45,2±3,5	33,3±0,9	21,2±0,2	42,5±5,2	31,7±1,5
vino 2	36,7±0,2	35,9±1,0	58,0±1,7	38,6±5,2	33,0±0,3	22,7±0,8	38,3±2,3	33,8±1,7
vino 3	35,0±1,0	22,0±5,1	57,6±3,4	25,6±4,6	33,3±1,1	23,0±1,3	34,4±1,1	34,8±1,8
vino 4	19,8±2,3	22,7±1,4	54,5±6,3	22,5±7,6	38,1±1,5	19,9±1,0	39,2±1,8	39,0±1,7
vino 5	20,3±1,8	12,7±2,2	62,6±3,8	28,2±12,2	31,7±1,5	21,1±0,6	37,9±3,2	32,4±6,1
vino 6	24,5±6,0	22,8±4,2	39,1±7,1	25,9±8,7	43,9±10,9	21,9±0,7	36,9±1,5	19,3±4,7
vino 7	39,4±0,2	41,1±0,7	22,4±0,6	45,8±0,0	31,7±3,2	20,8±1,1	40,1±4,6	40,4±2,9
vino 8	44,5±0,7	32,4±0,1	48,5±1,4	46,4±0,5	35,4±7,4	19,8±0,7	39,9±7,2	49,4±1,6
vino 9	29,3±0,6	37,1±1,3	23,5±2,9	37,3±2,1	34,0±0,4	29,6±1,3	31,7±3,1	37,3±1,5
vino 10	23,5±1,2	42,6±3,6	32,7±3,4	41,2±2,8	42,1±5,2	28,2±4,0	33,8±1,3	36,2±4,1
vino 11	20,1±2,2	31,9±0,8	27,8±8,0	44,3±5,4	34,7±6,5	29,4±4,4	40,9±3,7	36,4±3,0
vino 12	18,0±3,7	31,1±4,3	20,8±0,6	33,5±3,7	40,7±1,2	28,7±7,2	29,8±1,6	34,0±3,1

El mayor porcentaje de taninos combinados con polisacáridos, péptidos y sales lo encontramos en las uvas más maduras, disminuyendo su proporción en los vinos procedentes de uvas maceradas en frío. La estabilidad del color, según los valores obtenidos para el Índice de PVP, es mayor para vinos de uvas más maduras y no premaceradas en frío.

Los tiempos de maceración aumentan el Índice de polimerización. En general, este índice da mayores valores de polimerización de los compuestos fenólicos en los vinos que han sido sometidos al tratamiento a bajas temperaturas. Los vinos procedentes de uvas más maduras, tienen mayor Índice de diálisis, siendo los que poseen los taninos de mayor tamaño, lo que indica que hay polimerización en las uvas durante la maduración, especialmente los que no han sido sometidos al tratamiento prefermentativo a bajas temperaturas. Los vinos que no han sido sometidos a premaceración a bajas temperaturas, también son los que han dado los Índices de clorhídrico más elevados; mientras que los vinos que han sido elaborados con las uvas con menor grado de madurez, son los que tienen los taninos más astringentes.

#### **5.2.2.2. Influencia del estado de madurez de la uva sobre el color, composición fenólica y astringencia de los vinos de la variedad Bobal. Vendimia 2004.**

En la vendimia 2004 el contenido en compuestos fenólicos totales y taninos de los vinos siempre disminuye al prolongar el estado de madurez de las uvas de la variedad Bobal. Lo mismo ocurre con antocianos e intensidad colorante.

En la Tabla 5.16 y 5.17 se pueden ver los resultados del análisis de la varianza realizado para los compuestos fenólicos y los Índices de Glories, correspondientes a las determinaciones analíticas realizadas para el factor madurez de la uva.

### 5.2.2.2.1. Índice de polifenoles totales (IPT)

El valor para IPT es mayor en los vinos procedentes de la uva vendimiada más tardíamente. La mayoría de autores afirman que a medida que aumenta la madurez se incrementa el contenido en polifenoles totales extraíbles de la uva (Champagnol, 1984; Glories y col., 1995;). En la vendimia 2003 (punto 2.1.2.1), se obtiene este aumento, sin embargo en esta vendimia 2004, hay una disminución debido probablemente a la sobremaduración de la uva.

La Tabla 5.16 muestra los valores medios para los compuestos fenólicos analizados, en ella podemos observar que existen diferencias significativas para todos los factores estudiados.

**Tabla 5.16. Influencia del índice de madurez de la uva sobre los valores medios de los compuestos fenólicos analizados en los vinos de Bobal en el año 2004. Índice polifenoles (IPT), intensidad colorante (IC), antocianos, taninos.**

Factor	Tipo	IPT	IC	Antocianos (mg/L)	Taninos (g/L)
Índice madurez	Primera vendimia 15 Octubre	49,30 b	12,57 b	367,06 b	2,20 b
	Segunda vendimia 22 Octubre	39,51a	8,82 a	231,47 a	1,51 a
	N.S.	**	**	**	**

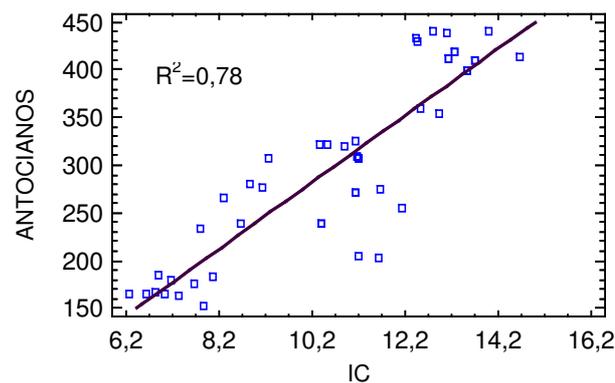
Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

### 5.2.2.2.2. Intensidad Colorante (IC)

Los valores de la Intensidad Colorante disminuyen al aumentar el índice de madurez, contrariamente a lo que ocurre en la vendimia 2003. Aquí si se ha llegado a ese máximo, a partir del cual por sobremaduración de la baya, disminuye la cantidad de pigmentos colorantes. Todos los trabajos bibliográficos consultados coinciden en esta afirmación. La relación lineal entre las dos variables intensidad colorante y antocianos es buena, con un coeficiente de determinación de 0,78. En la Figura 5.10 se puede observar esta correlación cuyo modelo lineal lo marca la ecuación:  $IC = 3,99 + 0,022377 \cdot ANTOCIANOS$

### 5.2.2.2.3. Antocianos

Se han obtenido valores menores de antocianos a mayor índice de madurez de las uvas. Autores como Collard (1995), afirman que la madurez óptima se produce en el momento en que se observa una disminución de antocianos, es decir, al principio de la sobremaduración, cuando comienza la degradación de las células en las bayas.



**Figura 5.10.- Correlación Intensidad Colorante (IC) y Antocianos de los vinos obtenidos en uvas de Bobal. Cosecha 2004.**

El patrón de síntesis de los antocianos sigue las tres fases clásicas: crecimiento rápido, estacionamiento lento y disminución por sobremaduración. Al haber realizado la vendimia en fechas muy tardías - 22 de octubre- se debe haber llegado a esta última fase con sobremaduración de las uvas, disminuyendo la cantidad de antocianos.

### 5.2.2.2.4. Taninos

Las uvas más maduras ceden menor cantidad de taninos después de su vinificación. En la vendimia 2003 hubo un pequeño aumento pero no fue significativo, sin embargo en este caso hay una disminución muy significativa.

Resultados similares se obtienen para los valores de polifenoles totales, aunque hay una baja correlación entre ambos, con valores de  $R^2$  próximos al 21%.

#### **5.2.2.2.5. Caracterización de la estructura de los compuestos fenólicos por un índice global. Índices de Glories.**

El porcentaje de antocianos que contribuyen el color del vino, determinado por el Índice de ionización, aumenta con la madurez de la uva, también se observa un aumento considerable de antocianos unidos a taninos A-T, al ser medidos por el Índice de PVP. Estas combinaciones antociano-tanino producen una estabilización del color evitando pérdidas de antocianos por precipitación.

No se observan diferencias en la polimerización de los taninos cuando aumenta la madurez, es posible que se haya alcanzado ese punto de sobremaduración en el cual ya no se modifiquen significativamente los valores máximos alcanzados. Los valores relacionados con la polimerización de los taninos: Índice de polimerización, Índice DMACH e Índice de clorhídrico, indican ligeros aumentos de polimerización, sin dar lugar a variaciones significativas entre la primera y la segunda vendimia.

Para el Índice de diálisis, la madurez de la uva si presenta diferencias significativas. Se dan mayores concentraciones de taninos de mayor peso molecular en los vinos procedentes de uvas más maduras.

El Índice de etanol determina la proporción de taninos combinados con polisacáridos, péptidos y sales, los cuales dan lugar a los llamados “buenos taninos”, es decir, aquellos que confieren al vino un equilibrio armonioso entre las cualidades (grasa, redondez, estructura) y los defectos (astringencia, dureza) .Este índice guarda relación con el de diálisis, ya que los taninos de gran tamaño suelen ser los taninos combinados con otras sustancias. Este índice aumenta con la madurez de la uva, tal como sucede en el Índice de diálisis.

La reactividad de los taninos con la gelatina nos indica que los vinos de uvas más maduras son los menos astringentes con una bajada del índice superior al 45 % de la primera a la segunda vendimia (Tabla 5.17). Los Valores obtenidos para los Índices de Glories en maduración siguen el mismo patrón que los encontrados en la vendimia 2003.

**Tabla 5.17. Influencia del Índice de madurez de la uva sobre los valores medios de los Índices de Glories en los vinos de Bobal analizados en el año 2004. Índice de clorhídrico (HCl), Índice de etanol, Índice de gelatina, Índice de PVP, Índice de polimerización, Índice ionización, Índice DMACH, Índice diálisis.**

Factor	Tipo	Índice HCl	Índice Etanol	Índice Gelatina	Índice PVP	Índice Polimeriza	Índice Ionización	Índice DMACH	Índice Diálisis
Índice madurez	1 vendimia 15Octubre	28,28	25,52a	54,46 b	31,05a	35,59	21,66 a	38,25	31,87a
	2 vendimia 22Octubre	29,16	36,08b	29,44 a	41,44b	36,47	26,09 b	36,09	38,98b
	N.S.	ns	**	**	**	ns	**	ns	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

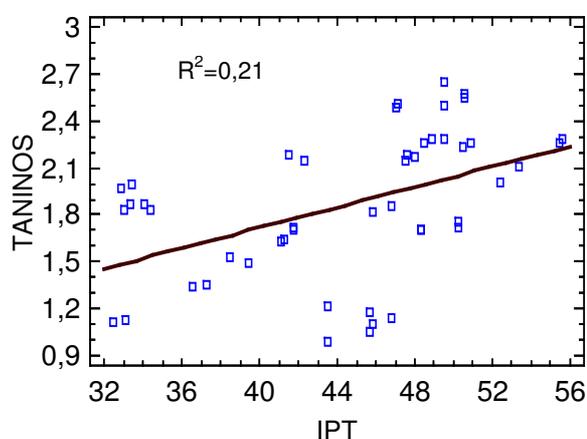
### **5.2.2.3. Influencia del tiempo de maceración sobre el color, composición fenólica y astringencia de los vinos de la variedad Bobal. Vendimia 2004.**

En la vendimia 2004 el contenido en compuestos fenólicos totales y taninos de los vinos siempre aumenta al prolongar el tiempo de maceración. Todo lo contrario ocurre con antocianos e intensidad colorante. Los resultados son totalmente semejantes a los obtenidos para la vendimia 2003 para distintos tiempos de maceración.

En la Tabla 5.18 y 5.19 se pueden ver los resultados del análisis de la varianza realizado para los compuestos fenólicos e Índices de Glories, correspondientes a las determinaciones analíticas realizadas para el factor tiempo de maceración.

### 5.2.2.3.1. Índice de polifenoles totales (IPT)

Los valores de polifenoles totales aumentan con el tiempo de maceración, obteniendo diferencias significativas entre maceraciones de una y dos semanas. Los valores, tal como se comentó anteriormente, son comparables a la cosecha 2003 y a la bibliografía consultada (Ribereau-Gayón, 1982; Boulton, 1995; Scudamore-Smith y col. 1990; Kantz, 1991; Kovac y col., 1992; Sims y Bates, 1994; Boulton, 1995). El aumento de polifenoles totales comporta también un aumento de taninos, aunque la correlación entre valores es baja  $R^2 = 21,48\%$  (Figura 5.11).



**Figura 5.11.- Correlación Índice de polifenoles totales (IPT) y Taninos de los vinos obtenidos en uvas de Bobal. Cosecha 2004.**

### 5.2.2.3.2. Intensidad colorante (IC)

Un mayor tiempo de contacto con los hollejos dió vinos con una menor intensidad colorante, aunque las diferencias son pequeñas, estas son significativas. Los valores obtenidos, aunque cuantitativamente dependen siempre de la añada, son comparables con los de la vendimia 2003, con valores medios muy próximos en las maceraciones de una y dos semanas. Así en 2004, para maceración de una semana se tiene una media de 11,08, mientras que en 2003

el valor medio alcanzado es de 11,43. En maceraciones de dos semanas ocurre algo similar con valores de 10,31 para 2004 y 9,87 para 2003.

### 5.2.2.3.3. Antocianos

Al aumentar el tiempo de maceración disminuyen la cantidad de antocianos totales, existiendo diferencias significativas para las maceraciones de una semana y de dos semanas. Igualmente ocurrió durante la vendimia 2003, con descenso de la primera a la segunda semana de maceración. En la vendimia 2004 el descenso es muy superior. La cantidad de antocianos es menor en los vinos del año 2004 con descensos respecto a 2003 del 25 al 35%. Así pues la variedad Bobal sigue el patrón de extracción durante la maceración acorde con lo indicado en la bibliografía, aunque la evolución de la concentración de antocianos no sigue un modelo lineal en función del tiempo. Un objetivo que resulta muy frecuente en el proceso de maceración, es obtener vinos con más color y concentración. Sin embargo al aumentar el tiempo de maceración no solo extraemos sustancias sensorialmente agradables e importantes en la calidad del vino, sino que podemos favorecer la cesión de otras amargas y más astringentes y perder antocianos.

**Tabla 5.18. Influencia del tiempo de maceración sobre los valores medios de los compuestos fenólicos de los vinos de Bobal analizados en el año 2004. Índice polifenoles (IPT), intensidad colorante (IC), antocianos, taninos.**

Factor	Tipo	IPT	IC	Antocianos (mg/L)	Taninos (g/L)
Tiempo maceración	1 semana	42,90 a	11,08 b	323,64 b	1,71 a
	2 semanas	45,90 b	10,31 a	274,89 a	2,01 b
	N.S.	**	**	**	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

#### 5.2.2.3.4. Taninos

Al aumentar el tiempo de maceración aumenta la cantidad de taninos de forma significativa (Tabla 5.18), los resultados son comparables a los obtenidos en la vendimia 2003 (Tabla 5.9), con concentraciones totales de taninos muy similares. Así nos encontramos que para una semana de maceración, las concentraciones medias durante la cosecha 2003 son de 1,69 g/L y 1,71 g/L para la cosecha 2004. La segunda semana de maceración los valores pasan a 1,94 y 2,06 g/L respectivamente, con aumentos del 13 y 17%. La extracción de taninos presenta pues un comportamiento normal de extracción.

#### 5.2.2.3.5. Caracterización de la estructura de los compuestos fenólicos por un índice global. Índices de Glories.

Contrariamente a lo encontrado en los vinos de la vendimia 2003 el aumento del tiempo de maceración no muestra diferencias significativas en la mayoría de los índices de Glories analizados (Tabla 5.19). Solamente el índice de polimerización aumenta de forma significativa. Es posible que hayamos llegado a un punto de sobremaduración a partir del cual las uvas no sufran una evolución capaz de diferenciar los vinos.

**Tabla 5.19. Influencia del tiempo de maceración sobre los valores medios de los índices de Glories en los vinos de Bobal analizados en el año 2004. Índice de clorhídrico (HCl), índice de etanol, índice de gelatina, índice de PVP, índice de polimerización, índice ionización, índice DMACH, índice diálisis.**

Factor	Tipo	Índice HCl	Índice Etanol	Índice Gelatina	Índice PVP	Índice Polimeriza	Índice Ionización	Índice DMACH	Índice Diálisis
Tiempo maceración	1 semana	29,54	30,73	41,35	37,71	33,14 a	24,21	37,96	35,54
	2 semana	27,54	31,29	42,13	34,79	38,91 b	23,54	36,38	35,31
	N.S.	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

#### **5.2.2.4. Influencia de la maceración prefermentativa en frío sobre el color, composición fenólica y astringencia de los vinos de la variedad Bobal. Vendimia 2004.**

La influencia de la maceración prefermentativa en frío sobre la concentración final de fenoles del vino comporta variaciones significativas en todos los casos estudiados, con disminución de taninos, pero aumento de polifenoles totales, intensidad colorante y antocianos. En la Tabla 5.20 pueden verse los resultados medios y análisis de la varianza realizado para los compuestos fenólicos correspondientes a las determinaciones analíticas realizadas. Los resultados se pueden considerar como positivos, con aumentos razonables de algunos componentes, comparables a los resultados obtenidos por algunos autores (Zamora, 2004; Casassa, 2005), pero no espectaculares como los encontrados por otros (Couasnon, 1999).

No se encuentran diferencias favorables al aplicar la maceración prefermentativa en frío de la uva de la primera a la segunda vendimia. Algunos autores indican que el método solo permite mejorar la extracción en el caso que la uva no este lo bastante madura (Llaudy, 2005).

##### **5.2.2.4.1 Índice de polifenoles totales (IPT)**

La cantidad de polifenoles totales aumenta en los vinos sometidos a maceración prefermentativa en frío. La diferencia entre el testigo y el sometido a maceración en frío durante 3 días sufre un ligero aumento pero no es significativo, sin embargo el aumento es superior cuando la maceración se prolongo hasta los cinco días (Tabla 5.20). Este aumento se ve reflejado sobre todo en los vinos procedentes de uvas más maduras, ya que las uvas de la primera vendimia tienen un insignificante aumento.

#### 5.2.2.4.2. Intensidad colorante (IC)

La técnica de maceración prefermentativa en frío de las uvas dio siempre como resultado un aumento considerable de la intensidad de color de los vinos elaborados, sobre todo cuando la maceración se prolonga hasta los 5 días. No ocurre lo mismo con maceraciones en frío de 3 días, aquí las diferencias con el vino patrón no macerado en frío son mínimas, incluso negativas.

**Tabla 5.20. Influencia de la maceración inicial en frío sobre los valores medios de los compuestos fenólicos de los vinos de Bobal analizados en el año 2004. Índice polifenoles (IPT), intensidad colorante (IC), antocianos, taninos.**

Factor	Tipo	IPT	IC	Antocianos (mg/L)	Taninos (g/L)
Tratamiento por frío	no	42,19 a	10,09 a	258,67 a	2,00 b
	3 días	43,47 a	9,79 a	293,61 b	1,83 a
	5 días	47,56 b	12,18 b	345,51 c	1,73 a
	N.S.	**	**	**	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns);  $P < 0,05$  (\*);  $P < 0,01$ (\*\*).

#### 5.2.2.4.3. Antocianos

Se obtienen valores significativamente superiores de antocianos al aplicar la maceración prefermentativa en frío a las uvas de la variedad Bobal. Estas diferencias son favorables al aplicar la maceración prefermentativa tanto en las uvas de la primera como de la segunda vendimia. La interacción premaceración en frío y madurez no dio diferencias significativas (Tabla 5.21)

La difusión de antocianos durante la fase prefermentativa (Álvarez y col., 2005) explicaría el aumento de color de los vinos obtenidos. Algunos autores sin embargo, indican que el método solo permite mejorar la extracción en uvas con bajos índices de madurez (Llaudy, 2005). El tiempo de maceración disminuye de forma general la cantidad de antocianos del vino, sin embargo cuando se macera previamente la uva en frío durante 5 días, la cantidad de antocianos para maceración de dos semanas es superior al alcanzado para una semana. Así pues, cuando se pretendan hacer maceraciones largas, sería conveniente realizar una previa maceración en frío para tener vinos más coloreados.

#### 5.2.2.4.4. Taninos

A diferencia del resto de parámetros analizados, la cantidad de taninos disminuye cuando las uvas son premaceradas en frío. La escasez de extracción en los vinos durante la fase prefermentativa es atribuible a la temperatura (Cuenat y col. 1997), siendo esta un factor importante de extracción de taninos. Retali (2004) en un trabajo con la variedad Niellucio no encuentra diferencias en la concentración de taninos, pero si hay un aumento importante en la intensidad colorante, polifenoles totales y antocianos.

**Tabla 5.21. Probabilidades para ANOVA de los efectos simples, segundo orden y tercer orden, sobre los compuestos fenólicos de la variedad Bobal en el año 2004. Índice polifenoles totales (IPT), intensidad colorante (IC), antocianos y taninos.**

Interacción	efecto	IPT	IC	Antocianos	Taninos
Efectos simples	Índices madurez	**	**	**	**
	tiempo maceración	**	**	**	**
	tiempo tratamiento frío	**	**	**	**
Efectos segundo orden	Índices madurez tiempo maceración	n.S	**	**	*
	Índices madurez tratamiento frío	**	**	n.S	**
	tiempo maceración tratamiento frío	**	**	**	**
Efectos tercer orden	Índice madurez Tiempo maceración Tratamiento frío	**	**	**	*

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

#### 5.2.2.4.5. Caracterización de la estructura de los compuestos fenólicos por un índice global. Índices de Glories.

La maceración prefermentativa en frío permite aumentar de forma significativa el porcentaje de antocianos que contribuyen al color del vino (Índice de ionización), sin embargo disminuye la unión de antocianos y taninos, quizás debido a la disminución de taninos. El Índice DMACH, equivalente a el grado de

polimerización de los taninos (Vivas, 1994), no nos da diferencias importantes con el tratamiento prefermentativo por frío (Tabla 5.22).

El Índice de diálisis disminuye, lo que confirmaría que la técnica da prioridad a la difusión de taninos de bajo peso molecular, lo que se corrobora con la bajada de los valores de Índice de clorhídrico de forma muy significativa. Sin embargo Retali (2004) en la variedad Niellucio indica aumentos de este índice al aplicar la maceración prefermentativa en frío comparativamente con la vinificación clásica.

Se puede deducir que el tratamiento prefermentativo por frío impide que se extraigan este tipo de compuestos de mayor tamaño molecular, ya que los valores son mayores en los vinos donde las uvas no han sido sometidas a maceraciones a bajas temperaturas.

Como en los casos anteriores, someter las uvas a este tipo de tratamiento, durante los días establecidos, no favorece la polimerización. La maceración inicial en frío no ha permitido mejorar la estabilidad de los polifenoles, al disminuir los índices de Clorhídrico, Etanol y Diálisis.

**Tabla 5.22. Influencia la maceración prefermentativa en frío sobre los valores medios de los Índices de Glories en los vinos de Bobal analizados en el año 2004. Índice de clorhídrico (HCl), Índice de etanol, Índice de gelatina, Índice de PVP, Índice de polimerización, Índice ionización, , Índice DMACH, Índice diálisis.**

Factor	Tiempo	Índice HCl	Índice Etanol	Índice Gelatina	Índice PVP	Índice Polimeriza	Índice Ionización	Índice DMACH	Índice Diálisis
Tratamiento por frío	no	38,43c	37,20c	45,94 c	44,06b	33,38	21,13 a	40,24 b	38,85b
	3 días	26,93b	31,13b	41,80 b	31,69a	36,9	25,31 b	34,83 a	36,86b
	5 días	20,77a	24,69a	37,48 a	33,00a	37,8	25,29 b	36,42ab	30,55a
	N.S.	**	**	**	**	ns	**	**	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns);  $P < 0,05$  (\*);  $P < 0,01$  (\*\*).

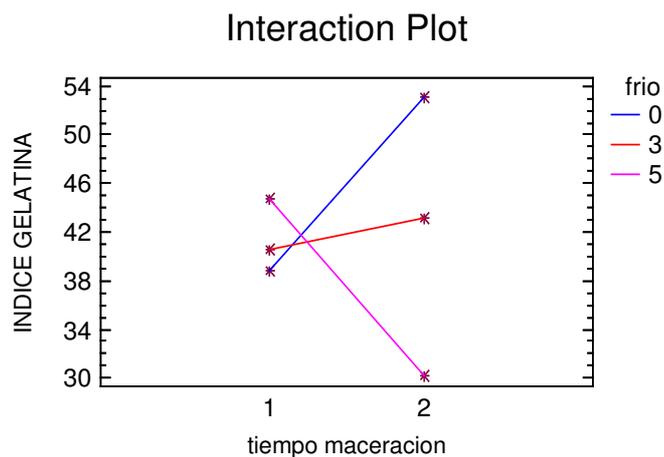
La reactividad de los taninos con la gelatina disminuye de forma significativa cuando se aplica esta técnica, ello nos indicaría que los vinos serán menos astringentes que los de maceración clásica, además el tratamiento es capaz de disminuir este índice incluso aumentando el tiempo de maceración (Figura 5.12).

Son significativas algunas interacciones de segundo y tercer orden con los factores madurez y tratamiento prefermentativo en frío (Tabla 5.23), sobre todo el Índice de gelatina.

**Tabla 5.23. Probabilidades para Anova de los efectos simples, de segundo orden y tercer orden, sobre los Índices de Glories en los vinos de Bobal elaborados en el año 2004. Índice de clorhídrico (HCl), Índice de etanol, Índice de gelatina, Índice de PVP, Índice de polimerización, Índice ionización, Índice DMACH, Índice diálisis.**

Interacción	Efecto	Índice HCl	Índice etanol	Índice gelatina	Índice PVP	Índice polimer.	Índice ionización	Índice DMACH	Índice diálisis
Efectos simples	Índice madurez	ns	**	**	**	ns	**	ns	**
	tiempo maceración	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
	tiempo tratamiento frío	**	**	**	**	ns	**	**	**
Segundo orden	Índice madurez tiempo maceración	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
	Índice madurez tratamiento frío	**	**	ns	ns	ns	**	ns	**
	tiempo maceración tratamiento frío	**	**	*	ns	ns	ns	*	**
Tercer orden	madurez maceración frío	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).



**Figura 5.12.- Interacción tratamiento prefermentativo en frío y tiempo de maceración para Índice de Gelatina de los vinos obtenidos en uvas de Bobal. Cosecha 2004.**

#### 5.2.2.5. Análisis Sensorial

En la Tabla 5.24 puede observarse los valores medios del análisis sensorial realizado a los vinos para los distintos atributos que se han tenido en cuenta en la experiencia. En el podemos ver que solo se encuentran diferencias significativas en el color y calidad gustativa para la maduración, el tratamiento prefermentativo por frío parece que refuerza la calidad gustativa. En la evaluación global los catadores prefirieron los vinos procedentes de uvas más maduras, no encontrando diferencias para tiempo de maceración y tratamiento por frío.

**Tabla 5.24. Influencia del Índice de madurez de la uva, el tiempo de maceración y del tratamiento prefermentativo a bajas temperaturas sobre los valores medios de los caracteres gustativos en los vinos de Bobal en el año 2004.**

FACTOR	TIPO DE VINO	COLOR	AROMA		GUSTO		CALIDAD GLOBAL
			Intensidad	Calidad	Intensidad	Calidad	
Índice de madurez	Madurez1 15 Octubre	7,68±0,11b	6,50±0,21	6,07±0,33	6,76±0,17	6,24±0,14a	6,37±0,24a
	Madurez2 22 Octubre	7,03±0,43a	6,63±0,42	6,43±0,38	6,76±0,26	6,71±0,23b	6,95±0,24b
	NS	*	ns	ns	ns	**	**
Tiempo de maceración	Vaceraçión (1 semana)	7,38±0,49	6,71±0,30	6,40±0,40	6,79±0,23	6,42±0,30	6,68±0,48
	Vaceraçión (2 semanas)	7,33 ±0,45	6,42±0,31	6,10±0,34	6,73±0,21	6,53±0,33	6,65±0,29
	NS	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tratamiento por frío	NO	7,32±0,52	6,40±0,41	6,20±0,15	6,82±0,28	6,27±0,22a	6,50±0,24
	3 Días	7,41±0,52	6,63±0,19	6,40±0,35	6,86±0,17	6,59±0,24b	6,65±0,23
	5 Días	7,34±0,45	6,40±0,36	6,15±0,60	6,59±0,05	6,56±0,39b	6,84±0,58
	NS	ns	ns	ns	ns	**	ns

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

Blouin y col. (2000) en las degustaciones de los ensayos realizados sobre diferentes variedades como Merlot y Cabernet Sauvignon, concluye que en las técnicas prefermentativas (maceración inicial en frío o en caliente) no obtienen regularmente buenos resultados, al contrario que otras técnicas utilizadas como sombrero sumergido, sangrado o crianza sobre lías.

### **5.2.3. Relación entre la madurez fenólica de la uva y la composición fenólica de los vinos obtenidos. Vendimia 2005.**

En la elaboración de vinos tintos la madurez fenólica de las uvas es fundamental para obtener vinos de calidad. Su composición depende de las condiciones edafoclimáticas y de la variedad; conocer el potencial fenólico de las uvas y compararlo con las características obtenidas de sus vinos es fundamental para determinar el momento óptimo de la vendimia. Dado que en las experiencias anteriores la madurez ha sido muy determinante y significativa en la calidad de los vinos obtenidos, en esta experiencia se ampliaron el número de vendimias.

#### **5.2.3.1. Características de los mostos.**

En la Tabla 5.25, se muestran los valores medios de las determinaciones analíticas realizadas a los mostos, así como el peso de las bayas. Se aprecia un aumento de todos los parámetros relacionados con el azúcar durante la madurez, así como un aumento de pH y una disminución de la acidez, siguiendo las pautas de una madurez normal.

Según algunos autores, hay un aumento medio de 1/2 a 1 grado Brix por semana, incluso más, si el tiempo es cálido y soleado (Boulton y col., 2002). En el muestreo realizado se produce un aumento de 1º Brix entre la primera semana y la segunda, de la segunda semana a la cuarta se produce un aumento medio de 1/2ºBrix por semana. Al final de la madurez, el aumento es mayor, siendo nuevamente de 1º Brix para las dos últimas semanas.

El peso de las bayas oscila entre 2,4 y 3,2 gramos, aumentando progresivamente hasta la cuarta semana, a partir de la cual se produce un descenso, probablemente por deshidratación del racimo, estabilizándose al final de la maduración. El tamaño del grano de la uva Bobal es grande si se compara con otras variedades, sería recomendable, según indica Mendez (2005), realizar practicas culturales en esta variedad tendentes a disminuir el tamaño del grano, aunque este no sea el único valor determinante del calidad.

**Tabla 5.25. Valores medios de las determinaciones analíticas realizadas sobre la uva y mosto en el año 2005: 1(15/9); 2(22/9); 3(29/9); 4 (1/10); 5(6/10); 6(8/10); 7(13/10); 8(15/10). Peso medio bayas (g), grados Baumé, acidez total (AT) en ácido tartárico y pH.**

Mosto	Peso medio bayas (g)	Grados Baumé	AT (g/L)	pH
muestra 1	2,59 ± 0,02	11,65 ± 0,15	6,63 ± 0,44	3,28 ± 0,00
muestra 2	3,01 ± 0,03	11,69 ± 0,20	6,27 ± 0,46	3,31 ± 0,04
muestra 3	3,18 ± 0,05	11,78 ± 0,38	6,17 ± 0,23	3,33 ± 0,02
muestra 4	3,17 ± 0,08	12,00 ± 0,56	5,51 ± 0,15	3,36 ± 0,02
muestra 5	2,59 ± 0,11	12,37 ± 0,61	5,53 ± 0,16	3,37 ± 0,04
muestra 6	2,67 ± 0,02	12,97 ± 0,29	5,92 ± 0,32	3,43 ± 0,05
muestra 7	2,57 ± 0,04	12,52 ± 0,32	5,46 ± 0,09	3,51 ± 0,05
muestra 8	2,36 ± 0,08	13,02 ± 0,14	5,10 ± 0,09	3,43 ± 0,01

### 5.2.3.2. Parámetros relacionados con la madurez fenólica

Los valores sobre madurez fenólica se resumen en la Tabla 5.26, en ella se puede observar su evolución a lo largo de la maduración. Los valores de extractabilidad celular (EA%), lejos de aproximarse a variedades como Merlot en terrenos bordeleses, donde alcanzan valores de que oscilan entre 25 y 15 de forma excepcional, se sitúan dentro de los valores normales para Tempranillo en terrenos de la Rioja. No obstante el potencial total en antocianos sigue estando muy por debajo de los valores obtenidos por Saint-Cricq de Gaulejac y col. (1998) para las variedades Merlot y Tempranillo.

**Tabla 5.26. Influencia del Índice de madurez de la uva sobre los valores medios de los índices de madurez fenólica en el año 2005: 1(15/9); 2(22/9); 3(29/9); 4 (1/10); 5(6/10); 6(8/10); 7(13/10); 8(15/10). Antocianos totales (ApH<sub>1</sub>), antocianos fácilmente extraíbles (ApH<sub>3,2</sub>), extractibilidad celular (EA %).**

factor	mosto	Antocianos totales (mg/L) ApH <sub>1</sub>	Antocianos fácilmente extraíbles(mg/L) ApH <sub>3,2</sub>	Extractibilidad celular EA (%)
índice madurez	1	501,00 ± 24,49 a	244,26 ± 6,92 a	51,22 ± 1,00
	2	537,13 ± 6,25 ab	297,63 ± 10,80 ab	44,60 ± 1,37
	3	566,07 ± 86,95 abc	322,95 ± 50,01 bc	42,95 ± 0,07
	4	570,59 ± 3,57 abc	311,69 ± 16,63 abc	45,36 ± 3,26
	5	594,20 ± 30,12 abc	320,54 ± 1,14 bc	45,99 ± 2,55
	6	626,75 ± 35,23 abc	342,24 ± 6,82 bcd	45,34 ± 1,98
	7	682,60 ± 61,94 bc	379,21 ± 1,14 cd	44,21 ± 5,23
	8	694,77 ± 58,69 c	395,44 ± 16,62 d	42,98 ± 2,42
	NS	*	**	ns

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

Para Glories (1999) el momento óptimo de la vendimia sería una o dos semanas después de haber obtenido el máximo en antocianos extraíbles. En esta experiencia no se ha conseguido llegar a ese punto máximo de inflexión. Igualmente hay que señalar que los resultados para la madurez tánica que aparecen en la tabla 5.27, son similares a los encontrados por Méndez (2005) en sus trabajos realizados con la variedad Bobal en la mayoría de parcelas estudiadas en la zona de Requena, y también están dentro de los valores medios señalados por Saint-Cricq y col. (1998), no alcanzándose los valores de Merlot en los viñedos bordeleses (entre 14 y 25), lo que pone de manifiesto una tanicidad superior para las uvas de Bobal.

**Tabla 5.27. Influencia del Índice de madurez de la uva sobre los valores medios de los Índices de madurez fenólica en el año 2005: 1(15/9); 2(22/9); 3(29/9); 4 (1/10); 5(6/10); 6(8/10); 7(13/10); 8(15/10). Riqueza fenólica (pH<sub>3,2</sub>), polifenoles hollejos (dTpell), tanino pepitas (dTpep), Índice madurez pepitas (MP %).**

factor	mosto	Riqueza fenólica pH <sub>3,2</sub>	Polifenoles hollejos (g/L) x 40 dTpell	Tanino pepitas (g/L) x 40 dTpep	Índice madurez pepitas MP %
índice madurez	1	26,98 ± 1,45	9,77 ± 0,28 a	17,20 ± 1,73b	63,70 ± 2,98 d
	2	24,48 ± 1,10	11,91 ± 0,43 ab	12,57 ± 0,66a	51,35 ± 0,41 c
	3	25,15 ± 2,47	12,92 ± 2,00 bc	12,23 ± 0,47a	48,78 ± 2,91 bc
	4	24,88 ± 0,18	12,47 ± 0,67 bc	12,41 ± 0,84a	49,87 ± 3,03 bc
	5	22,13 ± 0,95	12,82 ± 0,05 bc	9,30 ± 0,91 a	42,00 ± 2,30 ab
	6	24,83 ± 1,24	13,69 ± 0,27 bcd	11,14 ± 1,51a	44,76 ± 3,85 abc
	7	24,48 ± 0,53	15,17 ± 0,05 cd	9,31 ± 0,58 a	38,01 ± 1,53 a
	8	25,85 ± 1,13	15,82 ± 0,66 d	10,03 ± 0,47a	38,81 ± 0,11 a
	NS	ns	**	**	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

La extractibilidad celular (EA%) y la madurez de las pepitas (MP%) disminuyen al incrementarse el nivel de madurez en las uvas. Generalmente, la extractibilidad celular oscila entre el 70% y el 20%, mientras que el Índice de madurez de pepitas suele hacerlo entre el 60% y el 10% para la mayoría de variedades. Los valores de EA % obtenidos para la variedad Bobal en este trabajo varían del 51% al 42%. Los de MP% lo hacen entre el 64% y el 38%, siendo este intervalo más amplio que el obtenido para EA%.

Según Zamora (2003), para escoger la fecha óptima de vendimia, en función de estos parámetros, deberíamos apuntar hacia valores de antocianos potenciales altos (más de 1000 mg/L) y niveles de EA% y MP% bajos (inferiores a 30% en ambos casos).

En este caso, no se alcanzan dichos valores ya que el intervalo de antocianos potenciales varia de 500 a 700 mg/L (Figura 5.13), y los valores de EA% y MP % no descienden del 38% (Figura 5.14), estos resultados son similares a los valores medios obtenidos por Mendez (2005) para la variedad Bobal en la zona de Requena.

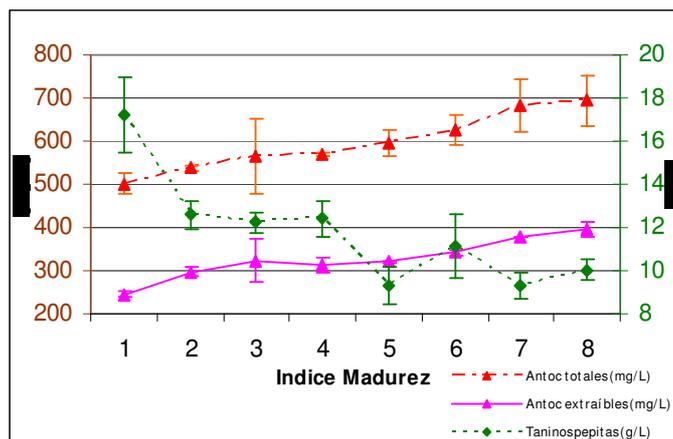


Figura 5.13.- Evolución de taninos y antocianos durante la maduración para la cosecha (2005). 1(15/9); 2(22/9); 3(29/9); 4 (1/10); 5(6/10); 6(8/10); 7(13/10); 8(15/10).

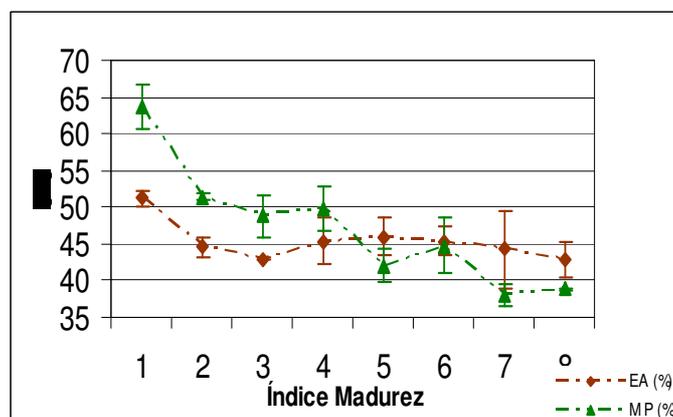


Figura 5.14.- Evolución de la extractibilidad celular (EA%) y madurez de las pepitas (MP%), durante la maduración cosecha (2005). 1(15/9); 2(22/9); 3(29/9); 4 (1/10); 5(6/10); 6(8/10); 7(13/10); 8(15/10).

En la Tabla 5.28 pueden observarse las diferencias significativas sobre los parámetros analizados de la madurez fenólica para la variedad Bobal. No se encontraron diferencias significativas en la extractabilidad celular, que disminuyó muy poco durante todo el proceso, únicamente hay diferencias claras para la primera vendimia, pero se mantiene muy constante durante el resto de muestreos.

Respecto a la concentración de antocianos totales ( $ApH_1$ ), se observan diferencias significativas entre el primera vendimia y las dos últimas, existiendo una diferencia de 30 días entre la primera y última vendimia. Durante ese tiempo, el contenido de antocianos totales pasa de 501 a 695 mg/L, lo que supone un aumento del 39%.

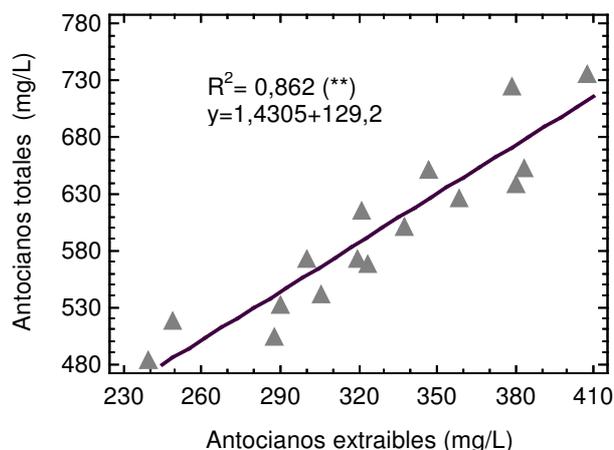
**Tabla 5.28. Probabilidades para ANOVA del factor Índice de Madurez sobre la madurez fenólica en las uvas de la variedad Bobal en el año 2005.**

Factor Índice madurez	Antocianos totales ( $ApH_1$ )	Antocianos extraíbles ( $ApH_{3,2}$ )	Extractabilidad celular EA (%)	Riqueza fenólica (d280)	Polifenoles hollejos	Taninos pepitas	Madurez pepitas MP (%)
NS	*	**	ns	ns	**	**	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns);  $P < 0,05$  (\*);  $P < 0,01$ (\*\*).

Los valores de antocianos extraíbles ( $ApH_{3,2}$ ), aumentan de forma significativa a medida que avanza la madurez. Estos valores aumentan de forma progresiva hasta la última vendimia. (Tabla 5.26). Entre la primera y quinta vendimia se produce un aumento del 31% (21 días de diferencia), y entre la primera y última del 62% (30 días de diferencia). La acumulación de antocianos al principio es lenta y después crece rápidamente en las últimas fechas de vendimia, contrariamente a lo encontrado en otras variedades como Pinot noir por Gublin (2001).

La cantidad de antocianos totales aumentan durante todo el proceso de maduración, guardando una relación muy estrecha con los antocianos fácilmente extraíbles, con valores de  $R^2$  superiores al 86% (Figura 5.15). El cociente ((Antocianos Extraíbles/Antocianos Totales) X100), varía entre el 48 % y el 60 %. Estos resultados son similares a los obtenidos en otras variedades estudiadas por el Instituto Técnico del Vino (ITV) en Francia.



**Figura 5.15. Correlación entre antocianos totales y antocianos extraíbles en la variedad Bobal para la vendimia 2005.**

Para la extractibilidad celular (EA%), que representa el porcentaje de antocianos que no serán extraídos, no se aprecian diferencias estadísticamente significativas, en la Figura 5.14 se observa que la extractibilidad se mantiene prácticamente constantes a lo largo de toda la madurez, alcanzando valores mínimos en la última vendimia (15 de Octubre), lo que concuerda con lo descrito por Amrani (1994 b) y Saint-Cricq y col. (1998), quienes afirman que este índice disminuye con el transcurso del tiempo por la degradación de las membranas peliculares, permitiendo una mayor extractibilidad de los antocianos

Respecto a los taninos de las pepitas, sólo se observan diferencias significativas entre el valor obtenido para el primer Índice de Madurez y los restantes. Es pues, entre la primera semana de vendimia y la siguiente, cuando se produce la mayor disminución de taninos extraíbles. La madurez de las pepitas (MP%) representa los taninos que aportarán las semillas al vino. Los valores de madurez de las pepitas disminuye a lo largo de todo el proceso estabilizándose en valores próximos al 38% en las dos últimas vendimias. El aporte de taninos de las semillas al contenido total de las uvas decrece durante la maduración debido a

reacciones de polimerización de los taninos extraíbles (Müller, 2001) lo que dificultaría su extracción.

Así pues, el seguimiento de la madurez fenólica y la determinación del Índice de extractibilidad pueden ayudar en la elección de la fecha de vendimia, también permite determinar el número de remontados y la duración de los encubados, optimizando la calidad de la vinificación, sin embargo como se puede ver en la Tabla 5.30, una mayor madurez de las uvas no produce una mayor concentración de antocianos en el vino obtenido. Con uva muy madura la concentración de antocianos en el vino comienza a disminuir, lo que puede llevar a una determinación errónea del momento de vendimia, si lo que se pretende es obtener una concentración máxima de antocianos.

#### **5.2.3.3. Influencia del índice de madurez sobre los vinos elaborados.**

En la Tabla 5.29, aparecen los valores medios de los parámetros analizados en los vinos obtenidos a partir de mostos con diferente índice de madurez.

El grado alcohólico de los tres últimos vinos pone de manifiesto su origen, con uva más madura. Aunque el grado alcohólico es creciente con el Índice de madurez, no se observa un gran incremento en las tres primeras vendimias. Los valores oscilan entre 12º para el primer vino y 13,9º para el último. La acidez total disminuye a medida que aumenta el grado alcohólico y alcanza valores normales para esta variedad en las últimas fechas de vendimia. Estos valores de acidez son siempre más altos que los encontrados en otras variedades introducidas y cultivadas actualmente en la zona, manteniendo siempre valores de pH bajos, lo cual resulta paradójico tratándose de una variedad cultivada en la zona mediterránea. Aunque es posible que ese sea uno de los factores que hayan influido en su selección en el transcurso del tiempo.

**Tabla 5.29. Valores medios de las determinaciones analíticas realizadas en los vinos elaborados con distinto índice de madurez en el año 2005: 1(15/9); 2(22/9); 3(29/9); 4 (1/10); 5(6/10); 6(8/10); 7(13/10); 8(15/10). Grado alcohólico, acidez total (AT) en ácido tartárico y pH.**

Madurez	Alcohol (% vol.)	AT (g/L)	pH
vino 1	12,00 ± 0,20	6,43 ± 0,46	3,25 ± 0,04
vino 2	12,08 ± 0,24	6,53 ± 0,32	3,25 ± 0,07
vino 3	12,13 ± 0,50	6,34 ± 0,08	3,27 ± 0,00
vino 4	12,38 ± 0,80	6,30 ± 0,05	3,28 ± 0,01
vino 5	12,93 ± 0,76	5,41 ± 0,48	3,29 ± 0,10
vino 6	13,77 ± 0,46	5,32 ± 0,04	3,29 ± 0,11
vino 7	13,00 ± 0,35	5,38 ± 0,18	3,30 ± 0,10
vino 8	13,90 ± 0,17	5,07 ± 0,09	3,36 ± 0,07

#### 5.2.3.3.1. Compuestos fenólicos.

Se observa un gran aumento en la concentración de antocianos para las cuatro primeras vendimias, produciéndose un máximo entre la quinta y sexta, a partir de la cual decrece, encontrándose diferencias significativas entre ellas (Tabla 5.30).

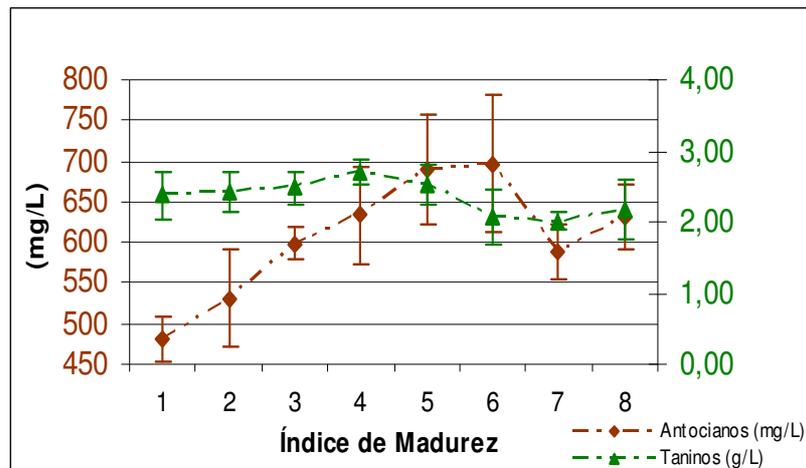
Entre la primera y cuarta vendimia, con una diferencia de quince días, se produce un aumento de antocianos superior al 32% (de 480 a 633 mg/L), llegándose a un máximo próximo a los 700 mg/L el 8 de Octubre, posteriormente en las dos últimas vendimias se produce un descenso (Figura 5.16).

Estos valores vienen a completar los obtenidos para madurez durante las vendimias 2003 y 2004 (Tablas 5.7 y 5.16). Debido a que en estas vendimias se tomo un reducido número de muestras, solo se observa aumento de la concentración de antocianos para la primera vendimia y disminución para la segunda.

**Tabla 5.30. Influencia del Índice de Madurez de la uva sobre los valores medios de los compuestos fenólicos analizados en los vinos de Bobal en el año 2005: Antocianos, taninos, índice polifenoles totales (IPT), intensidad colorante (IC) y matiz.**

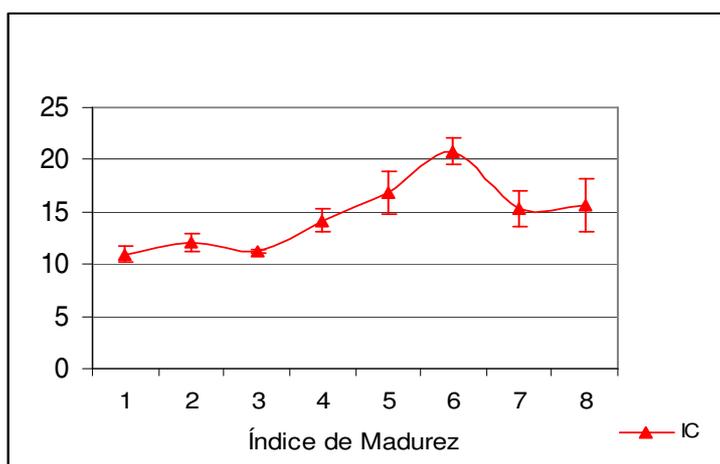
		Antocianos (mg/L)	Taninos (g/L)	IPT	IC	Matiz
Índice madurez	1	480,07 ± 26,83 a	2,37 ± 0,34 abc	41,51 ± 1,65 a	10,95 ± 0,77 a	37,25 ± 7,64 ab
	2	531,19 ± 58,90 ab	2,43 ± 0,27 abc	44,36 ± 2,81 ab	12,06 ± 0,91 ab	33,87 ± 7,08 a
	3	598,19 ± 20,29 bc	2,48 ± 0,23 bc	46,49 ± 1,75 bc	11,17 ± 0,19 a	41,43 ± 1,96 bc
	4	633,24 ± 59,84 cd	2,70 ± 0,17 c	50,48 ± 1,67 d	14,21 ± 1,08 bc	42,78 ± 2,23 bc
	5	689,09 ± 67,27 d	2,53 ± 0,27 bc	49,95 ± 2,30 d	16,89 ± 2,03 d	43,45 ± 1,41 c
	6	697,14 ± 83,16 d	2,08 ± 0,38 ab	52,16 ± 2,21 d	20,88 ± 1,36 e	42,99 ± 0,76 bc
	7	588,28 ± 34,22 bc	2,02 ± 0,13 a	49,28 ± 1,95 cd	15,37 ± 1,68 cd	41,76 ± 1,30 bc
	8	629,89 ± 39,84 cd	2,17 ± 0,43 ab	46,05 ± 2,87 bc	15,63 ± 2,51 cd	42,94 ± 0,41 bc
	NS	**	**	**	**	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).



**Figura 5.16. Evolución de Antocianos y Taninos en los vinos para distintos índices de madurez durante la cosecha 2005. 1 (15/9); 2 (22/9); 3 (29/9); 4 (1/10); 5 (6/10); 6 (8/10); 7 (13/10); 8 (15/10).**

Los valores de intensidad colorante siguen el mismo patrón que los antocianos a medida que aumenta la madurez de la uva. Los valores comienzan a disminuir a partir de la sexta vendimia, realizada el 8 de Octubre (Figura 5.17), igual que ocurre con los valores de antocianos, aunque existe una baja correlación entre ambos valores ( $R^2=0,497$ ), lo cual indica que el color de un vino no es solamente función de la cantidad de antocianos libres (Blouin, 2000).



**Figura 5.17. Evolución de la Intensidad Colorante (IC) en los vinos para distintos Índices de madurez durante la cosecha 2005. 1 (15/9); 2 (22/9); 3 (29/9); 4 (1/10); 5 (6/10); 6 (8/10); 7 (13/10); 8 (15/10).**

Respecto al contenido en taninos, se observa un aumento hasta llegar a un máximo, a partir de la cual disminuyen. El Índice de polifenoles totales (IPT) sigue la misma pauta (Tabla 5.30), sin embargo existe una baja correlación entre ambos valores, con un muy bajo coeficiente de determinación ( $R^2=0,05$ ), lo que nos indicaría que la medida de polifenoles totales representa también a otros polifenoles, sobre todo el de antocianos, con valores de  $R^2=0,39$  frente a IPT.

Así, cuando se realiza una regresión lineal múltiple (antocianos + taninos) frente a IPT el coeficiente aumenta ( $R^2=0,47$ ), definiéndose el modelo con la siguiente ecuación:

$$IPT = 36,6099 - 2,97074 * TANINOS + 0,0295387 * ANTOCIANOS$$

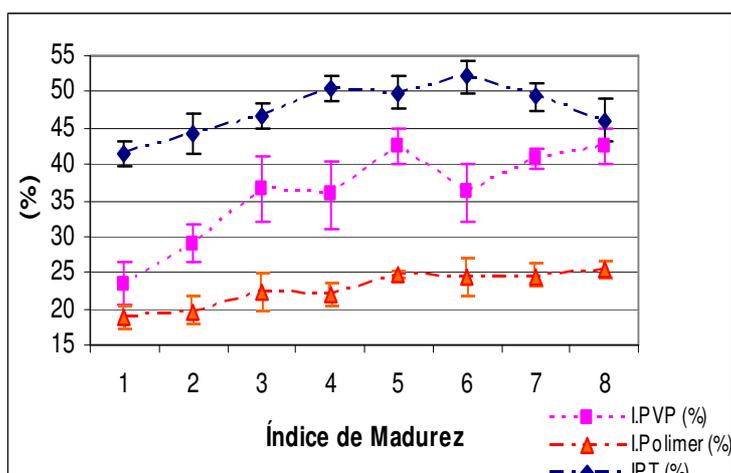
Ateniéndose a los resultados de las tres vendimias, todo parece indicar que llegado un máximo la cantidad de taninos disminuye. Este punto coincidiría con el hipotético valor a partir del cual comienza la sobremaduración de las uvas, con descenso de polifenoles y disminución de antocianos e intensidad colorante.

El Índice de PVP aumenta con la madurez de las uvas (Tabla 5.31), podríamos establecer que este índice sigue un crecimiento continuo durante toda la maduración incluso con uvas sobremaduras, aumentando el porcentaje de antocianos combinados con taninos, al igual que ocurre con el grado de polimerización de los compuestos fenólicos, tal como se puede observar en la Figura 5.18. El aumento de este índice indicaría mayor estabilidad para los antocianos en los vinos elaborados. Respecto al porcentaje de taninos muy polimerizados, medidos con el Índice de clorhídrico, los valores se mantienen constantes en los cinco primeros vinos, después hay un incremento creciente con el aumento de la madurez. Durante las vendimias 2003 y 2004 observamos la misma tendencia de crecimiento sobretodo en uvas más maduras.

**Tabla 5.31. Influencia del Índice de Madurez de la uva sobre los valores medios de los Índices de Glories analizados en los vinos de Bobal en el año 2005: Índice de clorhídrico (HCl), Índice de etanol (EtOH), Índice de gelatina (IG), Índice de PVP e Índice de polimerización (IP).**

		Índice Clorhídrico HCL	Índice Etanol EtOH	Índice Gelatina IG	Índice PVP	Índice Polimerización IP
Índice madurez	1	20,04 ± 3,54 a	10,23 ± 0,66 a	61,76 ± 3,72 c	23,49 ± 2,92 a	18,68 ± 1,59 a
	2	23,06 ± 2,46 ab	12,61 ± 0,76 b	57,62 ± 4,60 bc	29,08 ± 2,67 b	19,64 ± 1,96 ab
	3	22,84 ± 1,84 ab	13,96 ± 0,72 bc	54,42 ± 3,91 ab	36,57 ± 4,39 c	22,20 ± 2,55 bc
	4	23,01 ± 5,13 ab	15,46 ± 1,09 cd	53,49 ± 4,01 ab	35,73 ± 4,78 c	21,87 ± 1,54 bc
	5	24,56 ± 1,29 ab	14,74 ± 0,29 cd	55,18 ± 1,66 ab	42,42 ± 2,38 d	24,59 ± 0,49 cd
	6	26,49 ± 1,69 bc	14,67 ± 1,10 cd	52,75 ± 3,48 ab	36,15 ± 3,97 c	24,28 ± 2,57 cd
	7	29,62 ± 3,45 cd	15,96 ± 1,15 d	51,54 ± 5,08 a	40,68 ± 1,43 cd	24,55 ± 1,58 cd
	8	32,01 ± 3,36 d	15,90 ± 1,73 d	49,91 ± 1,04 a	42,55 ± 2,52 d	25,37 ± 1,27 d
	NS	**	**	**	**	**

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

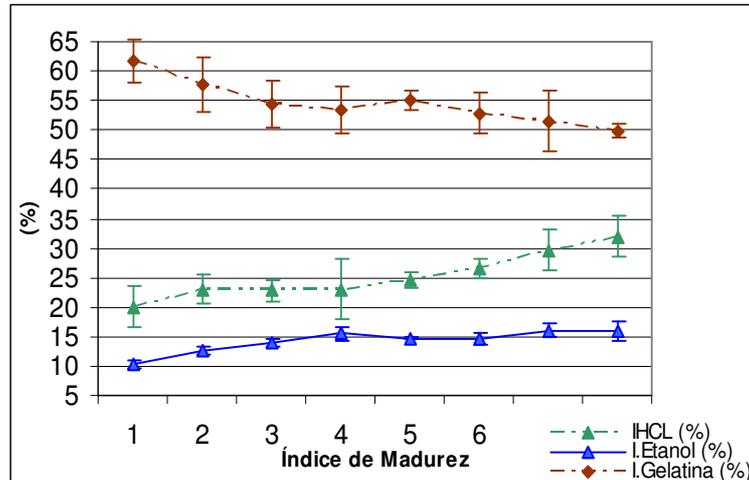


**Figura 5.18. Evolución de Índice PVP, Índice de Polimerización e Índice Polifenoles Totales en los vinos para distintos índices de madurez durante la cosecha 2005. 1(15/9); 2(22/9); 3(29/9); 4 (1/10); 5(6/10); 6(8/10); 7(13/10); 8(15/10).**

Para el Índice de etanol (taninos combinados con polisacáridos, péptidos y sales), el mayor aumento se produce en las tres primeras vendimias, y continúa su incremento durante toda la madurez de la uva, lo que indicaría que estos vinos de uvas más maduras tendrían mayor suavidad y redondez, lo que se corrobora posteriormente en la cata de los vinos, siendo estos los mejor valorados en el aspecto tanto gustativo como global. En este índice no se aprecian aumentos significativos en los cinco últimos vinos, siendo evidente el de estos con los procedentes de las dos primeras vendimias, elaborados con uvas más verdes.

El porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas disminuye de forma progresiva (Figura 5.19), lo cual también nos indicaría, que las uvas más maduras producen vinos con menor astringencia. Este Índice de gelatina disminuye siempre cuando aumenta la madurez, aunque de forma poco significativa, alcanzando valores mínimos cercanos a 50, valor elevado si se compara con los obtenidos por otros autores en uvas de Merlot, aunque semejante para las de Tempranillo (Saint- Cricq y col. 1998). Los valores obtenidos para esta

variedad durante la vendimia 2003 son semejantes, solo en la vendimia 2004 con sobremaduración de las uvas se obtienen valores inferiores a 30, lo que indica una menor astringencia de estos vinos elaborados con uvas sobremaduras.

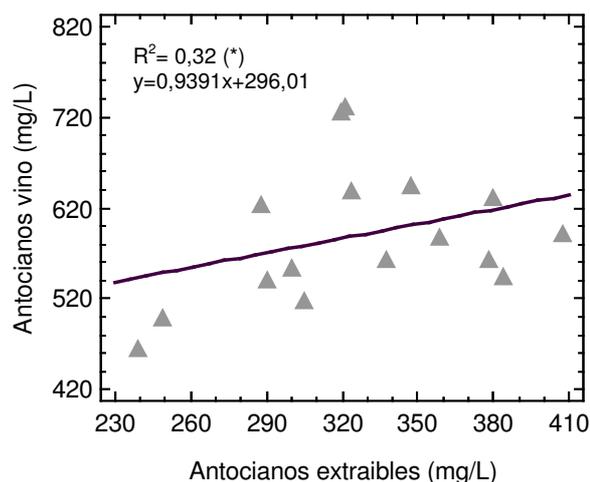


**Figura 5.19.** Evolución de Índice clorhídrico (HCL), Índice de Etanol (EtOH), e Índice de Gelatina en los vinos para distintos índices de madurez durante la cosecha 2005. 1(15/9); 2(22/9); 3(29/9); 4(1/10); 5(6/10); 6(8/10); 7(13/10); 8(15/10).

#### 5.2.3.3.2. Correlación entre los Índices de madurez, índices de Glories y los vinos elaborados.

El estudio de la cinética del paso de la materia colorante en la fase líquida durante el curso de la fermentación alcohólica, permite comparar el potencial teórico de la riqueza en antocianos en el momento de la recolección y la concentración realmente obtenida al fin de la fermentación. En la Figura 5.20 está representada la recta de regresión entre los antocianos fácilmente extraíbles, obtenidos por el método de Glories en la uva, y los realmente extraídos en el vino durante la vinificación. Los valores obtenidos para el coeficiente de determinación son bajos,  $R^2$  inferior a 0,40, lo que indica una baja correlación entre unos y otros.

Igualmente ocurrió con la extractibilidad celular (EA%) frente a los antocianos realmente extraídos en los vinos (Figura 5.21), lo que concuerda con los trabajos realizados por Mendez (2005) en la variedad Bobal y González (2003) en la variedad Cabernet Sauvignon, pero difiere de los trabajos realizados por Reyero (2005), Glories (1999), Müller (2001) y Bautista (2003).

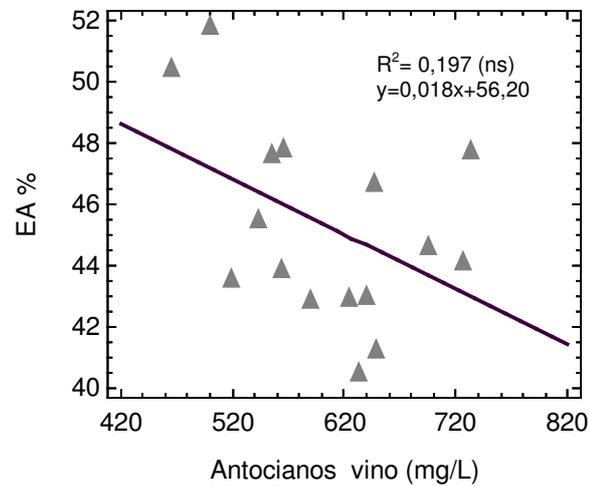


**Figura 5.20. Correlación entre antocianos del vino y antocianos extraíbles en la variedad Bobal para la vendimia 2005.**

En respuesta al potencial de antocianos de partida (cantidad de antocianos en el momento de la vendimia), la extracción de materia colorante se sitúa en valores entre un 75% y un 125%. La máxima extractibilidad celular se logra en la última vendimia, sin embargo es en la sexta vendimia cuando en el vino se alcanza ese máximo de extracción de antocianos, como se observa en la Tabla 5.30, iniciando posteriormente un pequeño descenso, lo que no coincide por lo descrito por Glories (1999) y tampoco con lo encontrado por Mendez (2005) para uvas de Bobal en esa misma zona.

La extractibilidad celular (EA%) y los antocianos finales de los vinos están muy poco correlacionados, presentando una baja intensidad asociativa, de tal manera que solo el 19% de los antocianos del vino podrían ser explicados por la

EA%, tal como indica su coeficiente de determinación, aunque estos valores no son significativos.



**Figura 5.21. Correlación entre la Extractibilidad celular de los antocianos en la variedad Bobal (EA%) y Antocianos del vino para la vendimia 2005.**

No encontramos tampoco ninguna relación directa entre la cantidad de antocianos extraíbles de las uvas y la posterior intensidad colorante de los vinos (Figura 5.22). Mejor es la correlación existente entre la intensidad colorante y los antocianos del vino, con valores de  $R^2$  cercanos a 0,50 (Figura 5.23).

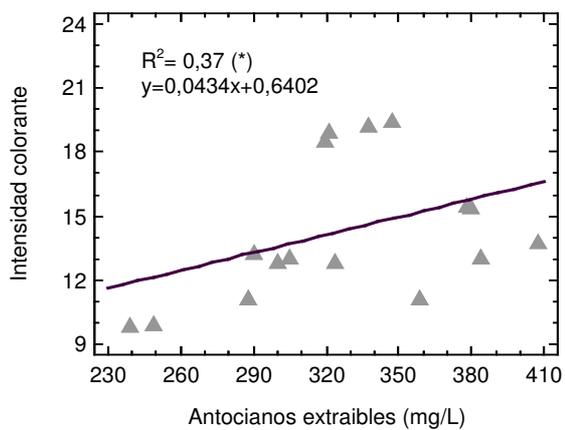


Figura. 5.22. Correlación entre Intensidad colorante del vino (IC) y antocianos extraíbles en la variedad Bobal para la vendimia 2005.

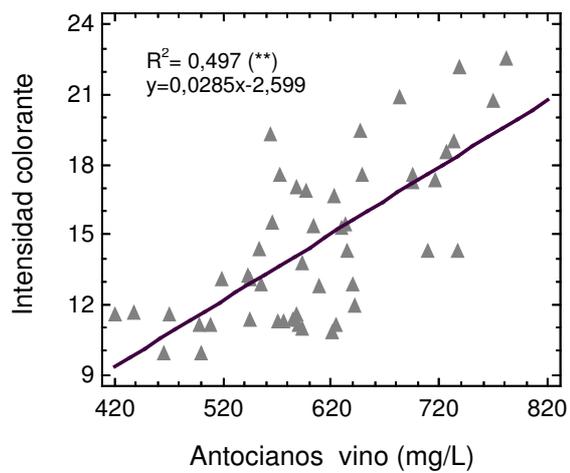
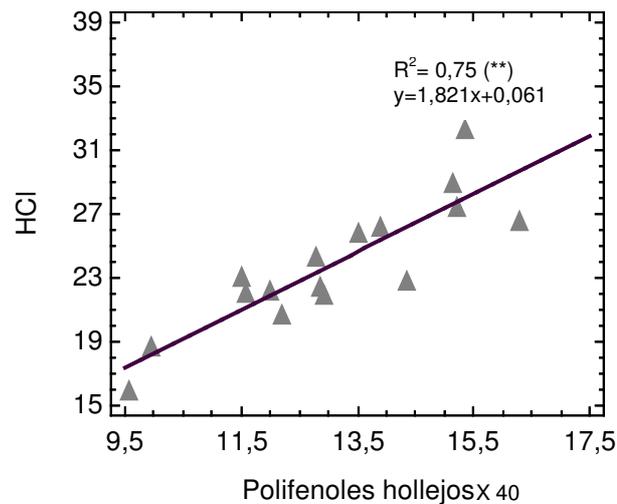


Figura 5.23. Correlación entre Intensidad colorante del vino (IC) y antocianos del vino de la variedad Bobal para la vendimia 2005.

En la vinificación en tinto es esencial definir una madurez fenólica de la uva, considerando simultáneamente la concentración de los distintos fenoles y su extractibilidad, lo que determina que no siempre las uvas más coloreadas den vinos de mayor color (Glories y Augustin, 1995; Saint-Cricq y col., 1998; Glories, 1999; Di Stefano y col. 2000), así Blouin y col. (2000) encuentran un bajo coeficiente de correlación ( $R^2 = 0,117$ ) entre la intensidad colorante y los antocianos libres del vino.

Particularmente interesante son los resultados que se obtienen con el Índice de clorhídrico (HCI). Su valor aumenta con la cantidad de polifenoles de los hollejos (Figura 5.24), manteniendo una alta correlación entre ambos valores ( $R^2=0,75$ ), lo cual indica una mayor polimerización de los taninos cuando aumenta su concentración en los hollejos. Igual ocurre entre el Índice de Clorhídrico y la Madurez de las pepitas (Figura 5.25), en este caso como era de esperar, la correlación es negativa, con un buen coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,77$ ).

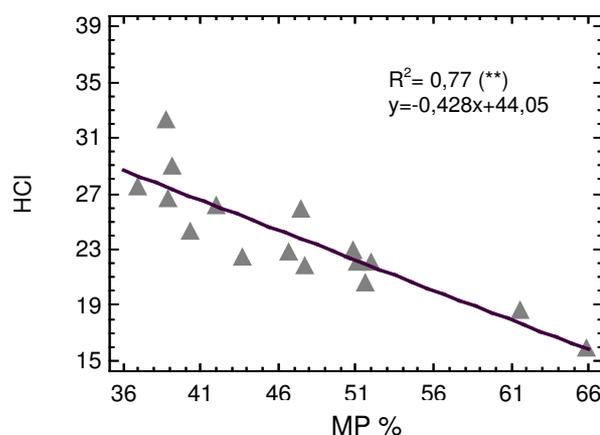


**Figura 5.24. Correlación entre Índice de Clorhídrico del vino (HCI) y Polifenoles de los hollejos en la variedad Bobal para la vendimia 2005.**

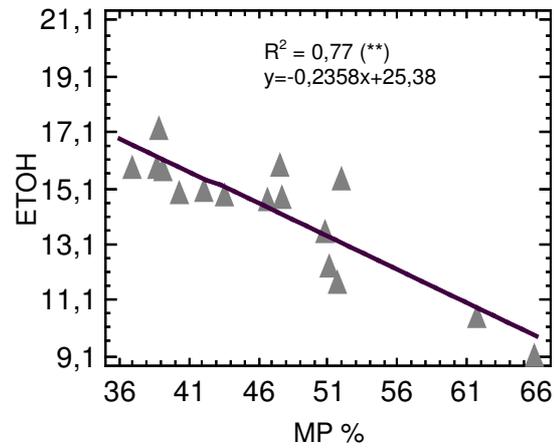
Los mayores valores del Índice de clorhídrico (HCl), indican una mayor polimerización de los taninos del vino, lo que confirmaría que la polimerización de los taninos comienza en la propia uva, de ahí la importancia de cosechar uvas maduras para elaborar vinos tintos de calidad.

Igualmente ocurre con el Índice de EtOH (Figura 5.26), lo que podría explicar ciertas características organolépticas ligadas a elementos de “suavidad” y “redondez” de los vinos tintos procedentes de uvas más maduras (Glories, 1978).

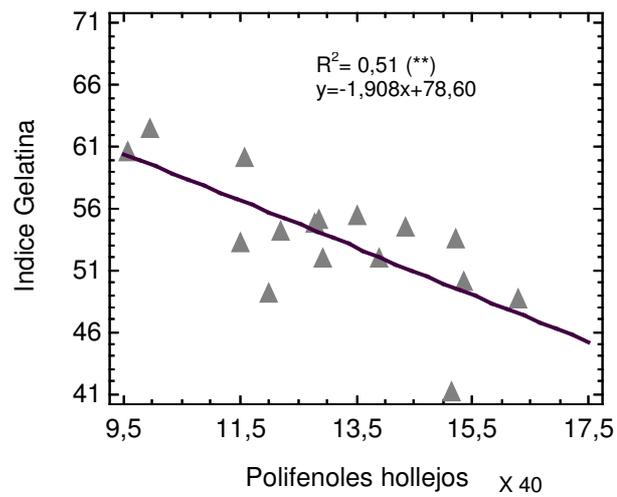
El Índice de gelatina medido en los vinos aporta nuevos datos no relacionados con los estudiados anteriormente. Cuando se observan las correlaciones entre polifenoles de los hollejos e Índice de gelatina, se puede ver que la astringencia del vino es inversamente proporcional a la concentración de polifenoles contenidos en el hollejo. La correlación es baja pero significativa para este factor (Figura 5.27). Aunque parezca una contradicción, al aumentar los polifenoles de los hollejos, estos no aumentan la astringencia, ya que están más polimerizados.



**Figura 5.25. Correlación entre Índice Clorhídrico del vino (HCl) y Madurez de las pepitas (MP%) en la variedad Bobal para la vendimia 2005.**

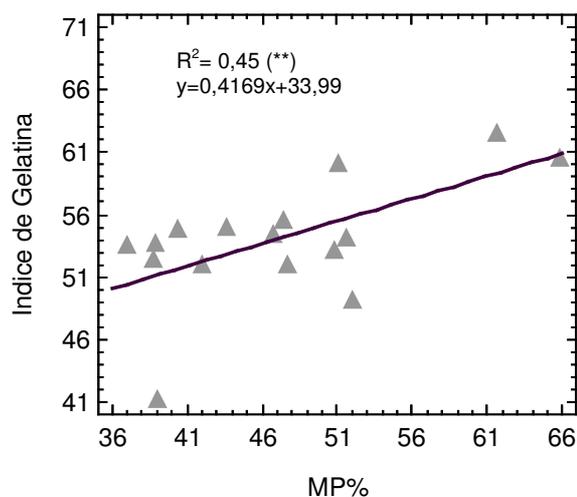


**Figura 5.26. Correlación entre Índice de Etanol (EtOH) y Madurez de las pepitas (MP %) en la variedad Bobal para la vendimia 2005.**



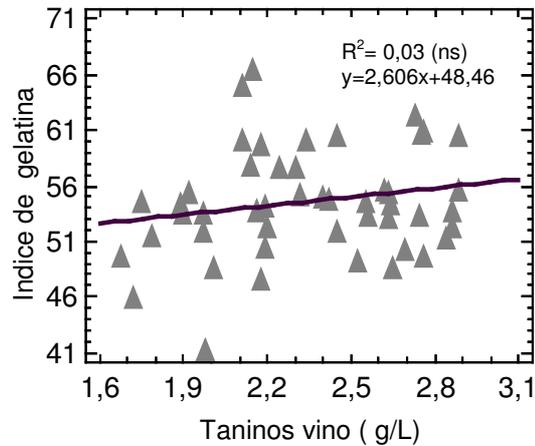
**Figura 5.27. Correlación entre Índice de Gelatina del vino y Polifenoles de los hollejos en la variedad Bobal para la vendimia 2005.**

También resulta significativa, la correlación entre el Índice de gelatina y la Madurez de las pepitas ( $R^2=0,45$ ) aunque tienen un bajo coeficiente de determinación. Los vinos menos reactivos con la gelatina son los procedentes de uvas con Madurez de las pepitas (MP%) más bajas, estos índices fueron obtenidos en las maduraciones más tardías (Figura 5. 28), tal y como era de esperar.



**Figura 5. 28. Correlación entre Índice de Gelatina del vino y la Madurez de las pepitas (MP%) en la variedad Bobal para la vendimia 2005.**

Cuando se compara el Índice de gelatina medido en los vinos, y los taninos del vino, no se encuentra ninguna relación (Figura 5.29). La cantidad de taninos en el vino no es proporcional a la astringencia que permite definir el Índice de gelatina, lo que viene a indicar una vez más que los vinos menos astringentes son los que proceden de uvas más maduras, siendo totalmente independiente de la concentración de taninos en el vino y dependiendo más de la calidad de estos.



**Figura 5. 29. Correlación entre Índice de Gelatina del vino y Taninos del vino de la variedad Bobal para la vendimia 2005.**

#### **5.2.3.4. Análisis sensorial.**

La Tabla 5.32 muestra los resultados del análisis de varianza realizado para el factor Índice de Madurez, No se aprecian diferencias significativas en los atributos de color, intensidad de aroma, calidad de aroma, intensidad de gusto y evaluación global. Sí son significativas las diferencias existentes, con un nivel de significación del 95%, para la calidad gustativa.

Para calidad de aroma, intensidad y calidad de gusto y evaluación global, si exceptuamos el primer vino que tiene valores altos, se produce un aumento en los últimos vinos (5, 6, 7, 8) respecto a los primeros (2, 3, 4). Por lo tanto, podemos deducir que las uvas más maduras producen vinos con mayor calidad de aroma, intensidad y calidad de gusto, siendo también mejor evaluados en la valoración global, aunque sin diferenciación estadística.

**Tabla 5.32. Influencia del Índice de madurez de la uva sobre los valores medios de los atributos sensoriales evaluados en vinos de Bobal en el año 2005.**

	VINO	COLOR	AROMA		GUSTO		GLOBAL
			INTENSIDAD	CALIDAD	INTENSIDAD	CALIDAD	
INDICE MADUREZ	1	8,14±0,69	6,86±0,90	6,71±1,38	7,00±1,15	6,57±1,27 ab	6,86±1,35
	2	8,14±0,69	6,29±0,76	5,71±1,11	6,29±1,11	5,57±0,98 ab	5,71±1,25
	3	8,14±,69	6,29±0,95	5,29±1,60	6,57±1,13	4,86±1,35 a	5,29±1,38
	4	8,14±0,69	5,57±1,40	5,43±1,27	6,43±1,27	5,43±1,51 ab	5,71±1,38
	5	8,14±0,69	6,43±1,27	6,86±1,07	7,14±1,07	7,00±1,29 b	7,29±0,95
	6	8,29±0,76	6,43±1,40	6,57±1,62	7,00±0,82	6,43±1,13 ab	6,29±1,11
	7	8,29±0,76	6,29±1,38	6,71±1,70	7,00±1,15	6,71±1,38 ab	6,71±1,38
	8	8,29±0,76	6,14±1,35	6,00±1,15	7,14±0,69	6,57±1,40 ab	6,57±0,98
	NS	ns	ns	ns	ns	*	ns

Niveles de significación estadística (NS) de los análisis de la varianza: no significativo (ns); P<0,05 (\*); P<0,01(\*\*).

## 6. CONCLUSIONES

---

## Conclusiones

### Potencial hídrico foliar:

Cuando se mide el potencial hídrico foliar de base de la variedad Bobal, no se encuentran diferencias con otras variedades como Tempranillo, Cabernet Sauvignon, Syrah, Parellada o Chardonnay, cultivadas en su mismo entorno. Los valores medios medidos para este potencial son siempre inferiores a  $-0,4$  MPa para todas las variedades, lo que nos indica que las plantas no sufren déficit hídrico o lo sufren ligeramente durante el periodo 2002-2003.

La medida del potencial hídrico foliar a medio día indica diferencias en algunas variedades para el año 2002, aunque no se encuentran al año 2003. Sin embargo, es significativo el hecho de que las variedades Bobal y Parellada sean las que tengan un potencial menos negativo durante los dos años estudiados, con valores que tienden hacia un déficit hídrico moderado, no limitando su fotosíntesis y por tanto su crecimiento. Ambas variedades tienen características similares, con porte poco erguido y racimos grandes y compactos. En días de máxima evapotranspiración, la variedad Bobal ha desarrollado un mecanismo de defensa, girando sus hojas y colocando el envés hacia arriba, cerrando así los estomas para evitar la pérdida de agua.

### Tamaño bayas:

En las mismas condiciones de cultivo, el tamaño de las bayas de la variedad Bobal es mayor al de cualquier otra variedad comparada. Sería conveniente forzar una restricción hídrica durante el periodo floración-envero no afectando la división celular pero disminuyendo el volumen de las bayas, favoreciendo así una mayor biosíntesis de antocianos y flavonoles e iniciando su polimerización en las propias uvas.

#### Influencia de la madurez en los vinos:

Con el avance de la maduración disminuye de forma muy significativa el Índice de Gelatina, lo cual se traduce en vinos con un contenido en taninos menos astringentes. Los índices de Clorhídrico, Etanol, PVP y Polimerización aumentan, así como los valores para polifenoles totales, intensidad colorante y antocianos, que también aumentan de forma significativa hasta un valor máximo, a partir del cual disminuyen. Todo ello nos indica que uvas más maduras dan vinos con taninos más polimerizados, unidos a polisacáridos en mayor porcentaje y menos astringentes, por lo que sería recomendable retrasar la vendimia para conseguir estos resultados.

Los resultados del análisis sensorial ponen de manifiesto que de las uvas más maduras se obtienen vinos con mayor potencial aromático. Si bien no existen grandes diferencias en la valoración global de los vinos, los mejor valorados fueron los procedentes de las uvas más maduras.

#### Influencia del tiempo de maceración en los vinos:

El tiempo de maceración tiene una gran influencia sobre el contenido en compuestos fenólicos en los vinos elaborados, obteniéndose un aumento de taninos, polifenoles totales, grado de polimerización, y una disminución de la intensidad colorante y el contenido en antocianos. Los Índices de Diálisis, Etanol y Clorhídrico también aumentan, y con ello el grado de condensación de los taninos y las combinaciones con polisacáridos, al igual que ocurre con el Índice de Gelatina, lo que se traduce en vinos más astringentes. En el análisis sensorial los vinos obtenidos con distinto tiempo de maceración no presentan diferencias estadísticamente significativas, aunque las sensaciones percibidas por los catadores en los vinos con maceraciones de tres semanas evidencian que las connotaciones agradables de concentración y untuosidad debidas a la condensación y combinación de los taninos, enmascaran las de astringencia y aspereza debidas a su cantidad.

### Influencia de la maceración prefermentativa en frío en los vinos:

La maceración prefermentativa en frío mejora la extractibilidad de las bayas durante su encubado, permite tener unos vinos más concentrados, con mayor cantidad de antocianos, aunque menos polimerizados, siendo más inestables con el paso del tiempo. Se produce una menor extracción de taninos, disminuyendo los índices de Gloríes, obteniéndose vinos menos astringentes con taninos menos condensados. Los resultados del análisis sensorial muestran que la maceración en frío produce, en la mayor parte de los casos, una mejora en la calidad gustativa no encontrándose diferencias en la expresión aromática, pero si una mejor aceptación global de los vinos.

### Madurez fenólica uvas de Bobal:

Durante la evolución de la madurez, hay un aumento en la concentración de antocianos totales y antocianos extraíbles en las uvas, no alcanzándose el máximo que daría lugar a una posterior disminución por sobremaduración. El Índice de madurez de las pepitas (MP%) disminuye a lo largo de todo el proceso de madurez, sin embargo la Extractibilidad celular (EA%) tiene un descenso al principio y después se mantiene prácticamente estable durante toda la madurez.

El método de madurez fenólica propuesto por Gloríes no consigue predecir la composición polifenólica de los vinos a partir de la uva, ni de establecer relaciones directas de antocianos y taninos entre uvas y vinos, sin embargo se obtienen buenas correlaciones cuando se compara la Madurez de las pepitas (MP%) y el Tanino de los hollejos, con algunos Índices de Gloríes en los vinos elaborados. Así, el **aumento** de taninos en los hollejos durante la maduración, hace que los Índices de Etanol y Clorhídrico en los vinos también aumenten, estos taninos más condensados están unidos a polisacáridos, lo que se confirma con la disminución del Índice que Gelatina y la bondad gustativa de los vinos. Todo lo contrario ocurre con los Taninos de pepita, ya que su disminución hace aumentar los índices de Etanol y Clorhídrico, y disminuir el Índice de Gelatina.

Parece pues evidente que uno de los factores que influye decisivamente en la calidad de los vinos de la variedad Bobal es la madurez de las uvas. Esta madurez lleva asociada un aumento de los Taninos en los hollejos y una disminución de los Taninos de las pepitas. Es pues fundamental conocer la composición tánica de hollejos y semillas en las uvas de esta variedad de manera que podamos establecer valores que nos aproximen a la fecha óptima de vendimia y así poder conducir la vinificación racionalmente, variando los remontados en número e intensidad, así como los tiempos y temperaturas de maceración, adaptándose cada año a las características de las uvas obtenidas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

---

- ABBAL, P.; BOULET, J.C.; MOUTOUNET, M. (1992). Utilisation de paramètres physiques pour la caractérisation de la véraison des baies de raisin. *J. Int. Sci. Vigne Vin*. 26. Vol. 4: 231-237.
- ALBUQUERQUE, M. (1993). Réponses des cépages de *Vitis vinifera* L. aux variations de l'environnement : effets de la contrainte hydrique sur la photosynthèse, la photorespiration et la teneur en acide abscisique des feuilles. Thèse université de Bordeaux II. 213 p.
- ALEIXANDRE, J.L. (1999). *Vinos y bebidas alcohólicas*. Servicio de Publicaciones UPV.
- AL-KAISI, A.M.; SACHDE, G.A.; GHALIB, H.A.; HAMEL, S.M. (1981). Physical and chemical changes during ripening of some grape varieties grown in Basrah. *Am. J. Enol. Vitiv.* Vol. 32. (4): 268-270.
- ALONSO, E.; REVILLA, E.; ESTRELLA, I. (1985). Los flavonoides y su posible empleo como criterio de diferenciación. *Sem. Vitiv.* Vol. 2047: 3741-3747.
- ALVAREZ, I.; ALEIXANDRE, M.; GARCIA, M.; LIZAMA, V. (2005) Impact of prefermentative maceration on the phenolic and volatile compounds in Monastrell red wines. *Anal. Chim. Acta.* 563 : 109-115.
- AMRANI JOUTEI, K. (1993). Localisation des anthocyanes et des tanins dans le raisin; étude de leur extractibilité. Thèse doctoral. Université de Bordeaux II.
- AMRANI JOUTEI, K.; GLORIES, Y.; MERCIER, M. (1994 a) Localisation des tanins dans la pellicule de baie de raisin. *Vitis*. Vol. 33: 133-138.
- AMRANI JOUTEI, K.; GLORIES, Y. (1994 b). Étude en conditions modèles de l'extractibilité des composés phénoliques des pellicules et des pépins de raisins rouges. *J. Intern. Sci. Vigne Vin*. Vol. 28. (4): 303-317.
- ARISTOY, M. (1979). *Varietades de Vid cultivadas en la Valencia*. Diputación Provincial de Valencia.
- ASSELIN, C. (1994). Effet terroir et potentiel phénolique du Cabernet Sauvignon en Val de Loire. *Cahier Technique Euroviti*.
- B.O.E. (1977) *Métodos oficiales de análisis de productos derivados de la uva*. Anexo IV. (178). 27-7-1977.
- BARCELO, J.M. (1997). La gestion de la maturation : le premier acte oenologique. Incidence sur les profils de vins de Syrah dans les Côtes du Rhône. *Rev.Fran.Oenol.* Vol. 165 : 24-26.
- BAUTISTA, A.B.; PEREZ, L.J.; ROMERO, I.; FERNÁNDEZ, J.I.; LOPEZ, J.M.; GÓMEZ, E. (2003). Influencia del estado de maduración de la uva de variedad

Monastrell en el color de los vinos. II Congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos.

- BECKER, J.; ZIMMERMANN, H. (1984). Influence de divers apports d'eau sur des vignes en pots, sur la maturation des sarments, le développement des baies et la qualité du vin. Bull. OIV. 573-583.
- BERG, H.W.; AKIYOSHI, M.A. (1956). The effect of contact time of juice with pomace on the color and tannin content of red wines. Am. J. Enol. and Vitic., Vol. 7: 84-90.
- BLOUIN, J. (1992). Manuel pratique d'analyse des mouts et des vins. Chambre d'Agriculture de la Girone.
- BLOUIN, J.; PAPET, N.; STONESTREET, E. (2000). Étude de la structure polyphénolique des vins rouges par analyses physico-chimiques et sensorielles. J. Intern. Sci. Vigne Vin. Vol. 34. (1) : 33-40.
- BLOUIN, J.; GIMBERTEAU, G. (2004). Maduración y madurez de la uva. Ed. Mundi Prensa.
- BOULTON, R.; (1995). Red wines. Fermented Beverage Production. Lea, A.G.H., and Piggot, J.R. Ed. Blackie Academic and Professional. Chapman y Hall. London. pp 121-158.
- BOULTON, R. (2001) The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine. A Critical Review. Am. J. Enol. Vitic. Vol. 52: 67-87.
- BOURZEIX, M.; HEREDIA, N. (1977). De l'influence de l'alimentation hydrique de la vigne sur les caractéristiques anatomiques des baies de raisins et leur richesse en couleur, tanins et autres constituants phénoliques. CR Acad. Sci. Paris. Vol. 284: 365-368.
- BRANAS, J. (1974). Viticulture. Imp. Deham-Montpellier.
- BRENON, E. BERNARD, N. ZEBIC, O. DELOIRE, A. (2005) Maturité du raisin: Proposition d'une méthode utilisant le volume des baies comme indicateur. Rev. des Oenologues. Vol. 117: 52-54.
- BROSSAUD, F.; CHEYNIER, V.; ASSELIN, C.; MOUTOUNET, M. (1999). Flavonoid compositional differences of grapes among sites test plantings of Cabernet franc. Am. J. Enol. Vitic. Vol. 50: 277-284.
- BUCELLI, P.; FAVIERE, V.; GIANNETTI, F.; GIGLIOTTI, A. (1991). Ciclo biochimico delle antocianine. Vini d'Italia. Vol. 5: 45-54.

- BUDIN, R. (1984). Accumulation of anthocyanins, sugar and organic acids during the phenolease of ripening of Sylvaner and Sen Loran berries. *Chen Abstract*, 101, 36056r.
- CANAL-LLAUBÈRES, R. (1993). Extracción de vinos tintos por vía enzimática. *Sem. Vitiv. Vol. 2458*: 3365-3369.
- CAÑETE, M.; PEREZ, E. (1988). Estudio de la maduración de las variedades de *Vitis vinífera* Pedro Ximenez, Baladí, Montepila, y Airén en la zona de la D.O. Montilla Moriles. *Actas X Jornadas Vitic. Enol. Tierra de Barros*. 213.
- CARBONEAU, A; CASTERAN, P ; LECLAIR, P (1978). Essai de détermination en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. *Methodologie et premiers résultats sur les systèmes de conduite. Ann.Amélior. Plant. Vol.28* : 195-221.
- CARBONNEAU, A. (1998) Irrigation, vignobles et produits de la vigne. En *L'eau et la production*, por Tiercelin J.R., éd. Lavoisier Tec & Doc. pp. 257-276.
- CARROL,D.E.;MARCY, J.E. (1982). Chemical and physical changes during maturation of Muscadine grapes. (*Vitis rotundifolia*). *Am. J. Enol. Vitic. Vol. 33*. (3): 168-172.
- CASH, J.; SISTRUNK, W.; STUTTE, C. (1977). Change in non volatile acids of Concord grapes during maturation. *J. Food. Sci. Vol. 42*: 543-544.
- CASP, A.; ROMERO, M.P. (1986). Maduración de la uva Merseguera en la Denominación de Origen Valencia. *Actas VIII Jornadas Vitic. Enol. Tierra de Barros*. 344.
- CASASSA, F.; SARI, S.; AVAGNINA, S.; DIAZ, M.; JOFRÉ, V. ; FANZONE, M. ; CATANIA, C. (2005). Influencia de técnicas de maceración sobre la composición polifenólica, aromática y las características organolépticas de vinos cv. Merlot. X Congreso latinoamericano de viticultura y enología. Bento Gonçalves. Brasil. 11-17 Noviembre 2005. *Actas p 308*.
- CATALINA, L.; MARZUELOS, C.; ROMERO, R.; SARMIENTO, R. (1982). Cambios metabólicos durante el proceso de maduración de la uva (*Vitis Vinífera*, L. var. Palomino). En la zona del marco de Jerez de la Frontera (Cádiz). *An Edaf. Agrobio. Vol. 41. (87)*: 1503-1517.
- CELA, R.; BUITRAGO, J.; PÉREZ-BUSTAMANTE, J. (1982). Influencia de las condiciones de vinificación sobre el contenido y evolución de los compuestos de carácter tánico y el color en los vinos de Jerez. *Anal. Bromatol. Vol. 34* : (1). 39-51.

- CELOTTI, E.; BATTISTUTA, F.; COMUZZO, P.; SCOTTI, B.; POINSAUT, P.; ZIRONI, R. (2000). Emploi des tanins œnologiques: expérience sur Cabernet Sauvignon. *Revue des Oenologues*. Vol. 95 : 14-18.
- CHAMPAGNOL, F. (1984). *Eléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Ed. Dehan. 351 p. Montpellier.
- CHAMPAGNOL, F. (1986). L, acidité des moûts et des vins. *Progrès Agricole et Viticole*. Vol. 103 : 361-373.
- CHAMPAGNOL, F. (1998). Critères de qualité de la vendange. *Oenologie: fondements scientifiques et technologiques*. Coord. C. Flanzy. Collection Sciences et techniques Agroalimentaires. Lavoisier. TEC & DOC. 654-656.
- CHASON, E. (1990). Polyphénols application au contrôle de la maturité. *Compte rendu d'activités Société Baron Philippe de Rothschild S.A.*
- CHIRALT, A.; BELTRÁN, A.; CALABUIG, I.; FITO, P. (1987). Colour study of wines and musts from the Bobal variety. *II Congress of Food Technology*. Marzo. Barcelona.
- CHIRIVELLA, C.; MENDEZ, J.V.; HABA, M. (1995). *Ecología vitícola varietal. Aptitudes enológicas*. Serie divulgación técnica. Generalitat valenciana. Conselleria d'agricultura, pesca i alimentació.
- CHONÉ, X; TROGAT, O; VAN LEEUWEN, C; DUBOURDIEU, D. (200). Déficit hydrique modéré de la vigne: parmi les tríos applications de la chambre à pression, le potentiel de tige est l'indicateur le plus précis. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, Vol.34: 169-176.
- CLIMENT, M.D.; PARDO, T. (1997). Evoluzione dei composti fenolici durante la fermentazione e la maturazione di vini provenienti da uve Bobal, Garnacha e Tempranillo. *Riv. Vitic. Enol.* Vol. 1 : 27-31.
- COLLARD, B. (1995). Quand faut-il récolter les cépages rouges?. *La vigne*. Vol.57.
- COSCOLLÁ, R. (1987). Los parásitos de la vid. *Estrategia de lucha*. Cap. III. Polillas del racimo. Ed. MARA. Madrid.
- COTEA, V.; POMOHACI, N.; GHEORHITA, M. (1982). *Oenologie*. Ed. Didáctica și pedagogică. Bucuresti.
- CUASNON, M. (1999) Une nouvelle technique : La macération préfermentaire à froid- Extraction à la neige carbonique. 1<sup>a</sup> partie. *Rev. OEnol. Tech. Vitivinic.* Vol. 92 : 26-30.

- CUASNON, M. (1999) Une nouvelle technique : La macération préfermentaire à froid- Extraction à la neige carbonique. 2<sup>a</sup> partie. Rev. OEnol. Tech. Vitivinic. Vol. 93 : 28-30.
- CUENAT, P. (1997). Techniques de vinificación du pinot noir en zones septentrionales. Rev. Fr. Œnologie. Vol. 170.
- CUINIER, C. (1994). Contribution des levures á la composition phenolique des vins rouges. Les polyphenols facteurs de la qualité. SITEVINITEL-94. Bordeaux. 135.
- DE FREITAS, V.A.P.; GLORIES, Y.; MONIQUE, A. (2000). Developmental changes of procyanidins in grapes of red *Vitis vinifera* varieties and their composition in respective wines. Am. J. Enol. Vitic. Vol. 51: 57-62.
- DELOIRE, A.; CARBONNEAU, A.; OJEDA, H.; SILVA, P.; KRAEVA, E.; JACQUET, O.; ANDARY, C. (2001) Relations between grapevine water status and berry phenolic compounds of Syrah and Grenache noir varieties. Proposition for principles of canopy management. Gesco XII. Montpellier, France 3-7 juillet, Vol.1 : 253-258.
- DELOIRE, A.; FERRER, M.; CARBONNEAU, A. (2003) respuestas de la viña al terroir . Elementos para un método de estudio. Agrociencia. Vol VII. Vol.1: 105-113.
- DELOIRE A; CARBONNEAU A; WANG Z; OJEDA H. (2004). Vine and water, a short review, J. Int. Sci. Vigne&vin. Vol. 38 : 1-13.
- DELOIRE A; ZEBIC O; BERNARD N; BRENON E; HUNTER J-J. (2005). Influence de l'état hydrique de la vigne sur le style de vin. Rev. Fra. Œnologie. Vol. 215: 11-15.
- DE ROSA, T. (1988). Tecnología del vino tinto. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- DELTEIL, D. (1998). Estado de maduración de la uva y su influencia en la vinificación. Jornada Técnica de Enología "Aspectos científicos y técnicos del color de los vinos". Tarragona, 2-3 Julio 1998.
- DI STEFANO, R.; BORSA, D.; BOSSO, A.; GARCIA, E. (2000). Sul significato e sui metodi di determinazione dello stato di maturità dei polifenoli. L'Enologo Vol. 12: 73-76.
- DÍAZ PLAZA, M.; LORENTE, E.M.; REYERO, J.M.; PARDO, F.; SALINAS, M.R. (2000). Aportación al estudio de la maduración de varias viníferas tintas cultivadas en la D.O. Jumilla. Viticultura- Enología Profesional. Vol. 68: 37-46.

- DOCOC, T.; BRILLOUET, J.M., MOUTOUNET, M. (1996). Evolution of grape (Carignan noir cv.) and Yeast Polysaccharides during fermentation and post-fermentation. *Am.J. Enol. Vitic.*, Vol. 47: 112-115.
- DRDAK, M.; DAUCIK, P.; KUBASKY, J. (1989a). Veränderungen der anthocyanfarbstoffe mi jungwein der sorte Blaufrankisch Während der Garund und reifung. *Mitt. Klostersnueburg*. Vol. 39: 234- 235.
- DRDAK, M.; DAUCIK, P.; KUBASKY, J. (1989b). Untersuchungen der anthocyanfabstoffe mi jungwein der sorte St.Laurent, Während der garung und Reifung. *Mitt. Klostersnueburg*. Vol.39 : 228-230.
- DUPUCH, V. (1995). Détermination de la date de récolte des cépages rouges du bordelais. *Organe officiel de la Fédération et des Syndicats d'AOC*.
- ESTEVE, M.; CLIMENT, M.D.; DE FEZ, S.; ATIENZA, J. (1992). Estudio de la evolución de procianidinas durante el envejecimiento de vinos tintos de la Comunidad Valenciana. XIV Jornadas de Viticultura y Enología de Tierra de Barros. *Almendraejo*. 509-523.
- FEUILLAT, M. (1997). Vinification du Pinot Noir en Bourgogne par macération préfermentaire a froid. *Revue des Œnologues*. Vol 82: 29-31.
- FLORA, L.F.; LANE, R.P. (1979). Effect of ripeness and harvest date on several physical and compositional factors of Cowart Muscadine grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* Vol. 30. (3): 241-246.
- FOUGÈRE-RIFOT, M.; CHOLET, C.; BOUARD, J. (1996). Évolution des parois des cellules l'hypoderme de la baie de raisin lors de leur transformation en cellules de pulpe. *J. Int. Sci. Vigne Vin*. Vol. 30. (2) : 47-51.
- FOUGÈRE RIFOT, M.;PARK, H.S.; BOUARD, J. (1997). Ontogenèse du péricarpe de la baie de *Vitis vinifera* L. var. Merlot de la fécondation a la maturité. *J. Int. Sci. Vigne Vin*. Vol.31.(3): 109-118.
- FREEMAN, B.M. (1983). Effects of irrigation and pruning of Shiraz grape vines on subsequent red wines pigments. *Am. Enol. Vitic.* Vol. 34 : 23-26.
- FULCRAND,H.;CAMEIRA DOS SANTOS, P.; SARNI MANCHADO, P.; CHEYNIER, V. Y FAVRE BONVIN, J. (1996). Structure of new anthocyanin-derived wine pigments. *Journal Chemical Society PT.1, 7*, 735-739.
- GALET, P. (2004). Compendio de viticultura. Collection Avenir oenologie. Edición española.
- GARCÍA, M<sup>a</sup> .E. (1993). Caracterización ampelográfica química y bioquímica de las selecciones clonales-sanitarias de los cultivares vitícolas Bobal y Roseti. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

- GLORIES, Y. (1978). Reserche sur la matière colorante des vins rouges. Thèse de Doctorat. Université de Bordeaux II.
- GLORIES, Y. (1984). La couleur des vins rouges. Mesure, origine et interpretation. *Connaissance Vigne Vin*. Vol. 18. (4) : 253-271.
- GLORIES, Y.; AMRANI JOUTEI., K. (1991). Localisation des composés phénoliques dans les cellules de la pellicule de raisin. *Rapport Activités Recherches*. 1988-1990. Institut d'Oenologie. Université Bordeaux. 39.
- GLORIES, Y.; AUGUSTIN, M. (1995). La maturité phénolique des raisins rouges. *Cahier Technique Euroviti*.
- GLORIES, Y. (1999). La maturità fenolica delle uve: primo parametro da controllare per una corretta vinificazione in rosso. *Vignevine*. Vol. 3 : 46-50.
- GLORIES, Y. (2001). Caracterisation du potentiel phenolique : adaptation de la vinification. *Progrès Agricole et Viticole* Vol.118 : 347-350.
- GÓMEZ PLAZA, E.; CONESA, R.; PÉREZ PRIETO, L.J.; FERNÁNDEZ, J.I.; MARTÍNEZ, A.; LÓPEZ-ROCA, J.M. (2000). Influencia del tiempo de maceración sobre el color de los vinos de la D.O. Jumilla. *Viticultura- Enología Profesional*. Vol.69: 34-38.
- GONZALEZ O'RYAN, J.A. ( 2003). Análisis de madurez fenólica según índices de Glories en el capaje Cabernet sauvignon, Valle del Maipú. Universidad Católica Santiago de Chile. Resumen Tesis de grado. 26p.
- GONZÁLEZ NEVES, G.; FERRER, M.; CARBONNEAU, A.; MOUTOUNET, M. (2003). Adaptación de la vinificación en tinto en función del potencial polifenólico de las uvas. Experiencias realizadas en al vendimia 2001. *Agrociencia*. Vol. VII. Vol. 1: 59-67.
- GRIMES D.W. Y WILLIMAS L.E. (1990). Irrigation effects on plant water relations and productivity of Thompson seedless grapevines. *Crop Sci*. Vol.30: 255-260
- GUILLEMIER, B. (1990). Une approche de la qualité de la vendange. Etude du protocole d'extraction des polyphenols des baies. *Mémoire D.N.O.*
- GUILIONI L., LACROUTE J., QUERAL C., RIOU C. (2001). Utilisation de la température des feuilles comme indicateur du déficit hydrique chez la vigne ( *Vitis vinifera* L.) 12èmes journées du GESCO, compte-rendu vol. 1, AGRO Montpellier – ENSAM :57-62.
- GUILLOUX, M. (1981). Evolution des composés phénoliques de la grappe pendant la maturation du raisin. Influence des facteurs naturels. Tesis doctoral en Enología. Universidad de Burdeos II.

- HENAO- DÁVILA, F.; MESIAS, J.L.; MAYNAR, J.I; MIGUEL, C. (1986). Evolución de los parámetros enológicos ácidos en el curso de la maduración de uvas (*Vitis vinifera*), variedades Cayetana, Pardina y Macabeo. Sem. Vitiv. Vol. 2064: 693-699.
- HERMOSÍN GUTIÉRREZ, I. (2005). Copigmentació i piranoantocians. El paper dels flavonols i els àcids hidroxicinàmics en el color del vi. ACE. Revista d'enologia. Vol. 79. (2): 12-20.
- HRAZDINA, G.; PARSONS, G.F.; MATTIC, L.R. (1984). Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. Am. J. Enol. Vitic. Vol. 35. (4): 220-227.
- IANNINI, B.; SCALABRELLI, G. (1985). Studio delle variazioni di alcuni costituenti dell'uva tra l'invaiaurae la maturazione. Riv. Vitic. Enol. Vol.5: 267-301.
- JOHNSON, L.A.; CARROL, D.E. (1973). Organic acid and sugar contents of Scuppernong grapes during ripening. J. Food Sci. Vol. 38: 21-24.
- JOHNSON, T.; NAGEL, C.W. (1976) Composition of central Washington grapes during maturation. Am. J. Enol.Vitic. Vol. 27. (1): 15-20.
- JONES, G.V.; DAVIS, R.E. (2000). Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. Am. J. Enol. Vitic. Vol.51. (3): 249-260.
- JUNQUERA, B. (1986). Evolución de las distintas familias de compuestos fenólicos a lo largo del ciclo vital de la uva de vinificación. Relación con otras variables. Tesina licenciatura de la Universidad Complutense de Madrid.
- JUNQUERA, B.; GONZALES-SAN JOSÉ, M.L.; DIEZ, C. (1988). Estudio comparado de acumulación de compuestos fenólicos y azúcares en el hollejo de uvas blancas y tintas. Instituto de Fermentaciones Industriales.
- KANTZ, K; SINGLETON, VL. (1991) Isolation and determination of polymeric polyphenols in wines using Sephadex LX-20. Am. J. Enolo. Vitic. Vol.42: 309-315.
- KLIEVER, W.M. (1964). Influence of environment on metabolism organic acids and carbohydrates in *Vitis vinifera*. I, Temperature. Plant Physiol. Vol. 39: 869-871.
- KLIEWER W.M. (1965). Changes in concentration of glucose, fructose and total soluble solids in flowers and berries of *Vitis vinifera*. Am. J. Enol. Vol. 16: 92-100.
- KLIEWER W.M.; NASSAR, A.R. (1966). Changes in concentration of organic acid sugars and amino acids in grape leaves. Am. Enol. Vitic. Vol. 17: 48-57.

- KLIEWER W.M. (1970). Effect of day temperature and light intensity on coloration of *Vitis vinifera* L. grapes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* Vol. 95. (6): 693-697.
- KLIEWER W.M. (1977). Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* Vol. 31: 7-13.
- KLUBA, R.M.; MATTICK, L.R. (1978). Changes in non volatile acids and other chemical constituents of New York States grapes and wines during maturation and fermentation. *J. Food. Sci.* Vol. 43: 717-720.
- KOUNDOURAS, S.; VAN LEEUWEN, C.; SEGUIN, G.; GLORIES, Y. (1999). Influence de l'alimentation en eau sur la croissance de la vigne, la maturation des raisins et les caractéristiques des vins en zone méditerranéenne (exemple de Némée, Grèce, cépage Saint-Georges, 1997. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* Vol.33. (4): 149-160.
- KOVAC, V.; ALONSO, E.;BOURZEIX,M.; REVILLA, E. (1992).Effect of several enological practices on the content of catechins and proantocyanidins of red wines. *J. Agric. Food. Chem.* Vol.40: 1953-1957.
- INTRIGLIOLO, D.S.; CASTEL, J.R. (2007). Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid. Monitorización del riego. Editorial agrícola española. pp109.
- LAINER, M.R.; MORRIS, J.R. (1979). Evaluation of density separation of defining fruit maturites and maturation rates of Once over Harvested Muscadine grapes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* Vol. 104: 249-252.
- LISSARRAGUE, J.R. (1986). Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral de la vid. Tesis doctoral. ETSIA. Madrid.
- LLAUDY, M.C., CANALS, R., CANALS, J.M., ROZÈS, N., AROLA, LL. AND ZAMORA, F. (2004). New method for evaluating astringency in red wine. *J. Agric. Food. Chem.* Vol. 52, pp: 742-746.
- LLAUDY, M.C.; CANALS,R.; CABANILLAS,P. ; CANALS,J.M.; ZAMORA,F. (2005). La maceración prefermentativa en frío. Efectos en la extracción de color y los compuestos fenólicos, e influencia del nivel de maduración de la uva. *ACE. Revista de enología Artículos científicos.* Vol. 60.
- LÓPEZ SAN MIGUEL, T. (1980) Evolución de los ácidos tartárico y málico y de la materia colorante, antocianos y taninos, durante la maduración de las variedades de uva de Rioja Tempranillo y Garnacha Tinta. *ITEA.* Vol. 41: 58-70.
- M.A.P.A. (1974). Métodos de análisis de productos derivados de la uva.

- MARGHERI, G. (1978). Changes in the colour of wines during storage and aging. Ann. Technol. Agric. Vol. 1: 239-252.
- MARGHERI, G.; TONON, D.; TREPIN, P. (1980). Modificazione della composizione dei composti polifenolici dei vini nel corso dell'invecchiamento. Vini d'Italia. Vol. 4: 77-92.
- MARGHERI, G.; TONON, D. (1987). Evoluzione del colore dei vini rossi del corso nella loro conservazione e del loro invecchiamento. Vini d'Italia. Vol. 109: 264-270
- MARTINEZ DE TODA, F. (2002) Viticultura de calidad: factores que afectan al contenido de compuestos fenólicos. ACE. Revista de Enología. Vol. 21.
- MATEUS, N.; PROENÇA, S.; RIBEIRO, P. MACHADO, J.M.; DE FREITAS, V. (2001). Grape and wine polyphenolic composition of red *Vitis vinifera* varieties concerning vineyard altitude. Cien. Tecnol. Aliment. Vol 3, Nº 2 : pp 102-110.
- MAUJEAN, A.; BRUN, O.; VESELLE, G.; BUREAU, G.; BOUCHER, J.M.; COUSIN, M.; FEUILLAT, M. (1983). Etude de la maturation de cépages champenois. Modèles de prévision de la date de vendange. Vitis. Vol. 22: 137-150.
- MENDEZ, J.V. (2005). Estudio de la maduración fenólica y antocianica en uvas tintas de Bobal para diferentes condiciones agrológicas. Tesis Doctoral. 362 p.
- MERIAUX, S. (1982). La vigne et l'eau dans le Midi méditerranéen. Vignes et Vins. 23-28.
- MERIAUX, S.; PANINE, M. (1983). Les effets de la sécheresse. Vititechnique. Vol. 67: 10-13.
- MIALI, G. (1984). Influenza dell'intervento irriguo della qualità del mosto di quatio cultivar di vit per uva da vino nel Tavollere di Puglia . Vignevin. Vol. 11: 23-31.
- MINGUEZ, S. (1989). Caracterización analítica y organoléptica de los vinos de xarel.lo elaborados en diversos estadios de madurez. Tesis doctoral. Universidad Politecnica de Valencia.
- MORETTI, S. (1992). Evoluzione dei composti fenolici e loro influenza sulle caratteristiche dei vini. Vini d'Italia. Vol. 2: 49-58.
- MORIONDO, G.; GENTILINI, N. (1992). Composizioni fenolica di alcune uve della Valle d'Aosta. Riv. Vitic. Enol. Vol. 45. (3) : 59-68.
- MOUTOUNET, M.; RIGAUD, J.; SOUQUET, J.M.; CHEYNIER, V. (1996). Caractérisation structurale des tanins de la baie de raisin. Bull. OIV. Vol. 69: 433-443.

- MÜLLER, F. (2001). Evaluación de índices de madurez fenólica en el capaje Cabernet sauvignon. Tesis, Universidad Pontificia Católica de Chile. 71 p.
- NADAL, M. (2000). Riego y calidad de la uva. IV Jornadas de Viticultura y Enología. Sem. Vitiv. Vol. 2824: 3398-3408.
- O.I.V.(1979). Recopilación de los métodos internacionales de análisis de vinos.
- OJEDA H; DELOIRE A; CARBONEAU A., (2001) Influence of water deficits on grape berry growth. *Vitis*, Vol.40. (3): 141-145.
- OJEDA H; DELOIRE A; WANG Z; CARBONEAU A., (2004) Determinación y control del estado hidrico de la vid. Efectos morfológicos y fisiológicos de la restricción hídrica en vides. *Viticultura/Enología Profesional*.Vol. 90: 27-43.
- PALACIOS, J.; CEA, P.; AVENOZA, A. (1983). Azúcares reductores/ ácido ascórbico (método Schmall) durante la maduración de variedades de vid de la rioja. Relación de ambos parámetros como un posible y nuevo índice de madurez. *Berceo (ciencias)*. IER Vol. 1: 166-184.
- PALACIOS, J.; CEA, P.; AVENOZA, A. (1986). Evolución de la maduración e índices de madurez en vides de la Rioja. *IER*. Vol. 8.
- PARDO, P.; NAVARRO, G. (1993). Influencia del tiempo de maceración sobre el contenido de compuestos fenólicos en la vinificación en tinto de uvas Monastrell. *Viticultura- Enología Profesional*. Vol. 26: 51-55.
- PELLEGRINO, A; LEBON, E; SIMONNEAU, T; RIOU, C; WÉRY, J. (2001) An attempt to quality grapevine water stress in a mediterranean environment. 12èmes journées du GESCO, compte-rendu vol. 1. AGRO Montpellier-ENSAM : 37-42.
- PEYNAUD, E. ; RIBÉREAU-GAYON, J. (1971). Science et techniques de la vigne. Tome II. Ed. Dunod. Paris.
- PEYNAUD, E. (1996). Enología práctica. Conocimiento y elaboración de vino. Tercera edición, Reimpresión. Ediciones Mundi-Prensa.
- PEYRÓN, D. (1998). Le potentiel polyphénolique du Pinor Noir. *Rev. Fran. Oen.* Vol. 170: 42-45.
- PHILIP, T. (1974). An anthocyanins recovery system from grape wastes. *J. Food Sci.* Vol. 39: 859-860.
- PHILIP, T.; KUYKENDA, J.R. (1973). Changes in titratable acidity, Brix, pH, potassium content, malalate and titratable during berry development of Thompson Seedless grapes. *J. Food Sci.* Vol. 38: 874-876.

- PIQUERAS, J. (1986). Historia y guía de los vinos Valencianos. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura i Pesca.
- PIRETTI, M.V.; SERRAZENETTI, G.P.; PISTORI, R. (1980). Influence of seasonal behavior on the polyphenolic constituents of *Vitis vinifera* (Trebbiano variety) grape. *Ann. Chim. Italiana*. p 615-624.
- PIRIE, A.J.G.; MULLINS, M.G. (1977). Interrelationships of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. *Am. J. Enol. Vitic. Vol. 28. (4): 204-209.*
- PIRIE, A.J.G.; MULLINS, M.G. (1980). Concentration of phenolics in the skin of grape berries during fruit development and ripening. *Amer. Jour. Enol. Vitic. Vol. 31. (1) : 34-36.*
- PONTALIER, O.; RIBERAU-GAYON, P. (1983). Influence de l'aération et de sulfite sur l'évolution de la matière colorante des vins rouges au cours de la phase d'élevage. *Connaissance Vigne Vin. Vol. 17. (2) : 105-120.*
- POPESCU, I.V. (1986). Quantitative and qualitative evolution of anthocyanins during grapes maturation in case of some vitis cultivars. *Bulletin de liaison du groupe polyphénol.*
- POSSNER, D.R.E.; KLIEVER, W.M. (1985). The localisation of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. *Vitis. Vol. 24: 229-240.*
- PUIG, J.; COLLDECARRERA, M.; COLL, C.; BAUS, T.; CORTADA, M. (1992). Análisis individualizado de fenoles en vino mediante H.P.L.C. XIV Jornadas de Viticultura y Enología de Tierra de Barros. *Almendralejo. pp, 483-490.*
- RETALI, E. (2004). Macération préfermentaire à froid: application à une vendange de nielluccio. *Rev. Fr. Œnologie. Vol. 209: 16-18.*
- REYERO, J.R; LORENZO, C.; PARDO F.; ALONSO, G.L.; SALINAS, M.R. (2005). Comparación del potencial fenólico de uvas en el momento óptimo de vendimia y características de sus vinos. *Enólogos. Vol. 37 : 25-27.*
- RIBERAU GAYON, J. y PEYNAUD, E. (1961). *Traité d'Oenologie*. Ed. Librairie Polytechnique Ch. Beranger. Paris.
- RIBÉREAU GAYÓN, J; PEYNAUD, E. (1971). *Science et techniques de la vigne*. Tomos I,II,III, y IV .Ed. Dunod. Paris.
- RIBÉREAU-GAYON, P. (1972). Evolution des composés phénoliques au cours de la maturation du raisin . Discussion des resultats obtenus en 1969, 1970, 1971. *Connaissance Vigne Vin, 161-175.*

- RIBÉREAU-GAYON, P. (1982). The anthocyanins of grapes and wines. Academic Press, New York. pp. 209-244.
- RIBÉREAU-GAYON, P, GLORIES, Y., MAUJEAN, A., DUBOURDIEU, D. (1999). Compuestos fenólicos. Tratado de enología. Vol 2. Química del vino, estabilización y tratamientos. Mundi-prensa. Pp: 177-258.
- RICHECKI, L. H. (1996). Envejecimiento en botella de vinos tintos varietales de Tempranillo, Bobal y Monastrell. Tesis doctoral. ETSIA. UPV.
- RINALDI, A. ; MOIO, L. ; MOINE, V. (2007). Application d'une nouvelle méthode de mesure de l'astringence des vins rouges à l'évaluation de différents produits de collage. Revue des Œnologues. N° 125 : pp 38-40.
- RIOU, C; MORLANT, R; ASSELIN, C. (1995). Un approche intégrée des terroirs viticoles. Discussions sur les critères de caractérisation accessibles. Bull. OIV. Vol.68 : 93-106.
- RIOU, C.; LEBON E. (2000). Application d'un modèle de bilan hydrique et de la mesure de la température de couvert au diagnostic du stress hydrique de la vigne à la parcelle. Bull. OIV. Vol. 73 : 755-764.
- ROBIN, J.P.; ABBAL, P.; SALMON, J.M. (1997). Fermeté et maturation du raisin. définition et évolution de différents paramètres rhéologiques au cours de la maturation. J. Int. Sci. Vigne Vin. Vol. 31. (3) : 127-138.
- RODRÍGUEZ VILLA, J.C. (2000). Buenos vinos: comencemos por la uva madura. Viticultura- Enología Profesional. Vol. 66: 6-11.
- ROSSON, J.P.; BOUDEL, J.; MOUTOUNET, M. (1988). Composition des raisins en anthocyanes et en tanins et qualité de la Vendange. Le Progrès Agric. Et Viticole. Vol. 105. (24) : 240-246.
- ROSSON, J.P; MOUTOUNET, M. (1992). Quantité d'anthocyanes et de tanins des raisins de quelques cépages du Sud-Ouest en 1988 et 1989. Rev. Fr. Oen. Vol. 135 : 17-27.
- RUANET DE VIGNE-LAVIT. A (2006). El problème international du vin. Le Bulletin de l'OIV. Vol. 79: 351- 578.
- RUFFNER, H.P.; HAWKER, J.S. (1977). Control of glycolysis in ripening berries of *Vitis vinifera*. Phytochem. Vol. 16: 1171-1175.
- RUIZ HERNÁNDEZ, M. (1994). Crianza y envejecimiento del vino tinto. Ediciones A. Madrid Vicente y Mundi Prensa Libros, S.L.
- RUIZ HERNÁNDEZ, M. (1996). La calidad de los vinos tintos bajo la perspectiva polifenólica. Sem. Vitiv. Vol. 2582: 339-343.

- RUIZ HERNÁNDEZ, M. (1999). La crianza del vino tinto desde la perspectiva vitícola. Ediciones A. Madrid Vicente y Mundi Prensa Libros, S.L.
- SAINT-CRICQ DE GAULEJAC, N.; VIVAS, N.; GLORIES, Y. (1998). Maturité phénolique: définition et contrôle. Rev. Fr. Oen. Vol. 173: 22-25.
- SALAZAR, D. M. (1985). La vinífera Bobal y su preselección clonal sanitario. Tesis Doctoral. ETSIA. UPV.
- SALÓN, J.L.; CHIRIVELLA, C.; CASTEL, J.R. (2005). Response of *Vitis vinifera* cv. Bobal to the timing of deficit irrigation in Requena, Spain. Water relations, yield and wine quality. Am.J.Enol. Vitic. N° 56: 1-8.
- SANTOS, M.; LÓPEZ SAN MIGUEL, T.; MARINE, A. (1985). Contenido de ácidos orgánicos en vinos de Rioja. Ann. INIA. Vol. 28. (1): pp 45-51.
- SARNI-MANCHADO, P.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. (1999) Interactions of grape seed tannins with salivary proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry. N° 47. (1). pp: 42-47.
- SAUCIER, C.; ROUX, D.; GLORIES, Y. (1999). Interacciones entre los taninos y coloides: descubrimientos acerca de los "buenos" y "malos" taninos. Universidad de Bordeaux. Francia. Los coloides y el volumen en boca de los vinos. Conferencias científicas de Lallemand.. Montreal. p. 11.
- SCHOLANDER P. (1965). Sap pressure in vascular plants. Science. Vol. 148: 339-346.
- SCUDAMORE-SMITH, P.D., HOOPER, R.L.; McLARN, E.D. (1990). Color and phenolic changes of Cabernet Sauvignon wine made by simultaneous yeast/bacterial fermentation and extended pomace contact. Am. J. Enol. and Vitic. Vol. 41: 57-67.
- SEPÚLVEDA, G.; KLIEWER, W.M. (1986). Effect of high temperature on grapevines (*Vitis vinifera*, L.). II. Distribution of soluble sugars. Am. J. Enol. Vitic. Vol. 37. (1): 68-72
- SHULTZ, H.R; (1993). A dynamic physiological model of grapevine gas exchange. Vitic. Enol. Sci. Vol.48: 86-89.
- SIMS, C.A. y BATES, R.P. (1994). Effects of skin fermentation time on the phenols, ellagic acid sediment and sensory characteristics of a red *Vitis rotundifolia* wine. Am. J. Enol. Vitic. Vol.45: 56-62
- SINGLETON, V.L. (1985). *Recent conclusions on wine oxidation*. In: *Proceedings of the Eleventh Wine Industry Technical Symposium*. Wine Ind. Symposium, San Francisco. pp. 17-24.

- SIPIORA, M.; GUTIÉRREZ GRANDA, M.J. (1998). Effects of pre-veraison irrigation cut off and skin contact time on the composition, colour, and phenolic content of young Cabernet Sauvignon wines in Spain. *Am. J. Enol. Vitic.* Vol. 49. (2): 152-162.
- SMART, R.E. (1995) Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implication for yield and quality. *Am.J.Vitic.* Vol. 36 (3): 230-239.
- SOMERS, T.C. (1975). In search of quality for red wines. *Fd. Tech. Australia.* Vol. 27: 49-56.
- SOMERS, T.C.; EVANS, M.E. (1986). Evolution of red wines. I. Ambient influences on color composition during earling maturation. *Vitis.* Vol. 25 :31-39.
- SOUQUET, J.M.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. (2000). Les proanthocyanidines du raisin. *Bull. OIV.* Vol. 73. Vol. 835-836: 601-609.
- STERNS, G.F. (1987). Extraction of color during fermentation of Pinot Noir wines and its stability on aging. Dissertation, Dipl. Hort. Sci., Lincoln College, University of Canterbury, New Zealand.
- STOEV K.D.; HAMAROV, P.T.; BENCHEV, I.V. (1960). Sugars and free amino acids during ripening and dormancy of the grape plant. *Fiziol Rast.* Vol. 7: 145-150.
- TOMASI, D.; CALÓ, A.; BISCARO, S.; VETTORELLO, G.; PANERO, L.; DI STEFANO, R. (1999). Influence des caractéristiques physiques du sol, sur le développement de la vigne, dans la composition polyphénolique et anthocyanique des raisins et la qualité du vin de Cabernet Sauvignon. *Bull. O.I.V.* Vol. 72. Vol. 819-820. 322-337.
- TONIETTO, J. (1999). Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France. Thèse de l'École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 233p.
- VALLS, J. (2004) Composició fenòlica en varietats negres de *Vitis vinifera*. Estudi de la influència de diferents factors. Tesis doctoral. 300 p
- VAN LEEUWEN, C.; SEGUIN G. (1994). Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin. *J.Int.Vigne Vin*, Vol. 28 : 81-110.
- VAN LEEUWEN, C.; LERICH, O.; RENARD, R.; TREGOAT, O.; ALLA, P.L.; Micromorphometric changes in trunk diameter in relation to mild water stress in field grown vines. *J.Int.Sci.Vigne Vin.* (2000). Vol. 34. (2) : 41-47.

- VENENCIE, C.; UVEIRA, N. GUIET, S. (1997). Maturité polyphénolique du raisin mise en place d'une méthode d'analyse de routine. *Rev. Fran. Oen.* Vol. 167: 37-41.
- VERNHET, A.; DUPRE, K.; BOULANGE-PETERMANN, L. CHEYNIER, V. PELLERIN, P. MOUTONENT, M. (1999) Composition of tartrate precipitates deposited on stainless steel tanks during the cold stabilization of wines. Part II. *Red Wines. Am. J. Enol. Vitic.* Vol. 29: 42-49.
- VILA, H. CATANIA, C. OJEDA, H. (2002) Efecto del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de los vinos Cabernet Sauvignon y Malbec de Argentina. X Congreso Brasileiro de Viticultura e Enología. 115-124.
- VILLEN J.; VAZQUEZ, A.M.; SALINAS, M.R.; VARON, R.; MARECA, I. (1985). Contribución al estudio de la evolución de las características de la uva Airén en La Mancha durante su maduración. *Sem. Vitiv.* 2052-2053 y 4917-4926.
- VIVAS, N. (1993). Les conditions d'élaboration des vins rouges destinés à un élevage en barriques. *Revue des Oenologues.* Vol. 68: 27-33.
- VIVAS, N.; GLORIES, Y.; LAGUNE, L.; SAUCIER, C.; AUGUSTIN, M. (1994). Estimation du degré de polymérisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au p-diméthylaminocinnamaldéhide. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* Vol 28. (4) : 319-336.
- VIVAS, N. (2001). Les tanins oenologiques, d'hier à aujourd'hui: une révolution discrète que nous devons assimiler dans les pratiques de chais. *Revue des Oenologues.* Vol. 98: 11-14.
- ZAMORA MARÍN, F. (1998). Los compuestos fenólicos del vino tinto y su capacidad para la crianza. Facultad de Enología de Tarragona. Jornada Técnica de Enología. Aspectos científicos y técnicos del color del vino. Universidad Rovira y Virgili.
- ZAMORA MARÍN, F. (2003). En "Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos". Mundi Prensa. AMV.
- ZAMORA MARÍN, F. (2004). La maceración prefermentativa en frío de la uva tinta. *Enólogos 2004.* Vol. 32: 36-39.
- ZOECKLEIN, B.W. (1994). Red wine quality components. *Vineyard and Winery Information Series.* Virginia Cooperative Extension 9(3).