



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

TESIS DOCTORAL

EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE MACERACIÓN APLICADOS A LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VINOS TINTOS DE LA VARIEDAD BOBAL A PARTIR DE LOS VALORES DE SU COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA Y SENSORIAL, PROCESADOS MEDIANTE TÉCNICAS DE ANÁLISIS MULTICRITERIO

Memoria presentada por:

Rafael Carlos López García

Dirigida por:

Dr. D. Miguel Ángel Sánchez Romero

Titular de Ingeniería industrial, Área de conocimiento: Proyectos de Ingeniería

Dra. Dña. Victoria Lizama Abad

Titular de Tecnología de Alimentos



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

Valencia, diciembre de 2015



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE MACERACIÓN
APLICADOS A LA MEJORA DE LA CALIDAD DE VINOS TINTOS
DE LA VARIEDAD BOBAL A PARTIR DE LOS VALORES DE SU
COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA Y SENSORIAL,
PROCESADOS MEDIANTE TÉCNICAS DE ANÁLISIS MULTICRITERIO**

Memoria presentada por Rafael Carlos López García
para optar al grado de Doctor por la Universidad politécnica de Valencia

Fdo: Rafael Carlos López García
Valencia, 21 de diciembre de 2015

La presente tesis ha sido co-dirigida por D. Miguel Ángel Sánchez Romero,
Titular de Ingeniería industrial, Área de conocimiento: Proyectos de
Ingeniería y Dña. Victoria Lizama Abad Titular de Tecnología de Alimentos, y
cumple los requisitos exigidos por la legislación vigente.

Fdo.: Dr. D. Miguel Ángel Sánchez Romero

Fdo.: Dra. Dña. Victoria Lizama Abad

Fdo.: Dra. Dña. M^a Carmen González Cruz
Directora del Dpto. de Proyectos de Ingeniería
Universidad Politécnica de Valencia

Quiero agradecer esta tesis a mucha gente, tanto de dentro de la universidad como de fuera que han hecho posible que este proyecto vea la luz.

En especial quiero agradecer a Vicky todo el esfuerzo que ha realizado. Desde el primer momento creyó en el proyecto y tiró hacia adelante con fuerza, con honestidad y con la alegría que lleva dentro, gracias.

A Miguel Ángel, porque en el momento decisivo supo aceptar el reto y poner su hombro para que todo fuera por buen camino.

A todas las personas encantadoras del Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo que de una manera u otra han colaborado en el trabajo.

A Joaquín y a Marthe que estuvieron dando soporte y apoyo en laboratorio.

A todas las personas a las que me han prestado parte de su tiempo, en especial a todos miembros que desinteresadamente formaron el panel de cata, gracias.

No me puedo olvidar de las facilidades y el apoyo tan importante recibido de toda la familia, tanto la mía como la familia de Silvia, ayudando cada uno a su manera y como mejor han podido, sin los cuales no hubiera sido posible llegar hasta aquí, gracias a todos.

*Enseñarás a volar,
pero no volarán tu vuelo.*

*Enseñarás a soñar
pero no soñarán tu sueño.*

*Enseñarás a vivir,
pero no vivirán tu vida.*

Sin embargo...

en cada vuelo,

en cada vida,

en cada sueño,

perdurará siempre la huella del camino enseñado.

Santa Teresa de Calcuta

***A mis padres por ser maestros de vida y haberme permitido volar, soñar y vivir
Gracias por regalarme una vida tan bonita***

Sin miedo sientes que la suerte está contigo

Jugando con los duendes abrigándote el camino

Haciendo a cada paso lo mejor de lo vivido

Mejor vivir sin miedo

Sin miedo, lo malo se nos va volviendo bueno

No hay sueños imposibles ni tan lejos

Si somos como niños

Sin miedo a la locura, sin miedo a sonreír.

“Sin miedo” Rosana

A Silvia, ella hace que cada paso sea lo mejor de lo vivido, que lo malo se vuelva bueno y que no existan sueños imposibles. Te quiero

Sí, sí, están en todos lados,

van recorriendo el mundo

haciendo que te sientas raro,

los sueños no descansan, siempre quieren más,

siempre quieren más y más, verás...

No hay nada parecido,

soñar es lo mejor que este planeta ha conocido,

la vida es del color que tú quieras soñar,

que tú quieras soñar.

Sueños pequeños, sueños grandes,

dime tú si hay algo mejor,

que sea más interesante

“Hecho con tus sueños” Maldita Nerea

A esos 2 pequeños grandes sueños que son Carlos y Jordi, sin duda, es lo mejor que en este planeta he conocido. Gracias por existir

RESUMEN

Actualmente la demanda de vinos de calidad va en aumento frente al descenso de consumo de los vinos gama baja. En este sentido, los vinos que más se solicitan en el mercado son los más equilibrados, con cuerpo pero sin que presenten aristas de exceso de astringencia acidez o amargor.

Tradicionalmente, la variedad Bobal producía vinos con una potente carga tánica y con cierto amargor de fondo que los excluía del catálogo de vinos de calidad.

Para paliar dichas deficiencias, hasta la fecha se han realizado multitud de estudios sobre los métodos de cultivo agronómico de esta variedad, aunque no se habían evaluado técnicas de vinificación adaptadas a las características morfológicas específicas de la variedad Bobal.

El objetivo de este trabajo es la evaluación de diferentes métodos de maceración aplicados a la mejora de la calidad de vinos tintos de la variedad Bobal a partir de los resultados analíticos de su composición polifenólica y sensorial. Para ello se han realizado tres ensayos con distintos sistemas de maceración. Por una parte se aborda el estudio del efecto sobre distintas variedades (Garnacha, Bobal y Tempranillo) y posteriormente se ha estudiado la respuesta de los sistemas de maceración ante uvas de la variedad Bobal con dos grados de maduración diferentes.

Para determinar cuál es el método que mejor se adapta a nuestro objetivo, los vinos obtenidos se han evaluado mediante dos procesos de análisis. En un primer momento se ha obtenido el perfil de la composición polifenólica de cada vino obtenido mediante análisis de laboratorio. Posteriormente se ha realizado una evaluación sensorial, los datos derivados de dicha evaluación se han procesado mediante técnicas de análisis multicriterio como herramienta capaz de homogeneizar los resultados de los expertos.

RESUM

Actualment la demanda de vins de qualitat va en augment front al descens de consum dels vins de gamma baixa. En este sentit, els vins que més se sol·liciten en el mercat són els més equilibrats, amb cos però sense que presenten arestes, d'excés d'astringència acidesa o amargor.

Tradicionalment, la varietat Bobal produïa vins amb una potent càrrega tànnica i amb una certa amargor de fons, que els exclouïa del catàleg de vins de qualitat.

Per a pal·liar estes deficiències, fins a la data s'han realitzat multitud d'estudis sobre els mètodes de cultiu agronòmic d'esta varietat, encara que no s'havien avaluat tècniques de vinificació adaptades a les característiques morfològiques específiques de la varietat Bobal.

L'objectiu d'este treball és l'avaluació de diferents mètodes de maceració aplicats a la millora de la qualitat de vins negres de la varietat Bobal a partir dels resultats analítics de la seua composició polifenòlica i sensorial. Per a això s'han realitzat tres assajos amb distints sistemes de maceració. D'una banda s'aborda l'estudi de l'efecte sobre distintes varietats (Garnatxa, Bobal i Tempranillo) i posteriorment s'ha estudiat la resposta dels sistemes de maceració davant de raïm de la varietat Bobal amb dos graus de maduració diferents.

Per a determinar quin és el mètode que millor s'adapta al nostre objectiu, els vins obtinguts s'han avaluat per mitjà de dos processos d'anàlisi. En un primer moment s'ha obtingut el perfil de la composició polifenòlica de cada vi obtingut per mitjà d'anàlisi de laboratori. Posteriorment s'ha realitzat una avaluació sensorial i les dades derivats de la dita avaluació s'han processat per mitjà de tècniques d'anàlisi multicriteri com a mètode per a homogeneïtzar els resultats dels experts.

ABSTRACT

Currently the demand for quality wines is increasing compared with a decrease of consumption of low quality wines. In this direction, most requested wines in market are most balanced, full bodied but without evidence of excessive astringency acidity or bitterness .

Traditionally, Bobal variety produced wines with a powerful tannic and with some bitterness background, that excluded from the wine catalog

To solve these shortcomings, there have been many studies on methods of agronomic cultivation of this variety, although they had not evaluated winemaking techniques adapted to the specific morphological characteristics of Bobal variety

The objective of this study is to evaluate different methods of maceration applied to improving the quality of Bobal red wines from analytical results of its polyphenolic composition and sensory. This has been done three tests with different systems of maceration. first it binds the study on the effect of different varieties (Garnacha, Bobal y Tempranillo) and then the maceration system response was studied Bobal grapes with two different grades maturation.

To determine the method that best fits our purpose, wines obtained were evaluated by two analysis processes. At first it has obtained the profile of each wine polyphenolic composition obtained by laboratory analysis. Subsequently sensory evaluation is carried out and data derived from the assessment are processed using multi-criteria analysis techniques as a means of consolidating the results of the experts.

INDICE

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. La variedad bobal en españa	3
1.2. Características de la variedad bobal.....	4
1.2.1. Descripción de la variedad.	4
1.3. Perspectiva histórica y situación actual del mercado vitivinícola de la variedad bobal	5
1.3.1. Perspectiva histórica	5
1.3.2. Situación actual del mercado vitivinícola.....	6
1.4. Justificación del trabajo.....	8
CAPÍTULO 2	11
2. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS SOBRE LA ELABORACIÓN DE VINOS DE BOBAL	12
2.1. La madurez fenólica frente a la madurez industrial, influencia en la composición del vino.....	12
2.2. Índices de madurez.....	13
2.3. El desarrollo de la uva.....	15
2.3.1. Cambios de la uva durante la maduración.....	16
2.3.1.1.Transformaciones físicas	16
2.3.1.2.Transformaciones químicas.....	17
2.4. Influencia de la maceración en la composición de los vinos.....	20
2.5. Principios de la maceración durante la vinificación en tinto	21
2.6. Factores que afectan a la extracción de compuestos durante la maceración .	22
2.7. Técnicas de maceración empleadas en la elaboración de vinos tintos.	26
2.7.1. Técnicas de maceración prefermentativas	27
2.7.1.1.Maceración prefermentativa en frío (MPF).....	27
2.7.1.2.El proceso cryo-flash	28
2.7.1.3.Maceración prefermentativa en caliente (MPC).....	29
2.7.2. Técnicas de maceración durante la fermentación.....	30
2.7.2.1.Remontado	30

2.7.2.2.	Bazuqueo.....	31
2.7.2.3.	Delestage.....	32
2.7.3.	Sombrero sumergido.....	33
2.8.	Los compuestos fenólicos y su extracción, garantía de calidad de los vinos..	34
2.8.1.	Los antocianos.....	35
2.8.2.	Los taninos.....	35
2.8.3.	Las catequinas.....	37
3.	ANTECEDENTES SOBRE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE VINOS Y EL TRATAMIENTO DE LOS DATOS POR TÉCNICAS DE MULTICRITERIO	38
3.1.	La evaluación sensorial de alimentos.....	38
3.2.	La toma de decisiones multicriterio como método para la armonización de resultados de la evaluación sensorial.....	42
3.2.1.	El paradigma multicriterio	45
3.2.2.	El origen del multicriterio	49
3.2.3.	Análisis jerárquico (AHP).....	56
3.2.4.	Metodología del AHP	60
3.2.4.1.	Estructuración del problema	60
3.2.4.2.	Determinación de prioridades, valoración	65
3.2.4.3.	Determinación de la consistencia.....	72
CAPÍTULO 3	77	
4. OBJETIVOS Y PLAN DE LA INVESTIGACIÓN	78	
CAPÍTULO 4	79	
5. VINIFICACIONES: MATERIALES Y MÉTODOS	80	
5.1.	Selección de la materia prima.....	80
5.2.	Selección de los métodos de vinificación.....	83
5.3.	Protocolo de vinificación	87
CAPÍTULO 5	89	
6. ANÁLISIS QUÍMICO	90	
6.1.	Materiales y metodos.....	90
6.1.1.	Intensidad colorante (IC)	91
6.1.2.	Indice de polifenoles totales (IPT).....	91
6.1.3.	Antocianos totatales (A. tot).	92

6.1.4.	Índice de ionización.....	93
6.1.5.	Índice de PVPP	93
6.1.6.	Taninos condensados totales.....	94
6.1.7.	Índice de DMACH.....	95
6.1.8.	Índice de gélatina (IG).....	95
6.1.9.	Determinación del grado de polimerización de taninos mediante HPLC.	95
6.1.10.	Tratamiento estadístico, análisis de la varianza (ANOVA)	98
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	99
7.1.	Influencia de los métodos de elaboración sobre la composición polifenólica de los vinos elaborados en 2011.....	100
7.1.1.	Análisis global de las técnicas de maceración aplicadas a todas las variedades de uva del estudio.....	100
7.1.2.	Intensidad colorante.....	101
7.1.3.	Índice de polifenoles totales (IPT).....	105
7.1.4.	Antocianos totales	108
7.1.5.	Índice de PVPP.....	112
7.1.6.	Taninos Condensados Totales	115
7.1.7.	Índice de DMACH.....	119
7.1.8.	Índice de gelatina (IG).....	123
7.1.9.	Grado medio de polimerización de taninos (mDP).....	126
7.1.10.	Porcentaje de galoilación (%G).....	129
7.1.11.	Estimación del peso molecular medio (AMW).....	130
7.2.	Resultados de los vinos elaborados en 2012	132
7.2.1.	Evolución de los métodos de elaboración sobre la composición polifenólica de los mostos elaborados en 2012.....	132
7.2.1.1.	Intensidad colorante (IC)	132
7.2.1.2.	Índice de polifenoles totales (IPT)	135
7.2.1.3.	Antocianos totales.....	138
7.2.2.	Influencia de los métodos de elaboración sobre la composición polifenólica de los vinos elaborados en 2012	141
7.2.2.1.	Intensidad colorante (IC)	141
7.2.2.2.	Índice de polifenoles totales (IPT)	144
7.2.2.3.	Antocianos totales.....	148

7.2.2.4.Índice de ionización	151
7.2.2.5.Índice de PVPP	154
7.2.2.6.Taninos Condensados Totales.....	158
7.2.2.7.Índice de DMACH	161
7.2.2.8.Índice de gelatina (IG)	165
7.2.2.9.Grado medio de polimerización de taninos (mDP)	168
7.2.2.10.Porcentaje de galoilación (%G).....	170
7.2.2.11.Estimación de peso molecular medio (AMW)	172
8. ANÁLISIS SENSORIAL	174
8.1. Materiales y métodos del análisis sensorial.....	174
8.1.1. El tipo de cata	174
8.1.2. Las condiciones de la sala de catas y las muestras de vino.....	176
8.1.3. El panel de cata.....	176
8.1.4. Protocolo de cata.....	177
8.1.4.1.Fase visual.....	177
8.1.4.2.Fase aromática	178
8.1.4.3.Fase gustativa.....	181
8.2. Homogeneización de las puntuaciones, mediante la aplicación de la metodología ahp a la evaluación sensorial de los vinos.....	186
8.2.1. Estructuración del problema.....	187
8.2.2. Tratamiento de los datos para la generación de los pesos de los criterios a partir de las comparaciones de los criterios.....	191
8.2.2.1.Obtención de los pesos de los subcriterios del criterio C3 (Gusto):.....	191
8.2.2.2.Obtención de los pesos de los subcriterios del criterio C2 (Aroma):.....	193
8.2.2.3.Obtención de los pesos de los subcriterios del criterio C1 (Vista):	193
8.2.2.4.Obtención de los pesos de los criterios:	193
8.2.3. Introducción de la valoración de las alternativas para los tres problemas de decisión.	194
8.2.4. Pesos de los criterios y de los subcriterios.	196
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	199
9.1. Resultados del modelo 2011.....	199
9.2. Resultados del modelo 2012madurez1.....	202
9.3. Resultados del modelo 2012madurez2.....	204

CAPÍTULO 6	207
10. CONCLUSIONES	208
11. PERSPECTIVAS – RECOMENDACIONES	210
12. BIBLIOGRAFIA	211

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Racimos de la variedad Bobal.....	4
Figura 2 : Principales fenoles de la uva.....	34
Figura 3 : Estructura de las antocianidinas.....	35
Figura 4: Estructura de los flavan-3-ol, precursores de antocianos y taninos.....	37
Figura 5: Jerarquía.....	62
Figura 6: Jerarquía completa de 4 niveles.....	64
Figura 7: Jerarquía incompleta.....	65
Figura 8: Matriz de comparaciones pareadas.....	68
Figura 9: Matriz de comparaciones pareadas. Jucios recíprocos.....	68
Figura 10: Sumatorio de los elementos de cada una de las columnas.....	70
Figura 11: Determinación de las prioridades.....	71
Figura 12: Obtención de prioridades relativas y generales.....	71
Figura 13: Determinación de las prioridades de las alternativas.....	72
Figura 14: Prioridad total de las alternativas.....	73
Figura 15: Reciprocidad matriz consistente.....	74
Figura 16: Matriz normalizada totalmente consistente.....	75
Figura 17: obtención de Lambda máx.....	75
Figura 18: Sistema de maceración de sombrero sumergido.....	87
Figura 19: Sistema de maceración del prototipo propuesto.....	88
Figura 20. Cromatograma de la muestra en depósito de acero inoxidable después de la reacción de floroglucinólisis.....	99
Figura 21: Estructura jerárquica del problema	192
Figura 22. Asignación de pesos en Expert Choice para el experto 1, con respecto al criterio C3	194
Figura 23. Expert Choice, procedimiento iterativo para la variación de pesos del criterio C3 para el experto 5.....	194
Figura 24. Expert Choice, Introducción de puntuaciones experto 3 para los criterios de evaluación.....	196
Figura 25. Expert Choice, Obtención de puntuaciones para cada una de las alternativas en el ensayo 2012, madurez 2.....	197
Figura 26. Expert Choice, Introducción de puntuaciones para los vinos de Bobal 2011.....	197

Figura 27. Expert Choice, Obtención de puntuaciones para cada una de las alternativas en el ensayo 2011, Experto P4.....	198
Figura 28. Expert Choice, pesos globales obtenidos para los criterios y subcriterios en el ensayo 2011.....	198
Figura 29. Expert Choice: Resultados globales (agregación de los expertos) para el ensayo 2011.....	201
Figura 30. Expert Choice: Análisis de sensibilidad para el ensayo 2011 con variación del peso de los criterios.....	202
Figura 31. Expert Choice: Análisis de sensibilidad para el ensayo 2012 madurez 1.....	204
Figura 32. Expert Choice: Análisis de sensibilidad para el ensayo 2012 madurez 1.....	204
Figura 33. Expert Choice: Resultados globales (agregación de los expertos) para el ensayo 2012 madurez 2.....	206
Figura 34. Expert Choice: Análisis de sensibilidad para el ensayo 2012 madurez 2.....	207

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evolución productiva en los últimos siglos de la variedad Bobal.....	9
Gráfica 2. Evolución del peso, azúcar y acidez durante la maduración	14
Gráfica 3. Resultados en % de Intensidad Colorante durante la maceración. Cosecha 2011 - 5 meses en botella.....	105
Gráfica 4. Resultados en % de Intensidad Colorante durante la maceración. Cosecha 2011 - 12 meses en botella.....	106
Gráfica 5. Resultados en % de IPT durante la maceración. Cosecha 2011 - 5 meses en botella.....	108
Gráfica 6. Resultados en % de IPT durante la maceración. Cosecha 2011 - 12 meses en botella	110
Gráfica 7. Resultados en % de Antocianos totales durante la maceración. cosecha 2011 - 5 meses en botella	112
Gráfica 8. Resultados en % de Antocianos totales durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella.....	113
Gráfica 9. Resultados en % de PVPP durante la maceración. cosecha 2011 - 5 meses en botella.....	115
Gráfica 10. Resultados en % de PVPP durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella.....	117
Gráfica 11. Resultados en % de Tan. Cond. Totales durante la maceración. cosecha 2011 - 5 meses en botella.....	119
Gráfica 12. Resultados en % de Tan. Cond. Totales durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella.....	120
Gráfica 13. Resultados en % de I. DMACH durante la maceración. cosecha 2011 - 5 meses en botella.....	123
Gráfica 14. Resultados en % de I. DMACH durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella	124
Gráfica 15. Resultados en % de I. Gelatina durante la maceración. Cosecha 2011 – 5 meses en botella.....	126
Gráfica 16. Resultados en % de I. Gelatina durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella.....	127
Gráfica 17. Resultados en % de mDP durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella.....	130
Gráfica 18. Resultados en % del porcentaje de galoilación durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella.....	132

Gráfica 19. Resultados en % de valores AMW durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella.....	133
Gráfica 20. Resultados IC durante la maceración. Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 1.....	135
Gráfica 21. Resultados IC durante la maceración. Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 2.....	136
Gráfica 22. Resultados IPT durante la maceración. Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 1	137
Gráfica 23. Resultados IPT durante la maceración. Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 2	139
Gráfica 24. Antocianos Totales durante la maceración, Resultados expresados en mg/l. Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 1	140
Gráfica 25. Antocianos Totales durante la maceración, Resultados expresados en mg/l. Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 2	142
Gráfica 26. Resultados en % de Intensidad Colorante durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella	144
Gráfica 27. Resultados en % de Intensidad Colorante durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella	146
Gráfica 28. Resultados en % de IPT durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella	148
Gráfica 29. Resultados en % de IPT durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella	149
Gráfica 30. Resultados en % de antocianos totales durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella	151
Gráfica 31. Resultados en % de antocianos totales durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella	152
Gráfica 32. Resultados en % de índice de Ionización durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella	154
Gráfica 33. Resultados en % de índice de Ionización durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella	156
Gráfica 34. Resultados en % de índice PVPP durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella	158
Gráfica 35. Resultados en % de índice PVPP durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella	159
Gráfica 36. Resultados en % de Taninos Condensados Totales durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella	161
Gráfica 37. Resultados en % de Taninos Condensados Totales durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella.....	163

Gráfica 38. Resultados en % del Índice DMACH durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella	165
Gráfica 39. Resultados en % del Índice DMACH durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella	167
Gráfica 40. Resultados en % del Índice de Gelatina durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella	169
Gráfica 41. Resultados en % del Índice de Gelatina durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella	170
Gráfica 42. Resultados en % de mDP durante la maceración. cosecha 2012 - 12 meses en botella	172
Gráfica 43. Resultados en % del porcentaje de galoilación durante la maceración. cosecha 2012 - 12 meses en botella	173
Gráfica 44. Resultados en % de valores AMW durante la maceración. cosecha 2012- 12 meses en botella	175

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Influencia del tiempo de maceración sobre los antocianos y el color del vino de Cabernet Sauvignon,	23
Tabla 2. Escala fundamental del AHP.....	67
Tabla 3. Índice de consistencia aleatorio 1.....	76
Tabla 4. Índice de consistencia aleatorio 2.....	76
Tabla 5. Índice de consistencia aleatorio 3.....	76
Tabla 6. Índice de consistencia aleatorio 4.....	77
Tabla 7. Valores medios de los parámetros del mosto en el año 2011.....	83
Tabla 8. Valores medios de los parámetros del mosto en el año 2012.....	83
Tabla 9. Condiciones de elución.....	97
Tabla 10. Rectas de calibrado y tiempos de retención (min) de los compuestos.....	98
Tabla 11. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los parámetros de análisis en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).....	101
Tabla 12. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los parámetros de análisis en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).....	102
Tabla 13. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011)	103
Tabla 14. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	103
Tabla 15. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011)	104
Tabla 16. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	105
Tabla 17. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del IPT en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).....	107
Tabla 18. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	107

Tabla 19. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del IPT en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011)....	108
Tabla 20. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	108
Tabla 21. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Antocianos totales en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).....	110
Tabla 22. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Antocianos totales en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	111
Tabla 23. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Antocianos totales en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).....	111
Tabla 24. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Antocianos totales en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	112
Tabla 25. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice PVPP en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).	113
Tabla 26. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice PVPP en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	114
Tabla 27. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice PVPP en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).	115
Tabla 28. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice PVPP en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	115
Tabla 29. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Taninos condensados Totales en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).	117
Tabla 30. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Taninos condensados Totales en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	117
Tabla 31. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Taninos condensados totales en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).	118

Tabla 32. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Tan. cond. Totales en las 3 variedades ensayadas a 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	119
Tabla 33. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice DMACH en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).	120
Tabla 34. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	121
Tabla 35. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice DMACH en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).	122
Tabla 36. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	123
Tabla 37. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del í. de Gelatina en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).	124
Tabla 38. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de I. Gelatina en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	125
Tabla 39. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del í. de Gelatina en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).	125
Tabla 40. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de I. Gelatina en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	126
Tabla 41. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de mDP en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011)....	128
Tabla 42. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de mDP en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	129
Tabla 43. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del % galoilación en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).	130
Tabla 44. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del % galoilación en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	131
Tabla 45. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de AMW en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011)....	132

Tabla 46. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de AMW en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	132
Tabla 47. Valores medios de la Intensidad Colorante durante la maceración “madurez 1” en los distintos métodos de maceración (cosecha 2012).....	134
Tabla 48. Valores medios de la Intensidad Colorante durante la maceración “madurez 2” en los distintos métodos de maceración (cosecha 2012).....	135
Tabla 49. Valores medios de la IPT durante la maceración “madurez 1” en los distintos métodos de maceración (cosecha 2012).	136
Tabla 50. Valores medios de la IPT durante la maceración “madurez 2” en los distintos métodos de maceración (cosecha 2012).....	137
Tabla 51. Valores medios de la Antocianos totales en mg/l durante la maceración “madurez 1” en los distintos métodos de vinificación (cosecha 2012).....	139
Tabla 52. Valores medios de la Antocianos totales en mg/l durante la maceración “madurez 1” en los distintos métodos de vinificación (cosecha 2012).....	140
Tabla 53. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).....	142
Tabla 54. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en los distintos métodos de vinificación a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	143
Tabla 55. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).....	144
Tabla 56. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en los distintos métodos de vinificación a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	144
Tabla 57. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).....	146
Tabla 58. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores IPT en los distintos métodos de vinificación a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	146
Tabla 59. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).....	147

Tabla 60. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores IPT en los distintos métodos de vinificación a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	148
Tabla 61. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Antocianos Totales en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).....	149
Tabla 62. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Antocianos totales en los distintos métodos de vinificación a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	150
Tabla 63. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Antocianos Totales en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).....	151
Tabla 64. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Antocianos totales en los distintos métodos de vinificación a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	151
Tabla 65. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice de ionización en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).	152
Tabla 66. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de índice de ionización en los distintos métodos de vinificación a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	153
Tabla 67. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice de ionización en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).	154
Tabla 68. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de índice de ionización en los distintos métodos de vinificación a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	154
Tabla 69. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice PVPP en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).	156
Tabla 70. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de índice PVPP en los distintos métodos de vinificación a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	156
Tabla 71. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice PVPP en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).	157

Tabla 72. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de índice PVPP en los distintos métodos de vinificación a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	158
Tabla 73. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Taninos Condensados en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).	159
Tabla 74. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Taninos Condensados Totales en los distintos métodos de vinificación a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	160
Tabla 75. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Taninos Condensados en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).	161
Tabla 76. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Taninos Condensados Totales en los distintos métodos de vinificación a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	161
Tabla 77. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice DMACH en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).	163
Tabla 78. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice DMACH en los distintos métodos de vinificación a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	164
Tabla 79. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice DMACH en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).	165
Tabla 80. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice DMACH en los distintos métodos de vinificación a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	165
Tabla 81. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice de gelatina en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).	167
Tabla 82. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice de Gelatina en los distintos métodos de vinificación a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	167
Tabla 83. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice de gelatina en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).	168

Tabla 84. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice de Gelatina en los distintos métodos de vinificación a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	169
Tabla 85. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de mDP en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).	170
Tabla 86. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de mDP en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	170
Tabla 87. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del % galoilación en las maduraciones ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).	171
Tabla 88. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del % galoilación en las maduraciones ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.	172
Tabla 89. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de AMW en los dos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012)..	173
Tabla 90. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de AMW en los dos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.....	173
Tabla 91. Modelo de ficha de cata utilizada para llevar a cabo el análisis sensorial de los vinos	176
Tabla 92. Expert Choice: Valoración global de los expertos para cada uno de los tres vinos en comparación con la suma ponderada de sus puntuaciones para cada criterio. Vinos 2011	199
Tabla 93. Expert Choice: Valoración global de los expertos para cada uno de los tres vinos en comparación con la suma ponderada de sus puntuaciones para cada criterio. Vinos 2012, madurez 1	202
Tabla 94. Expert Choice: Valoración global de los expertos para cada uno de los tres vinos en comparación con la suma ponderada de sus puntuaciones para cada criterio. Vinos 2012, madurez 2	204

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace ya varios años y muy especialmente con la entrada en Europa, España busca fortalecer sus viñedos sin ceder a la moda de variedades internacionales. Su objetivo es destacar en términos de calidad, no de cantidad tal y como ha venido sucediendo en el último siglo XX.

Por otra parte el volumen de vino consumido en España está descendiendo paulatinamente año tras año, los consumidores compran menos vino, si bien el mercado es cada vez más exigente y busca de vinos originales y con personalidad.

La Comunidad Valenciana es un ejemplo de una región que busca impulsar sus vinos a través de variedades de uva inusuales en los mercados internacionales como la monastrell, la moscatel de Alejandría y muy especialmente la Bobal, autóctona de la provincia de Valencia donde se encuentra la mayor parte de viñedos de esta variedad en todo el planeta.

El futuro de esta variedad es prometedor, si bien todavía tiene un largo camino por recorrer para llegar a generalizarse en los vinos de calidad debido a que sus vinos están marcados por taninos duros, amargos y alta acidez.

Son muchos los estudios y líneas de investigación que se han abierto entorno a todas las variedades de uva de renombre internacional, si bien en la variedad Bobal al ser una variedad local dista mucho de todas ellas y apenas se encuentran publicaciones y desarrollos de investigación al respecto.

En el Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IIAD) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), se ha estudiado el impacto de los sistemas de maceración y su influencia en las características enológicas del vino de Bobal para mejorar las deficiencias que aparecen en los vinos de esta variedad. Esta tesis recoge los resultados de tales estudios, estructurada en varios bloques, donde inicialmente, se explicará el contexto del estudio para entender el motivo del trabajo a

través de una revisión de la bibliografía sobre las características propias de esta variedad de uva y su particularidad como especie. En segundo lugar, se estudiará la metodología que se implantó para el desarrollo de la investigación, y como ayudó a lograr los resultados que serán analizados en laboratorio en un tercer tiempo. Por último, el análisis sensorial del vino evaluando los resultados mediante la técnica de multicriterio, la cual se presenta como una herramienta muy útil para la evaluación de los resultados de este tipo de análisis.

A continuación se muestran las características propias de esta variedad mediante una revisión bibliográfica amplia que describe tanto las características del fruto como de la zona donde se encuentra ubicada.

1.1. LA VARIEDAD BOBAL EN ESPAÑA

La variedad Bobal es una variedad autóctona española, está clasificada dentro de la familia de las Vitaceas, género *Vitis*, especie *V. vinifera* y variedad Bobal. A pesar de ser una desconocida en el panorama vitícola internacional, es la segunda variedad más importante de las variedades tintas españolas, tanto en vino producido, como en superficie plantada, actualmente existen entorno a las 100.000 hectáreas de esta variedad.

Su origen se sitúa en el altiplano del interior de la provincia de Valencia y es donde aún se conserva la mayor concentración y principal zona de cultivo de esta variedad, aunque existe en toda España en pequeñas cantidades, su cultivo está muy poco extendido y casi toda la superficie plantada se encuentra en la comarca de la Plana de Utiel y las zonas aledañas de la Manchuela, de las provincias vecinas de Albacete y Cuenca (Méndez, 2005).

1.2. CARACTERISITICAS DE LA VARIEDAD BOBAL

1.2.1. Descripción de la variedad.

El racimo de esta variedad es de tamaño mediano, bastante apretado y con hombros irregulares. Los granos son de tamaño mediano (10 a15 mm), color negro intenso, con pruina, hollejo medio y pulpa incolora y carnosa.



Figura 1: Racimos de la variedad Bobal

Esta variedad está considerada por algunos autores como una cepa rústica (Haba *et al.*, 1995) y con una fertilidad media-alta. En el altiplano del interior de Valencia, inicia su brotación a mediados de abril, y el envero se produce a mediados de agosto (Haba *et al.*, 1992). La época de recogida de la vendimia suele llevarse a cabo a finales de septiembre y principios de octubre.

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. (Sánchez, 2008)

1.3. PERSPECTIVA HISTÓRICA Y SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO VITIVINÍCOLA DE LA VARIEDAD BOBAL

1.3.1. PERSPECTIVA HISTÓRICA

En Requena la producción de vino en 1752 era de 3.756 hectólitros con 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 impresionante desarrollo del cultivo de la vid entre 1752 y 1850 se debe 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 (Sánchez, 2008).

La crisis de la producción francesa por el Oidium (1852-1860) que determinó una espectacular demanda de vinos catalanes y valencianos, permitió que los del interior de la provincia de Valencia fueran conocidos por los comerciantes del Midi-Francés, quienes pronto descubrieron sus peculiares propiedades de color y sabor, ideales para el coupage con otros vinos a los que añadían grado y color. 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 datos de 1752, donde apenas 100 años antes se producía 9,8 hL/ha. (Sanchez, 2008)

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 es una variedad capaz de aumentar su producción cuando sus condiciones de cultivo son óptimas, y a la riqueza de los suelos de cultivo, ya que esta había dejado de ser cultivada en terrenos más severos, y pobres (Sanchez, 2008)

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 alambre. 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 (Ruanet, 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, sí 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 (Sánchez, 2008), algo que genera unos vinos de menor calidad.

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).

1.3.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO VITIVINÍCOLA

España es uno de los principales productores en el mercado mundial del vino. Como país, España está dentro del grupo de los productores tradicionales, grandes exportadores, pero con un consumo nacional decreciente, aunque con un crecimiento notable de las exportaciones, superior incluso al de nuestros principales competidores. Por todo ello, España es un actor principal en un mercado que crece a nivel mundial.

Si bien a finales del siglo XX los excedentes estaban poniendo en apuros a la viticultura española. Esta crisis se debía al aumento de plantaciones de los llamados países del nuevo mundo, y sobre todo a la bajada de consumo de vino en España con menos de la mitad de consumo por habitante que hace treinta años, y las previsiones no son mejores para los próximos años, con un descenso previsto de un 5% para los más optimistas (Sánchez, 2008). Sin embargo el consumo mundial de vino se está incrementando paulatinamente año tras año. Este aumento es debido a la creciente globalización de costumbres y la aproximación del mundo anglosajón al vino. Aunque todavía países como Francia, Italia o España sean los grandes consumidores de vino en el mundo, la tendencia en todos ellos ha sido a disminuir, aunque esta disminución se ha compensado con el crecimiento experimentado en otros países (Aleixandre, 2012).

En definitiva se puede deducir que hay varios países productores, que producen mucho vino, con tendencia a generar excedentes, que imponen una creciente presión sobre los precios, con crecimientos muy importantes de nuevos competidores, entrando sobre todo en países anglosajones, nórdicos y asiáticos, no productores de vinos. Todo esto obliga a cualquier bodega española a plantearse con mucho cuidado cuáles son sus mercados objetivos y cuáles pueden ser sus líneas comerciales de mayor crecimiento potencial, en función de su propia capacidad competitiva (Aleixandre, 2012)

La visión tradicional de la agricultura en España, centrada más en la producción del vino que en su venta, está cambiando. El mercado del vino español se dirige hacia la exportación, algo que está provocando un renovado impulso en el sector comercializador español. Un impulso donde empieza a cobrar importancia, además de la calidad del vino, el marketing, los departamentos comerciales, la preocupación por internacionalizarse y un renovado esfuerzo inversor en la distribución del producto. En definitiva, cabe destacar que el reto como país productor, y para las bodegas que aspiran a seguir creciendo a título individual, está en adaptarse a las nuevas exigencias del mercado.

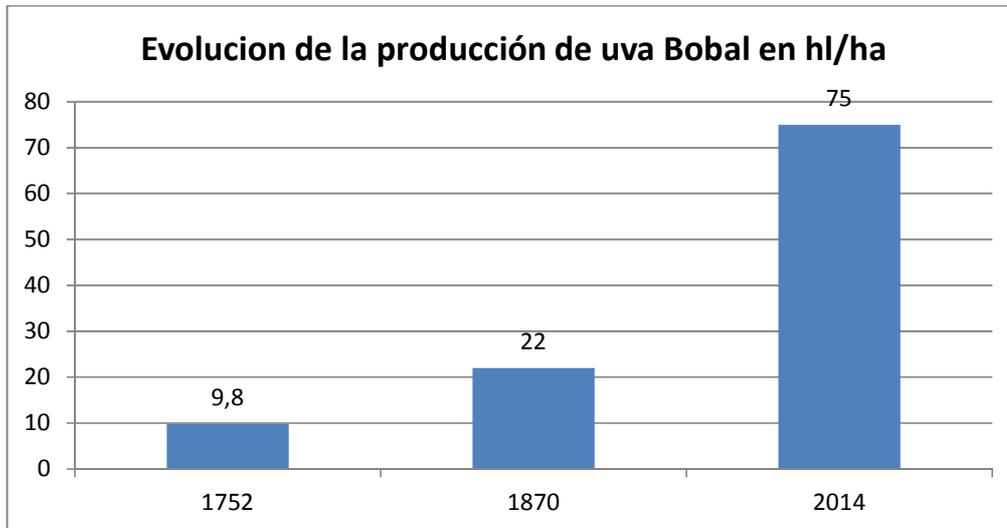
1.4. JUSTIFICACION DEL TRABAJO

Actualmente el mercado de vino demanda vinos cada vez de mayor calidad, el consumo de vino ha disminuido en general, pero no así el consumo de vino de calidad que contrariamente se ha mantenido y aumentado. Por ello es necesario que la elaboración de vinos responda a esta esta demanda de los consumidores aportando vinos de mayor calidad.

Si bien la vinificación de la Bobal se ha dedicado tradicionalmente a la producción de mostos mejorantes de otros vinos faltos de cuerpo, color y graduación, debido a la gran cantidad de materia colorante que aporta esta uva siendo una variedad tinta de alta coloración tal y como se comenta en el apartado anterior.

Esta demanda sostenida en el tiempo ha producido que durante los últimos 2 siglos la variedad Bobal haya sufrido una selección varietal hacia clones muy productivos y vigorosos, algo que ha hecho aumentar la producción por planta en detrimento de la calidad. Es por ello que con esta evolución haya autores que califiquen a esta variedad como una cepa rústica (Haba *et al.*1995)

Prueba de la evolución productiva en los últimos siglos, tal y como se ha comentado anteriormente, el cultivo de Bobal se encuentra documentado que en 1752 producía 9,8 hL/ha, un siglo más tarde ya en 1870, cuando la vid pasa a ocupar suelos más fértiles llega a alcanzar un rendimiento de 22 hL/ha, relativamente alto y más cuando en el resto de España a principios del siglo XX tenía el viñedo tenía una media productiva inferior a 15 hL/ha. Actualmente, con nuevas formas de cultivo, nueva tecnología y mecanización de las plantaciones, la productividad ha alcanzado los 75 hL/ha.



Gráfica 1: Evolución productiva en los últimos siglos de la variedad Bobal

Fuente: Elaboración propia

Toda esta dinámica productiva se ve modificada con la entrada en la Unión Europea y la aplicación del reglamento 822/87, donde se prohíben las mezclas entre vinos blancos y tintos, algo que afecta seriamente a la variedad Bobal ya que hasta la fecha ese era y sigue siendo uno de los destinos principales de los vinos producidos con esta uva. Esta prohibición unida a la plantación de otras variedades tintas en España, y la actual crisis de consumo existente generó una menor demanda de vinos de Bobal, ello llevó a las bodegas a tener que modificar los métodos clásicos de vinificación por otros sistemas que ofrezcan vinos más equilibrados con menos carga tánica y menor amargor.

Estos cambios producidos en estos últimos años han dado lugar a vinos de mayor calidad y originando un aumento de la comercialización del vino embotellado con resultados muy interesantes con caldos con bastante frutalidad y muy equilibrados que tienen una gran calidad frente a los obtenidos hace un par de décadas atrás. Pero en realidad la Bobal no es una uva fácil, si bien los vinos que ahora se producen de ella se obtienen por medio de los métodos internacionales de elaboración tan convencionales como la sobre-extracción, la sobremaduración y el abuso del roble, pero en líneas generales estos vinos no suelen estar a la altura de calidad que en otras zonas productoras de España.

Para mejorar la calidad de estos vinos, el completo conocimiento del proceso productivo se convierte en un factor fundamental y de gran importancia sobre el que hay que actuar para conseguir la máxima calidad de los vinos elaborados. Entender perfectamente el funcionamiento de las reacciones que se producen en el vino durante su elaboración y crianza, controlar y definir los parámetros que intervienen en la aplicación de distintas técnicas enológicas, y por último, un mejor conocimiento de la composición de los vinos, ayudarán, sin duda a poder elaborar este tipo de vinos adaptados a las nuevas exigencias del mercado actual.

Hasta la fecha, las líneas de investigaciones de mejora de los vinos con esta variedad se han centrado en el estudio del tipo de cultivo ideal para la obtención de una uva de calidad, tanto con técnicas tradicionales así como técnicas de última generación, adaptándolas a las diferentes particularidades del suelo, del clima y de la variedad (Zamora, 2003). La elaboración de este tipo de vinos no resulta sencilla adaptarla a la demanda del mercado actual que demanda vinos de gran potencial y elevada concentración tánica, pero que no resulten excesivamente astringentes ni amargos, ya que siendo imprescindible una aceptable madurez polifenólica de las uvas, habría que adaptar las prácticas de vinificación para limitar al máximo la extracción de compuestos astringentes.

Esta adaptación de las técnicas se han llevado a cabo para muchas variedades globalmente conocidas fruto de trabajos de investigación de los diferentes institutos enológicos, si bien concretamente para la variedad Bobal no existe una investigación tan profunda como para el resto de variedades, siendo en esta parte donde se encuentra un mayor campo de estudio aun por explorar. El sistema utilizado de vinificación es una de las decisiones más importantes a la hora de la definición de un vino ya que las técnicas de vinificación ejercen una gran influencia en la extracción de los componentes de las uvas, afectando a la concentración y composición de los vinos (Gómez-Minguez y Heredia, 2004)

Por ello, y teniendo como punto de partida investigaciones anteriores sobre el óptimo cultivo de la uva Bobal, se pretende continuar este estudio profundizando en el siguiente eslabón de la cadena: las técnicas de vinificación que mejoren la calidad de los vinos de Bobal.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

2. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS SOBRE LA ELABORACIÓN DE VINOS DE BOBAL

Previo al inicio de la investigación centrada en los procesos de vinificación es necesario entender bien el origen de la calidad del vino, por ello es necesaria una revisión desde el inicio de todos aquellos factores que afectan a la calidad del producto final con el fin de conocer cuáles son los parámetros en lo que se debe concentrar la investigación.

2.1. LA MADUREZ FENÓLICA FRENTE A LA MADUREZ INDUSTRIAL, INFLUENCIA EN LA COMPOSICIÓN DEL VINO.

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 de la uva y que se configuran como sus precursores (Mínguez, 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 (Peynaud, 1996).

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 el momento óptimo de la recolección del fruto (Brenon, 2005).

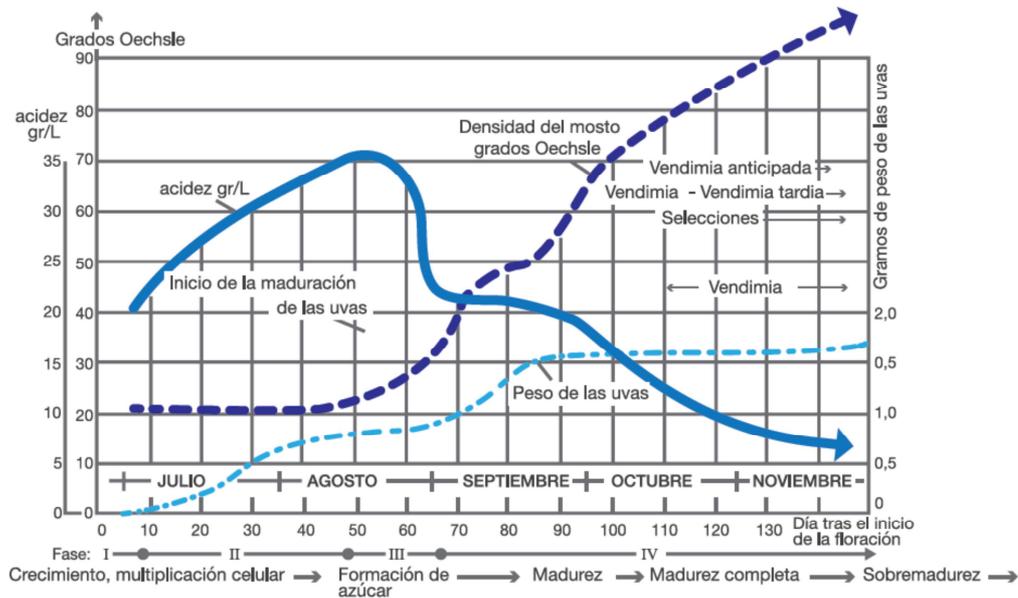
2.2. ÍNDICES DE MADUREZ

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 *et al.*, (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.

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 recolección.

Los índices de maduración químicos tradicionales se basan en la determinación analítica de los compuestos más característicos que aumentan o disminuyen durante el proceso de maduración de la uva, siendo entre ellos los más significativos y fáciles de medir, la riqueza en azúcares y la concentración de ácidos. Generalmente, estos contenidos forman parte de fórmulas empíricas, que calculadas de forma periódica durante la última fase de la maduración, determinan la evolución del índice correspondiente y pueden llegar a definir el estado óptimo de maduración industrial de la vendimia (Busse, 2013).



Gráfica 2. Evolución del peso, azúcar y acidez durante la maduración (G.Troost).

Sin embargo, tal y como señala Saint-Cricq *et al.* (1998) 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 de maduración.

Brenon *et al.* (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. Si bien en la práctica los criterios tradicionales a la hora de decidir el momento óptimo de vendimia son, fundamentalmente, el peso medio del grano, el contenido en azúcar del mosto y el pH.

2.3. EL DESARROLLO DE LA UVA

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

- 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 (Hardie *et al.*, 1996).
- 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. 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 (Peynaud, 1996).
- La maduración: comprende desde el envero al estado de madurez. La uva continúa engordando desarrollando su pulpa, acumula azúcar y pierde acidez. 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).
- 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 (Fougère-Rifot *et al.*, 1997).

Las influencias climáticas, aún alterando los diferentes parámetros, no alteran la tónica general de los 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).

2.3.1. Cambios de la uva durante la maduración

2.3.1.1. 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. 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). 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. (Rodríguez, 2000). Asimismo se produce un aumento de porcentaje de pulpa (Conde *et al.*, 2007). La pulpa de la uva tiene su origen en la transformación progresiva de la mayoría de las células de la pared capilar. 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 (Coombe *et al.*, 2000).

2.3.1.2. 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 *et al.*, 2005).

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 (Conde *et al.*, 2007).

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 (Palacios *et al.*, 1983). El ácido ascórbico aumenta durante la maduración, y sólo son detectadas cantidades de 0.01-0.05%.

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 *et al.*, (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 *et al.* (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 moles por día y por baya (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 *et al.*, 1982).

En resumen, la mayoría de todos los 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.

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

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 (Fanzone, 2012).

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 (Priour *et al.*, 1994; Souquet *et al.*, 1996).

Saint-Cricq *et al.* (1998) hablan de que en la maduración existe un fenómeno de degradación parietal que influye la cohesión de las paredes de las células, permitiendo así la huida del contenido vacuolar, es decir, una liberación de antocianos.

Los taninos de las pepitas, tienen la particularidad de polimerizarse al paso de la maduración, siendo más flexibles y menos agresivos. 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 (Sánchez, 2008).

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 *et al.*, 1998; Díaz Plaza *et al.*, 2000).

2.4. INFLUENCIA DE LA MACERACIÓN EN LA COMPOSICIÓN DE LOS VINOS

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)

La maceración es de una importancia primordial porque permite diferenciar un vino blanco de un vino tinto (Hidalgo-Togores, 2003) y representa un medio simple para dar una personalización al vino (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004). Es responsable del conjunto de las características visuales, olfativas y gustativas que diferencia estos 2 vinos debido a que es en esta etapa en la que se produce la extracción de cada una de las categorías de polifenoles contenidos en la fracción sólida del racimo, hacia el vino (Di Stefano y Flamimi, 2008).

Este proceso de maceración está considerado como el más importante de la vinificación de tintos y que habitualmente es realizada junto con la fermentación, extrayéndose inicialmente antocianos, y de forma progresiva taninos, a medida que aumenta el contenido alcohólico del vino. Los polifenoles, taninos, antocianos y sus combinaciones, son los responsables del color de los vinos tintos y el soporte de sus características organolépticas. Durante la etapa de maceración de los vinos tintos es cuando se deben ajustar las proporciones relativas de antocianos y taninos, a fin de obtener una buena evolución del contenido polifenólico en el curso de la crianza (Glories, 1984; Glories y Galvin, 1990).

La regulación del proceso de maceración en cuanto a temperaturas, tiempo e intensidad de la maceración, va a condicionar el tipo de vino a obtener. Es por ello que este proceso es el más importante en la vinificación y determinante en la composición, tipo y características organolépticas del vino. Es el punto más decisivo en la intervención durante la elaboración, por lo que el esfuerzo de investigación de este trabajo se decidió centrarlo en esta fase.

2.5. PRINCIPIOS DE LA MACERACIÓN DURANTE LA VINIFICACIÓN EN TINTO

La maceración sigue varios principios que son expuestos seguidamente:

Extracción y disolución.

Los compuestos responsables del color son localizados en las células de la piel, así el objetivo de la vinificación en tinto es abrir una vía de paso a través de la pulpa ya que a través de la pruina no se puede realizar ninguna extracción (Granès *et al.*, 2007). De esta manera los constituyentes de las vacuolas de las células de las partes sólidas del orujo podrán pasar en la fase líquida. La disolución depende de la naturaleza de la variedad y del estado de maduración de las uvas (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004).

Primero son extraídas las sustancias contenidas bajo forma libre en las vacuolas, luego las combinadas con otras estructuras celulares. Para que estos fenómenos sean efectivos, es importante que los tejidos sean anteriormente degradados. La maceración es regida por la ley de Fick; la velocidad de extracción es directamente proporcional a la magnitud del gradiente, e inversamente proporcional a su resistencia (Hidalgo Togores, 2002).

Difusión en el mosto de los compuestos extraídos.

La disolución se efectúa entre el orujo y el mosto que lo impregna, el cual es saturado rápidamente de constituyentes extraídos produciéndose la parada de los intercambios. La continuidad de la disolución de compuestos está sometida a la difusión de estas sustancias en el mosto, esta dinámica está asegurada esencialmente por la renovación del líquido. Cuanto mayor es el volumen de mosto renovado, más susceptible es de acoger nuevos compuestos de la baya que pasan a la solución.

La difusión está condicionada por las diferentes operaciones mecánicas que se llevan a cabo sobre el orujo durante el proceso de maceración (remontados o bazuqueos) (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004), pero estas técnicas pueden dar lugar a resultados bien diferenciados extrayendo de una manera más o menos marcada los componentes que favorecen las notas vegetales y enmascaran la fruta. Además, a

corto plazo, pueden aumentar la turbidez y la cantidad de heces. Esto es importante en lo que afecta al color ya que partículas adsorbentes, reactivadas con oxígeno, y núcleos de precipitaciones son generados en cantidades importantes. Por consiguiente la elección de las técnicas de maceración son de una importancia primordial para la calidad del vino (Granès *et al.*, 2007)

Modificación de las sustancias extraídas (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004).

Tal y como se ha comentado anteriormente, los compuestos pueden oxidarse y/o combinarse entre ellos o con polisacáridos, por lo que el tipo y la cantidad de sustancias extraídas se puede ver modificado en función de la gestión por parte del enólogo de las técnicas de maceración (Hidalgo Togores, 2002).

2.6. FACTORES QUE AFECTAN A LA EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS DURANTE LA MACERACIÓN

Grado de madurez de la uva

La composición de los vinos depende de la concentración de la uva y de su estado de madurez. Si la madurez de la uva no es muy elevada, y la concentración de taninos en las pepitas es alta, la extracción de taninos puede ser muy elevada, presentando los vinos una excesiva astringencia (Aleixandre, 2012).

Tiempo de maceración

No existe un tiempo establecido en enología para establecer la duración de la maceración, si bien sí que existen criterios y conocimientos que nos acercan cada día más al establecimiento de este tiempo y estandarizar el proceso a nivel global. Para la elaboración de vinos de calidad, con independencia de que como punto de partida es importante conocer los procesos estandarizados de elaboración, es necesario conseguir adaptar las técnicas a la variedad de uva, así como a las características del producto final deseado.

Es por ello que unas de las variables a controlar de una manera escrupulosa es el tiempo de maceración, ello implica encontrar el punto de equilibrio que nos permita obtener un vino con los mejores perfiles sensoriales. Este punto no es fácil de conseguir, puesto que los mismos factores que favorecen también la cesión de otras

sustancias agradables pueden favorecer la de otras amargas o astringentes (Vila, 2002).

Las maceraciones cortas conducen a vinos ligeros, con poca cantidad de polifenoles y bajo grado de condensación, es decir poco estables en el tiempo. Cuando el tiempo de maceración se prolonga, es posible extraer taninos más condensados que confieren al vino su estructura y mediante combinación con los antocianos dan lugar a formas más estables en el tiempo.

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).

Tabla 1: Influencia del tiempo de maceración sobre los antocianos y el color del vino de Cabernet Sauvignon, según Dournel (2005).

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

Los taninos y los antocianos presentan tiempos de extracción diferentes. Los antocianos son extraídos rápidamente, alcanzando una concentración máxima los primeros días, degradándose después lentamente, mientras que los taninos son extraídos con un tiempo de latencia, por lo que va aumentando su concentración progresivamente con el tiempo de contacto. Las procianidinas se difunden más rápidamente que los taninos del ácido gálico, y el grado de polimerización medio de los taninos presentes en el mosto aumenta con el tiempo de maceración. Los estudios realizados por Vila *et al.* en 2002 ponen de manifiesto que durante las primeras fases de maceración se extraen taninos de hollejos, ricos en prodelfinidinas 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.

Hay que tener en cuenta que prolongar el tiempo de 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. 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.

Por otro lado la extracción de los taninos de las semillas es máxima en presencia de sulfuroso, de alcohol y de alta temperatura, ya que durante la fermentación en vinificaciones en tinto, el sulfuroso destruye las membranas de las células. Son necesarias unas condiciones de vinificación que aumenten la riqueza en antocianos y en procianidinas de tamaño pequeño, para obtener un vino de color importante y estable en el tiempo. Parece que los tiempos de maceración relativamente cortos permiten cumplir estas condiciones (Aleixandre, 2012).

En la práctica, 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) esto es fruto

de la estandarización de los procesos industriales que se han alejado de la búsqueda de la tipicidad del fruto, tal y como comentamos anteriormente, por lo que sería conveniente que el enólogo desarrollara este proceso adaptándolo a su propio manejo de la vinificación y al fruto a fermentar, de manera que la originalidad en los vinos no se perdiera por un proceso excesivamente estandarizado.

Temperatura de maceración

El parámetro de la temperatura es junto con el tiempo de maceración los dos factores más importantes a tener en cuenta dentro de la vinificación en tinto, ya que con temperaturas extremas la fermentación se puede detener, tanto con calor como con frío. La temperatura de fermentación es un parámetro que influye decisivamente en la calidad aromática. A temperaturas bajas se producen menos alcoholes y más esteres y se pierde menos aroma varietal durante la fermentación (Otín, 2006)

Son numerosas las investigaciones llevadas a cabo para conocer la influencia de la temperatura sobre la fracción volátil de los vinos, especialmente en vinos blancos donde las maceraciones llevadas en frío aportan resultados muy interesantes y toda la comunidad científica aboga por un tratamiento a baja temperatura para mantener el carácter frutal en blancos, si bien para vinos tintos no existe un consenso sobre la temperatura adecuada debido a que se están produciendo tanto maceraciones en frío como en caliente con muy buenos resultados ambas, por lo que la utilización del rango de temperaturas a emplear durante el proceso de vinificación va a venir definido por el diseño del producto final que se desea obtener, junto con las características fisiológicas de la variedad de uva que se está vinificando.

La presencia de etanol

La presencia de alcohol en el medio de fermentación también influye en la capacidad de disolución de los compuestos existentes en el vino, tal es el caso de los 2 tipos de taninos más habituales, los de los hollejos y los de las semillas los cuales en función de la cantidad de etanol tienen una 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 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 *et al.*, 1998).

2.7. TÉCNICAS DE MACERACIÓN EMPLEADAS EN LA ELABORACIÓN DE VINOS TINTOS.

Los polifenoles, taninos, antocianos y sus combinaciones, son los responsables del color de los vinos tintos y el soporte de sus características organolépticas. Los vinos tintos son vinos de maceración y es durante esta etapa cuando se deben ajustar las proporciones relativas de antocianos y taninos, a fin de obtener una buena evolución del contenido polifenólico en el curso de la crianza (Glories y Galvin, 1990, Cassasa, *et al.*, 2014).

Son muchas las técnicas de maceración que existen en el proceso de elaboración y del manejo de la vinificación y en continua evolución donde se proponen nuevas soluciones a partir del manejo de variables bien documentadas como el tiempo de encubado (Vila *et al.*, 2002), la temperatura (Reynolds *et al.*, 2001), el número, intensidad y automatización de los remontados (Cola Grande, 1981), la aplicación de delèstages (ZoeCklein *et al.*, 2003, Zamora, 2005), la cantidad de semillas presentes (Catania *et al.*, 2003), la presencia y estado de lignificación del escobajo (Ribéreau-Gayon, 1998, Catania *et al.*, 2003), el uso de equipos tecnológicos tales como sistemas de automaceración (del Monte *et al.*, 2003), y la flash-détente (Morel-Salmi *et al.*, 2006), o la aplicación de diferentes técnicas de maceración: maceración prefermentativa en frío o cold-soaking (Parley, 1997, Álvarez *et al.*, 2005, Gómez-Mínguez *et al.* 2006), maceración postfermentativa en caliente (Gervaux, 1993), maceración sulfítica (Olivieri y SalGues, 1981), maceración carbónica (Dubois *et al.*, 1977, du Cruet *et al.*, 1983), extracción diferida de antocianos (Bosso *et al.* 2004), etc.

Actualmente, no hay suficientes experiencias en el ámbito local que permitan recomendar de manera fiable la aplicación de una técnica particular para una determinada variedad, si bien los principales métodos que se están llevando a cabo a nivel local en la maceración de la uva Bobal son los siguientes:

2.7.1. Técnicas de maceración prefermentativas

Las técnicas de maceración prefermentativas se pueden definir como una maceración en ausencia de alcohol durante un tiempo tal que permita la difusión selectiva de compuestos hidrosolubles de la uva: pigmentos, aromas, polisacáridos, taninos, etc. (Delteil *et al.* 2004)

2.7.1.1. Maceración prefermentativa en frío (MPF)

La maceración prefermentativa en frío ha sido utilizada inicialmente para aumentar la concentración de compuestos volátiles del mosto (Okubo *et al.*, 2003; Zamora, 2004) . Esta técnica consiste en alargar la fase prefermentativa de la maceración con el propósito de incrementar la extracción de compuestos polifenólicos en la fase acuosa, al mismo tiempo que se retrasa la formación del sombrero, logrando así un mayor contacto entre los hollejos y el mosto. De este modo se favorece la extracción de las moléculas fácilmente solubles en ausencia de etanol, como son antocianos y taninos de bajo peso molecular, favoreciéndose al mismo tiempo las combinaciones entre ellos y dando lugar a una mejor estabilidad del color.

Durante la maceración prefermentativa tiene lugar la extracción lenta pero progresiva de los compuestos fenólicos, quizás debido a que ésta facilita un íntimo y prolongado contacto entre hollejos y mosto, que durante la fermentación se ve dificultado por la formación del sombrero, y también a la desorganización de las membranas celulares que se produce por la acción de las enzimas de la uva durante la fase prefermentativa, mayor cuanto más baja sea la temperatura inicial a que se someta la vendimia, consiguiendo mediante el enfriamiento con nieve carbónica aunar la ralentización del proceso fermentativo y la desnaturalización y rotura de las células de los hollejos, por congelación de sus líquidos intracelulares, ejerciendo un efecto drástico sobre los hollejos, desnaturalizando membranas y facilitando la salida de compuestos aromáticos y fenólicos, lo que permite reducir la extracción en presencia de elevadas cantidades de alcohol, y por tanto minimizar el riesgo de extracción de compuestos indeseables de las pepitas (Álvarez *et al.*, 2005).

Esta técnica se está empezando a utilizar recientemente en Bobal por algunas bodegas más innovadoras, si bien no existe una experiencia dilatada que pueda asegurar que es una técnica adecuada para esta variedad ya que estudios realizados en la elaboración de vino tinto con este proceso se han observado resultados contradictorios (Aleixandre, 2012).

2.7.1.2. El proceso cryo-flash

Este proceso, desarrollado en 2003 por la empresa Imeca consiste en refrigerar hasta llegar a una incipiente congelación (-2,5 °C a -3 °C) las capas celulares de la hipodermis pelicular de las bayas con el fin de desestructurar la aparición de microcristales de hielo intracelular.

En un primer momento se drena la vendimia despalillada, a fin de mantener el 60% de jugo en presencia de las partes sólidas. Estos se sumergen continuamente en dos baños sucesivos de mosto frío.

Las películas son ricas en compuestos precursores de aromas varietales y compuestos polifenólicos. La desestructuración provocada por los microcristales de hielo por el efecto de aumentar su difusión en el jugo, compuestos de pequeño tamaño, tales como compuestos odorantes o sus precursores (Crespy y Bessièrre, 2005; Bessièrre *et al.*, 2005). esta difusión es más significativa que la observada en una muestra del testigo de vendimia, no tratado con frío y macerado. Sin embargo, las observaciones realizadas con microscopio electrónico muestran que las membranas pecto-celulósicas de las células parecen guardar su integridad después del tratamiento, mientras que la masa de los constituyentes polifenólicos prácticamente han desaparecido. Estas observaciones apoyan la hipótesis de una degradación parcial de las paredes celulares, que tiende a hacerlos más permeables a algunas moléculas (Razungles, 2006)

Sin embargo, los compuestos polifenólicos no se encuentran íntegramente en el jugo, y permanecen atrapados en gran medida en las partes sólidas. Por ello una maceración posterior al cryoflash es necesaria para terminar su extracción: los orujos

empleados en el tratamiento son encubados en presencia de su zumo inicial y sufren una maceración tradicional. El procedimiento cryo-flash parece particularmente atractivo porque el frío, contrariamente al calor, respeta la integridad de la inmensa mayoría de los constituyentes de la calidad que se encontrarán en el futuro vino (Razungles, 2006)

2.7.1.3. Maceración prefermentativa en caliente (MPC)

La temperatura aplicada a la vendimia puede facilitar el aumento de la extracción de polifenoles (Razungles, 2006). En Borgoña, debido a la baja disponibilidad de cesión de la materia colorante de la Pinot Noir, se realizaba el calentamiento de la vendimia previo al encubado a una temperatura media de 35°C.

Como su propio nombre indica esta operación consiste en calentar la vendimia despalillada y estrujada antes de su encubado a una temperatura de 35-40°C durante 12 a 24 horas (Razungles, 2006) lo que permite una mejor extracción del polifenoles, un aumento del color, y evitar la oxidación (Hidalgo Togores, 2002). Pero paradójicamente en estas condiciones de temperatura entre 35-40 °C es muy favorable para la oxidación enzimática. Esta oxidación tiene la particularidad de destruir el color, por lo que la ventaja que puede aportar este método puede verse reducida a la nada si entran en procesos de oxidación enzimática (Razungles, 2006)

Otra técnica de maceración prefermentativa en caliente consiste en aplicar una temperatura de 70 °C durante diez horas. Los efectos esperados son destrucción de alquil methoxypyrazines una suavidad asociada con una reconstrucción estructuras tánicas, hidrólisis de glucósidos de aromas, que mejoran las características del futuro vino (Razungles, 2006) Esta técnica se utilizaba en la elaboración de la variedad Bobal para la elaboración de mostos tintos muy concentrados que se dedicaban como mejorantes de otros vinos en zonas frías donde sus vinos carecían de estructura. Si bien esta técnica ha caído de desuso debido a que no ofrece vinos de calidad.

2.7.2. Técnicas de maceración durante la fermentación

La maceración implica no sólo la extracción de los compuestos fenólicos sino la de los polisacáridos, las proteínas y los péptidos procedentes de las paredes celulares de las uvas. Al realizar la maceración una vez la fermentación ha comenzado los orujos suben a la superficie a causa del impulso de los gases formando una masa flotante en la superficie del mosto, conocida como sombrero, lo cual provoca una desecación de las pieles que favorece el acetificación suponiendo el aumento de la acidez volátil, y una menor cesión de los compuestos fenólicos en el mosto (Alessandro, 2005). En la gestión del sombrero es de vital importancia mantenerlo húmedo para evitar el desarrollo de bacterias termófilas, levaduras o mohos que no toleran el alcohol. Es la gestión del sombrero lo que va a definir la distinta tecnología y técnicas de vinificación, que al final influirán en el resultado final del vino obtenido. Las distintas formas de vinificar el sombrero definirán también el diseño de los depósitos de fermentación, a continuación se exponen las técnicas más utilizadas en la elaboración de vinos de Bobal.

2.7.2.1. Remontado

El sistema funciona con la ayuda de una bomba que reenvía el mosto de la parte inferior hacia el lado superior de la cuba para regar el sombrero de orujo y romperlo (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004). Es una operación repetitiva y larga. Existen diferentes protocolos de remontado que varían en duración, en volumen vuelto a montar y en frecuencia lo que engendra una variabilidad de extracción con arreglo a los diferentes compuestos, no obstante el principio general es idéntico (Razungles, 2006).

Se pretende con esta operación lograr un mejor equilibrio de las temperaturas, tan diferentes entre la elevada del sombrero y la más baja de la masa líquida. También se pretende con el remontado el favorecimiento del desarrollo numérico de las levaduras. El mejor momento para efectuarlo es al segundo día del comienzo de la actividad fermentativa. Si se realiza antes es casi inútil dado que la masa contiene todavía suficiente aire derivado de las mismas operaciones del estrujado; si se realiza después hay ya presente en la masa fermentante un nivel sensible de alcohol desarrollado que

inhibe la fase reproductiva de las levaduras obstaculizando la utilización de los beneficios derivados de la introducción de oxígeno con el mencionado remontado. (De Rosa, 1988). Con esta práctica así efectuada se obtiene más fácil un agotamiento de los azúcares del mosto. Y, finalmente, dos aspectos adicionales que hay que abonarle al remontado son los equilibrios tanto en la concentración alcohólica como en la distribución del SO₂ en la masa líquida. La extracción de los taninos contenidos en las pepitas es debida a remontados más intensos al final de la fermentación alcohólica cuando la tasa de alcohol es más elevada. De hecho la extracción de los taninos es únicamente debida a las acciones mecánicas, nunca a la degradación de la cutícula o de la epidermis de la pepita, pudiendo favorecer una extracción de estas moléculas (Vivas y Saint-Cricq de Gaulejac, 1998)

No obstante hay que prestar atención para el tratamiento de vinos de Bobal, porque remontados demasiado frecuentes limpian las materias sólidas y desecan los vinos con riesgos de oxidación y de pérdida de aroma (Inter-Rhône, 2001). Un exceso de remontados da lugar a vinos duros, especialmente si la vendimia no está madura produciendo una astringencia excesiva (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004).

Esta técnica es la más implantada por la mayoría de los elaboradores de Bobal, quienes prefieren el remontado en depósitos cerrados para evitar el desarrollo en su superficie de bacterias y mohos. Es una técnica que permite la gestión de importantes cantidades de uva en depósitos grandes y que se encuentran muy mecanizados, algo que reduce el empleo de mano de obra.

2.7.2.2. Bazuqueo

Es un procedimiento basado en el desplazamiento del orujo (Razungles, 2006). Consiste en el hundimiento del orujo en el líquido buscando desmenuzar del sombrero y el aumento de la extracción (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004). Este procedimiento puede ser realizado manualmente desde el lado superior de cubas de pequeña capacidad pero es una operación larga y penosa (Razungles, 2006). Actualmente es efectuado sobre todo mecánicamente en cubas de capacidad importante gracias a tornillos, hélices, o émbolos que rompen y hunden el sombrero de orujo (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004)

El mejor intercambio entre las diferentes fases sólidas y líquidas gracias a este método favorece vinos más complejos, más coloreados y más estables en el tiempo (Inter-Rhône, 2001). El bazuque, favorece la extracción de los taninos de las pepitas lo que aumenta la estructura tánica. Sin embargo, no se aplica a todas las variedades, porque puede transmitir rápidamente al vino una dureza tánica excesiva y desagradable (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004). El bazuqueo se debe realizar en función con la calidad y la madurez de las uvas (Inter-Rhône, 2001).

Un estudio del IFV Aquitania y de la Cámara agrícola del Gironde matiza estas afirmaciones anteriores. Comparó dos vinos de Saint-Emilion uno vinificado por la técnica del remontado y el otro por la técnica del bazuqueo, durante los dos primeros tercios de la fermentación. Se ha observado que un bazuqueo completo del sombrero equivalía a un remontado de un volumen de la cuba. Según el IFV "Cuantitativamente, la extracción en compuestos fenólicos es un poco menos importante en la modalidad bazuqueo". El vino de la modalidad bazuqueo contenía un 7 % menos de taninos, si bien tenía más de un 10 % de antocianos con relación al vino de la modalidad remontado. Los taninos originados en el bazuqueo fueron ligeramente menos condensados. Al nivel organoléptico el estudio juzga que el vino procedente de la modalidad bazuqueo es olfativamente un poco menos intenso y complejo, y gustativamente éste presenta más redondez y menos amargor (fuente: viti-net.com)

Esta técnica había caído en desuso por lo trabajosa que es y sustituida por el remontado en cubas auto vaciantes, si bien en bodegas de tamaño medio se ha vuelto a implantar este método debido a que aporta vinos de calidad.

2.7.2.3. Delestage

Esta técnica procede de Francia, concretamente de Côte du Rhône aunque se utiliza en muchas bodegas de todo el mundo y últimamente se ha empezado a utilizar en algunas bodegas elaboradoras de vinos de Bobal.

El deslestage es una variante del remontado. Esta operación que consiste en extraer la totalidad del mosto de la cuba, el orujo se hunde al fondo y se escurre bajo

su propio peso. Después de una o dos horas, se vuelve a verter el vino en el depósito con la ayuda de una bomba a alta velocidad. Esto permite una mayor extracción con relación al remontado y a menor coste. Además este método permite eliminar las pepitas por un tamiz en el momento del escurrido, estas últimas son las que aportan los taninos más astringentes (Razungles, 2006). Asimismo también se produce una oxigenación que favorece el desarrollo de las levaduras.

2.7.3. Sombrero sumergido

El sombrero sumergido es un método que permite evitar la alteración del orujo y suprimir el trabajo laborioso de su regular hundimiento (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004). Éste es retenido con la ayuda de una reja bajo la el mosto, no pudiendo alcanzar la superficie a pesar de su empuje provocada por los gases de la fermentación (Alessandro, 2005)

El mosto que está en contacto con el aire es continuamente agitado por la actividad gaseosa de la fermentación. Las bacterias acéticas se desarrollan con más dificultad (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004). Pero este sistema es poco utilizado porque es tiene bastantes inconvenientes. Por una parte, la presión del orujo contra la reja hace más difícil la difusión de sus constituyentes y por otra, el hecho de no tocar el sombrero entraña una fijación del gas carbónico sobre las pieles. Además, el gas aísla las pieles del mosto que disminuyen la transferencia de compuestos de las sustancias sólidas al líquido. Por ello se espera obtener un vino que ofrece menos color y estructura (Alessandro, 2005) presentando un déficit al nivel de las calidades sensoriales según los estudios realizados sobre la variedad de Pinor Noir (Gerbaux, 2003).

El resultado final según explica Riberau- Gayon, es una disminución de la calidad con respecto a los vinos obtenidos en el remontado, por ello recomienda asociar la práctica del sombrero sumergido con algunos remontados para mejorar la extracción (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004).

2.8. LOS COMPUESTOS FENÓLICOS Y SU EXTRACCIÓN, GARANTÍA DE CALIDAD DE LOS VINOS

Es necesario tener un conocimiento tanto químico como gustativo de las moléculas y compuestos que están involucrados en el fenómeno de la maceración para permitir el control de la extracción específica de unos y otros, dependiendo de la técnica de maceración aplicada (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004).

Los polifenoles son de suma importancia en la composición del vino. Estos compuestos altamente reactivos son sus componentes principales y son responsables de muchas de las características organolépticas. Desde la descomposición de la integridad celular de las bayas y en toda la vinificación y el envejecimiento se someten a muchas reacciones que forman muchos compuestos, cada uno con sus propias características organolépticas (Cheynier *et al.*, 1998).

Los compuestos fenólicos de la uva se dividen en dos clases, los no flavonoides y flavonoides. En lo que respecta a los no flavonoides y de acuerdo con ITV, "La actividad de estos ácidos es demasiado baja para considerar una aplicación en la práctica de la vinificación y la conservación del vino". Por ello nos centramos en los flavonoides. En las uvas, dos familias de compuestos están representados principalmente: los antocianinos, los taninos y catequinas.

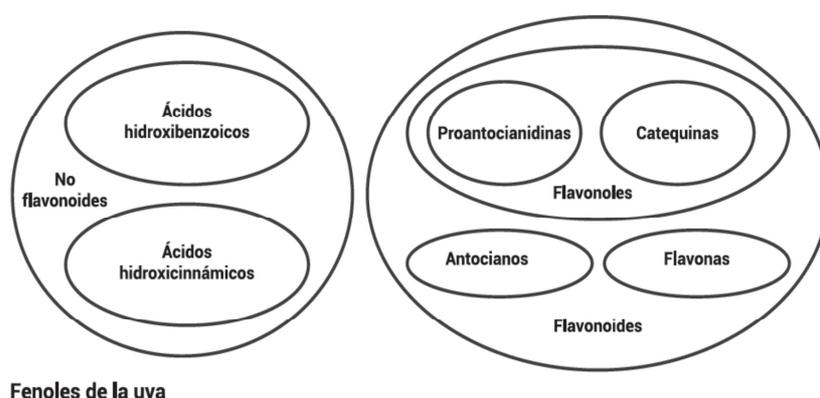


Figura 2 : Principales fenoles de la uva

2.8.1. Los antocianos

Los antocianos son los principales responsables por el color rojo del vino (Di Stefano y Flamimi 2008), una de las características más importantes para definir la calidad (Lorenzo *et al.*, 2005). Están ubicados en las vacuolas de piel de la uva, aunque también están presentes en las variedades de pulpa tintoreras (Di Stefano y Flamimi, 2008). Los antocianos del género *Vitis* se basan en cinco antocianidinas: cianidina, delfidina, péonidina, pétunidina y malvidina (Cheynier *et al.*, 1998).

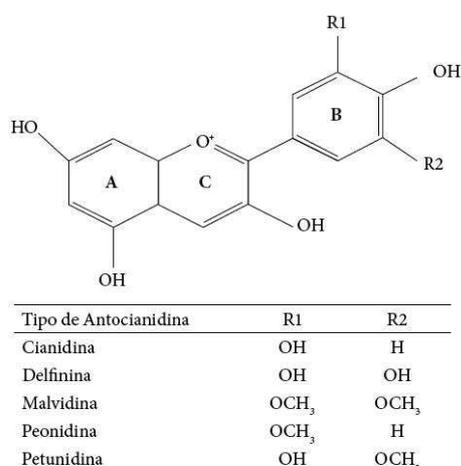


Figura 3 : Estructura de las antocianidinas,

(Adaptado de Pascual Teresa y Sánchez Ballesta 2008)

2.8.2. Los taninos

La calidad de un vino tinto también depende en gran medida de los taninos (Vidal *et al.*, 2003) ya que dan las propiedades de sabor del vino de que son fundamentales en su percepción por el consumidor (Crespy, 2002). De hecho, son partícipes de una parte de la sensación de astringencia y amargor (Vidal *et al.*, 2003) y por otra parte de la estabilización del color (Cheynier *et al.*, 2006). Los taninos se pueden clasificar en dos grupos. Taninos hidrolizables que vienen de roble y otros árboles y taninos condensados o proantocianidinas. Son estos últimos procedentes esencialmente a partir de uvas los que nos interesan (Crespy, 2002).

Distinguimos en este grupo los taninos poco condensados de las semillas y los taninos condensados y con altos pesos moleculares procedentes de las pieles de la uva (Cheynier *et al.*, 1998). Los taninos de las semillas teniendo un nivel de polimerización mucho menor son mucho más reactivos (Crespy, 2002). Los taninos condensados poseen muchas propiedades que pueden ser clasificados como: químicas, biológicas y organolépticas, nuestro interés se centra a este último grupo (Crespy, 2002).

Un vino tinto de calidad es caracterizado por una concentración elevada en tanino. Pero todos los taninos no son beneficiosos ya que la astringencia puede ser demasiado agresiva. Un buen tanino confiere sobre el vino un equilibrio armonioso entre las calidades (volumen, redondez) y disminuye los defectos (delgadez, astringencia, dureza). El efecto de astringencia se produce cuando los taninos se ligan con las proteínas de la saliva (Flamini y De Rosse, 2008). Esto depende del grado de polimerización de los taninos, es decir de su tamaño, y más particularmente de su composición (Llaudy *et al.*, 2004)

Cuanto mayor es el grado de polimerización, más taninos pasan de duros a flexibles, son menos amargos y más astringentes (Cheynier *et al.*, 1998). Por consiguiente es a lo largo del tiempo que las combinaciones de los taninos con polisacáridos los que hacen evolucionar la sensación de astringencia hacia una sensación de "madurez" del vino. Además, los taninos contribuyen a la estabilidad del color, aumentan la sensación de acidez en el momento de la degustación y proporcionan amargor y estructura en boca.

En la uva se distinguen dos grupos de proantocianidinas dependiendo de la naturaleza de la antocianidina liberada (cianidina o delfinidina) en medio ácido: las procianidinas, compuestas por (+)-catequina y (-)-epicatequina, y las prodelfinidinas, compuestas por (+)-galocatequina y (-)-epigalocatequina. Las primeras se encuentran sólo en las semillas de las bayas, mientras que los hollejos poseen ambos grupos de compuestos (Monagas *et al.*, 2005).

Las proantocianidinas también se distinguen por el número de unidades de flavanoles que forman la cadena con un número de unidades promedio o grado medio de polimerización (mDP) entre 2 y 5, mientras que los polímeros consisten en moléculas con un mDP > 5. En general, los hollejos se caracterizan por presentar polímeros de cadena larga, mientras que las semillas contienen proantocianidinas con un grado de polimerización menor y una mayor proporción de unidades galoiladas (13-29%) comparadas con los hollejos (3-6%) (McRae y Kennedy, 2011).

2.8.3. Las catequinas

Los 3-flavanoles (flavan-3-ol) están presentes en la uva en estado de monómeros y bajo formas más o menos polimerizadas, constituyendo los taninos catéquicos. Estas moléculas pueden ser clasificadas en función del número de unidades flavanol elementales, pudiéndose clasificar como proantocianidinas oligoméricas (hasta 5 unidades) o poliméricas (más de 10 unidades).

Los principales 3-flavanoles monómeros de la uva son (+) catequina y su isómero la (-) epicatequina.

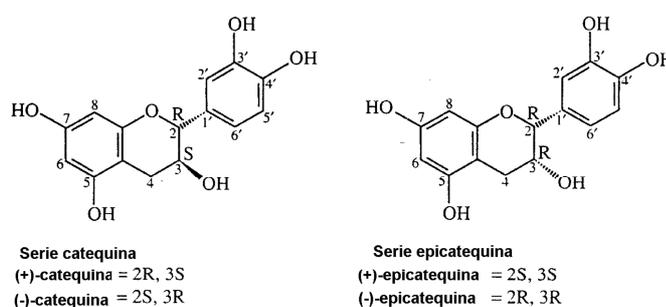


Figura 4: Estructura de los flavan-3-ol, precursores de antocianos y taninos

Los 3-flavanoles tanto monómeros como en formas más o menos polimerizadas, se localizan en las semillas, aunque se han localizado también trazas de dímeros y trímeros en la pulpa (Bourzteix *et al.*, 1986; Ricardo da Silva *et al.*, 1992).

En definitiva, el desarrollo de los procesos de vinificación adaptados a la vez a la materia prima y al tipo de producto deseado implica, como base indispensable, el disponer de un conocimiento profundo de las diferentes estructuras presentes en la uva y de los mecanismos de su evolución durante la vinificación. Por todo ello la gestión de la maceración debe tomar en consideración numerosos factores que influyen en las características de los compuestos fenólicos y el tipo de vino buscado. Además, cada práctica favorece la extracción de ciertos componentes, y lo desfavorece otros. Con arreglo a estos criterios, el enólogo realiza una maceración más o menos intensa .

3. ANTECEDENTES SOBRE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE VINOS Y EL TRATAMIENTO DE LOS DATOS POR TÉCNICAS DE MULTICRITERIO

3.1. LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS

La evaluación sensorial de alimentos es una disciplina científica cuyo objetivo es estudiar las sensaciones que producen los alimentos. Cuando se consume un alimento se están recibiendo estímulos visuales (color, forma, brillo...), estímulos táctiles (percibidos en la superficie de los dedos, en el epitelio bucal...), estímulos olorosos (percibidos en el epitelio olfativo), estímulos gustativos (percibidos en las papilas gustativas), e incluso estímulos auditivos (alimentos crujientes...).

Las características sensoriales de un vino se van a percibir a través del sentido del olfato (olor y aroma), a través del sentido del gusto (sabores), a través de determinadas sensaciones transmitidas por el nervio trigémino (sensaciones táctiles, picor, calor...) y a través de la vista (características visuales).

En el mundo del vino existe la degustación clásica, técnica mediante la cual los degustadores o catadores de vino vierten su opinión sobre un vino determinado respecto a tipo, calidad, aceptación en el mundo y cualquier otra característica del mismo. Su opinión es muy valiosa y útil en las bodegas y generalmente son grupos de personas (enólogos, agrónomos, gente de comercialización y otros) los que opinan sobre el vino.

Hoy en día ha surgido la necesidad de medir las diferencias, preferencias y características descriptivas de los vinos. Ello se logra mediante una herramienta llamada análisis sensorial y que puede ser considerado un instrumento científico. Su metodología en el fondo no difiere substancialmente de las técnicas utilizadas para evaluar otros tipos de alimentos y utiliza jurados, un ambiente normalizado y pruebas codificadas analizadas por la ciencia estadística (Chassin 2000). Esta información enriquece la degustación clásica y es indispensable en la investigación vitivinícola.

En los alimentos con distintivos de calidad, como es el caso de los productos tradicionales o típicos con Denominación de Origen Protegida (DOP), la calidad sensorial está íntimamente ligada a diversos factores como su origen, las materias primas utilizadas, los procesos de elaboración o aspectos culturales (Ballester *et al.*, 2005; Bertozzi, 1995; Cayot, 2007; Parr *et al.*, 2007; Monteleone y Bertuccioli, 2005). En Europa, el vino esta regulado por el Reglamento (CE) 479/2008 (DOUE, 2008).

La norma específica para vinos mencionada establece expresamente que, en el pliego de condiciones para solicitar la protección para vinos con Denominación de Origen Protegida, deben constar "sus principales características analíticas y organolépticas", aunque sin especificar nada más en lo que a estas últimas se refiere. Existe un vacío evidente en el desarrollo de métodos para asegurar de forma rigurosa y técnicamente competente que dichos alimentos se ajustan a las características declaradas. A pesar de que en muchas DOPs se utilizan paneles de catadores para certificar el producto, a menudo ni los conceptos sensoriales ni el método de evaluación sensorial están suficientemente definidos. Debido a ello, la evaluación de la calidad está en gran medida a expensas de la valoración que cada experto haga en base a su concepto de calidad. Por ello, el concepto de calidad sensorial de los productos alimenticios es un tema un tanto controvertido.

Muy frecuentemente, la calidad sensorial se asocia directamente a las preferencias de los consumidores. Según este planteamiento y de una forma un tanto generalista, un producto cuyas propiedades organolépticas tengan una alta aceptación por parte de los consumidores tendría una alta calidad sensorial. Desde otro enfoque, la evaluación de la calidad sensorial se basaría en la medida rigurosa de cómo el

producto se ajusta a unas determinadas características predefinidas que le son propias, utilizando para ello jueces expertos entrenados. Según el producto de que se trate predominará uno de estos dos enfoques.

En base a lo anteriormente citado, el pliego de condiciones de cada DOP debería incluir, por mínima que sea, una descripción de las características organolépticas que debe presentar el producto. A pesar de ello, frecuentemente se recurre a la ambigua mención de cualidades “características”, aunque sin especificar suficientemente cuáles son dichas cualidades. Su definición es importante para poder diferenciar estos productos de otros similares que no tienen dichos distintivos de calidad (Bertozzi, 1995; Cayot, 2007).

Al margen de la frecuente ambigüedad acerca de las características organolépticas que deben presentar los productos con DOP, existe un vacío evidente en el desarrollo de métodos para asegurar de forma rigurosa y técnicamente competente que dichos alimentos se ajustan a las características declaradas. A pesar de que en muchas DOPs se utilizan paneles de catadores para certificar el producto, a menudo ni los conceptos sensoriales ni el método de evaluación sensorial están suficientemente definidos. Debido a ello, la evaluación de la calidad está en gran medida a expensas de la valoración que cada experto haga en base a su concepto de calidad.

Durante las últimas décadas se han propuesto diversas fichas de cata para evaluar la calidad: escala de 20 puntos de Davis (Ough y Baker, 1961; Amerine y Roessler, 1983), ficha para concursos internacionales de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 1994); ficha de la Unión Internacional de Enólogos (reproducida en OIV,1994), ficha de la Unión Española de Catadores (reproducida en Del Castillo,2005), ficha de la Facultad de Enología de Bordeaux (reproducida en Peynaud y Blouin, 2002), ficha de cata hedónica para la evaluación de la calidad (Jackson, 2000) ... Sin embargo, en la mayor parte de los casos los parámetros a evaluar no están suficientemente definidos por lo que diferentes jueces pueden no entender exactamente lo mismo sobre un determinado concepto.

Igualmente, en las fichas no se suelen especificar suficientemente los criterios para puntuar cada uno de los parámetros, por lo que quedan en gran medida en función de la interpretación, experiencia y conocimientos de cada juez. Por otro lado, las fichas de cata publicadas están habitualmente enfocadas hacia un abanico amplio de vinos (“vinos espumosos”, “vinos tranquilos”...) por lo que la tipicidad y las características específicas de cada vino (determinadas por el suelo, el clima, la variedad de uva, las prácticas enológicas...) no son consideradas.

El desarrollo de métodos para evaluar de una forma rigurosa la calidad sensorial de productos específicos se desarrollan en base a la norma ISO 17025 (ISO, 2005a), aunque el número de métodos de análisis sensorial acreditados es muy escaso en comparación con otros tipos de análisis. La cada vez mayor relevancia de la acreditación de métodos sensoriales en alimentos se debe, en gran medida, a las directrices de la Unión Europea relativas a las exigencias para los productos con distintivos de calidad.

Por todo ello y a pesar de las lagunas existentes que se acaban de señalar en el proceso de evaluación, a fecha de realización de este trabajo, para una evaluación sensorial, para el caso del vino, se ha considerado que el jurado es un verdadero aparato de medida, donde cada juez es considerado una repetición de la medida. El jurado es un captador multisensorial más eficaz que un solo juez, siendo el conjunto muy importante pues de ellos depende en gran parte la validez de las pruebas. El registro de las respuestas sensoriales de muchos individuos permite integrar todas las performances individuales, si bien las diferencias de sensibilidad entre los miembros del jurado que son inherentes a los factores biológicos y culturales que caracterizan al ser humano, es el verdadero punto débil de la evaluación sensorial.

Existen tres tipos principales de paneles de jueces que son:

El panel de expertos

Son personas de gran experiencia en vino. Son los clásicos degustadores con experiencia en la evaluación de vinos y con suficiente capacidad para parametrizar, en base a su patrón de cata, el nivel de calidad de un vino.

Panel de jueces entrenados

Se trata de personas entrenadas especialmente para actuar como jueces. Deben poseer habilidades para detectar la sensación analizada y por supuesto poseer cierto conocimiento y práctica acerca de la evaluación sensorial.

Panel de jueces consumidores

Deben ser personas que habitualmente consumen vino y usualmente son elegidos al azar. Generalmente se utilizan para pruebas de preferencia.

Para este trabajo de investigación se opta por la primera opción, panel de expertos con el fin de que los resultados sean lo más fiables posibles, por lo que se seleccionaron los expertos que mejor se entendía que podían aportar un resultado más sólido a este estudio, los resultados obtenidos de la opinión de todos los expertos que componen el panel de cata son evaluados por técnicas multicriterio con el fin de armonizar todos los resultados.

3.2. LA TOMA DE DECISIONES MULTICRITERIO COMO MÉTODO PARA LA ARMONIZACIÓN DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL.

La evaluación sensorial de vinos presenta una dificultad fundamental: la variabilidad en las respuestas del instrumento de medida utilizado, esto es, los órganos de los sentidos del catador. La percepción de un mismo estímulo no es igual para todas las personas. Es más, un mismo estímulo presentado en diferentes momentos puede ser percibido con diferente intensidad por una misma persona, debido a múltiples factores fisiológicos y psicológicos (estado de ánimo, cansancio, momento del día, concentración, ambiente...).

Si ya resulta complicado y laborioso describir las sensaciones que produce un alimento, y más aún cuantificarlas, se puede intuir la dificultad que va a suponer homogeneizar la evaluación de su calidad sensorial por un conjunto de personas con diferentes sensibilidades, gustos, criterios y apreciaciones tan dispares como lo es cada individuo. La calidad de un mismo alimento no es igual para todos, varía en función de todas esas circunstancias.

Por otro lado, el otro gran punto débil de la evaluación sensorial es la magnitud de importancia que cada componente del jurado otorga a cada criterio de evaluación, lo que actualmente se suele llamar “peso del criterio”. Cada criterio de evaluación es más o menos importante para cada persona en función de sus propios criterios y escalas internos, y si bien hay muchos trabajos para consensuar estas escalas entre todos los componentes de un panel de expertos, cada individuo valorará de manera distinta unos criterios frente a otros. Por ello, cualquier intento de unificar la importancia de los criterios globales del panel de expertos es discutible, y rápidamente se entra en un campo subjetivo de apreciaciones personales individuales.

El resultado final es que los catadores no siempre coinciden en sus opiniones sobre un vino de buena calidad. Además, el peso de los criterios empleados en la puntuación de los parámetros recogidos en las fichas de cata no suelen estar suficientemente consensuados. Normalmente la puntuación queda en manos del experto con más experiencia o jerarquía. El modo para asignar una puntuación o peso puede, por lo tanto, variar de un experto a otro.

Hasta ahora, todos los trabajos apuntan como método para mitigar esta desarmonización en tres direcciones:

- Uniformando el criterio individual en pro del criterio colectivo, consensuando criterios comunes para superar las diferencias de opinión entre expertos planteando restricciones en la evaluación. Estas limitaciones suelen ser fijas e estáticas lo que condiciona la solución y se aleja de la realidad, ya que a veces la relajación o el no cumplimiento estricto de alguna restricción pueden mejorar la solución obtenida (Caballero y Romero, 2006) .
- Adiestramiento de los criterios del panel expertos previo a la formación del panel de cata, en base a los preceptos colectivos definidos anteriormente.
- Creación de panel de expertos muy numerosos. Un mayor número de participantes minimiza el impacto de las opiniones individuales menos compensadas a la media del grupo.

La evaluación sensorial, como tal, se basa en el binomio razonamiento-experiencia, del que se hablará más adelante. La cata de vinos es un caso típico de toma de decisiones en base a unos criterios (en este caso criterios de cata) frente a una escala jerarquizada para cada persona.

Teniendo en cuenta todas las limitaciones que genera la subjetividad, se puede afirmar que es preciso establecer un método donde se tuvieran en cuenta diversos criterios para tomar una decisión y que las restricciones planteadas fueran menos estrictas, para poder afrontar el problema de forma más natural y flexible. Ello conduce de manera natural al paradigma de la decisión multicriterio discreta, como herramienta para armonizar criterios de cata en la fase de análisis sensorial de vinos. Y dentro de las posibles técnicas multicriterio, al Proceso Análítico Jerárquico de Saaty (Saaty, 1987) (en adelante, AHP)

Resulta sorprendente que en enología no haya profundizado más en las posibilidades que proporcionan los métodos de decisión multicriterio discreta, ampliamente utilizados en otros campos. Es cierto que se han usado algunas de estas técnicas en algunos problemas relacionados con la viticultura o la enología. Pueden verse al respecto aplicaciones particulares en (Baourakis, G. *et al* 1996); (Tonietto, J, 2004) (Tiat, Vanessa Ho Kon, 2008). Pero no se ha encontrado una aplicación directa a la evaluación sensorial.

Como se ha apuntado ya, este trabajo de investigación usa el método AHP. También hay algunos antecedentes de su uso en problemas relacionados con la enología o la viticultura. Puede verse al respecto el trabajo genérico (Vachnadze, R. G, 1987); donde se sugiere el uso del método para enología; pero no directamente a análisis sensorial. Otras aplicaciones del método AHP pueden encontrarse en (Dragincic, J. 2015) o en (Hu, Jinghuan, 2013).

Por ello, esta constituye una de las aportaciones importantes de este trabajo: se va a usar el método AHP para armonizar y obtener los pesos de los criterios en un análisis sensorial, llevado a cabo por un panel de expertos.

Para contextualizar su uso, se explicará qué es el paradigma multicriterio a través de un breve recorrido histórico y se reflexionará sobre su pertinencia como modelo para el tratamiento de los resultados de la cata. Después, se explicará el método AHP y se aplicará al problema en cuestión, a través del software Expert Choice 2000.

3.2.1. El paradigma multicriterio

En un problema de toma de decisiones existen alternativas que deben ser consideradas y evaluadas mediante varios criterios, muchas veces conflictivos entre ellos. Hay alternativas que tienen un comportamiento excelente para algún criterio y malo en otro y hay alternativas que contribuyen con valores semejantes para un mismo criterio; en consecuencia, es difícil adoptar una decisión. Por ese motivo, se puede emplear modelos matemáticos que resultan útiles para manejar esta complejidad, dado que no es posible representarla mediante una interpretación simplificada y porque la perspectiva cuantitativa implica que la atención sólo se centra en algunas partes del problema (Sawaragi *et al*, 1992).

En la antigua Grecia (s. V a.C.) aparece por primera vez el concepto de toma de decisiones racionales, que se basaban en el uso del razonamiento y la lógica. Aristóteles y Platón, promulgaron que el rasgo que permitía distinguir a los seres humanos de los animales era su capacidad para decidir ante las situaciones que se les plantean, haciendo uso de la razón. Como sabemos, ninguna decisión es plenamente racional; pero sí es racionalizable.

En el Renacimiento surge el concepto de toma de decisiones científicas, que continúa estudiándose y desarrollándose en la actualidad (Gross 2010). Como se ve, la toma de decisiones es un problema contemporáneo que se ha abordado en numerosas ocasiones a lo largo de la historia y que bebe de fuentes tan distintas como la psicología, la filosofía, las ciencias políticas o el álgebra lineal.

A lo largo del tiempo ha evolucionado la conceptualización que se tenía de la toma de decisiones. Según (Moreno y otros, 1998), en el pasado, se efectuaba basándose en el binomio experiencia-intuición. A medida que los problemas considerados iban aumentando la complejidad, es decir, a medida que las situaciones contempladas han

sido menos estructuradas e intervienen numerosos escenarios, actores y factores, el binomio ha adoptado la forma de información (o conocimiento)-razonamiento.

Siguiendo a (Moreno y otros, 1998), "Razonamiento" se refiere al concepto de racionalidad, entendido en el sentido clásico, esto es, la aplicación del método científico en la resolución de problemas. En este caso, la aproximación seguida debe cumplir los requisitos de objetividad, verificabilidad y causalidad. Este trabajo de investigación, se ceñirá, como no puede ser de otra manera, a estos requisitos.

Por otro lado, el término "información" o "conocimiento", (Moreno y Mata, 1992), se refiere a las creencias, ideas, reglas y procedimientos, considerados generalmente ciertos. En nuestro caso, conocimiento en el dominio de la enología y más concretamente, en el de la evaluación sensorial.

Evidentemente, en una evaluación de alternativas dentro un proceso de cata de vinos, cuando se habla de la "interpretación" de la información por parte de los expertos participantes en el proceso, se está contemplando explícitamente la incorporación de aspectos intangibles y subjetivos asociados a la percepción sensorial que tienen los participantes implicados en el análisis sensorial de vino.

Este binomio, información-razonamiento, en el que se integra lo racional del proceder científico en la toma de decisiones con lo emocional del comportamiento humano, refleja la filosofía subyacente en los "nuevos paradigmas" seguidos en los últimos años en el campo de las ciencias de la decisión (Funtowicz y Ratvetz, 1991, 1994; Moreno y otros, 2001).

A partir de los años 70 del siglo XX se ha producido una importante revolución en la manera de ver los problemas de toma de decisiones, con la aparición del paradigma multicriterio como respuesta a las limitaciones del hasta entonces generalmente aceptado paradigma tradicional, basado en la búsqueda de óptimos.

En la actualidad, se considera que el objetivo de las técnicas de decisión multicriterio es el de asistir en el proceso de toma de decisiones (Saaty, 1994). Los métodos no proporcionan una verdad absoluta, pero dan trazabilidad al proceso y

permiten, en última instancia, alcanzar cierta clase de robustez en la selección de la mejor alternativa. En nuestro caso, la selección del mejor proceso para un vino elaborado con la uva Bobal.

La definición concreta del campo de conocimiento sería la siguiente, según (Moreno, 1996): “el conjunto de aproximaciones, métodos, modelos, técnicas y herramientas dirigidas a mejorar la calidad integral de los procesos de decisión seguidos por los individuos y sistemas, esto es, a mejorar la efectividad, eficacia y eficiencia de los procesos de decisión, y a incrementar el conocimiento de los mismos (valor añadido del conocimiento). De esta forma, las técnicas de decisión multicriterio permiten una resolución más realista y efectiva del problema sin tener que recurrir, como ocurre con los enfoques tradicionales a la rígida reducción a una escala monetaria.”

Como dice el mismo autor, “Este nuevo enfoque, trata de ayudar en la toma de decisiones mediante un mejor conocimiento de su proceso de decisión, esto es, un mejor conocimiento de las etapas, escenarios, elementos, factores, interdependencias, actores, interrelaciones y procedimientos que incluye.

En esencia, busca mejorar la calidad integral del proceso de toma de decisiones seguido por el sistema considerado. Para ello, intenta dotar de rigor científico cada una de las etapas y fases seguidas en el proceso de resolución.”

Mediante la aplicación del método AHP a la selección del mejor proceso de maceración, no solo pretendemos encontrar una solución concreta al problema principal de la investigación, sino ampliar nuestro conocimiento sobre los criterios habituales de cata y sobre el proceso mismo de evaluación sensorial.

En general, se considera que los métodos de decisión multicriterio se dividen en dos grupos, el Multicriterio Continuo o Multiobjetivo y la Decisión Multicriterio Discreta.

Hablamos de una decisión multicriterio continua o multiobjetivo, cuando la función objetivo toma un número infinito de valores y conduce a un número infinito de alternativas, que no es el caso que nos ocupa. En nuestro caso, las alternativas a

seleccionar en este estudio están bien definidas y representadas por cada una de las distintas muestras de vino, que proceden de los métodos de maceración comparados. Es decir, el número de alternativas de decisión (métodos de maceración) es finito, por lo que estamos hablando de una decisión multicriterio discreta.

Existe una amplia gama de Métodos de Decisión Multicriterio Discreta. Entre ellos (y sin ánimo de exhaustividad) cabe citar: Ponderación Lineal (Scoring), Utilidad Multiatributo (MAUT), Relaciones de Superación y el AHP (Toskano Hurtado 2005).

- **Ponderación Lineal (Scoring):** se emplea cuando se dispone de poca información, en situaciones de incertidumbre. Es un método compensatorio que se basa en la asignación de pesos a los distintos criterios. Se representa una función de valor para cada una de las alternativas. Es un método fácil de utilizar y muy empleado, si bien no es el método que mejor nos puede ayudar ya que nuestro estudio está bien dotado de información en todos los criterios y alternativas a evaluar.
- **Utilidad Multiatributo (MAUT):** en este método se representa una función de utilidad para cada atributo, posteriormente se agregan a una función multiatributo de forma aditiva o multiplicativa. Este método requiere un elevado nivel de información, por parte del decisor para poder construir la función de utilidad multiatributo, el principal inconveniente para aplicar este método a nuestro estudio es la necesidad de formación del panel de expertos.
- **Relaciones de Superación:** estos métodos se basan en las comparaciones binarias de alternativas, comparaciones dos a dos de las alternativas, criterio a criterio. En este grupo destaca el método ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la Réalité) y el Método PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation).
- **Proceso de Análisis Jerárquico (AHP):** este método consiste básicamente en descomponer un problema en una estructura jerárquica, con al menos 3 niveles básicos (meta u objetivo, criterios y alternativas). Este método proporciona una visión general del problema y resulta relativamente fácil de entender para el profano.

3.2.2. El origen del multicriterio

El primer problema de decisión multicriterio conocido, fue el propuesto por el químico inglés J. Priestley (1733-1804) a B. Frankling (1706-1790) (Fernández Barberis y Escribano Ródenas, 2014) y entra en la categoría que hoy se conoce como métodos compensatorios, dentro de los problemas multicriterio discretos. Como respuesta a éste problema, en 1772 B. Franklin indicó en una carta una metodología de resolución que él llamaba “álgebra moral o prudencial”. Esta metodología se basaba en asignar pesos subjetivos a los diferentes criterios que influyen en la decisión. Se caracterizaba por tener en cuenta una pluralidad de puntos de vista. La decisión multicriterio se situaba así en las ciencias sociales.

La pluralidad de puntos de vista, de opiniones y preferencias es la base de los procesos de elección o votación y es en este campo, donde se realizaron aportaciones importantes al análisis de decisión multicriterio. La teoría de la votación orientada a la selección social, pertenece al campo de las ciencias políticas y matemáticas. Estudia las reglas que rigen como pueden expresar sus deseos los votantes y como se agregan estos deseos para llegar a un resultado final. La aplicación más conocida es la elección social (jurados, política, premios), pero también se emplea en la resolución de problemas complejos.

En este sentido, vale la pena destacar las aportaciones de Ramón LLull, Nicolas Cusanuos, el Marqués de Caritat de Condorcet y el Caballero Jean-Charles de Borda.

Ramón Llull (1232-1316) introdujo el concepto de comparación binaria, antecedente lejano del AHP, para resolver el problema de agregación de preferencias individuales. La comparación binaria se basa en comparar entre pares de elementos y establecer una relación entre ellos (Fernández Barberis y Escribano Ródenas, 2014).

Nicolas Cusanus (1401-1464) con el fin de resolver el problema de agregaciones individuales, introdujo el método de puntuaciones (scoring method). Además introdujo el cálculo unitario para derivar la función de utilidad total para la sociedad a partir de los intereses personales de los individuos de una comunidad, inspirado en Bentham

(Fernández Barberis y Escribano Ródenas, 2014). La función de utilidad mide a través de una expresión matemática, la relación entre dos variables, la cantidad de servicios o bienes consumidos por un individuo y el grado de satisfacción que dicho consumo le proporciona. Históricamente se comprendió que para describir el comportamiento racional de los consumidores, el porqué de sus decisiones económicas, era esencial estudiar sus preferencias teniendo en cuenta que estas son subjetivas e individuales. La función de utilidad permitió representar y describir estas preferencias.

Hacia 1780 Marie Antonie Nicolas de Caritat, Marqués de Condorcet (1743-1794) propuso un procedimiento de consenso muy similar al análisis multicriterio, el cual publicó en su obra *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix* (Condorcet 1875), con el fin de abordar la problemática que surgía en un tribunal en el momento de decidir la culpabilidad de un individuo. Buscaba la reflexión científica en el ámbito de las ciencias humanas.

El Marqués Caritat de Condorcet y el Caballero Jean-Charles de Borda (1733-1799) son considerados como los creadores de los sistemas de votación, siendo Borda menos teórico que Condorcet. Los trabajos presentados en 1784-1785 a la Academia de las Ciencias por Borda, sobre sistemas de votación hicieron que las memorias de Condorcet fueran discutidas. Finalmente la Academia de las Ciencias eligió el método de elección social propuesto por Borda, que era más simple.

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, se produjo un gran impulso en la problemática multicriterio gracias a la investigación económica. El punto de vista científico y gran parte de los aspectos prácticos del análisis de decisión multicriterio se fundamentan en trabajos y teorías económicas, como la teoría de la economía del bienestar y la teoría de la utilidad.

La economía del bienestar es una rama del pensamiento económico que se propone incrementar el bienestar total o la utilidad total existente en una Sociedad, maximizando la eficiencia económica con la cantidad de recursos disponibles. Está basada en gran parte en el óptimo de Pareto y tuvo bastante ímpetu a principios de s. XX.

La teoría de la utilidad se basa en el estudio del comportamiento de los agentes económicos, según las necesidades que quieran satisfacer. Francis Ysidro Edgeworth (1845-1926) conocido como el economista utilitario, se preocupó por la maximización de la utilidad de los diferentes agentes competidores en la economía, para lo cual propuso la creación de curvas de indiferencia (líneas de igualdad de utilidad) para cada agente y posteriormente derivar la curva que represente el conjunto óptimo de Pareto.

Vilfredo Federico Dámaso Pareto (1848-1923) proporcionó la definición de optimalidad que pasó a constituir el paradigma subyacente en los problemas de decisión. Considerando que no existe el óptimo absoluto, sino que para que un agente mejore otro debe empeorar (Barba-Romero y Pomerol 1997).

A partir de su aportación es fácil derivar un concepto fundamental en los Análisis de Decisión Multicriterio, el concepto de dominancia, el cual se aplica a los criterios considerados en la toma de la decisión y describe la condición preferente que unos criterios tiene sobre otros. El criterio o los criterios dominantes o de mayor peso, son los que condicionaran en mayor medida la decisión y la solución adoptada. Esta puede o no ser la óptima, pero será la que se ajuste en mayor medida a la satisfacción de los criterios dominantes.

Entrando en la década de los cincuenta, nos centramos en el año 1951, el cual destaca por los conceptos aportados por la escuela americana. Dentro de las aportaciones realizadas, cabe reseñar la labor de Tjalling Koopmans, Harold William Kuhn, Albert William Tucker y K. J. Arrow (Babara-Romero y Pomerol 1997).

Tjalling Koopmans (1910-1985) introdujo el concepto de vector eficiente, considerado como una nueva visión del óptimo de Pareto, en su artículo *Analysis of production as an efficient combination of activities* (Koopmans 1951). Consideró que un vector input-output es eficiente, si y sólo si, se cumplen dos condiciones:

- Fijando los inputs, el aumento de un output solo es posible con la disminución de algún otro output. (Eficiencia con orientación output).

- Fijando los outputs, el aumento de un input solo es posible con la disminución de algún otro input. (Eficiencia con orientación input).

Harold William Kuhn (1925) y Albert William Tucker (1905-1995) abordaron el problema de criterios múltiples en programación lineal. Con su concepto de problema del vector máximo permitieron que la optimización multiobjetivo pudiese convertirse en una disciplina propia (Fernández Barberis y Escribano Ródenas, 2014).

K. J. Arrow formuló el Teorema de Imposibilidad (Arrow 1951) , el cual se refiere a la imposibilidad lógica de construir funciones de bienestar social (o utilidad colectiva) a partir de las preferencias o funciones de utilidad individuales de los individuos. Esto se debe a que cualquier elección personal se basa en 5 axiomas (Barba-Romero y Pomerol 1997):

1. **Universalidad:** sean cuales sean las ordenaciones adoptadas por los criterios, la función de elección social es capaz de funcionar.
2. **Unanimidad o de Pareto:** cuando hay unanimidad sobre una elección, la sociedad ratifica esa elección.
3. **Independencia respecto a las alternativas irrelevantes:** la elección entre dos opciones a y b, solo depende de la opinión sobre estas dos y no de opiniones sobre otras opciones.
4. **Transitividad:** la relación social de preferencia es transitiva. Este axioma somete a la sociedad a las mismas exigencias de racionalidad que a sus miembros.
5. **Totalidad:** la relación entre dos opciones es total ($a > b$; $b > a$; $a = b$).

En los años sesenta cuando los conceptos básicos del Análisis de Decisión Multicriterio fueron considerados explícitamente por primera vez. La decisión multicriterio se individualiza con su propia terminología y centrándose en la problemática de elegir una alternativa cuando existen criterios múltiples. Surgieron

gran número de modelos que hoy consideramos como clásicos y entre los que podemos destacar: la Programación por Metas o Goal Programming, el Método ELECTRE y el Método Interactivo STEP.

- La Programación por Metas o Goal Programming (1961) de Abraham Charnes y William Cooper, se encuentra dentro del conjunto de métodos con información. Es decir, aquellos métodos en los que antes de formular el modelo se dispone de información y se intenta que la resolución se ajuste a las preferencias expresadas por el decisor. La Programación por Metas aporta un concepto de solución en problemas multicriterio modelizados por medio de técnicas de programación lineal. Con este método se determinan soluciones satisfactorias para el decisor, que no por ello óptimas, según los límites o metas (goals) marcados previamente por éste (Barba-Romero y Pomerol 1997)
- El Método ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la Réalité) surgió en Francia en 1968 y el primero en abordarlo fue Roy (ELECTRE I). Existen diversas versiones del Método ELECTRE (I, II, III, IV, IS) y en todas ha participado Roy, bien como autor único (ELECTRE I y III) o como coautor (ELECTRE II, IV y IS). El Método ELECTRE se fundamenta en las Relaciones de Superación "surclassement", concepto originado en la empresa francesa SEMA, la cual se dedicaba a la investigación en el campo de las matemáticas. El método ELECTRE se clasifica dentro de los métodos de decisión multicriterio discreta. La versión I y IV están orientadas a la selección y el resto a la ordenación de las alternativas. La versión II y sobretodo la III incorporan conceptos de la teoría de los conjuntos difusos (Barba-Romero y Pomerol 1997).
- El Método Interactivo STEP, inicialmente conocido como POP, fue propuesto por Benayoun y Tergny en 1969 y surgió, al igual que el Método ELECTRE en el seno de la empresa SEMA. El Método STEP es un método interactivo para la Programación Lineal Multiobjetivo (Barba-Romero y Pomerol 1997)

Es la década de los setenta la que se considera como punto oficial de partida del Análisis de Decisión Multicriterio. Se realizan las primeras conferencias sobre Análisis de decisión multicriterio, en las que se presentan los trabajos y las investigaciones realizadas durante los años sesenta, para conocimiento y discusión de las mismas.

La primera reunión científica dedicada al análisis multicriterio, tuvo lugar en el La Haya en 1970, durante la celebración del VIII Congreso de Programación Matemática. En ésta reunión tuvieron gran acogida las propuestas de Bernard Roy y los dos primeros métodos multicriterio interactivos, el de Benayoun y Tergny y el propuesto por Geoffrion (que publicaría posteriormente, en 1972, en un artículo con la colaboración de Dyer y Feinberg). (Barba-Romero y Pomerol 1997)

En 1972 en la Universidad de Columbia (California del Sur) Cochrane y Zeleny organizaron una reunión dedicada exclusivamente a la Toma de Decisiones Multicriterio (Multiple Criteria Decision Making), la cual llevaba por título "First International Conference on Multiple Criteria Decision Making". A esta conferencia asistieron alrededor de 200 delegados y se presentaron más de sesenta trabajos sobre decisión multicriterio. Entre los asistentes había jóvenes científicos (de edades cercanas a los 30 años) que presentaban los resultados de sus tesis doctorales, entre los que se puede destacar a Dyer, Ignizio, Ijiri, Keeney, Steuer, Yu y Zeleny. También participaron figuras consagradas como Churchman, Evans, Fishburn, Roy y Zadeh. A partir de este congreso se produjo el despegue de los métodos de decisión multicriterio y se constituye el paradigma de la decisión multicriterio como "ciencia normal" con la publicación de las actas del congreso en 1973, por Cochrane y Zeleny. Es también durante el congreso cuando se acuerda constituir el "Special Interest Group on Multiple Criteria Decision Making" (Barba-Romero y Pomerol 1997)

Podemos destacar las siguientes aportaciones durante la década de los setenta:

- 1976-1977 Bernard Roy plantea y defiende la necesidad de Desoptimizar la Investigación Operativa (Barba-Romero y Pomerol 1997)
- 1977 Keen introduce el concepto de "hombre aprehensivo" (aprehensive man). El hombre aprehensivo es aquel que se preocupa por el futuro, tiene

una visión global de la realidad, es capaz de reconocer las oportunidades, confía en su experiencia, es reactivo frente a lo incierto y busca una solución satisfactoria, no la óptima (Fernández Barberis y Escribano Ródenas, 2014)

- 1975 se produce la bifurcación dentro de la idea principal del paradigma multicriterio con la aparición de distintas líneas de investigación. Por una parte está la escuela francófona (Brans, Jacques-Lagrèze, Roy, Rubens, Vansnick, Vincke...) dedicada a la investigación en el campo del multicriterio discreto, las relaciones de superación y las preferencias del decisor. Por otra parte la corriente norteamericana que se divide a su vez entre los partidarios de la utilidad aditiva (Keeny y Raïffa) y los pragmáticos que utilizan diferentes métodos (Saaty, Yoon, Zeleny, Zionts, etc.). Y por otro lado hay una corriente de investigadores europeos (Rietveld, Paelink y Wallenius) que introducen otros métodos multicriterio basados en las alternativas y/o criterios.
- Ese mismo año se fundó la organización "The European Working Group on Multicriteria Decision Aid", la cual se reúne semestralmente para realizar reuniones de trabajo (Fernández Barberis y Escribano Ródenas, 2014).
- 1976 Keeny y Raïfa publican el Método de la Utilidad Multiatributo (MAUT), en el que se trata el tema de las preferencias. Este método trata, a partir de la información aportada por el decisor, determinar la forma de medir la utilidad que le aportan las distintas alternativas para cada criterio y así obtener una valoración de la utilidad agregada de todos los criterios. Este tema había sido planteado previamente por Leontief (1947), Debreu (1960) y Fishburn (1965 y 1970) (Barba-Romero y Pomerol 1997)
- En 1979 se constituye la actual "International Society on Multiple Criteria Decision Making" con Stanley Zionts como primer presidente, que anteriormente se fundó como "Special Interest Group on Multiple Criteria Decision Making" (www.mcdmsociety.org). Actualmente está formada por unos 1700 miembros pertenecientes a 97 países.

En la década de los ochenta además de la implantación de la informática en los métodos de análisis multicriterio, se produjeron otros hechos y aportaciones que cabe reseñar (Barba-Romero y Pomerol 1997):

- A la Escuela Europea y Americana, se sumó la escuela del Pacífico, en la que podemos destacar a personalidades como Takeda, Seo, Sawaragi, Tabucanon y Chankong.
- En 1980 el matemático Thomas L. Saaty desarrolló el Método Analítico Jerárquico AHP (Analytic Hiererchy Process), el cual se trata en profundidad en el siguiente punto.
- En 1984 Brans formula el Método PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations). Es uno de los métodos más recientes dentro de la categoría de los métodos de Relaciones de Superación y se usa principalmente para la resolución de problemas de ubicación.
- La introducción de la informática en el desarrollo de la decisión multicriterio, es el hecho más importante a destacar en estos años, permitiendo la implantación de los métodos interactivos propuestos en la década de los setenta y la aparición de nuevas metodologías de decisión multicriterio. Hoy en día la aplicación práctica de los métodos de decisión multicriterio no se puede imaginar sin la utilización de las herramientas informáticas, que tanto facilitan y agilizan los cálculos. Hay multitud de programas informáticos especializados en los distintos métodos de decisión multicriterio.

3.2.3. Análisis jerárquico (AHP)

Siguiendo al creador del método, el profesor de la Universidad de Pittsburgh, Thomas Saaty: "Cuando se quieren obtener las prioridades que un individuo asigna a un conjunto de elementos a partir de las valoraciones asignadas a los mismos según

sus juicios y preferencias, es preciso establecer un conjunto de procedimientos y herramientas que permitan aprovechar el poder intrínseco de la mente para conectar las experiencias e intuiciones con los objetivos fijados”.

Pero los juicios y valores varían de un individuo a otro, por lo que se necesita una nueva ciencia de juicios y prioridades que posibilite alcanzar la universalidad y la objetividad. De esa forma se podrá comprender, cooperar y actuar.

El AHP puede considerarse como:

- Una técnica que permite la resolución de problemas multicriterio, multientorno y multiactores, incorporando en el modelo los aspectos tangibles e intangibles, así como el subjetivismo y la incertidumbre inherente en el proceso de toma de decisiones.
- Una teoría matemática de la medida generalmente aplicada a la dominación de la influencia entre alternativas respecto a un criterio o atributo.
- Una filosofía para abordar, en general, la toma de decisiones

Saaty detectó que muchos problemas conllevan atributos, tanto físicos como psicológicos. Por físicos, entendemos lo tangible, aunque constituyan una clase de objetividad fuera de la conducta individual de medición. Por el contrario, lo psicológico corresponde a la esfera de lo intangible, incluyendo las ideas subjetivas, sentimientos y creencias de los individuos.

En este sentido, el Proceso Analítico Jerárquico es una teoría general sobre juicios y valoraciones que, basada en escalas de razón, permite combinar lo científico y racional con lo intangible para ayudar a sintetizar lo concreto de nuestras experiencias capturadas a través de la ciencia.

Gran parte de nuestro conocimiento y comportamiento puede explicarse en términos de comparaciones relativas expresadas en forma de ratios. De hecho los aspectos intangibles a los que por el momento no se les puede asignar directamente un valor numérico, pueden ser medidos relativamente y tener sentido en función de otras cosas que forman nuestro sistema de valores y entendemos mejor (misión, criterios y subcriterios).

Precisamente, el hallazgo de Saaty fue reflexionar sobre la forma de representar la realidad, en la que habitualmente se usan principios de orden jerárquico para capturar y generalizar la información de los “pequeños mundos” al “gran mundo”. Además se requieren escalas de razón para poder comprender el mundo humano. Estas escalas son las que necesita el científico para crear y analizar los datos derivados de los juicios e información estadística (Moreno Jiménez, J. M. 2002)

El AHP se basa en un proceso de comparaciones pareadas entre elementos. Este proceso no consiste en asignar números para ordenar las alternativas, sino en extraer de las comparaciones los pesos de los criterios que subyacen en los juicios del decisor.

Según Saaty (1994), es necesaria una aproximación que contemple jerarquías, redes, y escalas de razón para analizar las relaciones entre los objetivos y propósitos. En este sentido, el Proceso Analítico Jerárquico permite llevar un problema multidimensional (multicriterio) a un problema en una escala unidimensional (escala de prioridades) en la que se representan las salidas globales.

Al margen de estos “aspectos filosóficos” que han supuesto el punto de partida en el desarrollo de AHP, en lo que sigue, el doctor José María Moreno Jiménez (2002) comenta, de forma intuitiva, algunas “ideas subyacentes” en la metodología AHP, y que pueden sintetizarse en:

- Utiliza jerarquías (en general redes) para formalizar el modelo mental en el modelo estructural asociado. La utilización de jerarquías y redes es algo inherente a las neuronas del cerebro (descomponer un problema complejo en partes más sencillas).

Además, el uso de jerarquías o redes para representar los aspectos relevantes del problema, esto es, los escenarios, actores, criterios y alternativas, así como las interrelaciones entre los actores y las dependencias entre los factores considerados, nos da una visión más precisa a la realidad.

- Utiliza conglomerados para integrar lo muy pequeño con lo muy grande. Respondiendo a consideraciones psicológicas (un aspecto esencial en la propuesta del profesor Saaty, es que siempre ha intentado reflejar el comportamiento de los individuos en la realidad), los elementos incluidos en cada conglomerado deben ser del mismo orden de magnitud (los individuos son más precisos al comparar elementos de la misma magnitud), y su número estar acotado por el conocido como número mágico de Miller, 7 ± 2 (Miller, 1956).
- Utiliza comparaciones pareadas al incorporar las preferencias de los actores entre elementos. Esta forma de incorporar las preferencias (medidas relativas), necesaria al trabajar con aspectos intangibles, ha sido extendida al caso de los tangibles. En este sentido, siguiendo la práctica del ser humano, se suele tomar como unidad de referencia el elemento que posee el atributo en menor grado, y se pregunta con qué importancia, preferencia o verosimilitud el elemento que posee el atributo en mayor grado domina al otro. Evidentemente, conforme a la inclusión de juicios seguida, la matriz de comparaciones pareadas es recíproca.
- Utiliza la escala fundamental propuesta por Saaty {1,3,5,7,9} para incorporar los juicios o valoraciones del decisor. Esta escala, estrictamente positiva, permite proximidad del cero o del infinito.
- Desde un punto de vista calculista (Saaty, 1980), utiliza el método del autovector principal por la derecha para obtener las prioridades locales; el principio de composición jerárquico para calcular las prioridades globales y una forma lineal multiaditiva para obtener las prioridades totales. Además, a diferencia de otras técnicas multicriterio, AHP permite, dentro del propio

proceso de resolución, evaluar analíticamente (matemáticamente) la consistencia del decisor a la hora de emitir los juicios.

3.2.4. Metodología del AHP

El AHP se caracteriza porque descompone y organiza el problema de forma visual en una estructura jerárquica. Mediante comparaciones por pares (criterio a criterio; subcriterio a subcriterio; alternativa a alternativa) determina la importancia e influencia de los factores que componen el problema, emitiendo juicios de valor que permiten comparar con la misma escala criterios cuantitativos y cualitativos. Además permite verificar la consistencia de los juicios de valor, aportando mayor seguridad en la toma de la decisión.

Los fundamentos teóricos que soportan esta teoría matemática ciñéndonos a su consideración como técnica de decisión multicriterio, se incluyen las tres etapas de la metodología de AHP propuestas en su formulación inicial (Saaty, 1980):

- a) Estructuración del problema
- b) Determinación de prioridades
- c) Determinación de la consistencia

3.2.4.1. Estructuración del problema

En la primera etapa, se construye un modelo o estructura en la que queden representados todos los aspectos considerados relevantes en el proceso de resolución (actores, escenarios, factores, elementos e interdependencias). En su formulación inicial, AHP supone cuatro axiomas (reciprocidad, homogeneidad, jerarquías y sistemas con dependencias, y expectativas).

La representación jerárquica, ayuda a comprender y visualizar todo los elementos de un problema, agruparlos según su importancia e influencia en conjuntos a distintos niveles, comprender las relaciones que existe entre ellos y como cada elemento afecta a la totalidad del problema.

La jerarquía resultante debe ser completa, representativa (incluye todos los atributos relevantes), no redundante, y mínima (no incluye aspectos irrelevantes).

Las jerarquías se dividen en dos grupos, estructurales y funcionales. Las estructurales organizan las partes constitutivas del problema en orden descendente de acuerdo con sus características estructurales, analizan la complejidad descomponiendo un elemento en grupos estos en subgrupos y así sucesivamente. Las jerarquías funcionales descomponen un elemento en sus partes constituyentes, de acuerdo con sus relaciones esenciales. Las jerarquías funcionales lineales, son las empleadas en el Proceso de Análisis Jerárquico, en las que se puede descender o ascender de forma lineal de un nivel a otro (Saaty, 1997)

Para poder organizar un problema de decisión en una jerarquía, hay que conocer a fondo el problema que se está tratando, las posibles opciones que tenemos, los elementos que nos afecta en la decisión y el fin al que queremos llegar.

Los niveles mínimos que presentará una jerarquía son 3: el objetivo o meta del problema, los criterios y las alternativas.

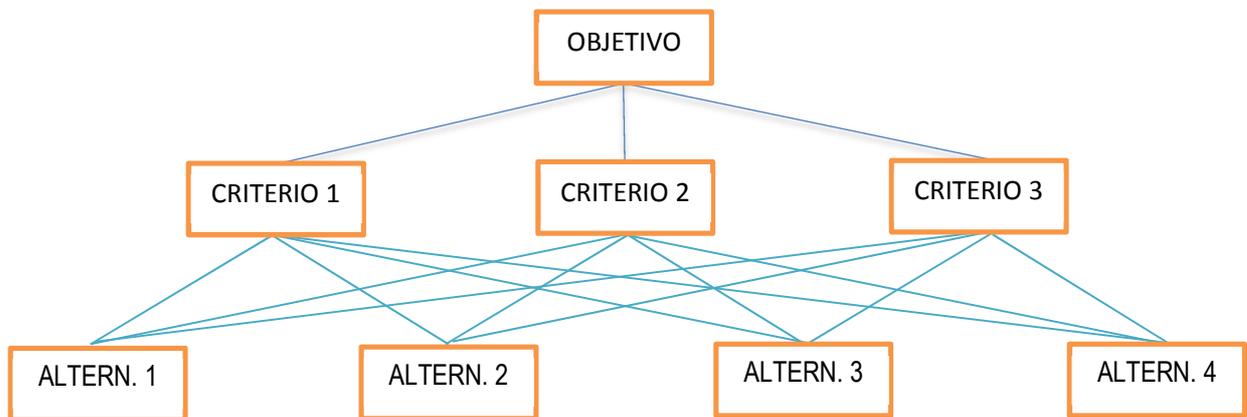


Figura 5: Jerarquía

Definición del Objetivo

El objetivo o meta del problema describe lo que el decisor o grupo de decisores quiere alcanzar, al escoger entre una de las alternativas que se plantean. En la jerarquía el objetivo se sitúa en el nivel superior, independiente del resto de niveles y elementos (criterios, subcriterios y alternativas).

Determinación de los criterios y subcriterios

Los criterios representan los factores que el decisor o grupo de decisores, consideran que son esenciales para analizar el problema. Se pueden representar los criterios en un único nivel de la jerarquía, pero si es necesario detallarlos mejor, se pueden insertar tantos niveles como sean necesarios, de criterios subalternos (subcriterios) entre las alternativas y la fila superior de criterios.

Los criterios o subcriterios se comparan entre sí, mediante comparaciones pareadas (dos a dos), para determinar cómo influyen en el elemento superior (criterio-objetivo; subcriterio-criterio). Hay que tener en cuenta que el número de elementos para los que se realiza la comparación relativa no debe superar el valor 7 ± 2 , el "número mágico" (Miller, 1956), quien afirmaba que la memoria a corto plazo (donde se encuentra nuestra capacidad para procesar información), tiene una capacidad de almacenamiento, que está entre 5 y 9, es decir 7 más menos 2.

Los elementos de un nivel inferior se deben relacionar al menos con un elemento del nivel superior, que sirve para evaluar el impacto relativo de los criterios del nivel inferior sobre el superior y sobre el conjunto del problema. En función de cómo se comparen los subcriterios en relación con los criterios del nivel superior, podemos diferenciar entre jerarquías completas e incompletas. Cuando los subcriterios de un nivel se comparan entre sí, en función de todos los criterios del nivel superior, estamos ante una jerarquía completa (Saaty, 1997).

La siguiente figura muestra un ejemplo de jerarquía completa de 4 niveles, en la que podemos observar que todos los subcriterios están relacionados con todos los criterios.

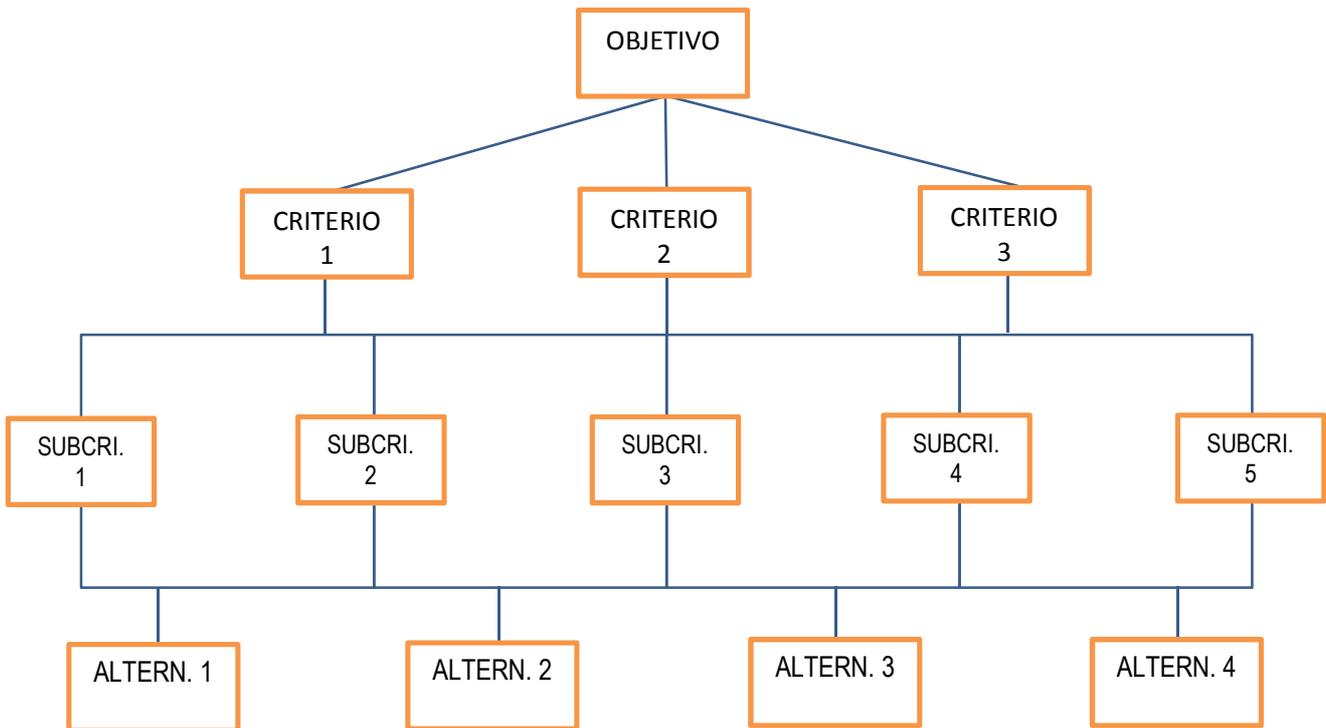


Figura 6: Jerarquía completa de 4 niveles

Cuando los subcriterios no se comparan en función de todos los criterios del nivel superior, decimos que tenemos una jerarquía incompleta (Saaty, 1997). Los subcriterios se comparan en función al criterio principal al cual pertenecen y con el resto de subcriterios que pertenecen al mismo criterio.

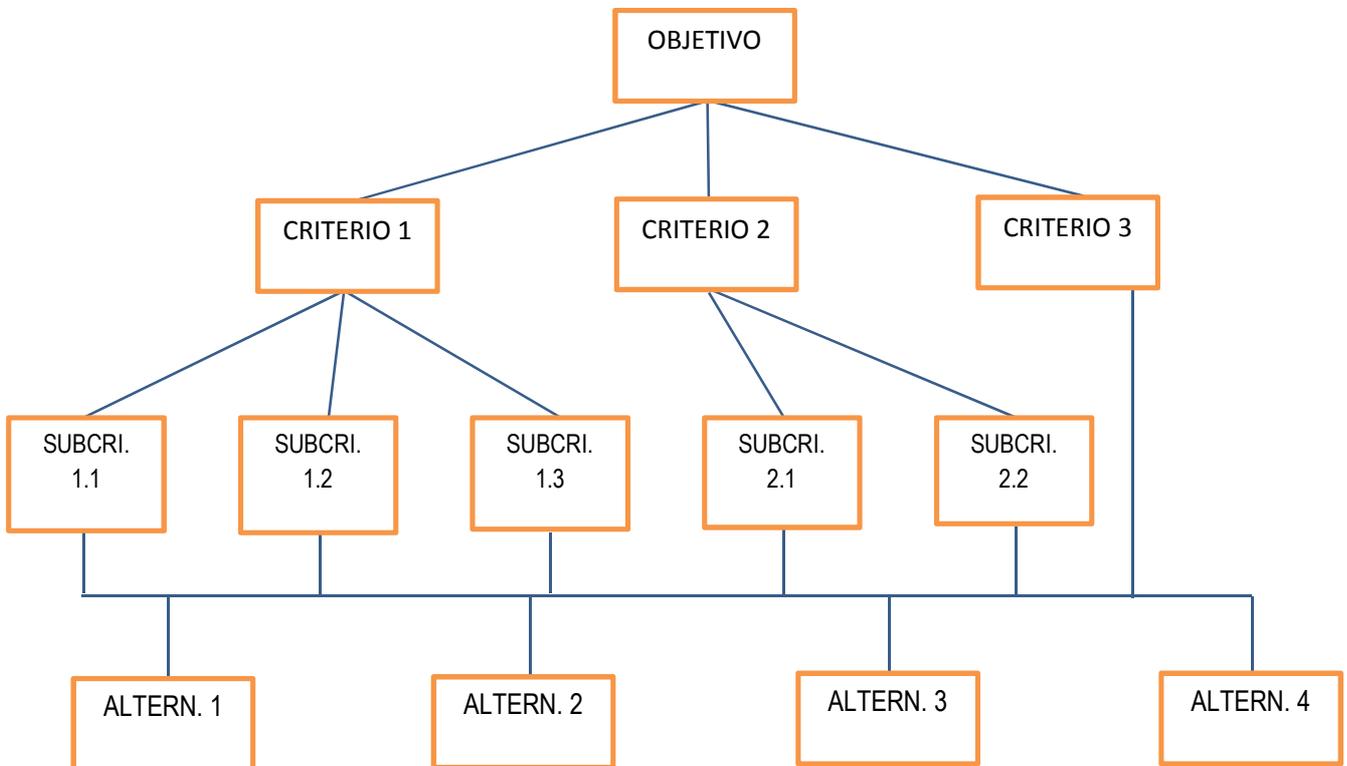


Figura 7: Jerarquía incompleta

Tal y como se muestra en la Figura anterior, los subcriterios en este caso no se compararán todos entre sí en función de todos los criterios. Los subcriterios que sirven para analizar más detalladamente el criterios 1 (SUBC. 1.1, SUBC. 1.2 y SUBC. 1.3) se compran entre sí mediante comparaciones pareadas, en función del criterio 1. Lo mismo ocurre con los subcriterios del criterio 2 (SUBC. 2.1 y 2.2).

Las jerarquías no son rígidas ni cerradas. Si una vez concluida la jerarquía nos damos cuenta de que hay algún criterio o subcriterio que no hemos considerado o que necesitamos insertar más niveles para analizar bien un criterio, podemos realizar los cambios necesarios. Las jerarquías son flexibles.

Identificación de las alternativas

Las alternativas son las posibles soluciones al problema que estamos tratando. Entre las que debemos escoger una, que nos permita cumplir nuestro objetivo o acercarnos lo más posible a él. La elección no implica que la alternativa elegida sea la óptima para resolver el problema, pero sí la mejor de entre todas las que disponemos para satisfacer nuestro objetivo.

Se pueden comparar las alternativas por pares, en función de los criterios y subcriterios considerados en la jerarquía. De este modo podremos saber cuál es la alternativa que mejor se adapta a nuestro objetivo.

3.2.4.2. Determinación de prioridades, valoración

En esta segunda etapa (valoración) se incorporan las preferencias, gustos y deseos de los actores.

Una vez representado el problema de decisión a través de una jerarquía, debemos determinar las prioridades de los criterios, subcriterios y alternativas. El primer paso para establecer las prioridades, es realizar comparaciones por pares de los criterios, subcriterios y alternativas. Estas comparaciones reflejan la preferencia que cada elemento tiene sobre otro en relación con el elemento situado en el nivel inmediatamente superior.

Tras determinar las preferencias de todos los elementos, se sintetizan los resultados y obtendremos un número único que determina las prioridades de cada uno de los elementos (subcriterios, criterios y alternativas). Con estos resultados ya podemos tomar una decisión, y escoger la alternativa que presente la prioridad mayor (Saaty, 1997)

Determinación de las preferencias

La preferencia de los elementos, se determina basándonos en juicios sobre la importancia relativa que tiene un elemento sobre otro, al compararlo con un elemento del nivel superior. Al realizar las comparaciones, dependiendo de la experiencia de la persona que emite el juicio, de los datos que dispone, del conocimiento que tiene del problema y de su intuición, se obtendrán valoraciones distintas.

Para comparar la importancia relativa de un elemento sobre otro, respecto de la propiedad, se emiten juicios de valor que se expresan de forma numérica. Estas equivalencias (juicio de valor – número), se determinan en la escala fundamental del AHP, propuesta por Saaty.

Tabla 2: Escala fundamental del AHP

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio.
3	Moderadamente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro.
5	Fuertemente más importante un elemento que en otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro.
7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro,	Un elemento domina fuertemente. Su dominación está probada en práctica
9	Importancia extrema de un elemento frente al otro.	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible

La escala de preferencias está formada por 9 juicios de valor, que van de desde el 1 al 9, siendo los números 2, 4, 6, y 8 utilizados para establecer juicios intermedios.

La mejor forma de representar las comparaciones es a través de una matriz, que refleja de forma simple cuales son los elementos dominantes y los dominados. Esta matriz recibe el nombre de matriz de comparaciones pareadas.

La matriz A de comparaciones pareadas es un matriz cuadrada n x n, en la que a_{ij} , expresa la preferencia en valor numérico, del elemento de la fila i cuando se compara con el elemento de la columna j, para $i= 1, 2, 3, \dots, n$ y $j= 1, 2, 3, \dots, n$. por lo que cuando $i=j$ el valor de $a_{ij} = 1$, pues se está comparando el elemento consigo mismo.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 8: Matriz de comparaciones pareadas

Para la elaboración de la matriz, el Proceso Analítico Jerárquico se basa en 4 axiomas (Toskano Hurtado 2005):

Axioma 1: Reciprocidad. Se refiere a la condición de los juicios recíprocos.

$$a_{ij} = 1/a_{ji}$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 9: Matriz de comparaciones pareadas. Juicios recíprocos

Axioma 2: Homogeneidad. Los elementos que se comparan son del mismo orden, magnitud o nivel jerárquico.

Axioma 3: Dependencia. Existe dependencia jerárquica entre los elementos de dos niveles consecutivos

Axioma 4: Consistencia. Cuando la matriz de comparaciones pareadas es perfectamente consistente se cumple que: $a_{ij} = a_{ik} / a_{jk}$ para i, j y $k = 1, 2, 3 \dots n$.

Para rellenar la matriz, primero completaremos la diagonal, toda con números 1, ya que se está comparando cada elemento consigo mismo. Posteriormente se rellenarán lo huecos que quedan por encima de la diagonal con los valores de la escala de Saaty. El número de comparaciones a realizar para rellenar estos huecos se obtiene con la siguiente fórmula:

$$((n \times n) - n)/2$$

Donde n = número de elementos comparados

Las casillas que quedan por debajo de la diagonal son los recíprocos de los valores situados por encima de la diagonal.

Una vez completada la matriz de comparaciones pareadas, procedemos a sintetizar los juicios reflejados en ella, para de esa forma obtener un único valor numérico que determine la prioridad de cada elemento comparado.

Sintetización de los resultados

Sea A la matriz $n \times n$.

Llamamos autovalores o valores propios de A ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$) a las soluciones de

La ecuación: $\det (A - \lambda I) = 0$

En el caso de un decisor ideal, perfectamente consistente (concepto que se ampliará más adelante), se cumple:

$$[A] \cdot [a] = n \cdot [a]$$

El autovalor principal (λ_{max}) es el máximo de los autovalores.

n es el autovalor dominante de $[A]$ y $[a]$ el autovector asociado (caso ideal)

Si no hay consistencia, la matriz de juicios $[R]$ es una perturbación de $[A]$ y cumple:

$$[R] \cdot [a] = \lambda_{max} \cdot [a]$$

(λ_{max} es autovalor dominante $\in \mathfrak{R}^+$ y $[a]$ su autovector)

La gran aportación de Saaty fue postular que **el autovector asociado al autovalor dominante es el vector de los pesos (prioridades) de los criterios.**

En nuestro caso, el uso de Expert Choice 2000, nos ayuda a llevar a cabo de manera exacta las operaciones matriciales que el cálculo del Autovector y el Autovalor implica.

Para obtener las prioridades a partir de los juicios dados en la matriz de comparaciones $m \times m$, vamos a emplear un método de aproximación. El primer paso es obtener la matriz normalizada, para ello sumaremos los valores de cada columna y dividiremos cada casillero de la columna por el sumatorio de esta.

A =	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">C.1</td> <td style="padding: 5px;">C.2</td> <td style="padding: 5px;">.....</td> <td style="padding: 5px;">C.M</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">a_{12}</td> <td style="padding: 5px;">.....</td> <td style="padding: 5px;">a_{1m}</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">a_{21}</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">.....</td> <td style="padding: 5px;">a_{2m}</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">⋮</td> <td style="padding: 5px;">⋮</td> <td style="padding: 5px;">⋮</td> <td style="padding: 5px;">⋮</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">a_{m1}</td> <td style="padding: 5px;">a_{m2}</td> <td style="padding: 5px;">⋮</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> </table>	C.1	C.2	C.M	1	a_{12}	a_{1m}	a_{21}	1	a_{2m}	⋮	⋮	⋮	⋮	a_{m1}	a_{m2}	⋮	1	<p>C.1, C.2,.....C.M = Columnas</p> <p>Se corresponderán a los criterios, subcriterios o alternativas comparadas.</p> <p>$\sum C.1; \sum C.2; \dots ; \sum C.M$ Sumatorios de los elementos de cada columna.</p>
C.1	C.2	C.M																			
1	a_{12}	a_{1m}																			
a_{21}	1	a_{2m}																			
⋮	⋮	⋮	⋮																			
a_{m1}	a_{m2}	⋮	1																			
	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">$\sum C.1$</td> <td style="padding: 5px;">$\sum C.2$</td> <td style="padding: 5px;">.....</td> <td style="padding: 5px;">$\sum C.M$</td> </tr> </table>	$\sum C.1$	$\sum C.2$	$\sum C.M$																	
$\sum C.1$	$\sum C.2$	$\sum C.M$																			

Figura 10: Sumatorio de los elementos de cada una de las columnas

Tras obtener la matriz normalizada, se obtiene la prioridad relativa de cada uno de los elementos comparados, promediando cada una de las filas de la matriz normalizada.

$$\mathbf{N} = \begin{pmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mm} \end{pmatrix} \begin{matrix} \longrightarrow \\ \longrightarrow \\ \longrightarrow \\ \longrightarrow \end{matrix} \begin{matrix} (n_{11} + n_{12} + \dots + n_{1m}) / m & = & P_1 \\ (n_{21} + n_{22} + \dots + n_{2m}) / m & = & P_2 \\ \vdots & = & \vdots \\ (n_{m1} + n_{m2} + \dots + n_{mm}) / m & = & P_m \end{matrix}$$

Promedios
Prioridades

m = Total de elementos a comparar.

Figura 11: Determinación de las prioridades

En el caso de jerarquías en las que hay criterios y subcriterios, las prioridades de los criterios se determinan en función del objetivo y tienen los valores más grandes. Posteriormente se realizarán las matrices de comparaciones de los subcriterios que están relacionados con un determinado criterio. Obtendremos las prioridades relativas de cada subcriterio y para determinar cómo afectan al objetivo se multiplicará la prioridad de cada subcriterio por la prioridad del criterio correspondiente.

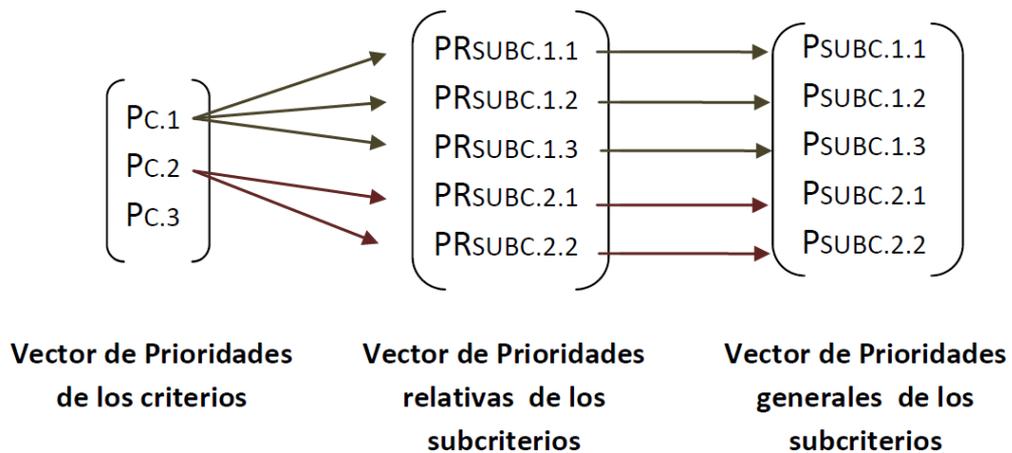


Figura 12: Obtención de prioridades relativas y generales

Para determinar la prioridad de cada una de las alternativas, se deberán hacer tantas matrices de comparación como subcriterios haya además de los criterios, en el caso de que estos no estén desglosados en subcriterios. Después se obtendrá la prioridad relativa de cada alternativa respecto al criterio/ subcriterio correspondiente.

Se obtendrá la prioridad general de cada alternativa respecto al criterio/ subcriterio correspondiente, multiplicando la prioridad relativa por la prioridad general del criterio/subcriterio con el que se compara.

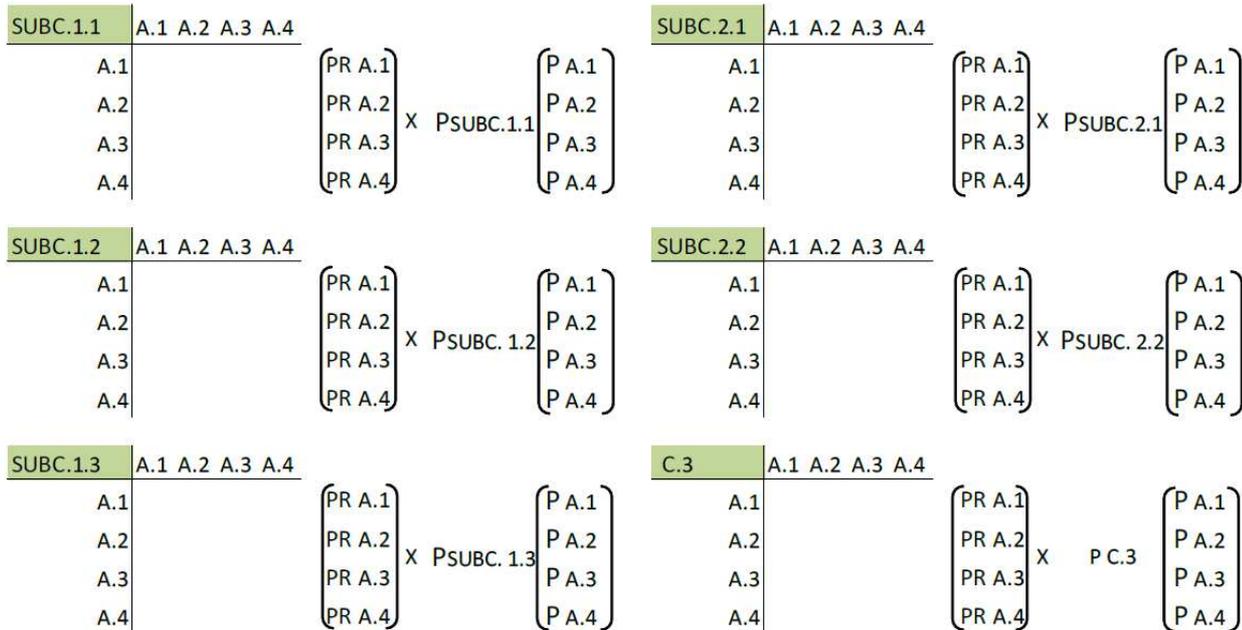


Figura 13: Determinación de las prioridades de las alternativas

Finalmente sumamos todas las prioridades de cada alternativa y obtenemos la prioridad de cada una de ellas respecto al objetivo.

SUBC.1.1	SUBC.1.2	SUBC.1.3	SUBC.2.1	SUBC.2.2	C.3.	PRIORIDAD
P A.1	P A.1	\sum P A.1				
P A.2	P A.2	\sum P A.2				
P A.3	P A.3	\sum P A.3				
P A.4	P A.4	\sum P A.4				

Figura 14: Prioridad total de las alternativas

3.2.4.3. Determinación de la consistencia

Tras determinar las prioridades de los elementos, debemos tener la seguridad de que los resultados obtenidos son válidos para tomar decisiones. Estos resultados derivan de los juicios de valor emitidos en las comparaciones, los cuales pueden ser consistentes o no. Hay que tener en cuenta que la consistencia perfecta es muy difícil de obtener y es de esperar un cierto grado de inconsistencia al establecer las comparaciones (Saaty, 1997).

En una matriz que sea totalmente consistente se debe cumplir que $a_{ij} = a_{ik} / a_{jk}$ para i, j y $k = 1, 2, 3...m$. Esta propiedad requiere que todas las columnas de una matriz sean dependientes. Las columnas en cualquier matriz de comparación 2×2 son totalmente dependientes, por lo que siempre son consistentes.

Para el resto de matrices $m \times m$ es muy probable que haya un cierto grado de inconsistencia. El Proceso Analítico Jerárquico permite medir la inconsistencia de los juicios a través de la proporción o razón de consistencia. Para matrices de 3 por 3 el valor de la proporción de consistencia no debe superar el 5%, no superará el 9% en el caso de matrices de 4 por 4 y para el resto de matrices será del 10% o menor.

Cuando más cerca estemos de los valores anteriormente citados, más consistentes serán los juicios establecidos en las comparaciones pareadas. Si superamos estos valores, quiere decir que los juicios son inconsistentes y aleatorios, por lo que se deben repasar y corregir.

El proceso Analítico Jerárquico determina la proporción de consistencia o razón de consistencia como el cociente entre el Índice de Consistencia real de la matriz estudiada y el Índice de Consistencia Aleatorio.

$$CR = \frac{IC}{IA} \quad \begin{array}{l} IC = \text{Índice de Consistencia} \\ IA = \text{Índice de Consistencia Aleatorio} \end{array}$$

Veamos cómo se calculan cada uno de los índices de consistencia.

Índice de consistencia de la matriz a estudiar IC

Cuando una matriz A es totalmente consistente, el valor de la suma normalizada de cada una de sus filas y el valor de la suma de los elementos de cada una de las columnas, son recíprocos. Al multiplicarlos obtendremos la unidad.

$$A = \begin{array}{cccc} & \text{C.1} & \text{C.2} & \dots & \text{C.M} \\ \left(\begin{array}{cccc} 1 & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & 1 \end{array} \right) & \rightarrow & (1 + a_{12} + \dots + a_{1m}) / m \\ & & & & \rightarrow (a_{21} + 1 + \dots + a_{2m}) / m \\ & & & & \rightarrow \vdots \\ & & & & \rightarrow (a_{m1} + a_{m2} + \dots + 1) / m \end{array}$$

$$\sum C.1 \quad \sum C.2 \quad \dots \quad \sum C.M$$

$$\begin{array}{l} \sum C.1 \times ((1 + a_{12} + \dots + a_{1m}) / m) = 1 \\ \sum C.2 \times ((a_{21} + 1 + \dots + a_{2m}) / m) = 1 \\ \sum C.M \times ((a_{m1} + a_{m2} + \dots + 1) / m) = 1 \end{array}$$

Figura 15: Reciprocidad matriz consistente

Si obtenemos la matriz normalizada de A (matriz N), siendo A totalmente consistente, observamos que todas las columnas son iguales. Por tanto el valor de

cada elemento de la columna es igual a la suma normalizada de su fila correspondiente.

$$\mathbf{N} = \begin{pmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mm} \end{pmatrix} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} n_{11} &= n_{12} = \dots = n_{1m} \\ n_{21} &= n_{22} = \dots = n_{2m} \\ n_{m1} &= n_{m2} = \dots = n_{mm} \end{aligned}$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{aligned} n_{11} &= (n_{11} + n_{12} + \dots + n_{1m}) / m \\ n_{12} &= (n_{21} + n_{22} + \dots + n_{2m}) / m \\ n_{m1} &= (n_{m1} + n_{m2} + \dots + n_{mm}) / m \end{aligned}$$

Figura 16: Matriz normalizada totalmente consistente

Al igual que pasaba con la matriz antes de ser normalizada, la suma normalizada de cada una de sus filas y la suma de los elementos de cada una de las columnas, son recíprocos.

Si sumamos los resultados obtenidos al multiplicar el sumatorio de cada columna por su fila normalizada, obtenemos el valor m , igual al orden de la matriz, es decir igual al número de elementos comparados en la matriz. Este valor es conocido como λ_{\max} (lambda máx).

$$\begin{aligned} \sum C.1 \times ((n_{11} + n_{12} + \dots + n_{1m}) / m) &= \\ \sum C.2 \times ((n_{21} + n_{22} + \dots + n_{2m}) / m) &= \\ \vdots & \\ \sum C.M \times ((n_{m1} + n_{m2} + \dots + n_{mm}) / m) &= \end{aligned}$$

$$\begin{array}{|c} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{array} \xrightarrow{\Sigma / m} \boxed{m = \lambda_{\max}}$$

Figura 17: obtención de Lambda máx

Cuando una matriz no es consistente λ_{max} es mayor a m y cuando más se aleje del valor m , mayor será el valor obtenido en el Índice de Consistencia.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1} \quad m: \text{Total de elementos comparados}$$

Índice de Consistencia Aleatoria IA

El índice de Consistencia Aleatoria, es el Índice de Consistencia de una matriz de comparaciones pareadas $m \times m$, en la que se han realizado las comparaciones de forma aleatoria. El valor del índice varía según el número de elementos que se comparan. Además según las publicaciones consultadas se reflejan distintos valores para el índice aleatorio de consistencia del mismo tipo de matriz, tal y como podemos observar en las siguientes tablas:

Tabla 3. Índice de consistencia aleatorio (Saaty, 1997)

Nº de Elementos Comparados	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice Aleatorio de Consistencia	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45

Tabla 4. Índice de consistencia aleatorio (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2000)

Nº de Elementos Comparados	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice Aleatorio de Consistencia	0	0	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,452

Tabla 5. Índice de consistencia aleatorio (Toskano Hurtado 2005)

Nº de Elementos Comparados	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice Aleatorio de Consistencia	0	0	0,58	0,89	1,11	1,24	1,32	1,4	1,45

Tabla 6. Índice de consistencia aleatorio (Masud y Ravi 2008)

Nº de Elementos Comparados	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice Aleatorio de Consistencia	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Determinación de la Razón de Consistencia RC

Una vez obtenido el índice de consistencia IC y el Índice Aleatorio de Consistencia IA, podemos calcular la Razón de Consistencia en (o CR, Consistency Ratio). Los resultados obtenidos al realizar el cociente pueden ser $CR \leq 0,10$ o $CR > 0,10$.

Cuando el resultado es mayor que 0,10 significa que los juicios establecidos en la matriz de comparaciones pareadas son inconsistentes, por lo que las prioridades obtenidas no son válidas para tomar una decisión y el decisor o grupo de decisores debe reconsiderar los juicios establecidos.

Para valores de CR iguales o menores a 0,10 se considera que la consistencia de las comparaciones es aceptable, por lo que las prioridades obtenidas son válidas y justificadas, para tomar una decisión. Es el CR que vamos a usar en el presente trabajo de investigación. Aunque, para ser estrictos, para matrices de 3x3 la Razón de Consistencia debería ser $\leq 0,05$ para obtener una consistencia aceptable. En el caso de matrices de 4x4 la Razón de Consistencia debería ser $\leq 0,09$.

CAPÍTULO 3

OBJETIVOS

4. OBJETIVOS Y PLAN DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de este trabajo es contribuir a la mejora de la calidad de los vinos de la variedad Bobal con propuestas de mejora en la fase de maceración durante la elaboración.

Los vinos obtenidos a partir de la variedad Bobal presentan tradicionalmente algunos defectos organolépticos, destacando su amargor y la dureza tánica que hacen en general que los vinos de esta variedad hasta la fecha nunca se hayan considerado como vinos de calidad. Por ello se persigue conocer el impacto que tiene la maceración en los vinos de Bobal, centrando el interés en aquellas técnicas que dan como resultados unas combinaciones de polisacáridos que permiten disminuir la astringencia de los taninos, los hacen más suaves y menos amargos, y confieren un mayor equilibrio sobre el vino.

Para ello se ha partido de uva de la variedad Bobal con dos grados distintos grados de madurez y con ella se han elaborado vinos aplicando diferentes tecnologías de vinificación las cuales han sido seleccionadas por sus características para conseguir dar respuesta a este objetivo. A partir de los vinos elaborados con las distintas técnicas elegidas se han realizado las determinaciones analíticas relacionadas con el color, antocianos, taninos y sus distintas combinaciones.

Posteriormente los vinos han sido sometidos a una evaluación organoléptica mediante un panel de expertos para evaluar si las técnicas de vinificación tienen un efecto significativo sobre las características sensoriales de los caldos elaborados. Los resultados de esta evaluación han sido sometidos a un proceso de tratamiento de multicriterio como método capaz de homogeneizar los diferentes puntos de vista de los catadores.

CAPÍTULO 4

VINIFICACIONES

5. VINIFICACIONES: MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se explica cuáles han sido los ensayos realizados, la selección que se realizó de la uva a vinificar y la justificación de los distintos métodos de vinificación escogidos para llevar a cabo esta investigación.

Para realizar el estudio se han realizado 3 ensayos de vinificación distintos uno en la vendimia de 2011 y 2 más en la vendimia de 2012.

Durante el ensayo en la variedad Bobal realizado en el 2011, en paralelo se han realizado dos vinificaciones más de otras dos variedades de uva tinta diferentes. Estas dos variedades empleadas han sido la Tempranillo y la Garnacha.

Por otra parte, durante los ensayos realizados en 2012 se realizaron únicamente con Bobal pero en dos momentos de madurez distintos. Una primera madurez donde la uva fue recogida en la 3ª semana de septiembre y la segunda madurez correspondiente a la vendimia que se realizó 15 días más tarde con una maduración del fruto mucho más avanzada. Con este tipo de ensayo se pretende evaluar la incidencia de las técnicas en función del grado de madurez.

Con el fin de asegurarse la fiabilidad de los datos, los ensayos se realizaron con dos repeticiones por tratamiento

5.1. SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

En 2011, la vendimia se realizó en la tercera semana de septiembre, y tal y como se ha comentado anteriormente, se han empleado 3 variedades distintas, la variedad Bobal objeto principal de este estudio, y la variedad Garnacha y Tempranillo.

El motivo de emplear dos variedades distintas a la Bobal viene justificado con el fin de evaluar si los resultados obtenidos de las diferentes técnicas de maceración respondían con la misma dinámica de resultados para todas las variedades y si había tendencia en los mismos, o si por el contrario existían incidencias en los resultados presentando divergencias entre las técnicas en función de cada variedad de uva.

Para ello se seleccionaron estas dos variedades debido a que son uvas de las cuales se obtienen vinos reconocidos por su calidad y al igual que la Bobal son variedades autóctonas de la península y con un nivel de adaptación al suelo y al clima, a priori mejor que variedades foráneas importadas de países del norte con climas más frescos y donde la maduración fenólica pudiera verse alterada por nuestras cálidas condiciones climáticas.

Para realizar el ensayo en las mismas condiciones de entorno y temperatura se deben realizar las 3 vinificaciones en paralelo, por lo que era necesario que el grado de maduración fuera similar para todas las muestras, si bien cada una de las variedades de uva tiene un ciclo de madurez diferente siendo la Tempranillo la más prematura y la Bobal la más tardía. Para conseguir esta premisa se seleccionaron parcelas diferentes en cuanto a orientación y altitud, con el fin de uniformizar el grado de madurez lo máximo posible.

La parcela de uva Bobal se encontraba con orientación sur con una altura de 650 m sobre el nivel de mar, esta característica presenta una buena exposición solar y una altitud que permite una madurez óptima para la 3ª semana de septiembre.

La parcela de Garnacha se encontraba a 650 m de altitud con orientación nor-este, la orientación norte permite un retraso en la maduración, por lo que esta característica es adecuada para producir una madurez fenólica lenta y adecuada a las características de calidad que buscamos, equiparando el grado de madurez de esta variedad al estado de la Bobal.

Por último la parcela de Tempranillo, se tuvo que buscar un emplazamiento a mayor altitud y orientación ya que la Tempranillo tiene un ciclo de maduración más corto que las anteriores, en este caso la parcela seleccionada se encontraba a 850 m de altitud y orientación noreste. La altitud es un factor que aporta frescura y retrasa la maduración, por lo que nos servimos de este factor junto con la orientación de la parcela para conseguir un estado de maduración óptimo en la fecha en la cual se realizó este ensayo.

Tabla 7: Valores medios de los parámetros del mosto en el año 2011

	Grado Baumé	pH	Acidez Total (g/L)
Bobal	13,60 ± 0,1	3,39 ± 0,02	3,62 ± 0,15
Garnacha	12,98 ± 0,15	3,33 ± 0,02	4,74 ± 0,1
Tempranillo	13,50 ± 0,02	3,46 ± 0,01	3,92 ± 0,08

En lo que respecta a la vendimia del 2012 se realizaron los ensayos únicamente con la variedad Bobal y con la misma parcela, si bien dichos ensayos se repitieron en dos momentos diferentes de recolección. Para ello, tal y como se ha comentado anteriormente, se realizaron dos vendimias diferenciadas en distintos grados de maduración. Una primera recolección tuvo lugar en la tercera semana de septiembre y una segunda vendimia realizada 15 días más tarde, en octubre con una maduración más avanzada.

Tabla 8: Valores medios de los parámetros del mosto en el año 2012.

	Grado Baumé	pH	Acidez Total (g/L)
Madurez 1	13,70 ± 0,15	3,43 ± 0,02	4,24 ± 0,10
Madurez 2	14,30 ± 0,04	3,33 ± 0,01	4,69 ± 0,10

El objetivo de realizar la vendimia en dos estadios de maduración diferentes nos sirve para evaluar si la respuesta ante las tres técnicas de maceración ensayadas es la misma o depende del grado de madurez de las uvas. Es decir, si habrá diferencias en la extracción de los compuestos fenólicos, ya que ésta como indicia Amrani Joutei y Glories, (1994) esta no depende únicamente de la cantidad de componentes en la uva, sino del grado de maduración del fruto, que implica además de una solubilización de los polisacáridos de la pared celular del hollejo, una degradación de esta pared celular durante la maduración que a su vez facilitará la extracción de la materia colorante durante la vinificación.

La vendimia se realizó a mano en cajas de 20 kilos. Posteriormente se trasladó la uva a las instalaciones de la planta piloto del Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo de la UPV y se realizó una selección de las uvas previo al inicio del protocolo de vinificación.

5.2. SELECCIÓN DE LOS MÉTODOS DE VINIFICACIÓN

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores la forma de vinificación adoptada, condiciona tanto la extracción de los compuestos, a partir de las diferentes partes del racimo, como las reacciones posteriores de estas moléculas, contribuyendo así de manera esencial a la composición final de los vinos, siendo el sistema utilizado para realizar la homogenización de la pasta una de las más importantes decisiones a la hora de la definición de un vino tal y como señalan Gómez-Miguel y Heredia, (2004) debido a que las técnicas de vinificación ejercen una gran influencia en la extracción de los componentes de las uvas, afectando a la concentración y composición de los vinos.

La disolución de los componentes se efectúa en el orujo y el mosto que lo impregna, el cual es saturado rápidamente de constituyentes extraídos produciéndose la parada de los intercambios. La continuidad de la disolución de compuestos está sometida a la difusión de estas sustancias en el mosto, esta dinámica está asegurada esencialmente por la renovación del líquido. Cuanto mayor es el volumen de mosto renovado, más susceptible es de extraer nuevos compuestos de la baya que pasan a la solución.

Teniendo como premisa esta dinámica de extracción, se han seleccionado 3 métodos de maceración diferentes:

Bazuqueo:

Como técnica representativa de la vinificación tradicional, donde siempre se han obtenido buenos resultados en bodegas de tamaño medio que producen vinos de Bobal de calidad y la cual es de fácil puesta en funcionamiento en laboratorio.

Ensayo con prototipo desarrollado en laboratorio:

El Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo centra su investigación de este prototipo como otra aportación de esta investigación. Este método tiene su origen en una bodega de Valencia donde se elaboran monovarietales de Bobal exclusivamente con este procedimiento. El sistema de vinificación suscitó el interés en el IIAD de la UPV, quien ante el método de maceración tan particular determinó iniciar

la investigación del impacto que producía esta técnica en la maceración de la uva Bobal.

El prototipo es una ingeniosa modificación del sistema de maceración de sombrero sumergido que se explica a continuación. En este ensayo se pretende evaluar el impacto de este método y en función de los resultados obtenidos valorar la posibilidad de desarrollar esta técnica para la elaboración de vinos de Bobal de calidad.

Sombrero sumergido:

La selección de esta técnica viene justificada como ensayo de referencia del prototipo anterior, ya que tal y como se ha comentado, el prototipo es una modificación de este método de vinificación, por lo que es necesario conocer los resultados de la técnica en la investigación para testear la incidencia del prototipo con respecto a este procedimiento.

El sombrero sumergido es un método tradicional en los procesos de vinificación siempre había dado buenos resultados, si bien por problemas de manipulación de las rejillas había caído en desuso. Esta tendencia se está revirtiendo para grandes volúmenes debido al desarrollo tecnológico en las cubas de fermentación de gran capacidad, lo cual está permitiendo que esta técnica se vuelva a implantar de nuevo en grandes bodegas de Italia y Francia.

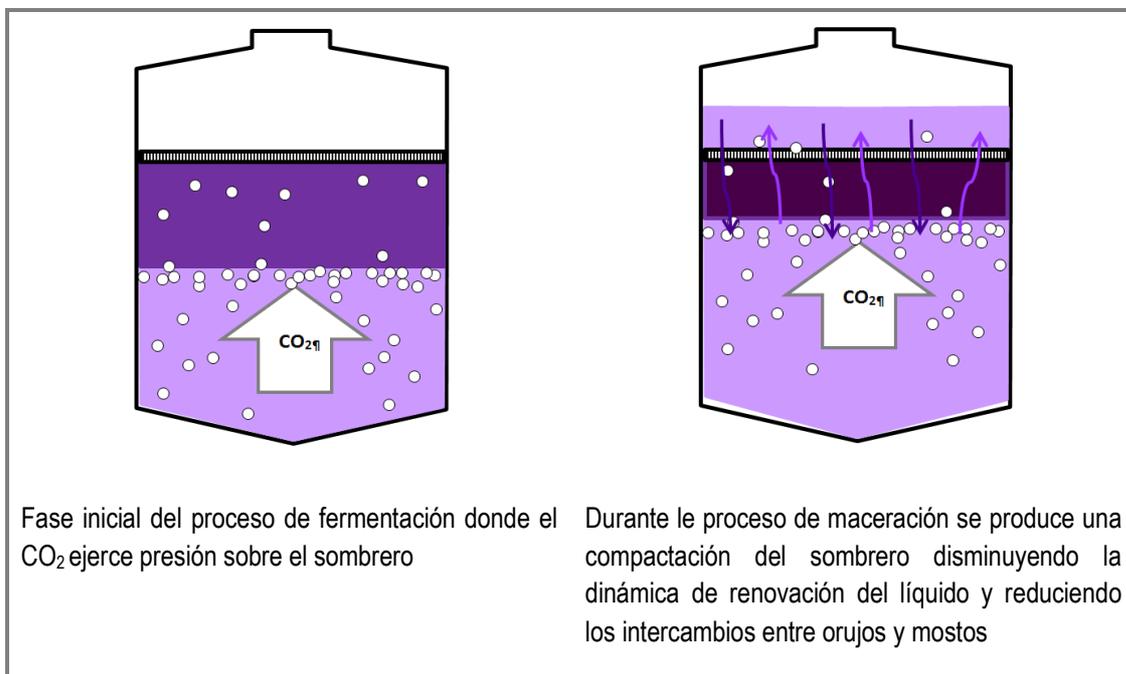
Descripción del prototipo:

Con el fin de ajustar el nivel de extracción existen numerosas técnicas en continua evolución gracias a ingenieros que proponen de manera regular nuevas soluciones. Se estima que solamente del 20 al 30 % del potencial de la uva se encuentra en el vino, de ahí la importancia de los esfuerzos desplegados destinados a mejorar este rendimiento (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004).

La técnica que se presenta se basa en una propuesta de mejora del proceso de vinificación específico adaptado a la variedad Bobal, ello implica como base indispensable, el disponer de un conocimiento profundo de las diferentes estructuras presentes en la uva y de los mecanismos de su evolución durante la vinificación.

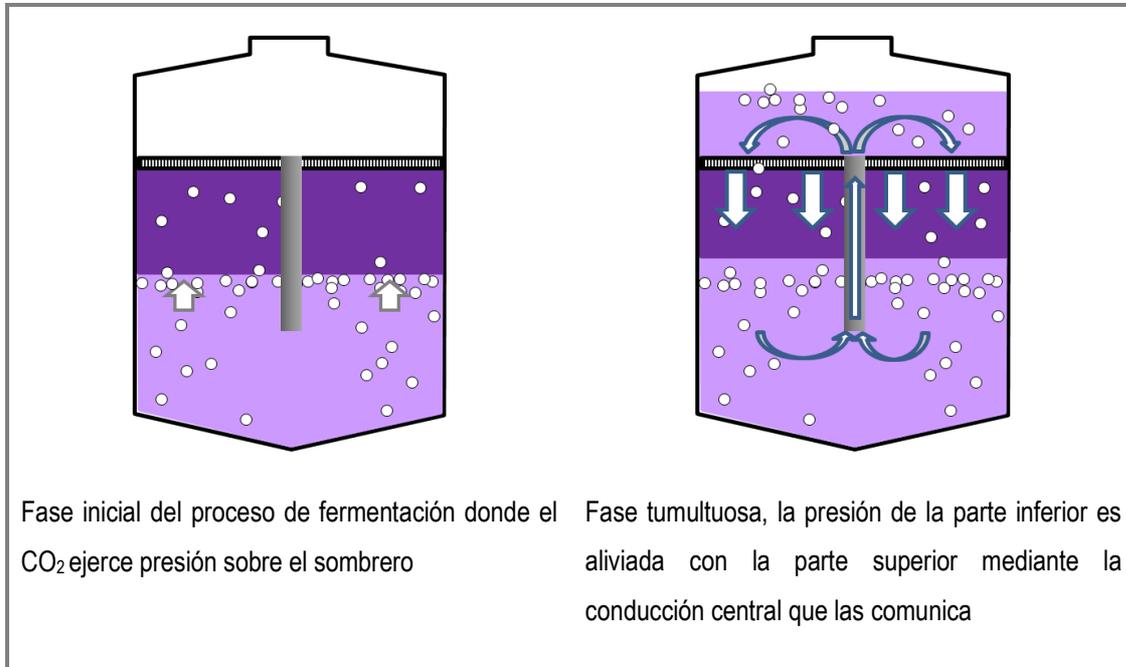
La técnica está basada en una innovación del método de maceración de sombrero sumergido mejorando los inconvenientes que presenta este sistema, en especial en lo que se refiere a la compactación de sombrero por el empuje del CO_2 generado durante la fermentación. Esta compactación disminuye los intercambios entre orujos y mostos, ya que la dinámica de renovación del líquido se ve obstaculizada por el volumen de orujos fuertemente comprimidos entre la rejilla del sistema de sombrero sumergido y el empuje del CO_2 .

Figura 18: Sistema de maceración de sombrero sumergido



El proceso propuesto, sigue el mismo sistema que el sombrero sumergido, si bien con el fin de disminuir la presión que se produce sobre el sombrero por la generación del CO_2 , se incorpora una conducción que comunica la parte inferior del sombrero con la parte superior. Esta conducción sirve para aliviar la compresión entre la reja y el CO_2 sobre el sombrero permitiendo que el mosto fluya a través del mismo hacia la parte superior donde posteriormente, por efecto de la gravedad, todo el flujo percola a través del sombrero aumentando, supuestamente, la disolución de los componentes entre el orujo y el mosto que lo impregna y asegurando una renovación del líquido que mejora la difusión de compuestos extraídos, favoreciendo la dinámica de los intercambios.

Figura 19: Sistema de maceración del prototipo propuesto



Asimismo, con este sistema, se evitan operaciones mecánicas en el sombrero que tal y como señala Ribereau-Gayon *et al.*, (2004) uno de los inconvenientes durante la maceración es la aplicación de las operaciones mecánicas (remontados o bazuqueos) ya que puede generar la extracción de una manera más o menos marcada de los componentes que favorecen las notas vegetales que enmascaran las notas frutales.

5.3. PROTOCOLO DE VINIFICACIÓN

La vendimia es recibida en cajas y seleccionada donde posteriormente se pasa a la fase de estrujado y despalillado mecánico, el cual ha sido realizado con un nivel mínimo de agresividad para evitar dilacerar masivamente la uva y que pueda dar lugar a un exceso de fangos de vinificación que alterarían el proceso.

Posteriormente, la uva ha sido introducida en cubas de vinificación de acero inoxidable de 50 litros de capacidad. En cada depósito macerador se adicionó sulfuroso a razón de 10 g de metabisulfito potásico ($K_2S_2O_5$) por cada 100 Kg de uva, y se sembraron levaduras secas seleccionadas (Lallemand ICV D-80R) a razón de 20 g por 100 Kg. Se fermentó a temperatura ambiente.

Una vez tenemos la uva dentro de los depósitos de fermentación permanecerá en maceración durante un periodo de 10 días. El protocolo de actuación para cada técnica a ensayar es el siguiente:

Bazuqueo:

El orujo se inundará manualmente con un pisón, realizando esta operación diariamente dos veces al día. Cada vez que se realice el bazuqueo se hundirá el sombrero flotante en el mosto mediante 10 acciones del pisón.

Sombrero sumergido:

El orujo se mantendrá sumergido continuamente con la ayuda de una reja, sin aplicar remontados.

Prototipo de estudio:

El orujo se mantendrá sumergido continuamente con la ayuda de una reja, y los remontados se producirán automáticamente por diferencias de presión entre la parte superior del sombrero y la inferior.

Transcurridos los 10 días de maceración se procedió al escurrido y descubándose a una densidad entre 997-994 pasando al prensado de las pastas en una prensa hidráulica de 20 litros de capacidad a 2 atmósferas de presión durante 10 minutos. Las

fracciones de vino de prensa y la procedente del escurrido se juntaron, finalizando la fermentación alcohólica en el mismo depósito de acero inoxidable de 50 litros.

Una vez terminada la fermentación alcohólica, se ha realizado la fermentación maloláctica previa adición a todos los depósitos de 1 g/hL de bacterias *Oenococcus oeni*. Terminada ésta los vinos se han corregido a 30 mg/L de sulfuroso libre, trasegándolos para que se homogeneizen y finalmente se embotellen.

No se han adicionado enzimas comerciales en el proceso de maceración para no alterar el perfil antociánico ni fenólico (Pardo *et al.*, 1999; Wightman *et al.*, 1997).

Todas las vinificaciones se realizaron por duplicado para poder descartar, en caso necesario, algún vino obtenido con defecto, bien por picado acético, bien por fermentación alcohólica incompleta.

Durante el proceso de vinificación en el año 2012 se han ido extrayendo de cada uno de los depósitos muestras diarias de mosto. Estas muestras son las que nos indicarán las diferencias en el proceso de vinificación y poder evaluar los efectos de cada sistema en la fase maceración-fermentación.

CAPÍTULO 5
ANÁLISIS QUÍMICO Y SENSORIAL

6. ANÁLISIS QUÍMICO

6.1. MATERIALES Y METODOS

Antes de iniciar cualquier operación es necesario centrar los objetivos de esta investigación con el fin de realizar los análisis más precisos.

Se busca un vino con las mejores características posibles desde el punto de vista químico y organoléptico con el fin de obtener un producto de calidad. Por ello, aparte de los análisis realizados durante la vinificación, se ha realizado análisis de los vinos obtenidos, a los 5 y 12 meses en botella.

Los vinos han sido analizados en un orden aleatorio para evitar posibles errores sistemáticos. Todos los análisis se han hecho por duplicado, trabajando posteriormente con la media de los valores obtenidos.

Para poder realizar correctamente esta tarea se seleccionan aquellos métodos de análisis que nos pueden aportar información para el objetivo de este estudio.

Señalar que los criterios fisicoquímicos de vino: alcohol, pH y acidez total que son parámetros exclusivos de las uvas no se han tomado en cuenta en la evaluación de las alternativas de elaboración ya que no están influenciados por la maceración.

Los datos obtenidos de los distintos análisis se ha realizado un tratamiento estadístico mediante un análisis de la varianza (ANOVA)

Los métodos de análisis seleccionados son los siguientes:

6.1.1. Intensidad colorante (IC) (Glories, 1978)

El color del vino es uno de los atributos fundamentales para su caracterización, apreciación y calidad. Es el primer atributo que observamos al degustar un vino, ofreciéndonos su aspecto, tonalidad e intensidad, información sobre los posibles defectos y virtudes, hablándonos en definitiva de su forma de elaboración o de su evolución en el tiempo. Desde el punto de vista tecnológico, la determinación y las diferencias del color revisten interés en todas aquellas operaciones inherentes a la elaboración de un producto, como las mezclas de vinos, en las cuales el atributo del color tiene una gran relevancia.

El color del vino tinto depende de la concentración en antocianos libres, de las combinaciones tanino-antociano, de los taninos y varía también en función del pH, de la tasa de SO₂ libre, de la temperatura y de las aireaciones,

El color puede ser cuantificado por la suma de las densidades ópticas a 420 nm (amarillo), 520 nm (rojo) y 620 nm (azul) expresadas en cubeta de 10 mm de recorrido óptico (vidrio o cuarzo) con relación al agua destilada, después de ser centrifugada la muestra. De esta forma se indica la intensidad del color, así como la contribución del amarillo, del rojo y del azul.

Para la determinación de la intensidad colorante se siguen los métodos oficiales de análisis de la UE (Comisión Europea, 1990). Para ello se realizan mediciones directas de la muestra a 420, 520 y 620 nm mediante un espectrofotómetro UV/VIS JASCO V-530 (Tokyo, Japón) con cubetas de vidrio de 0,1 cm de paso de luz y utilizando el agua destilada como referencia. El valor de la intensidad colorante se obtiene mediante la suma de las absorbancias a las longitudes de onda indicadas anteriormente referidas a una cubeta de 1 cm de paso de luz $IC = (A_{420} + A_{520} + A_{620})$ (Glories, 1978).

6.1.2. Índice de polifenoles totales (IPT) (Ribereau-Gayon, 1979)

La determinación del Índice de Polifenoles Totales (IPT) es una metodología que habitualmente se realiza en bodega, que está directamente relacionada con la concentración total de polifenoles, siendo mayoritarios los antocianos y los taninos. No es un índice que valore directamente el color del vino, pero al ser los antocianos los polifenoles mayoritarios en los hollejos de uvas tintas, existe una correlación directa entre los valores de IPT y la concentración de antocianos, compuestos responsables del color en los vinos tintos (Blouin, 1977).

EL IPT determina la cantidad la totalidad de los compuestos polifénolicos del vino midiendo la absorbancia a la longitud de onda que escinde el agrupamiento fenol. El núcleo benzoico de los polifenoles presentes en mostos y vinos, absorben luz ultravioleta característico de los compuestos fenólicos en su máximo de absorbancia a 280 nm

6.1.3. Antocianos totales (A. tot) (Ojeda, 1999).

Para la determinación de los antocianos totales se utiliza el método desarrollado por *Ojeda* (1999) que se basa en diluir el vino con una cantidad grande de solvente no polar con un pH fuertemente ácido, para medir el pigmento rojo con espectrofotómetro y referirlo a una gama patrón de malvidina 3-glucósido. El pH fuertemente ácido es necesario para transformar la totalidad de los antocianos monómeros, a la forma roja flavilium. Las lecturas de absorbancia a 520 nm se refirieron a la absorptividad molar de la malvidina 3-glucósido y se expresaron como mg antocianos/ litro vino.

6.1.4. Índice de ionización (Glories, 1984)

El índice de ionización nos proporciona el porcentaje de antocianos que contribuyen al color del vino. Valora el porcentaje de antocianos libres y combinados, decolorados por el SO_2 , que están coloreados en el vino.

Es la relación entre dos decoloraciones, una al pH del vino y otra en medio ácido. Se hace una relación de los antocianos que tienen color con la adición de NaHSO_3 , en pH normal y en medio ácido.

El índice de ionización en los vinos jóvenes es del 10 al 30 %, aumentando en el transcurso del envejecimiento hasta llegar al 80 o 90 %, ya que a medida que disminuyen los antocianos libres y aumentan los antocianos combinados con los taninos, existe un mayor porcentaje de antocianos no sensibles a la decoloración.

6.1.5. Índice de PVPP (Blouin, 1977)

El Índice de Polivinilpirrolidona (PVPP) indica el porcentaje de antocianos combinados con los taninos. La mayor concentración de combinaciones antocianos-taninos justifica la mayor contribución de los antocianos al color (presentan un rojo más intenso y menor tonalidad azul), y sobre todo la estabilidad del color, evitan la oxidación de los antocianos, así como la disminución de la astringencia de los taninos (Blouin, 1977; Vivas *et al.*, 1995).

El procedimiento para la determinación de este índice es introducir a 0°C , 2 mL de vino diluido 1/5 con agua destilada y 2 mL de PVPP 0,6%. Se agita y se deja en reposo durante 10 minutos. A continuación añadimos 6 mL de tricloroacético 20%, se agita y se deja reposar durante 10 minutos. Se centrifuga durante 5 minutos a 4700 rpm. Posteriormente, se diluye con agua destilada media parte para obtener así una dilución de vino 1/50. Se mide en el espectrofotómetro a 280 nm en cubetas de 10 mm de paso óptico, obteniéndose de esta una DO que se corresponde con los taninos no combinados con antocianos. Por diferencia con los taninos totales obtenemos los combinados con antocianos.

6.1.6. Taninos condensados totales (Ribéreau-Gayon et Stonestreet, 1966).

Este índice mide la concentración de taninos condensados en el vino. Llamamos taninos a diversos compuestos fenólicos que tienen como característica común que precipitan con las proteínas en solución, y que ralentizan o inhiben las acciones enzimáticas por combinación directa con su fracción proteínica.

En la uva y por tanto en los vinos que no han pasado por madera hay taninos condensados (proantocianidinas o proantocianidinas formados por monómeros y polímeros de catequinas) y ácido gálico (tanino hidrolizado), si los vinos han estado en madera aparece también ácido elágico (tanino hidrolizado).

En los mostos y vinos jóvenes las proantocianidinas presentan pesos moleculares en torno a 500-700 (dímeros, trímeros), mientras que en los vinos viejos aparecen polímeros de más de diez moléculas condensadas, con pesos moleculares de 2.000-3.000.

Las proantocianidinas tienen la propiedad de ser transformables parcialmente en antocianidinas rojas por calentamiento en medio ácido. Este calentamiento conduce a la ruptura de ciertas uniones y a la formación de carbocationes que se transforman parcialmente en cianidina y catequinas si el medio es suficientemente oxidante (reacción de Bete-Smith). Este método consiste en utilizar ésta propiedad para la detección de taninos en el medio. Esta reacción tiene lugar tanto con las formas monómeras (catequinas) como con las formas polimerizadas (proantocianidinas), en este último caso la reacción provoca la ruptura por hidrólisis de ciertas uniones que luego se transforman en antocianidinas, y son éstas las que se determinan por medición colorimétrica. En los vinos tintos, se puede admitir que la coloración propia de las antocianinas varía poco durante el calentamiento.

El método se basa en la capacidad de condensación de las catequinas con los compuestos carbonílicos en medio ácido (HCl). El reactivo utilizado es la vainillina en medio ácido (vainillina clorhídrica), ya que ésta es un aldehído relativamente estable a altas concentraciones de ácidos.

6.1.7. Índice de DMACH (Vivas *et al.*, 1994)

Otro método utilizado para evaluar el grado de polimerización de los taninos del vino es el método de *p*-dimetilaminocinamaldehído (DMACH) propuesto por Vivas *et al.*, (1994). Los autores proponen una nueva técnica de evaluación del grado de polimerización de taninos de la uva y vino usando un aldehído específico, el *p*-dimetilaminocinamaldehído (DMACH), que se usa para medir el grado de condensación de las proantocianidinas que será tanto más alto cuanto más bajo sea el índice (Vivas, 1994). 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 proantocianidinas oligomeras (Vivas, 1994). En las medidas se utilizó un espectrofotómetro UV/VIS JASCO V-530 (Tokyo, Japón).

6.1.8. Índice de gelatina (IG) (Glories, 1978)

El índice de gelatina puede ser considerado como un reflejo de la astringencia del mosto o vino. Cuanto más elevado sea (superior a 50%) el vino parecerá más astringente. El índice no caracteriza exclusivamente a las moléculas condensadas, sino también a algunos taninos poco polimerizados, ya que representa el porcentaje de taninos capaces de combinarse con la gelatina y susceptibles de intervenir a nivel de astringencia.

6.1.9. Determinación del grado de polimerización de taninos mediante HPLC.

El grado de polimerización depende del número de moléculas fenólicas que se condensan. Los taninos que se encuentran en mostos y vinos jóvenes corresponden a dímeros o trímeros, mientras que en los vinos viejos los taninos pueden llegar a contener diez moléculas condensadas, ya que tamaños mayores se insolubilizan y precipitan.

Las proantocianidinas fueron purificadas usando la columna Toyopearl TSK HW 40F (Kennedy y Jones, 2001) de 270 x 28 mm. Después de un acondicionamiento, se hacen pasar 25 mL de vino, para después aplicar 5 volúmenes de columna MetOH:H₂O (1:1) con 0,1 % de TFA, la finalidad de este procedimiento es eliminar

carbohidratos y polifenoles de bajo peso molecular. A continuación, y para separar los taninos de alto peso molecular, se adicionan 3 volúmenes de acetona: agua (2:1) con 0,1 % de TFA. La acetona, se eliminará en corriente de N₂, a 35°C, y para eliminar el agua, la muestra se liofiliza durante 24h.

Para hacer la reacción de la fluoroglucinólisis se pesan 5 mg del polvo obtenido anteriormente, se disuelven en 0,5 mL de MetOH (100 %) y se añade 0,5 mL de solución de hidrólisis (HCl 0,2 N en metanol, 100 g/L floroglucinol y 20 g/L de ácido ascórbico) durante 20 minutos a 50°C. La hidrólisis es detenida con 2 volúmenes de solución acuosa 200 mM de acetato de sodio en agua y las soluciones son filtradas por membrana de acetato de celulosa de 0,45 µm (Kennedy y Jones, 2001).

Se inyectaron 25 µL de muestra, en un equipo de cromatografía líquida de alta resolución (JASCO serie MD-2010 Plus, Tokyo, Japon), equipado con un detector Diodo Array (JASCO LC-Net II/ADC, Tokyo, Japon). Los aductos son analizados usando una columna en serie de fase reversa, Gemini NX (Phenomenex, Torrance, CA) de 250 mm de longitud x 4,6 mm y 5 µm de diámetro interno.

El análisis se realiza mediante un gradiente binario que consta de 2 fases móviles . Fase móvil A, solución de ácido acético 1% en agua MiliQ. Fase móvil B, MetOH (100 %). La elución es monitorizada a 280 nm de longitud de onda, el horno para la columna está fijado a una temperatura de 40°C.

Tabla 9. Condiciones de elución

Tiempo(min)	%A	%B
10	95	5
30	80	20
55	60	40
60	10	90
70	10	90
75	95	5
80	95	5

Para calcular las rectas patrón, analizaron los siguientes compuestos puros: catequina, epicatequina, epicatequina-3-O-galato, epigallocatequina. Para localizar las uniones de las distintas subunidades de taninos, es decir, las formas unidas a floroglucinol, se realizó la reacción de la floroglucinólisis con los compuestos puros, obteniéndose los tiempos de los siguientes compuestos: catequina-floroglucinol; epicatequina-floroglucinol; epicatequina-3-O-galato-floroglucinol y epigallocatequina-floroglucinol.

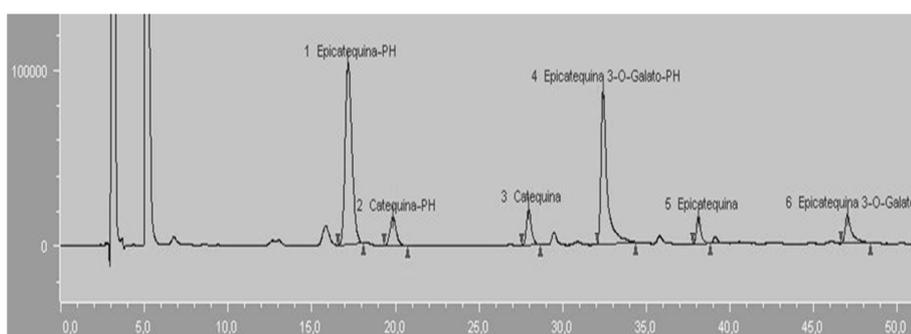


Figura 20. Cromatograma de la muestra en depósito de acero inoxidable después de la reacción de floroglucinólisis

Estas rectas patrones se aplican igual tanto para los compuestos unidos a floroglucinol como para los compuestos puros.

Tabla 10 Rectas de calibrado y tiempos de retención (min) de los compuestos.

COMPUESTOS	RECTAS DE CALIBRADO	Tr
Epigallocatequina- floroglucinol	$g/L = 6.35 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	8
Catequina- floroglucinol	$g/L = 7.0 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	18
Epicatequina- floroglucinol	$g/L = 3 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	19
Catequina	$g/L = 7.0 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	29
Epicatequina-3-O-galato-floroglucinol	$g/L = 2.44 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	32
Epicatequina	$g/L = 3 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	39
Epicatequina-3-O-galato	$g/L = 2.44 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	47

Durante la hidrólisis ácida, en presencia de floroglucinol, éste, únicamente se unirá a las unidades de extensión y no a las unidades terminales, por lo que el grado medio de polimerización de taninos (mDP) fue obtenido por la división entre la totalidad de las subunidades identificadas (proantocianidinas terminales y extensión) y las proantocianidinas terminales (no unidas a floroglucinol).

$$mDP = \frac{\sum n_{eq_i}}{[n_{eq_C} + n_{eq_{EC}} + n_{eq_{ECG}}]}$$

En el caso del porcentaje de galoilación (%G) se obtuvo por división entre la totalidad de proantocianidinas galoiladas y la totalidad de las proantocianidinas identificadas, multiplicado por 100. Finalmente, el peso molecular promedio (aMW) se obtuvo del resultado de la ecuación $mDP * [288 + (152 * \%G / 100)] + 2$.

6.1.10. Tratamiento estadístico, análisis de la varianza (ANOVA)

El tratamiento estadístico de los valores obtenidos en las determinaciones analíticas Los vinos, se ha llevado a cabo con el programa informático STATGRAPHICS Plus 5.1 para Windows. Se ha realizado un análisis de la varianza (ANOVA) que engloba una serie de métodos estadísticos para contrastar diferencias entre las medias de varios grupos de datos. Mediante estos métodos se divide la variación total existente en el conjunto de datos en diversas fuentes de variación, y se determina mediante un contraste de hipótesis, si la aportación relativa de cada una de ellas a la variación total es significativa o no.

Se trata de realizar, para cada parámetro analizado, un contraste de hipótesis que permita identificar cual de las fuentes de variación es significativa respecto a su aportación a la variación total. En definitiva se trata de determinar si las diferencias encontradas entre los valores medios que toma el parámetro analizado, en cada uno de los niveles que toman los factores, son asignables a la influencia de estos factores o no.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN ANÁLISIS QUÍMICO

Los resultados se han dividido en tres experiencias realizadas, uno para la vendimia realizada en el año 2011, donde se testearon los 3 métodos de maceración con las tres variedades de uva (Bobal, Garnacha y Tempranillo)

Posteriormente, la vendimia del año 2012, es la que ocupa el segundo bloque de resultados, donde se lleva a cabo un estudio comparativo de las tres técnicas de maceración (bazuqueo, sombrero sumergido y prototipo), centrado específicamente en la variedad Bobal. Para establecer el mejor método de maceración, se plantea la experiencia de esta variedad con dos grados de madurez distintos. Los vinos elaborados, se embotellaron y fueron conservados a 18-20 °C, determinándose su composición a los 5 y 12 meses de permanencia en botella.

Para cada una de las cosechas se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) simple para cada uno de los métodos de maceración, con la finalidad de identificar cual es el método que presenta los mejores resultados con respecto a la composición fenólica de los vinos objeto de estudio y así establecer si las técnicas enológicas ensayadas dan lugar a diferencias significativas en los parámetros polifenólicos.

Se evalúan en paralelo 3 técnicas de maceración en variedades que difieren entre sí en la composición y morfología del fruto, por lo que se espera una respuesta diferente en la extracción de compuestos fenólicos y no sería correcta la comparación directa de los valores obtenidos en cada parámetro analizado. Por ello, y para poder visualizar una relación comparada entre las distintas técnicas de maceración, se ha llevado a cabo una normalización de los resultados analíticos obtenidos, transformándolos en incremento positivo o negativo transformando los valores en porcentajes respecto a una media obtenida en cada compuesto analizado. De esta manera, se podrá valorar el efecto de la técnica para cada parámetro analizado independientemente de las diferencias morfológicas y de composición del fruto vinificado.

7.1. INFLUENCIA DE LOS MÉTODOS DE ELABORACION SOBRE LA COMPOSICION POLIFENÓLICA DE LOS VINOS ELABORADOS EN 2011

La añada 2011 se caracterizó por una primavera sin heladas, con pluviometría suficiente, que favoreció una brotación vigorosa; el verano fue largo y muy seco, con temperaturas medias altas, lo cual provocó un estado sanitario de las uvas óptimo, propiciando un adelanto de la maduración fenólica.

La composición fenólica de los vinos sometidos a distintas prácticas enológicas se ha determinado, una vez finalizada la fermentación maloláctica, con el objetivo de establecer si las técnicas enológicas ensayadas dan lugar a diferencias significativas en los parámetros polifenólicos calculados.

7.1.1. Análisis global de las técnicas de maceración aplicadas a todas las variedades de uva del estudio.

Se realizó un ANOVA simple, de comparación de medias para todos los parámetros analizados (Tablas 11 y 12), y no se observan diferencias significativas para ninguna de las variables analizadas: IC, IPT, Antocianos Totales, Taninos condensados, Índice de DMACH ni en el control hecho a los 5 meses ni a los 12 meses después del embotellado.

Tabla 11. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los parámetros de análisis en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	IC	IPT	Ant. Tot (mg/L)(HCL)	PVPP (%)
Bazuqueo	14,24 ±0,38	77,68 ±2,14	600,44 ±49,91	34,45 ±4,81
Sumergido	15,26 ±1,51	70,40 ±3,70	556,91 ±20,09	35,12 ±3,63
Prototipo	16,19 ±1,06	75,03 ±1,87	665,02 ±19,20	38,19 ±3,29
F de ratio	1,34	0,77	1,86	0,28
Valor P	0,29	0,48	0,18	0,75

Técnica	Taninos cond (g/L)	Índice DMACH (%)	Índice Gelatina (%)
Bazuqueo	3,27 ±0,34	55,95 ±1,24	77,67 ±3,62
Sumergido	3,23 ±0,28	52,95 ±3,09	72,44 ±6,76
Prototipo	3,06 ±0,04	52,59 ±2,77	78,76 ±6,85
F de ratio	0,23	0,66	0,59
Valor P	0,79	0,52	0,56

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Únicamente, encontramos diferencias significativas en los valores obtenidos para el Índice PVPP, de los vinos elaborados con respecto a las técnicas a los 12 meses de embotellado (Tabla 12). El Índice PVPP nos indica el porcentaje de uniones antociano-tanino, siendo una medida de la estabilidad del color de los vinos y el menor valor, se obtiene para los vinos macerados con la técnica de bazuqueo sobre las otras técnicas, en las que no aparecen diferencias significativas.

Tabla 12. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los parámetros de análisis en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	IC	IPT	Ant. Tot	PVPP
Bazuqueo	11,17 ±0,76	76,36 ±2,29	363,63 ±14,46	46,44 ±1,37a
Sumergido	11,15 ±0,41	69,78 ±1,73	339,12 ±27,00	57,75 ±2,06b
Prototipo	11,73 ±0,31	73,66 ±2,60	378,48 ±44,66	54,01 ±2,65b
F de ratio	0,29	0,59	0,41	4,79
Valor P	0,75	0,56	0,67	0,02

Técnica	Taninos cond	Índice DMACH %	Índice GELATINA (%)
Bazuqueo	3,15 ±0,14	45,39 ±4,05	75,74 ±3,04
Sumergido	2,85 ±0,26	41,22 ±2,65	72,97 ±5,07
Prototipo	3,10 ±0,14	44,31 ±4,99	72,95 ±2,39
F de ratio	0,57	0,87	0,41
Valor P	0,57	0,44	0,67

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

A continuación se exponen los resultados de todos los parámetros analizados fruto de la interacción entre las técnicas y las variedades de uva.

7.1.2. Intensidad colorante

En la Tabla 13, se recogen los valores medios y las desviaciones estándar así como los valores estadísticos obtenidos a partir del análisis estadístico ANOVA. Los resultados obtenidos demuestran que en la I.C. de los vinos elaborados de las variedades Garnacha y Tempranillo no aparecen diferencias significativas en función del sistema de maceración utilizado. Sin embargo, aparecen diferencias significativas para las técnicas de maceración, en el caso de la variedad Bobal, ya que los vinos más coloreados corresponden a los elaborados con el sistema del prototipo.

Tabla 13. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).

5 meses	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	13,25 ±0,73a	15,20 ±0,28	14,26 ±0,13
Sumergido	12,11 ±0,49a	17,57 ±1,87	16,10 ±2,17
Prototipo	17,28 ±1,87b	17,35 ±0,21	13,95 ±1,10
F de ratio	10,4	2,85	1,36
Valor P	0,04	0,20	0,38

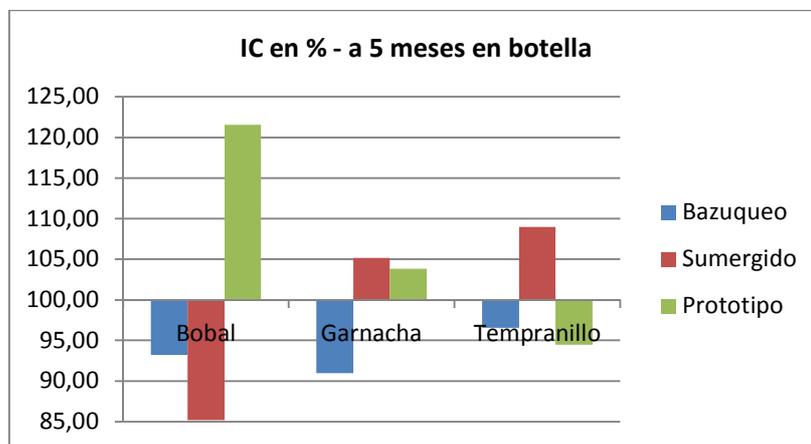
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Para realizar la comparativa entre las técnicas de maceración en conjunto para todas las variedades es necesario normalizar los resultados debido a que contrastar los valores directos sería poco representativo. Esto es debido a que la morfología de cada variedad es distinta y en consecuencia el resultado del análisis de un parámetro puede cambiar de una variedad a otra simplemente por la diferencia de composición del fruto, tal y como se ha comentado anteriormente, por ello para comparar el impacto de las técnicas se normalizan los resultados en porcentajes con respecto a los valores medios de cada variedad obtenidos para el conjunto de todas las técnicas, de tal forma que se puede contrastar el desempeño de cada técnica para cada variedad independientemente del estado y de la morfología del fruto. Los datos obtenidos son los siguientes :

Tabla 14. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	93,20% ±0,73	90,98% ±0,28	96,56% ±0,13
Sumergido	85,21% ±0,49	105,17% ±1,87	108,98% ±2,17
Prototipo	121,59% ±1,87	103,85% ±0,21	94,46% ±1,10

La representación gráfica de los resultados obtenidos en la normalización de los resultados (tabla 14), permite una mejor visualización de los mismos (gráfico 3).



Gráfica 3. Resultados en % de Intensidad Colorante durante la maceración. cosecha 2011 - 5 meses en botella

De los resultados obtenidos es destacable los obtenidos por la variedad Bobal en el caso de la elaboración con el método del prototipo. En este caso, los valores de Intensidad Colorante, son muy superiores a los obtenidos con las otras técnicas empleadas, que supone un incremento de más de un 36 % a la técnica del sombrero sumergido. Para el caso de las elaboraciones de las variedades Garnacha y Tempranillo, si bien sí que existen diferencias en la IC para los métodos de maceración, ninguna es significativa como en el caso de la variedad Bobal, tal y como nos indica el ANOVA de la tabla 13.

A continuación se representan los valores para 12 meses de conservación en botella (Tabla 15).

Tabla 15. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

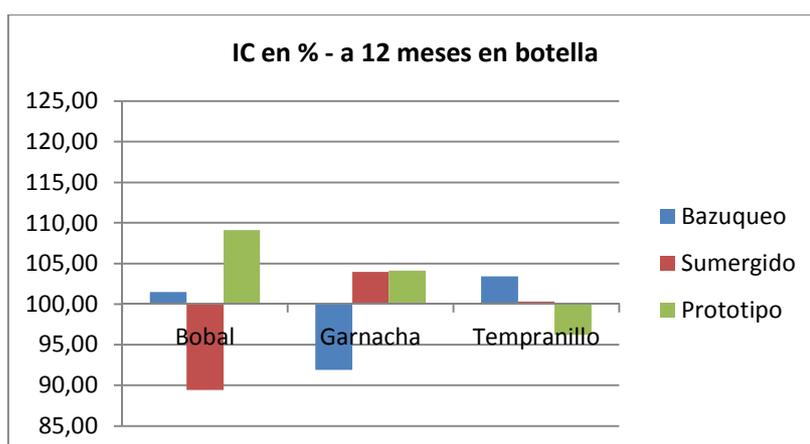
Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	11,17 ±1,41	11,84 ±0,16a	10,51 ±0,70
Sumergido	9,84 ±1,02	13,40 ±0,07b	10,20 ±0,13
Prototipo	12,01 ±0,34	13,41 ±0,20a	9,78 ±0,40
F de ratio	2,28	6,90	1,20
Valor P	0,25	0,000	0,41

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Comparativamente con los resultados que encontrábamos a los 5 meses de conservación con los obtenidos a los 12 meses, se observa una disminución de la I.C. con la conservación, no hallándose diferencias significativas entre los vinos de una misma variedad.

Tabla 16. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	101,46% ±1,41	91,92% ±0,16	103,42% ±0,70
Sumergido	89,41% ±1,02	103,98% ±0,07	100,35% ±0,13
Prototipo	109,13% ±0,34	104,10% ±0,20	96,23% ±0,40



Gráfica 4
Resultados en % de Intensidad Colorante durante la maceración.
cosecha 2011 - 12 meses en botella

Tal y como hemos comentado la variedad Bobal (Tabla 13 y 15), respondía mejor a la técnica del prototipo (IC = 17,28) en el control realizado a los 5 meses después de su embotellado, pero en el control realizado a las 12 meses, aunque se han reducido las diferencias encontradas en la IC entre ésta y las otras dos técnicas, sin que se presenten diferencias significativas, si que siguen siendo los vinos elaborados con la técnica del prototipo de la variedad Bobal los que han mantenido mejor el color frente a los otros sistemas de maceración ensayados.

En el caso de los vinos elaborados con la variedad la Garnacha se aprecia que el método que menor extracción de color consigue es el del bazuqueo, con diferencias respecto a la técnica de prototipo del 12,18 % (Tabla 14) si bien los procedimientos de maceración con mayor extracción para esta variedad son sombrero sumergido junto con el del prototipo. Tal y como se observa en los resultados de los valores medios de las tablas 11, 12, 13, a los 5 y a los 12 meses de embotellado, se produce un descenso de IC. La pérdida de IC de los vinos en los dos periodos de control, se deberá a precipitaciones y oxidaciones de antocianos (Gil *et al.*, 1999).

En el análisis estadístico ANOVA, se obtienen diferencias significativas respecto del sistema de maceración sólo en los ensayos llevados a cabo con la variedad Bobal a los 5 meses de conservación en botella y en Garnacha a los 12 meses, tal y como se aprecia en la tablas 13 y 15 si bien el comportamiento de ambas variedades es diferente, ello se puede atribuir a que su morfología y composición es distinta.

La variedad Bobal se caracteriza por ser una variedad muy tánica (Navarro *et al.*, 2008) y la variedad Garnacha por tener una alta concentración de antocianos y menor concentración tánica que la Bobal (Luengo *et al.*, 2014). A tenor de los resultados obtenidos, la variedad Garnacha, pierde el color más rápidamente, cuando el método de maceración es el bazuqueo (a los 12 meses después del embotellado) que cuando es macerada siguiendo las técnicas de sombrero sumergido y/o prototipo.

7.1.3. Índice de polifenoles totales (IPT)

Para estudiar la evolución de los vinos a los 5 meses, al igual que en el resto de parámetros, se lleva a cabo un ANOVA (tabla 17), con los sistemas de maceración como factor y para todas las variedades incluidas en el presente estudio.

Con los datos reflejados en la tabla 17, no se obtuvieron diferencias significativas en el ANOVA realizado al estudiar el efecto de las técnicas sobre el IPT de los vinos en los análisis realizados a los 5 meses.

Tabla 17. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del IPT en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).

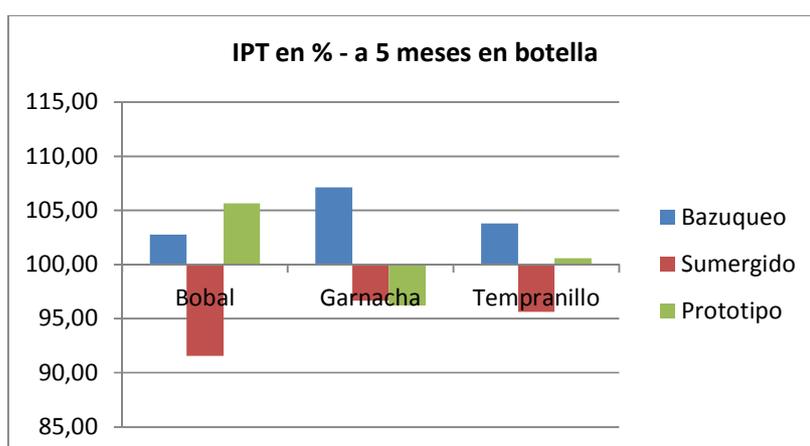
Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	72,05 ±4,45	70,9 ±0,28	90,1 ±1,7
Sumergido	64,2 ±1,34	63,98 ±6,05	83,03 ±3,71
Prototipo	74,08 ±2,51	63,68 ±2,58	87,33 ±0,53
F de ratio	5,84	2,32	4,50
Valor P	0,09	0,24	0,13

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

A continuación, se procede a construir gráficas para ver el desempeño de cada una de las técnicas normalizando los valores a porcentajes con respecto a la media de cada variedad.

Tabla 18. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	102,77 ±4,45	107,13 ±0,28	103,78 ±1,70
Sumergido	91,57 ±1,34	96,66 ±6,05	95,63 ±3,71
Prototipo	105,66 ±2,51	96,21 ±2,58	100,59 ±0,53



Gráfica 5. Resultados en % de IPT durante la maceración. cosecha 2011 - 5 meses en botella

Se presentan a continuación los resultados obtenidos a los 12 meses de embotellado para poder realizar comparar ambos periodos y extraer resultados del comportamiento de las técnicas en el tiempo, los resultados son los siguientes:

Tabla 19. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del IPT en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	70,6 ±4,87	72,15 ±1,56	86,32 ±0,43
Sumergido	61,87 ±0,08	62,84 ±3,29	84,64 ±1,83
Prototipo	74,29 ±2,65	60,91 ±4,8	85,79 ±0,35
F de ratio	7,93	5,97	1,21
Valor P	0,06	0,09	0,41

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

En el caso de los análisis realizados a los 12 meses y al igual que ocurre en los análisis anteriores, a los 5 meses, no se obtuvieron diferencias significativas en el ANOVA para el IPT de los vinos en los análisis realizados.

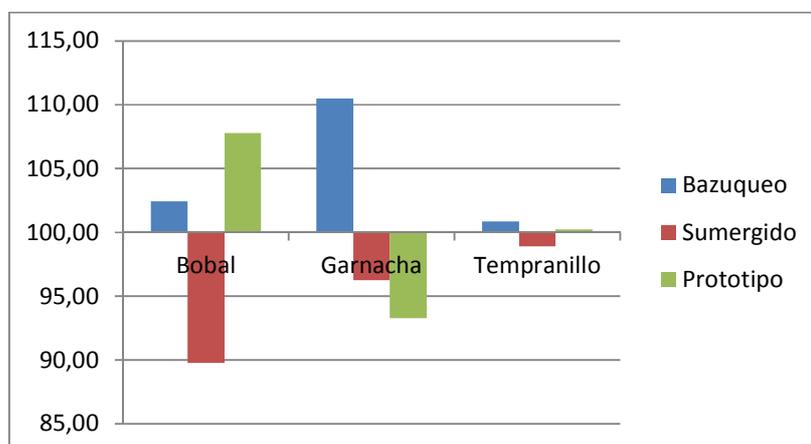
Los datos normalizados se presentan en la tabla 20 para todas las variedades a los 12 meses de embotellado.

Tabla 20. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	102,43 ±4,87	110,49 ±1,56	100,86 ±0,43
Sumergido	89,77 ±0,08	96,23 ±3,29	98,9 ±1,83
Prototipo	107,79 ±2,65	93,28 ±4,80	100,24 ±0,35

Para el caso de los valores de IPT, comparando las gráficas 5 y 6 tanto en los análisis a los 5 como a los 12 meses se repite la misma dinámica para los valores de IPT. Se observa como la variedad Tempranillo, es la que menores diferencias presenta con respecto a la técnica empleada durante la maceración, especialmente a los 12 meses de botella. Por el contrario las variedades Garnacha y Bobal sí que presentan variación en los resultados en función del método de maceración empleado. En este caso, la técnica de sombrero sumergido es la que peor resultados se obtienen para el

conjunto de las 3 variedades, en especial para la variedad Bobal, donde a los 5 meses presenta una disminución del 14,09% de la media y a los 12 meses este valor disminuye hasta el 18,02%.



Gráfica 6. Resultados en % de IPT durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella

Sin embargo, la técnica del prototipo presenta resultados dispares entre las variedades, situándose tanto por encima como debajo de la media en función de la variedad vinificada. En cuanto a las variedades vuelve a ser la variedad Bobal la que mejores resultados obtiene presentando a los 5 meses una IPT superior con respecto a la media de un 5,66% y a los 12 meses un 7,79%.

7.1.4. Antocianos totales

Los antocianos son 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, Busse 2011).

Realizado el ANOVA (Tabla 21) con las medias de los valores obtenidos de la concentración de antocianos a los 5 meses de análisis después del embotellado, se encuentran diferencias significativas para las variedades Bobal y Garnacha, aunque, no se obtienen diferencias para la variedad Tempranillo ni en ninguna de ellas en los análisis realizados a los 12 meses del embotellado (Tabla 23).

Tabla 21. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Antocianos totales en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	608,62 ±60,56a	559,74 ±1,74 a	622,97 ±87,42
Sumergido	535,85 ±32,21a	446,67 ±19,60b	688,21 ±8,43
Prototipo	792,45 ±13,71b	539,60 ±38,94a	663 ±4,94
F de ratio	21,03	11,46	0,84
Valor P	0,01	0,04	0,09

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

El análisis ANOVA, muestra diferencias significativas, para la técnica de sombrero sumergido en el caso de la variedad Garnacha, al ser la técnica que menos concentración de antocianos consigue extraer en esta variedad, en relación al bazuqueo y prototipo, debido probablemente a que con la técnica de sombrero sumergido, no se produce una óptima renovación del mosto en contacto con las partes sólidas como en las otras técnicas. La renovación de líquido con las partes sólidas, que permiten tanto el bazuqueo como el prototipo, podría ser la razón por la cual se aumenta la extracción de antocianos en la variedad Garnacha (Busse, 2011)

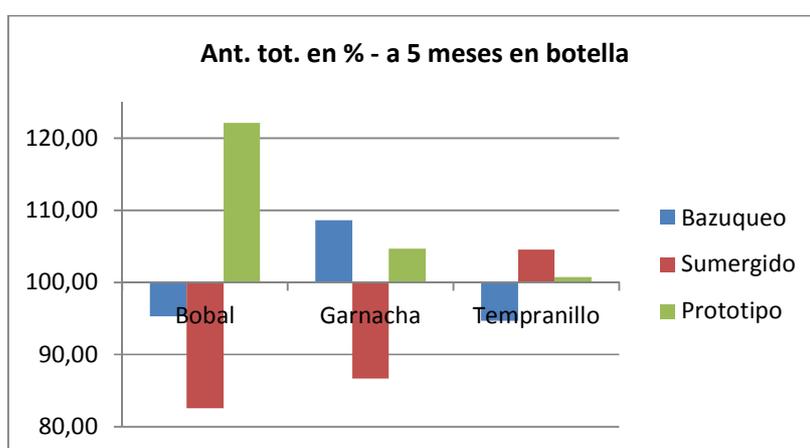
La respuesta de la variedad Bobal, ha sido distinta a la de la variedad Garnacha ya que la maceración con el prototipo es la que permite obtener mayor cantidad de antocianos apareciendo diferencias significativas a los valores obtenidos con las otras dos técnicas ensayadas, bazuqueo y sombrero sumergido.

Como en los casos anteriores, se procede a la normalización de los resultados para anular el factor variedad, lo cuales se presentan en la Tabla 22.

En las gráficas 6 y 7, se confirman gráficamente los resultados obtenidos con el ANOVA y en la normalización de los resultados. En ellas, se puede observar cómo el bazuqueo es la mejor técnica para extraer antocianos en el caso de la variedad Garnacha y el prototipo en el caso de la variedad Bobal, siendo esta última la técnica que mayor diferencia presenta con respecto al resto, observándose un descenso en la extracción con la técnica del sombrero sumergido con respecto al prototipo de un 39,54%.

Tabla 22. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Antocianos totales en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	95,32% ±60,56	108,62% ±1,74	94,67% ±87,42
Sumergido	82,57% ±32,21	86,68% ±19,64	104,58% ±8,43
Prototipo	122,11% ±13,71	104,71% ±38,94	100,75% ±4,94



Gráfica 7. Resultados en % de Antocianos totales durante la maceración. cosecha 2011 - 5 meses en botella

El análisis estadístico de comparación de medias, ANOVA obtenida con los resultados de los vinos a los 12 meses de conservación se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Antocianos totales en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	401,58 ±16	299,77 ±0,4	389,56 ±27
Sumergido	353,5 ±18	240,38 ±28	423,49 ±34,99
Prototipo	441,17 ±75,99	279,27 ±27	415,01 ±31
F de ratio	1,82	3,61	0,64
Valor P	0,30	0,16	0,59

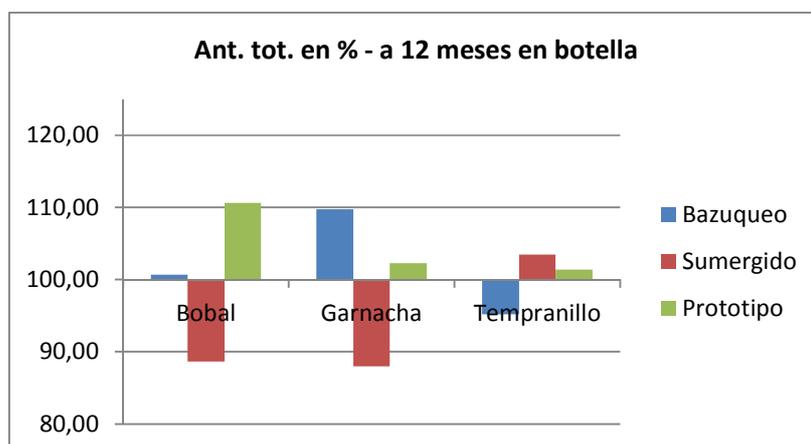
Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$. Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas.

Comparando las tablas de resultados de la concentración de antocianos, se observa una pérdida de antocianos con la conservación, al igual que ocurría con los análisis de la IC (Tabla 15) .

A tenor de los resultados estadísticos recogidos en el análisis ANOVA, (tabla 23), no se obtienen diferencias significativas entre los vinos analizados a los 12 meses del embotellado para ninguna de las variedades con las técnicas aplicadas. La dispersión de los resultados de las dos vinificaciones de un mismo ensayo, puede haber compensado las diferencias e impedir que aparezcan diferencias significativas en el análisis estadístico.

Tabla 24. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Antocianos totales en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	100,71% ±16	109,75% ±0,4	95,16% ±27
Sumergido	88,65% ±18	88,01% ±28	103,45% ±34,99
Prototipo	110,64% ±75,99	102,24% ±27	101,38% ±31



Gráfica 8. Resultados en % de Antocianos totales durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella

Tal y como ocurre a los 5 meses, la tendencia se mantiene si bien la diferencia entre las técnicas de sombrero sumergido y prototipo para la variedad Bobal se reduce y pasa de un 39,54% a los 5 meses a un 21,99% a los 12 meses.

La incidencia de las técnicas en la variedad Tempranillo, es insignificante por lo que todas las técnicas actúan de igual manera para esta variedad, ello puede ser debido a la morfología del fruto, con piel delgada y pulpa más endeble que las otras dos variedades del estudio, por lo que la incidencia de los métodos de maceración no sea tan evidente en uvas como en otras (Kelebek, *et al.* 2006).

7.1.5. Índice de PVPP

El índice de PPVP representa el porcentaje de antocianos combinados con los taninos, que contribuye a la estabilización de color. Dicha combinación evita la oxidación de los antocianos y favorece la disminución de la astringencia de los taninos (Blouin, 1977; Vivas *et al.*,1995). Un mayor valor de Índice de PVPP en los vinos, indica que el color será más estable.

Tabla 25. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice PVPP en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	32,43 ±0,30	35,96 ±0,28	34,97 ±13,84
Sumergido	40,86 ±5,19	42,32 ±3,57	22,19 ±2,14
Prototipo	44,8 ±3,7	44,04 ±4,78	25,73 ±1,39
F de ratio	0,06	3,05	0,06
Valor P	0,94	0,19	0,94

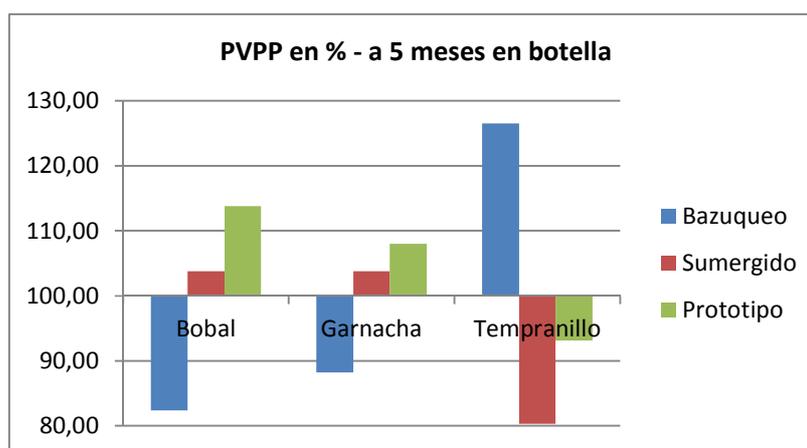
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Cuando nos centramos en el análisis estadístico de la respuesta de cada variedad a las distintas técnicas de maceración ensayadas no se obtienen diferencias significativas en los análisis hechos a los 5 meses del embotellado para ninguna de las variedades estudiadas (Tabla 25).

Para facilitar la comparación de los valores obtenidos de Índice de PVPP con respecto a la respuesta frente a la técnica de maceración empleada, se lleva a cabo una normalización de los valores tomando como 100% el valor medio en cada una de las variedades (Tabla 26).

Tabla 26. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice PVPP en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	82,39 ±0,3	88,19 ±0,28	126,55 ±13,84
Sumergido	103,8 ±5,19	103,8 ±3,57	80,32 ±2,14
Prototipo	113,81 ±3,7	108,01 ±4,78	93,13 ±1,39



Gráfica 9. Resultados en % de PVPP durante la maceración. cosecha 2011 - 5 meses en botella

En la representación de los resultados en forma de porcentaje de los valores de Índice de PVPP sobre la media, se puede observar como las variedades Bobal y Garnacha presentan un comportamiento similar, donde la técnica que mejores resultados puede ofrecer a priori corresponde al prototipo. En cambio la respuesta para el Tempranillo es totalmente distinta a las otras dos variedades siendo para la Tempranillo la técnica de maceración del bazuqueo la que nos indica que los vinos serán más estables y la técnica de sombrero sumergido la que menos, presentando una diferencia de resultados entre ellas de un 46,23%.

Centrando en el estudio de la variedad Bobal, el mejor resultado se presenta en los vinos macerados con la técnica del prototipo y los peores en los del bazuqueo, con una diferencia entre ambas de un 31,42%, aunque no se presentaron diferencias significativas en el estudio estadístico. De acuerdo a este análisis a los 5 meses en los vinos de la variedad Bobal deberían ser los estables, al corresponder a los vinos con mayor ÍPVPP, los vinos obtenidos mediante la técnica de maceración del prototipo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a los 12 meses, donde se puede observar que el Índice de PVPP ha aumentado en todos los ensayos durante su conservación de los 5 a los 12 meses.

Tabla 27. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice PVPP en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	48,26 ±1,27 a	47,4 ±1,75 a	43,66 ±1,09 a
Sumergido	60,47 ±0,96 b	65,08 ±2,33 b	47,7 ±2,88b
Prototipo	51,29 ±3,7 a	62,58 ±1,68 b	48,14 ±2,55a
F de ratio	15,04	48,96	15,04
Valor P	0,027	0,01	0,027

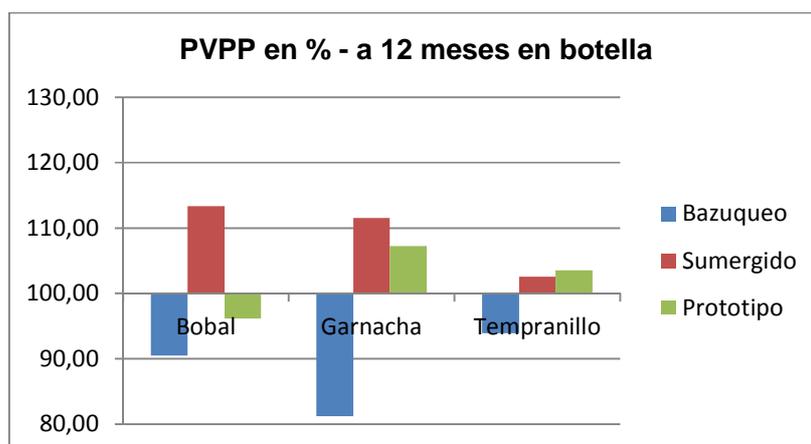
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

En el análisis estadístico ANOVA (Tabla 27) para los resultados obtenidos en el control a los 12 meses después del embotellado, se obtienen diferencias significativas en las variedades Bobal y Garnacha con un mismo resultado, destacando la técnica del sombrero sumergido, con la que mayor Índice de PVPP se obtiene frente a las otras técnicas ensayadas. Estos mismos resultados se reflejan de una manera más visual en la gráfica 10.

Procediendo a la normalización de los resultados obtenidos, se obtiene la Tabla 28 y su representación se muestra en la gráfica 10.

Tabla 28. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice PVPP en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	90,48% ±1,27	81,22% ±1,75	93,9% ±1,09
Sumergido	113,36% ±0,96	111,54% ±2,33	102,57% ±2,88
Prototipo	96,16% ±3,7	107,24% ±1,68	103,53% ±2,55



Gráfica 10. Resultados en % de PVPP durante la maceración cosecha 2011 - 12 meses en botella

En la gráfica 10, se observa que la técnica de maceración de bazuqueo es la que peores resultados sigue aportando, donde los valores de PVPP, se mantienen muy por debajo del resto de las técnicas ensayadas, si bien como se observa en la tabla 27, a los 5 meses los vinos de Bobal apuntaban hacia la técnica de prototipo como el método de maceración más favorable en este parámetro, a los 12 meses nos presentan un panorama muy diferente, donde los resultados obtenidos con el prototipo se sitúan por debajo de la media, siendo la técnica de sombrero sumergido la que mejor estabilidad de color presenta, existiendo diferencias significativas tal y como nos indica el análisis estadístico ANOVA (Tabla 27).

7.1.6. Taninos Condensados Totales

Los taninos presentes en la uva y en los vinos juegan un papel preponderante en la calidad de los vinos, al conferir propiedades de astringencia, de color y de estructura. También contribuyen a la estabilización del color durante el envejecimiento (Arnold *et al.*, 1980; Pérez-Magariño y González San José 2001).

Los resultados obtenidos del ANOVA realizado a los valores medios de los análisis de taninos, se muestran en la Tabla 29. Se puede apreciar que unas variedades son más tánicas que otras, si bien cuando se realiza el análisis estadístico incluyendo todas las técnicas, no se encuentran diferencias significativas para la concentración de taninos, ni a los 5 ni a los 12 meses.

La variedad Bobal, se define, por ser una variedad muy tánica, sin embargo, en este ensayo, los vinos más tánicos resultaron los de la variedad Tempranillo, debido probablemente a que los hollejos son más delgados (Kennedy, et al 2006).

Tabla 29. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Taninos condensados Totales en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	3,01 ±0,23	2,94 ±0,18	3,86 ±0,59
Sumergido	3,15 ±0,60	2,74 ±0,2	3,79 ±0,05
Prototipo	2,97 ±0,01	2,70 ±0,02	3,82 ±0,10
F de ratio	0,21	1,28	0,02
Valor P	0,822	0,39	0,98

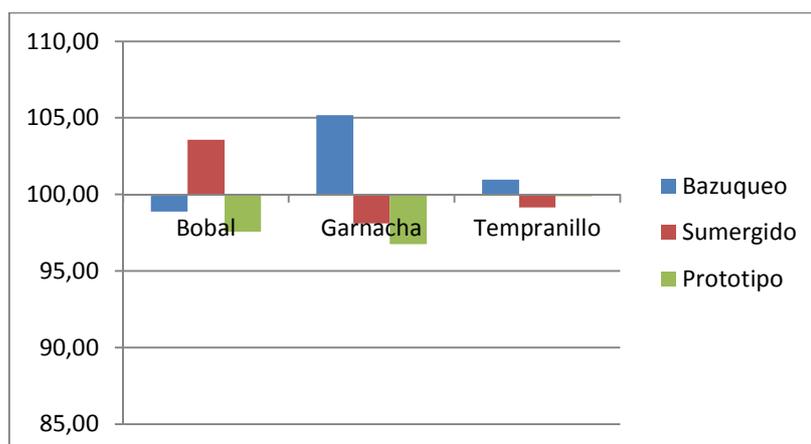
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Para poder visualizar mejor el efecto de la técnica, se someten los resultados obtenidos a una normalización y se agrupan por variedades, representándose el incremento frente a la media obtenida de las tres técnicas (Tabla 28).

Tabla 30. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Taninos condensados Totales en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	98,87% ±0,23	105,17% ±0,18	100,96% ±0,59
Sumergido	103,56% ±0,6	98,1% ±0,2	99,15% ±0,05
Prototipo	97,57% ±0,01	96,73% ±0,02	99,89% ±0,1

En cuanto a la comparativa de las técnicas con los datos normalizados, los resultados indican que con las variedades Garnacha y la Bobal sí hay una influencia del método de maceración en la concentración de taninos extraídos, sin embargo para la variedad Tempranillo apenas se producen diferencias, lo cual coincide con el ANOVA (Tabla 29).



Gráfica 11. Resultados en % de Tan. Cond. Totales durante la maceración. cosecha 2011 - 5 meses en botella

En cuanto a la Bobal podemos observar como el método que menor extracción de taninos produce es la técnica del prototipo, este resultado es muy interesante para esta variedad, ya que normalmente sus vinos presentan una elevada tanicidad siendo éste uno de los objetivos a corregir en estos vinos desde el punto de vista organoléptico.

Los vinos se analizaron posteriormente a los 12 meses de su embotellado. Los datos obtenidos del tratamiento estadístico, se reflejan en la Tabla 31.

Tabla 31. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Taninos condensados totales en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

12 meses	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	2,71 ±0,06	2,26 ±0,28	3,5 ±0,09 a
Sumergido	2,34 ±0,21	2,71 ±0,49	3,5 ±0,1 a
Prototipo	2,92 ±0,14	2,57 ±0,27	3,8 ±0,01 b
F de ratio	8,03	2,02	10,91
Valor P	0,06	0,28	0,02

Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$. Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas.

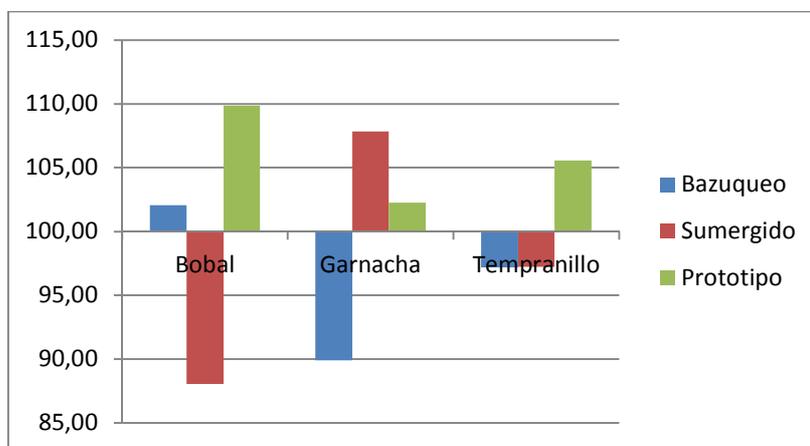
Comparando los resultados obtenidos a los 5 y 12 meses de su embotellado, durante el tiempo de conservación, se ha producido una precipitación de taninos, en todas las variedades estudiadas. La precipitación de taninos condensados, en los vinos de la variedad Bobal es mayor en los vinos elaborados por el sistema de

sombrero sumergido frente a los del prototipo, debido probablemente a que la presencia de una mayor concentración de antocianos haya favorecido uniones antociano-tanino, incrementando el Índice de PVPP e impidiendo su precipitación (Hanlin, *et al.* 2010).

En el ANOVA realizado con los resultados analíticos de los vinos a los 12 meses de conservación, se obtienen diferencias significativas para las técnicas de maceración sólo en los vinos de Tempranillo (Tabla 31), obteniéndose un Valor P=0,02, resultando que mediante el método del prototipo los taninos han precipitado en menor medida que con los otros métodos empleados durante la maceración.

Tabla 32. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de los Tan. cond. Totales en las 3 variedades ensayadas a 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	102,06 ±0,06	89,90 ±0,28	97,19 ±0,09
Sumergido	88,05 ±0,21	107,84 ±0,49	97,24 ±0,1
Prototipo	109,88 ±0,14	102,26 ±0,27	105,57 ±0,01



Gráfica 12. Resultados en % de Tan. Cond. Totales durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella

Cuando se grafican los valores en variación de porcentaje sobre la media, se visualizan mejor los resultados obtenidos y son los vinos elaborados con la técnica de sombrero sumergido los que mayor precipitación de taninos han tenido durante la conservación con respecto al resto de técnicas, mientras que la técnica del prototipo es la técnica que mejores resultados ha presentado para la variedad Bobal, por lo que

los vinos vinificados mediante esta técnica, de acuerdo a estos resultados deberían ser menos astringentes y amargos (Hanlin, 2010).

7.1.7. Índice de DMACH

El Índice de DMACH es una estimación del grado de polimerización de los taninos y su lectura es inversa, es decir altos valores de Índice de DMACH corresponden con taninos poco polimerizados y viceversa.

Cuando los taninos presentan un peso molecular elevado precipitan con facilidad, disminuyendo su astringencia de los vinos (Glories, 1978). Así mismo, la polimerización de los taninos con antocianos, polisacáridos, péptidos, etc., trae consigo una disminución de la astringencia ya que neutraliza los grupos químicos susceptibles de unirse a las proteínas (Vivas, 1994).

Se puede observar en los controles realizados a los 5 y 12 meses de conservación el decrecimiento del índice DMACH debido a la formación de polímeros de flavanoles.

Tabla 33. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice DMACH en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	57,84 ±2,07	62,67 ±0,28 a	47,33 ±1,37 a
Sumergido	55,17 ±5,59	47,54 ±1,83 b	56,11 ±1,86 b
Prototipo	48,78 ±5,88	55,23 ±1,29 c	53,77 ±1,15 b
F de ratio	1,36	67,57	18,67
Valor P	0,353	0	0,02

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Cuando se llevó a cabo el ANOVA, teniendo en cuenta todas las variedades para cada técnica de maceración, no se obtuvieron diferencias significativas (Tablas 9 y 10) debido a que las diferencias intrínsecas de cada variedad se compensan con las peculiaridades de cada una de ellas y no permiten ver los efectos de cada técnica en el Índice de DMACH. Pero en cambio, cuando se lleva a cabo un ANOVA con las medias del Índice DMACH de cada una de las variedades, para cada método de maceración, aparecen diferencias significativas en los vinos de Tempranillo y

Garnacha a los 5 meses de conservación, aunque no se ajustan a un mismo patrón, es decir, mientras en la variedad Garnacha, la técnica que contribuye a extraer los taninos con mayor grado de polimerización es la del sombrero sumergido, para la variedad Tempranillo, es la técnica del bazuqueo con diferencias significativas en ambos casos.

Para la variedad Bobal, aunque sin diferencias significativas con respecto a las otras dos técnicas de maceración, es la técnica del prototipo la que consigue extraer taninos más polimerizados al cabo de 5 meses (48,78) con respecto a las otras dos técnicas empleadas.

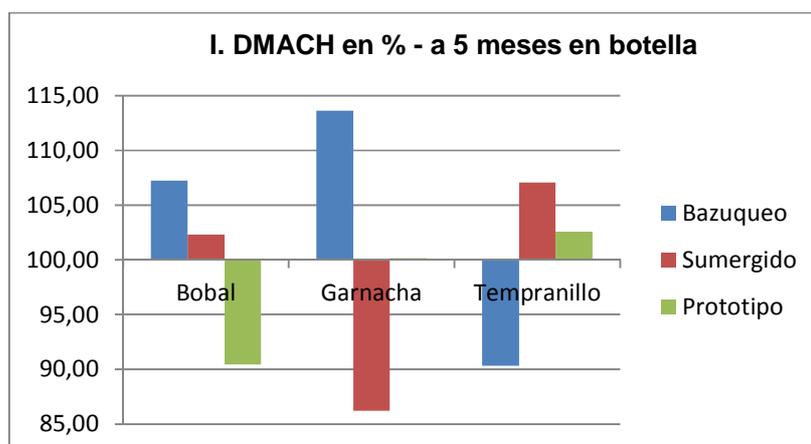
Una vez que se han normalizado los valores para poder compararlos de una manera más sencilla, se construye la tabla 34 y la gráfica 13.

Tabla 34. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	107,25% ±2,07	113,65% ±0,28	90,32% ±1,37
Sumergido	102,30% ±5,59	86,21% ±1,83	107,08% ±1,86
Prototipo	90,45% ±5,88	100,15% ±1,29	102,6% ±1,15

A los 5 meses, los resultados que aparecen en el análisis ANOVA se ven reflejados en la gráfica 13 para las variedades Garnacha y Tempranillo y Bobal, aunque en esta última no se encuentran diferencias significativas.

Los menores valores de Índice de DMACH, corresponde en el caso de la variedad Garnacha al bazuqueo y en la variedad Tempranillo al sombrero sumergido. El prototipo propuesto consigue valores intermedios entre ambos métodos de maceración, es decir, el grado de polimerización de los taninos será intermedio al obtenido por las otras técnicas. Sin embargo, con la variedad Bobal, el prototipo, consigue extraer los taninos más polimerizados.



Gráfica 13. Resultados en % de I. DMACH durante la maceración cosecha 2011 - 5 meses en botella

A los 12 meses de conservación, se analizó el Índice de DMACH de los vinos y se llevó a cabo el análisis estadístico ANOVA, no obteniéndose diferencias significativas entre los distintos métodos de maceración para ninguna de las tres variedades ensayadas.

Tabla 35. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice DMACH en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	40,26 ±1,24	52,66 ±7,59	43,28 ±3,32
Sumergido	44,34 ±3,50	45,19 ±3,74	43,8 ±0,70
Prototipo	34,66 ±6,69	44,41 ±6,62	44,17 ±1,68
F de ratio	0,33	1,08	0,08
Valor P	0,736	0,44	0,92

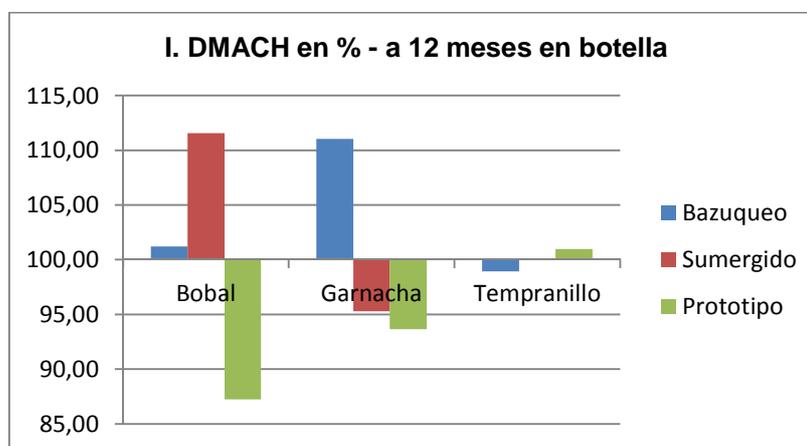
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Comparando los valores con los obtenidos a los 5 meses desde su conservación, se observa una disminución de los valores de Índice de DMACH que se traducen en un incremento del grado de polimerización de taninos, lo cual indica que con el tiempo los taninos habrán interactuado y por lo tanto polimerizado. Se observa como los taninos más polimerizados se encuentran en los vinos que fueron macerados con el prototipo, sin diferencias significativas con las otras dos técnicas ensayadas, bazuqueo y sombrero sumergido.

En el proceso de normalización de los valores obtenidos, para llevarlos a una misma escala frente a las medias, se obtienen la Tabla 36 y la gráfica 14.

Tabla 36. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	101,21% ±1,24	111,05% ±7,59	98,93% ±3,32
Sumergido	111,57% ±3,5	95,31% ±3,74	100,11% ±0,7
Prototipo	87,22% ±6,69	93,65% ±6,62	100,96% ±1,68



Gráfica 14. Resultados en % de I. DMACH durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella

Se repiten los resultados comentados anteriormente. Para el caso de la variedad Bobal, el método que más taninos polimerizados consigue es el prototipo. Estos resultados se repiten tanto en el análisis realizado a los 5 como a los 12 meses, si bien para las otras dos técnicas existe cierta modificación en la tendencia durante el periodo de guarda de la botella a la vista de los resultados obtenidos a los 5 y 12 de meses de embotellado.

En el caso de la variedad Tempranillo, al igual que ha ocurrido en el estudio de la concentración de taninos condensados, a los 12 meses apenas hay diferencias entre las técnicas, es decir todos los métodos en esta variedad se comportan de una manera similar consiguiendo taninos con un grado de polimerización similar a los 5 y 12 meses.

7.1.8. Índice de gelatina (IG)

El Índice de gelatina, mide el porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas y por tanto susceptibles de producir la sensación de astringencia (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 (Blouin, 1992).

Tabla 37. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del í. de Gelatina en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	70,34 ±10,37	81,93 ±0,28	85,82 ±0,19
Sumergido	68,54 ±6,93	73,58 ±12,02	83,79 ±1,32
Prototipo	65,09 ±4,05	82,07 ±13,44	83,54 ±3,07
F de ratio	1,33	0,44	0,84
Valor P	0,436	0,68	0,51

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

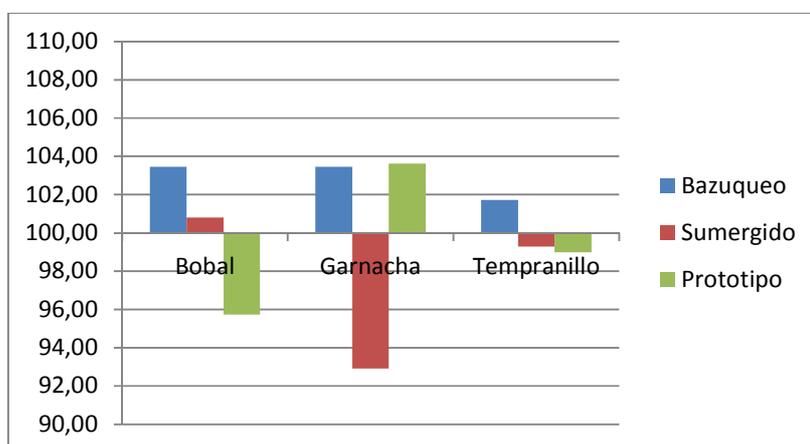
En este análisis, a los 5 meses de botella no se han encontrado diferencias significativas en la astringencia de los taninos entre los vinos elaborados con las diferentes técnicas de maceración para ninguna de las tres variedades estudiadas (Tabla 37).

Aunque en el análisis estadístico no aparezcan diferencias significativas, se vuelve a repetir el comportamiento encontrado en los resultados del Índice de DMACH, ya que los taninos más polimerizados que correspondían a los vinos con los valores más bajos de Índice de DMACH, tienen los valores de Índice de gelatina más bajos, es decir son los menos astringentes. Los taninos de mayor grado de polimerización, resultan ser los menos astringentes (Obreque-Slier *et al.* 2010) Las variedades Garnacha y Tempranillo, a tenor de los resultados obtenidos, son las que tienen los taninos más astringentes en comparación a los vinos obtenidos con la variedad Bobal.

A continuación, se muestran los resultados normalizados para evaluar la respuesta de las variedades a cada técnica de maceración a los 5 meses del embotellado (Tabla 38), se ha construido también una gráfica con los valores normalizados.

Tabla 38. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de I. Gelatina en las 3 variedades ensayadas a los 5 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	103,46% ±10,37	±103,45% ±0,28	101,71% ±0,19
Sumergido	100,81% ±6,93	±92,91% ±12,02	99,30% ±1,32
Prototipo	95,74% ±4,05	±103,64% ±13,44	98,99% ±3,07



Gráfica 15. Resultados en % de I. Gelatina durante la maceración. Cosecha 2011 – 5 meses en botella

Posteriormente, a los doce meses de embotellado, se procedió a analizar la astringencia a través de la determinación del Índice de gelatina. Los resultados del ANOVA, se presentan en la Tabla 39.

Tabla 39. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del í. de Gelatina en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	65,27 ±3,69	77,42 ±4,59	79,47 ±0,84
Sumergido	59,94 ±7,93	71,38 ±5,94	78,99 ±1,35
Prototipo	60,68 ±1,88	74,27 ±1,97	79,47 ±3,32
F de ratio	0,53	0,91	0,03
Valor P	0,633	0,49	0,97

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

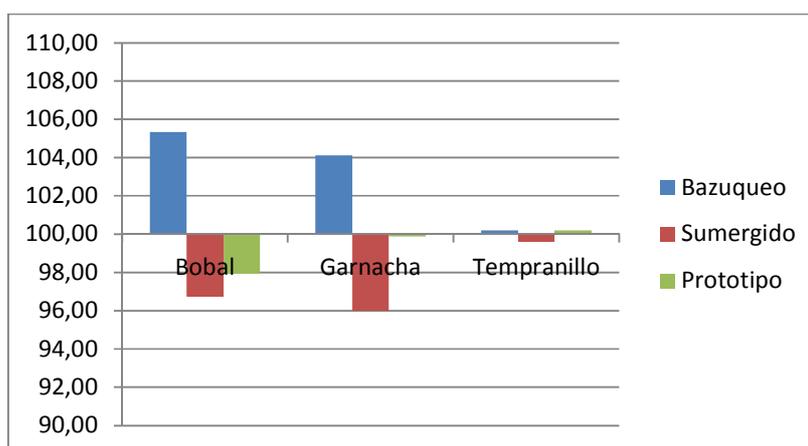
A los doce meses del embotellado, no se han encontrado diferencias significativas en la astringencia para ninguno de los métodos en las variedades estudiadas tal y como nos indica el análisis estadístico ANOVA (Tabla 39).

Comparando los resultados con los obtenidos a los cinco meses del embotellado, se encuentra que los valores de astringencia disminuyen ligeramente, provocado por la precipitación de los taninos que tiene lugar durante la conservación en botella.

A continuación, se muestran los resultados normalizados para evaluar la respuesta de las variedades a cada técnica de maceración a los 12 meses del embotellado (Tabla 40), se ha construido también una gráfica con los valores normalizados.

Tabla 40. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de I. Gelatina en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	105,34% ±3,69	104,12% ±4,59	100,2% ±0,84
Sumergido	96,74% ±7,93	96% ±5,94	99,6% ±1,35
Prototipo	97,93% ±1,88	99,88% ±1,97	100,21% ±3,32



Gráfica 16. Resultados en % de I. Gelatina durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella

Con respecto al Tempranillo hay que señalar que continuando con la tendencia de los análisis de los anteriores parámetros se vuelve a apreciar como las técnicas empleadas apenas tienen incidencia en esta variedad, por lo que se deduce que todos los vinos tendrán un grado de astringencia similar.

Para el caso de la Bobal, a los 5 meses alcanza los valores más elevados en el prototipo, frente a la técnica de sombrero sumergido que se obtienen vinos con menor porcentaje de taninos, por lo que estos vinos serán menos astringentes. Esta situación se mantiene a los 12 meses, los más astringentes siguen siendo los obtenidos mediante la técnica de bazuqueo, mientras que en la técnica de sombrero sumergido son los vinos que más han evolucionado en el tiempo y aparecen a los 12 meses con menor astringencia. Esta disminución de la astringencia en los vinos al cabo de los 12 meses se debe atribuir al aumento de las reacciones de polimerización con antocianos, polisacáridos y otros compuestos (Zamora, 2003)

7.1.9. Grado medio de polimerización de taninos (mDP)

El grado de polimerización medio de los taninos depende por una parte, de la variedad de uva, y en este sentido se han encontrado valores próximos a 4,5 en la variedad Cabernet Sauvignon (Cosme *et al.*, 2009) y 13 para la variedad Tempranillo (Monagas *et al.*, 2003), sin embargo, los valores también varían en función del sustrato empleado y de la técnica de determinación utilizada (Waterhouse *et al.*, 2000). Son pocos los trabajos publicados sobre el grado medio de polimerización para el caso de los taninos de la variedad Bobal; Lizama *et al.* (2013), en una experiencia con vinos de la variedad Bobal, encuentran valores comprendidos entre 4,5 y 6 y Kontoudakis (2013), encuentra valores comprendidos entre 6,6 y 9,5.

Un aspecto importante a cuidar en la composición de los vinos tintos, es la astringencia, y amargor protagonizados no sólo por la concentración de taninos sino también por su estructura. Tal y como demuestran Vidal *et al.* (2003), la astringencia de las proantocianidinas, depende de su estructura, es decir del grado medio de polimerización (mDP) de los taninos, del porcentaje de galoilación (%G), además de la relación molar que haya entre las unidades que la componen: (+)-catequina y (-)-epicatequina, (+)-galocatequina y (-)-epigalocatequina.

Los valores de mDP, del porcentaje de galolación se obtuvieron mediante la metodología de catálisis ácida en presencia de un exceso de floroglucinol (Kennedy *et al.*, 2001).

En el ensayo realizado con las tres variedades, se obtienen los resultados reflejados en la tabla 41, donde se aprecia que los vinos de la variedad Tempranillo poseen un mDP superior a los elaborados con las variedades Bobal y Garnacha en las mismas condiciones de fermentación.

Tabla 41. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de mDP en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	7,047 ±0,11a	5,858 ±0,21a	10,254 ±0,38
Sumergido	6,383 ±0,09b	6,341 ±0,15a	10,250 ±0,07
Prototipo	7,793 ±0,14c	6,854 ±0,11b	10,670 ±0,03
F de ratio	60,59	11,55	5,05
Valor P	0,003	0,039	0,109

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

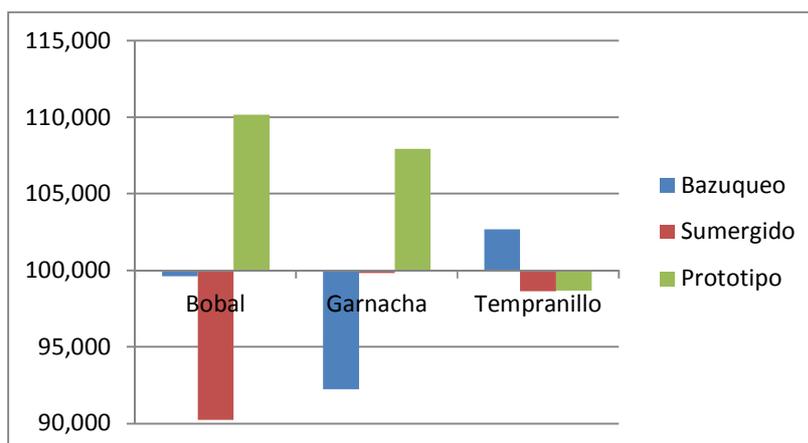
La variedad Tempranillo, posee taninos con mayor mDP que otras variedades, tal y como encuentra Monagas *et al.* (2003) en un estudio llevado a cabo con vinificación de variedades Graciano y Cabernet Sauvignon, encontrando valores de mDP de 13, 6,9 y 9 respectivamente. En este trabajo, se han obtenido valores comprendidos entre 6,3 y 7,7 para los vinos de la variedad Bobal, lo cual está de acuerdo con los resultados obtenidos por otros autores (Cosme, *et al.*, 2009; Kontoudakis, 2010; Martínez-Pinilla *et al.*, 2013). Tal y como muestran los resultados obtenidos de la tabla 41, hay una influencia de las técnicas de maceración, sobre el grado de polimerización de los taninos, a los doce meses después del embotellado.

Se encuentran diferencias significativas (Valor P < 0,05) en los vinos elaborados con Bobal y Garnacha, con un resultado algo diferente en ambos casos. Ambos casos tienen en común que los valores más altos de mDP se obtienen con la técnica del prototipo, tal y como se encontró con los resultados del Índice de DMACH.

En el caso del empleo de las técnicas de maceración bazuqueo y sombrero sumergido, se obtienen diferentes resultados para las variedades Garnacha y Bobal. En el caso de la variedad Tempranillo, la técnica de maceración no provoca diferencias significativas en el grado medio de polimerización de los taninos analizados a los 12 meses del embotellado.

Tabla 42. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de mDP en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	99,614 ±0,11	92,237 ±0,21	102,682 ±0,38
Sumergido	90,228 ±0,09	99,843 ±0,15	98,637 ±0,07
Prototipo	110,159 ±0,14	107,920 ±0,11	98,681 ±0,30



Gráfica 17. Resultados en % de mDP durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella

En la representación gráfica de los resultados expresados en % sobre la media se puede apreciar como para las variedades que *a priori* suelen ser más tánicas los mayores valores del grado medio de polimerización se obtienen para la técnica del prototipo.

7.1.10. Porcentaje de galoilación (%G)

Además del valor de mDP de los taninos, también es muy importante el estudio del porcentaje de galoilación, el cual se determina junto con el primero, en la reacción de floroglucinólisis (Kennedy y Jones, 2001). Los taninos de semillas, están formados sólo por procianidinas, mientras que los del hollejo están compuestos por procianidinas y prodelfinidinas. Estas moléculas, pueden tener un número de unidades variable, siendo mayor, el valor de mDP de los taninos de los hollejos que el de las pepitas. Además los taninos de los hollejos, poseen un menor porcentaje de unidades galoiladas, lo que le confiere al vino una menor astringencia (Monagas *et al.*, 2003). La determinación del % de galoilación, nos aporta información sobre la contribución de los taninos de pepita a los vinos y que posiblemente tendrá relación con la técnica de maceración. En la tabla 43 se reflejan los valores de % de galoilación.

Tabla 43. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del % galoilación en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

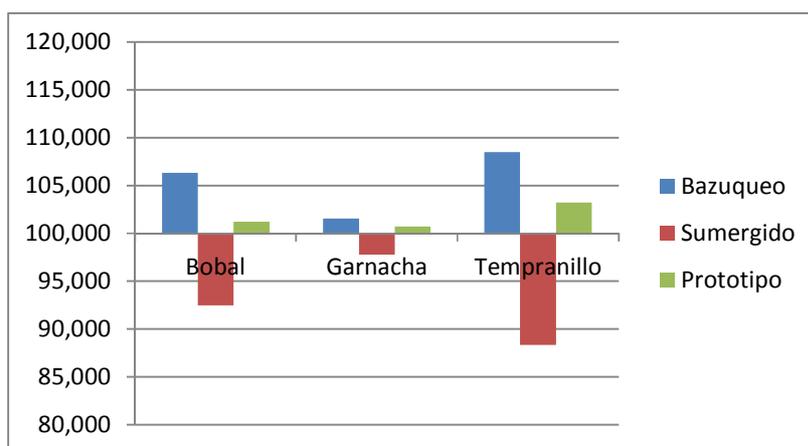
Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	3,953 ±0,19	5,141 ±0,14	2,946 ±0,01
Sumergido	3,437 ±0,26	4,95 ±0,01	2,400 ±0,07
Prototipo	3,763 ±0,03	5,098 ±0,06	2,804 ±0,22
F de ratio	5,91	2,04	4,12
Valor P	0,09	0,27	0,129

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

El porcentaje de galoilación de los taninos ha resultado mayor en los vinos de Garnacha, seguidos de Bobal y Tempranillo, valores similares encontraron Monagas *et al.* en 2003. La contribución de los taninos de la semilla es mayor en la variedad Garnacha que en las otras incluidas en este estudio. Tal y como se observa en los resultados obtenidos después de 12 meses de conservación, los vinos no presentan diferencias significativas en cuanto al porcentaje de galoilación de los taninos, es decir, la extracción de los taninos de las pepitas es similar para las técnicas de maceración empleadas.

Tabla 44. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del % galoilación en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal	Garnacha	Tempranillo
Bazuqueo	106,33 ±0,19	101,54 ±0,14	108,44 ±0,01
Sumergido	92,45 ±0,26	97,77 ±0,01	88,35 ±0,07
Prototipo	101,22 ±0,03	100,70 ±0,06	103,21 ±0,22



Gráfica 18. Resultados en % del porcentaje de galoilación durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella

La técnica que menor contribución de los taninos de pepita a los vinos para todas las variedades es la técnica de sombrero sumergido, seguida de la técnica del prototipo, ello puede ser debido a que el conjunto de hollejos y pepitas se mantiene estático durante toda la maceración, por lo que la extracción y el lavado de taninos de pepita por parte del mosto será menor que con la técnica de bazuqueo, la cual si que existe un movimiento de todo el conjunto y por tanto una mayor renovación del mosto que circunda a las pepitas.

7.1.11. Estimación del peso molecular medio (AMW)

Otro de los resultados obtenidos con la metodología de Kennedy y Jones, (2001), es la estimación del pesos moleculares de los taninos. Los resultados obtenidos, se recogen en la tabla 45, los cuales están en relación de los valores de mDP e Índice de DMACH previos, siendo directamente proporcionales a éstos.

Tabla 45. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de AMW en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

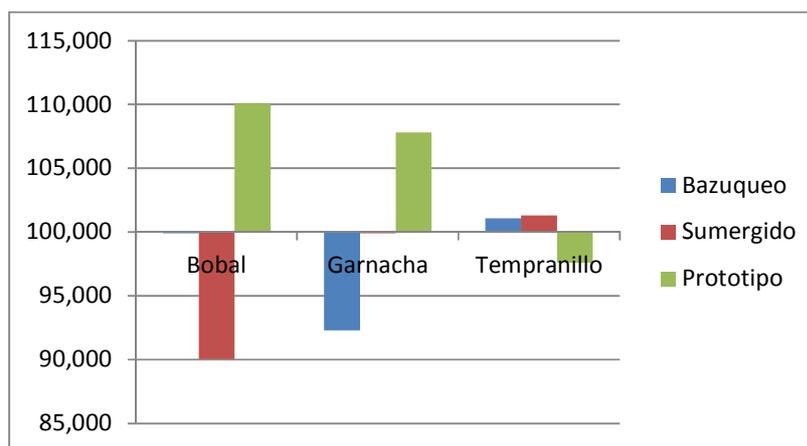
Técnica	Bobal		Garnacha		Tempranillo	
Bazuqueo	2102,71	±33,30a	1752,08	±62,40a	3137,99	±10,16
Sumergido	1895,01	±25,28a	1896,38	±44,58a	3145,00	±28,28
Prototipo	2316,79	±42,28b	2046,78	±34,15b	3030,09	±115,91
F de ratio	59,6		11,48		5,41	
Valor P	0,038		0,039		0,101	

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Los taninos de mayor peso molecular son los de los vinos de la variedad Tempranillo, seguidos de Bobal y Garnacha, donde aparecen diferencias significativas, obteniéndose los taninos más grandes con la técnica del prototipo frente a bazuqueo y sombrero sumergido.

Tabla 46. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de AMW en las 3 variedades ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Bobal		Garnacha		Tempranillo	
Bazuqueo	99,90	±33,30	92,29	±62,40	101,08	±10,16
Sumergido	90,03	±25,28	99,89	±44,58	101,31	±28,28
Prototipo	110,07	±42,28	107,82	±34,15	97,61	±115,91

**Gráfica 19.** Resultados en % de valores AMW durante la maceración. cosecha 2011 - 12 meses en botella

7.2. RESULTADOS DE LOS VINOS ELABORADOS EN 2012

En vista a estos resultados obtenidos con los ensayos de la cosecha 2011, donde la interacción de las técnicas es patente de una variedad a otra, en la añada 2012 se optó por proseguir con la investigación centrando todos los esfuerzos en el estudio de la variedad Bobal.

Por ello se continuó con la evaluación de los métodos de maceración en Bobal en dos experiencias por duplicado, pero con la introducción de una variable entre cada una de las dos experiencias, el grado de madurez, ya que se introdujo dos grados de madurez diferentes correspondientes a dos vendimias. Una primera vendimia realizada en la tercera semana de septiembre y una segunda vendimia realizada 15 días más tarde que la primera con una madurez mucho más avanzada. Ambas se vendimiaron con un perfecto estado sanitario, gracias a las condiciones climáticas de la añada, las cuales permitieron llegar a un óptimo estado de madurez, sin llegar a la sobre maduración del fruto.

Asimismo los análisis realizados a los vinos en laboratorio se analizaron aparte de los vinos, los mostos a lo largo del periodo del proceso de maceración, recogiendo muestras diariamente.

7.2.1. Evolución de los métodos de elaboración sobre la composición polifenólica de los mostos elaborados en 2012.

7.2.1.1. Intensidad colorante (IC)

En la tabla 47 se muestran los valores medios obtenidos para la Intensidad Colorante durante la maceración y su evolución se presenta en el gráfico 20.

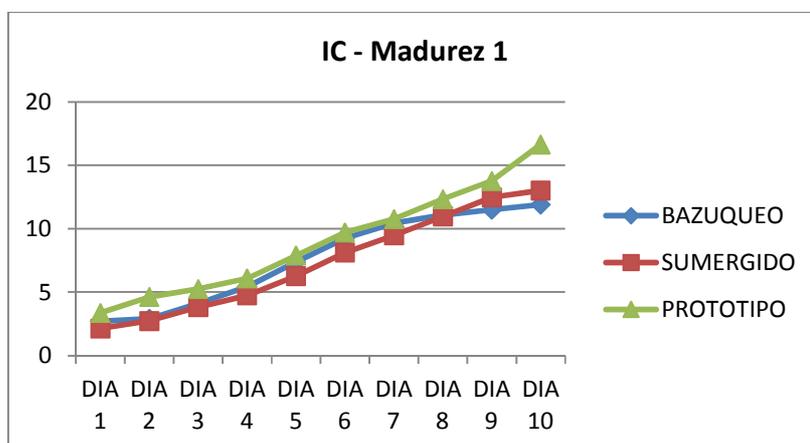
Tal y como puede observarse en los datos de IC, se vuelven a confirmar los resultados obtenidos en la añada anterior, donde la técnica de maceración con prototipo es donde mejores resultados se obtienen, alcanzando un resultado final de

incremento de IC de 39,8% con respecto a la técnica del bazuqueo y un 27,88%, con respecto a la técnica del sombrero sumergido.

Tabla 47. Valores medios de la Intensidad Colorante durante la maceración “madurez 1” en los distintos métodos de maceración (cosecha 2012).

	BAZUQUEO	SUMERGIDO	PROTOTIPO
DIA 1	2,713	2,141	3,368
DIA 2	2,892	2,730	4,629
DIA 3	4,109	3,820	5,243
DIA 4	5,420	4,740	6,076
DIA 5	7,379	6,274	7,873
DIA 6	9,241	8,126	9,706
DIA 7	10,443	9,469	10,760
DIA 8	11,088	10,966	12,328
DIA 9	11,494	12,471	13,768
DIA 10	11,898	13,007	16,634

Durante la maceración, se produce un incremento paulatino de la Intensidad Colorante en los vinos directamente proporcional al tiempo de maceración, siendo la técnica de prototipo la que se mantiene por encima de los otros dos métodos.

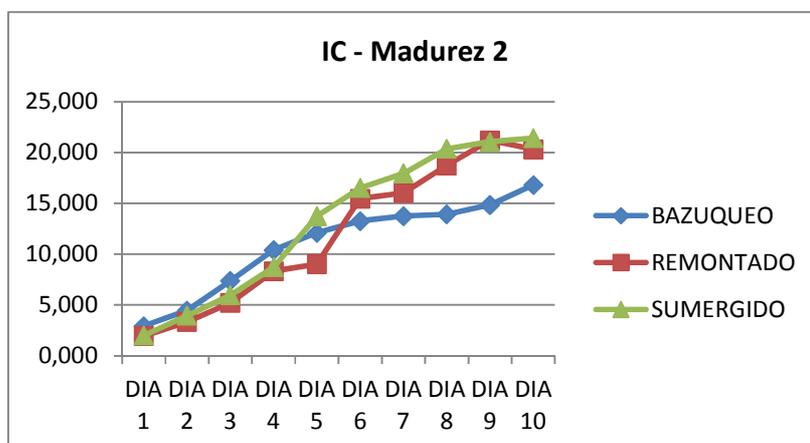


Gráfica 20 Resultados IC durante la maceración. Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 1

Con la uva recolectada con el grado de madurez 2 se lleva a cabo la misma experiencia de maceración que con el grado de madurez 1. Los resultados de las medidas de IC se muestran en la tabla 48. Los valores son claramente superiores a los obtenidos en el ensayo con la uva de madurez 1.

Tabla 48. Valores medios de la Intensidad Colorante durante la maceración “madurez 2” en los distintos métodos de maceración (cosecha 2012).

	BAZUQUEO	SUMERGIDO	PROTOTIPO
DIA 1	2,921	1,961	1,984
DIA 2	4,453	3,331	3,950
DIA 3	7,372	5,205	5,964
DIA 4	10,422	8,334	8,712
DIA 5	12,098	9,016	13,734
DIA 6	13,256	15,457	16,515
DIA 7	13,754	16,028	17,965
DIA 8	13,919	18,740	20,375
DIA 9	14,849	20,422	21,068
DIA 10	16,818	20,629	21,428



Gráfica 21

Resultados IC durante la maceración.
Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 2

Al igual que en el ensayo anterior (grado de madurez 1), la técnica que mayores valores alcanza de IC es el prototipo, si bien la diferencia con los otros dos métodos ensayados se reduce considerablemente. La diferencia de los valores alcanzados en IC con grado de madurez 1 era de un 27,88% del prototipo frente al bazuqueo; en el

ensayo con la uva de grado de madurez 2, se consigue sólo un 3,87%. Esta diferencia, a pesar de haberse disminuido significativamente sigue siendo importante.

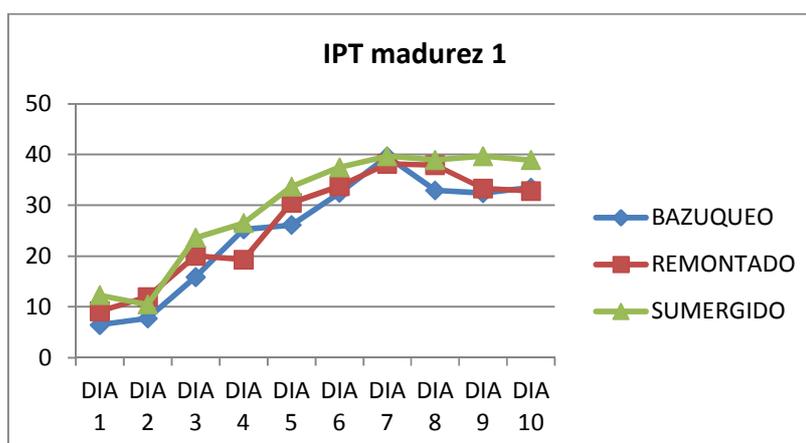
7.2.1.2. Índice de polifenoles totales (IPT)

Asimismo durante la maceración se realiza el seguimiento diario de la extracción de IPT de los 3 sistemas en estudio.

Tabla 49. Valores medios de la IPT durante la maceración “madurez 1” en los distintos métodos de maceración (cosecha 2012).

	BAZUQUEO	SUMERGIDO	PROTOTIPO
DIA 1	6,435	9,14	12,3
DIA 2	7,74	11,96	10,445
DIA 3	15,86	20,06	23,625
DIA 4	25,275	19,285	26,495
DIA 5	26,125	30,51	33,695
DIA 6	32,44	33,76	37,47
DIA 7	39,585	38,17	39,69
DIA 8	32,935	37,95	38,955
DIA 9	32,39	33,31	39,68
DIA 10	33,5	32,81	38,905

Tal y como se aprecia en los datos recogidos en la tabla 49, y continuando con los resultados obtenidos en 2011, los vinos con mayores valores de IPT, son los obtenidos por el procedimientos del prototipo, produciéndose por esta técnica unos valores finales superiores en un 13,89% con respecto al bazuqueo y un 15,66% con respecto al sistema de sombrero sumergido.



Gráfica 22

Resultados IPT durante la maceración.
Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 1

Durante la maceración y tal y como se observa en la Gráfica 22, la dinámica de extracción de los polifenoles ha seguido la misma tendencia en los tres sistemas de maceración, si bien el sistema prototipo se ha mantenido por encima de los demás en prácticamente toda la fase de maceración.

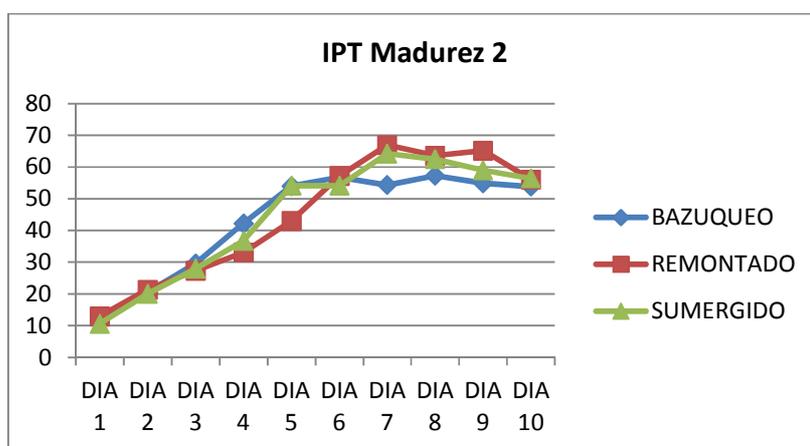
Cabe destacar que en el séptimo día de maceración con independencia de la cinética de extracción de los días anteriores, la extractibilidad llega a un máximo, a partir del cual se produce una disminución, sobre todo en las técnicas de maceración de bazuqueo y sombrero sumergido; sin embargo con el sistema de prototipo, contrariamente a lo observado con los otros dos métodos, la concentración de IPT se mantiene constante. Esta dinámica de extracción de polifenoles totales observada 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 ralentiza.

En la tabla 50 se recogen los resultados obtenidos durante la maceración para la uva de grado de madurez 2. Esta uva cede los compuestos con mayor facilidad que la de madurez 1, debido a que se modificará la extractibilidad de los compuestos durante la maduración (Saint Cricq, *et al.*, 1998).

Tabla 50. Valores medios de la IPT durante la maceración “madurez 2” en los distintos métodos de maceración (cosecha 2012).

	BAZUQUEO	SUMERGIDO	PROTOTIPO
DIA 1	11,52	12,98	10,59
DIA 2	20,49	21,37	20,07
DIA 3	29,62	27,37	27,97
DIA 4	42,21	33,08	36,75
DIA 5	54,00	43,02	54,15
DIA 6	56,78	57,18	54,13
DIA 7	54,35	66,9	64,21
DIA 8	57,26	63,56	62,47
DIA 9	54,87	65,15	58,96
DIA 10	53,84	56,02	56,39

Valorando los resultados de las dos maduraciones, se puede apreciar que los vinos elaborados con las uvas de la madurez 2, presentarán mejores aptitudes que los de madurez 1 para ser destinados a crianza en barrica, mientras que los primeros vinos son más adecuados para tintos jóvenes, teniendo en cuenta que los valores más habituales de IPT para vinos tintos son, 35-60 para tintos jóvenes y 50-100 para crianza.



Gráfica 23

Resultados IPT durante la maceración.
Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 2

Aunque con diferencias, si comparamos la evolución de la extracciones, en las 2 madureces, sí existen semejanzas en la cinética de extracción, ya que, de la misma manera, el máximo de extracción se logra entorno al séptimo día de maceración, para posteriormente iniciar una evolución descendente en el conjunto de las 3 técnicas de maceración, incluyendo el sistema de prototipo frente a los resultados obtenidos de la maduración 1.

Las diferencias encontradas en la evolución de extracción en el ensayo con la uva de grado de maduración 1 entre los 3 sistemas de maceración, desaparecen empleando uva más madura (madurez 2), alcanzándose una extracción con valores muy similares entre los 3 sistemas.

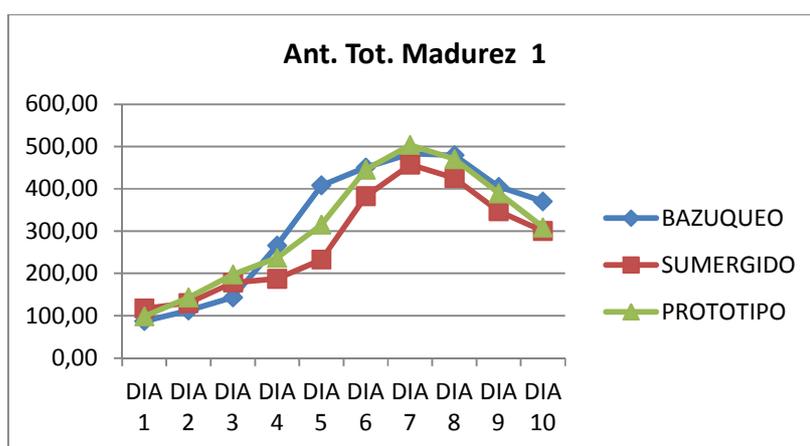
7.2.1.3. Antocianos totales

La evolución de la extracción de antocianos durante la maceración en el ensayo con grado de madurez 1, se recoge en la siguiente tabla.

Tabla 51. Valores medios de la Antocianos totales en mg/l durante la maceración “madurez 1” en los distintos métodos de vinificación (cosecha 2012).

	BAZUQUEO	SUMERGIDO	PROTOTIPO
DIA 1	87,47	117,46	98,78
DIA 2	112,72	130,29	143,02
DIA 3	143,32	178,47	197,56
DIA 4	265,93	187,66	236,74
DIA 5	408,24	232,81	315,22
DIA 6	450,56	382,69	445,31
DIA 7	482,78	457,43	503,69
DIA 8	479,45	425,61	470,36
DIA 9	404,81	347,44	389,46
DIA 10	370,47	300,17	308,56

Se produce un incremento de la concentración de antocianos en el transcurso de la maceración, siendo la técnica del bazuqueo la que mayor extracción provoca sobre prototipo y sombrero sumergido.



Gráfica 24

Antocianos Totales durante la maceración, Resultados expresados en mg/l. Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 1

El patrón de síntesis de los antocianos durante la maduración pasa por tres etapas: acumulación rápida, acumulación lenta y disminución por sobremaduración (Kelebek *et al.*, 2006).

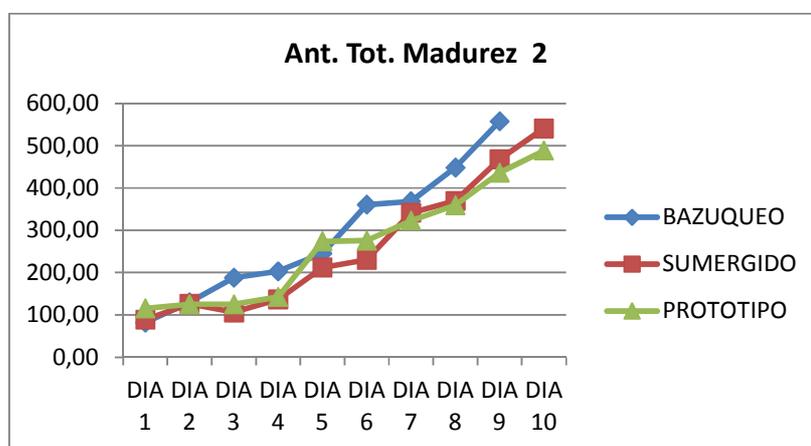
Numerosos autores hablan de la evolución de los antocianos en el transcurso de la maceración, los cuales están fuertemente ligados al color del vino (Pardo y Navarro, 1993; Pérez, 1999; Ruiz Hernández, 1999). Todos ellos observan un aumento de polifenoles totales, intensidad colorante y concentración de antocianos, pero posteriormente, después de llegar a un máximo, el color del vino disminuye debido a que las antocianinas se fijan sobre hollejos y levaduras (Guadalupe *et al.*, 2010) ello es originado por el efecto absorbente de color que presentan las paredes de las levaduras (Casassa *et al.*, 2014).

El ensayo se repite con la madurez 2, cuyo resultados se reúnen en la siguiente tabla.

Tabla 52. Valores medios de la Antocianos totales en mg/l durante la maceración “madurez 1” en los distintos métodos de vinificación (cosecha 2012).

	BAZUQUEO	SUMERGIDO	PROTOTIPO
DIA 1	72,72	88,88	115,24
DIA 2	81,81	126,25	125,24
DIA 3	130,29	106,05	125,24
DIA 4	187,86	136,35	142,41
DIA 5	203,01	212,10	273,71
DIA 6	245,43	230,28	275,73
DIA 7	360,57	341,38	323,20
DIA 8	368,65	369,66	359,36
DIA 9	448,10	468,24	436,32
DIA 10	557,82	540,86	488,23

A partir de los resultados obtenidos, se construye la siguiente gráfica:



Gráfica 25

Antocianos Totales durante la maceración, Resultados expresados en mg/l.
Variedad Bobal, cosecha 2012. Grado de madurez 2

Si comparamos la evolución de la maceración en los dos grados de madurez ensayados, se observa que el comportamiento de las uvas es diferente. Ello es debido a que durante la maduración se produce una mayor síntesis de antocianos, aumentado la concentración en los hollejos, y además una modificación de la estructura del hollejo, el cual permite una mayor extractibilidad a mayor madurez del fruto, cediendo en consecuencia más antocianos al mosto (Amrani Joutei y Glories, 1994). Durante el ensayo de madurez 2 la técnica que más antocianos consigue extraer del mosto es, al igual que ocurría con el grado de madurez 1, la del bazuqueo con respecto al prototipo y sombrero sumergido.

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 (Guadalupe *et al.*, 2010).

7.2.2. Influencia de los métodos de elaboración sobre la composición polifenólica de los vinos elaborados en 2012

Una vez concluida las fermentaciones alcohólica y maloláctica, los vinos fueron embotellados y conservados a $T^a = 18^{\circ}\text{C}$. Posteriormente, se procede a analizarlos a los 5 y 12 meses con el fin de establecer las diferencias que el tipo de sistema de maceración había aportado a los vinos.

7.2.2.1. Intensidad colorante (IC)

En la tabla 53 se muestra el ANOVA de los vinos a 5 meses de conservación reuniendo ambos grados de madurez. En ambos casos, se trasladan las diferencias encontradas por efecto del sistema de maceración. Con la uva del grado de madurez 1, se obtiene un Valor P = 0,031, encontrándose diferencias significativas del sistema de prototipo con respecto a los demás sistemas de maceración empleados. Sin embargo, con la uva de grado de madurez 2, no se encuentran diferencias significativas (Valor P = 0,064).

Tabla 53. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).

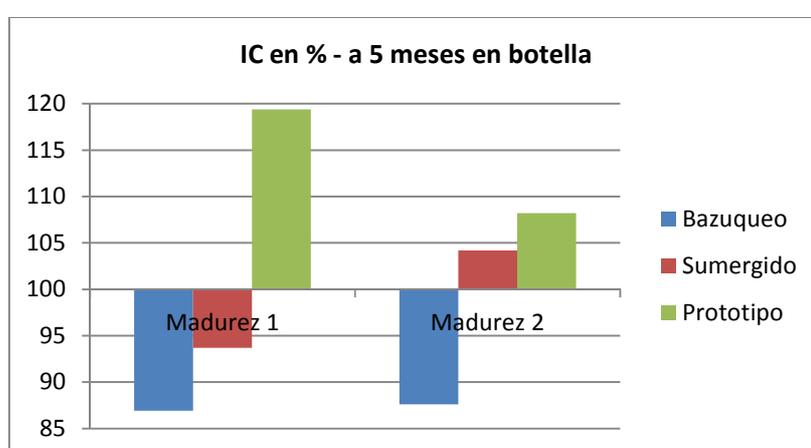
Técnica	Madurez 1		Madurez 2	
	Valor	±	Valor	±
Bazuqueo	11,14 a	±1,00	15,96	±1,41
Sumergido	12,01 a	±0,78	18,98	±0,72
Prototipo	15,30 b	±0,72	19,71	±0,72
F de ratio	13,49		7,8	
Valor P	0,031		0,064	

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Para facilitar la comparación de los métodos de maceración, se realiza una normalización de los resultados obtenidos, mediante la transformación en porcentaje sobre la media. Con los valores normalizados (tabla 54), se construye una gráfica que para visualizar mejor los resultados.

Tabla 54. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en los distintos grados de madurez a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1		Madurez 2	
Bazuqueo	86,94%	±1,00	87,61%	±1,41
Sumergido	93,69%	±0,78	104,18%	±0,72
Prototipo	119,37%	±0,72	108,21%	±0,72



Gráfica 26

Resultados en % de Intensidad Colorante durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella

Con los resultados obtenidos en la gráfica 26, se puede afirmar que el sistema de maceración prototipo, es el que consigue vinos con valores más altos de IC con independencia del grado de madurez, si bien resulta más eficaz, frente a las otras técnicas, en la maceración con la uva de un grado de madurez inferior.

Con el objetivo de estudiar la evolución de los vinos en el tiempo se realiza un ANOVA a los 12 meses de su conservación en botella. (Tabla 55)

Tabla 55. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	11,28 ±0,54	15,29 ±0,98
Sumergido	11,11 ±1,29	16,83 ±1,81
Prototipo	12,43 ±0,66	18,15 ±1,23
F de ratio	1,3	2,14
Valor P	0,39	0,264

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Con los resultados del ANOVA, se establece que se han desaparecido las diferencias que había en la IC de los vinos a los 5 meses de conservación. Tampoco aparecen diferencias en los vinos elaborados con la uva de grado de madurez 2 a los 12 meses, si bien se constata que a mayor maduración, valores más altos de IC, se consiguen en los vinos,

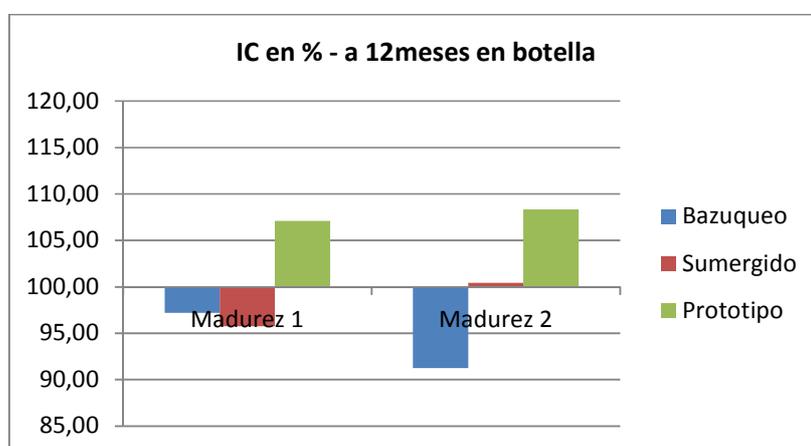
Se procede a realizar una normalización de los valores en forma de porcentaje sobre la media, cuyos resultados aparecen en la tabla 56 y se construye la gráfica 27

Tabla 56. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores Intensidad colorante en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	97,19% ±0,54	91,25% ±0,98
Sumergido	95,72% ±1,29	100,44% ±1,81
Prototipo	107,09% ±0,66	108,31% ±1,23

Comparando los resultados directos y los porcentajes con respecto a la media para el caso de la madurez 1 se aprecia como, al igual que ocurría en la añada 2011, el proceso de maceración de mayor extracción de materia colorante es el que se efectuó mediante la técnica de prototipo, con valores superiores al 9% de la media de los 3 métodos.

Sin embargo, en el caso del ensayo con uva de la madurez 2, el resultado es en términos generales mayor, comparándola con el grado de madurez 1, produciéndose una mayor extracción de materia colorante en los 3 métodos en global, ello es debido a que ha habido una paulatina degradación de la pared celular durante la maduración, tal y como señala Amrani Joutei y Glories, 1994, que favorece la extracción de la materia colorante durante la vinificación. Así, un déficit de maduración se traducirá en una débil acumulación de pigmentos en los hollejos y dificultad en su extracción (Saint-Cricq *et al.*, 1998; Díaz Plaza *et al.*, 2000)



Gráfica 27

Resultados en % de Intensidad Colorante durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella

7.2.2.2. Índice de polifenoles totales (IPT)

Para estudiar la evolución de los vinos a los 5 meses, se lleva a cabo un ANOVA (tabla 57), con los sistemas de maceración como factor y para ambos grados de madurez incluidos en el presente estudio. Los valores P obtenidos en el ANOVA, indican que no existen diferencias significativas en el IPT de los vinos a los 5 y 12 meses de su conservación.

Tabla 57. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).

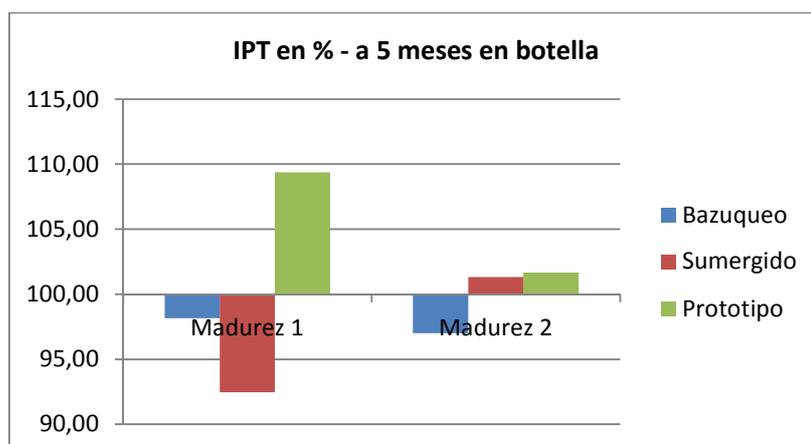
Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	32,78 ±1,77	52,60 ±1,91
Sumergido	30,88 ±1,70	54,95 ±1,70
Prototipo	36,53 ±1,56	55,13 ±1,65
F de ratio	5,89	1,29
Valor P	0,091	0,394

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Por otra parte, y llevada a cabo una estandarización de los porcentajes sobre la media (tabla 58), se puede observar que técnicas de maceración consiguen en porcentaje valores más altos, siendo la técnica del prototipo la que resulta más eficaz de todas ellas para las dos maduraciones, si bien la técnica de sombrero sumergido en el grado de madurez 1, es la que consigue los valores más bajos de IPT mientras que en el grado de madurez 2 esta diferencia desaparece, continuando con la tónica que se viene observando en los parámetros anteriores.

Tabla 58. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores IPT en los distintos grados de madurez a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	98,15% ±1,77	97,00% ±1,91
Sumergido	92,46% ±1,70	101,33% ±1,70
Prototipo	109,38% ±1,56	101,67% ±1,65

**Gráfica 28**

Resultados en % de IPT durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella

A continuación, se realizó un ANOVA a los 12 meses de conservación. los mayores valores de IPT se observan en los vinos de la uva de vendimia más tardía, con independencia de método de maceración. Además, aparecen diferencias significativas (Valor P = 0,007) en los vinos elaborados con la técnica del prototipo sobre los otros dos sistemas en la uva de grado de madurez 1.

Tabla 59. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de IPT en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

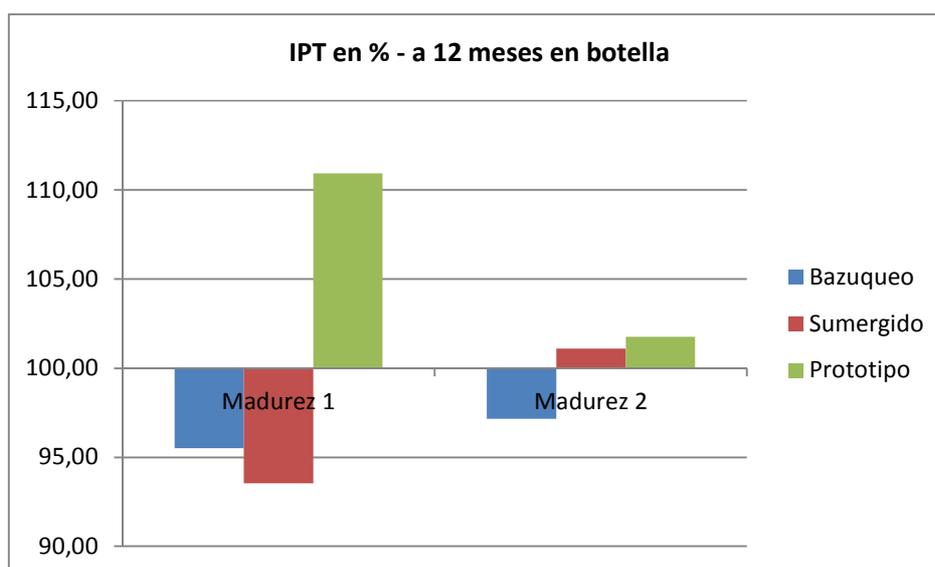
Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	30,82 ±0,65 a	49,53 ±0,70
Sumergido	30,18 ±0,72 a	51,54 ±0,68
Prototipo	35,79 ±0,80 b	51,88 ±0,72
F de ratio	36,18	6,2
Valor P	0,007	0,086

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

En este caso, no se observan diferencias en los vinos elaborados con la uva de grado de madurez 2. En ambos casos se produce un descenso de los valores de IPT de 5 a 12 meses por precipitaciones, polimerizaciones y oxidaciones.

Tabla 60. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores IPT en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	95,52% \pm 0,65	97,15% \pm 0,70
Sumergido	93,55% \pm 0,72	101,09% \pm 0,68
Prototipo	110,93% \pm 0,80	101,76% \pm 0,72



Gráfica 29

Resultados en % de IPT durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella

Con la estandarización de los resultados en forma de porcentajes sobre la media, se vuelve a repetir el comportamiento que se obtuvo con los análisis a los 5 meses de conservación, es decir la técnica que mejores resultados obtiene es la del prototipo en ambos grados de madurez, aunque es más eficaz cuanto menor es el grado de madurez. La técnica de sombrero sumergido es la que peor resultados obtiene en el ensayo de la uva de grado de madurez 1.

7.2.2.3. Antocianos totales

Se llevó también a cabo el seguimiento de la concentración de antocianos totales en los 5 meses (Tabla 61) y a los 12 meses (tabla 63). En ambos grados de madurez se obtienen valor $P = 0$ y por tanto aparecen diferencias significativas entre los 3 métodos de maceración estudiados.

Tabla 61. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Antocianos Totales en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).

Concentración de antocianos (mg/L)				
Técnica	Madurez 1		Madurez 2	
Bazuqueo	340,83 a	±0,67	513,19 a	±0,72
Sumergido	276,15 b	±0,74	497,59 b	±0,70
Prototipo	283,87 c	±0,72	449,17 c	±0,68
F de ratio	4796,3		4284,52	
Valor P	0		0	

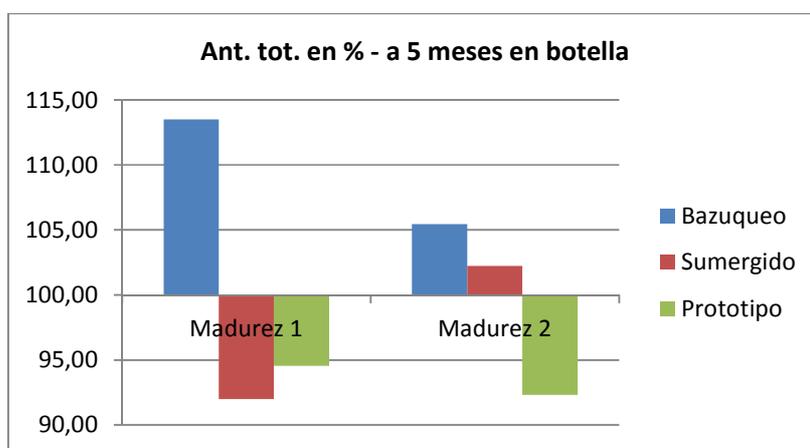
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

A la vista de los resultados obtenidos, se observa que la técnica del bazuqueo es la que mejores resultados consigue para ambos grados de madurez, al igual que sucedía con la evolución de la maceración (Gráfica 30). Dichos resultados, resultan un poco contradictorios con los obtenidos en la determinación de la IC, pero hay que tener en cuenta que la metodología seguida para la cuantificación es el método del HCl, que cuantifica la totalidad de los antocianos, estén estos coloreados o no y en la IC será una medida indirecta de los antocianos que contribuyen al color. Es posible que haya más proporción de antocianos no coloreados (unidos a SO_2 , por ejemplo) en los vinos elaborados con la técnica de maceración del bazuqueo.

En la normalización de los resultados analíticos, trabajando con el porcentaje de variación sobre las medias, se vuelven a confirmar los resultados encontrados en el ANOVA al igual que con la gráfica 30 construida con los datos de porcentajes (tabla 62).

Tabla 62. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Antocianos totales en los distintos grados de madurez a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	113,50% ±0,67	105,45% ±0,72
Sumergido	91,96% ±0,74	102,25% ±0,70
Prototipo	94,53% ±0,72	92,30% ±0,68



Gráfica 30. Resultados en % de antocianos totales durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella

Los resultados normalizados y graficados (graf 30) confirman los resultados obtenidos en el ANOVA, siendo el bazuqueo el método más eficaz en los dos grados de madurez ensayados y el prototipo, el peor.

Tras doce meses de conservación se vuelven a analizar los vinos y se obtienen los resultados que se muestran en el ANOVA de la tabla 63. Desde los 5 a los 12 meses, se ha producido una disminución de la concentración total de antocianos, debido a precipitaciones, oxidaciones y reacciones con taninos mediadas o no con acetaldehído (Asenstorfer *et al.*, 2001; Medina *et al.*, 2005). Para ambos grados de madurez, se ha obtenido un Valor $P < 0,05$ que indica que hay diferencias significativas con un 95% de nivel de significación, para al menos en una de las técnicas ensayadas con respecto a las otras.

Tabla 63. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Antocianos Totales en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

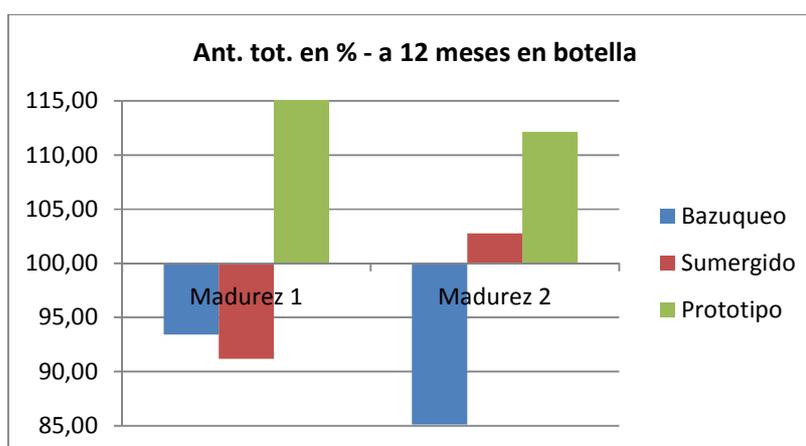
Concentración de antocianos (mg/L)				
Técnica	Madurez 1		Madurez 2	
Bazuqueo	226,24	±1,95 a	292,57	±1,53 a
Sumergido	220,85	±3,37 a	353,17	±3,51 b
Prototipo	279,43	±5,66 b	385,49	±4,24 c
F de ratio	133,44		409,12	
Valor P	0,012		0	

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

En ambos grados de madurez es la técnica de maceración del prototipo la que mejor consigue mantener la concentración de antocianos. Con la estandarización de los valores y representando el porcentaje de variación con respecto a la media, se construye la gráfica 31, que permite visualizar mejor los datos de la tabla 64.

Tabla 64. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Antocianos totales en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	93,42% ±1,95	85,11% ±1,53
Sumergido	91,20% ±3,37	102,74% ±3,51
Prototipo	115,38% ±5,66	112,14% ±4,24



Gráfica 31. Resultados en % de antocianos totales durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella

Sigue siendo la técnica de sombrero sumergido la que peor resultados obtiene en el control realizado a los 12 meses de conservación, seguida de la técnica de bazuqueo y la que mejor resultados es la del prototipo, resultando más eficaz (en valores relativos en el menor grado de madurez ensayado).

7.2.2.4. Índice de ionización

El índice de Ionización, es una estimación del porcentaje de antocianos libres y combinados que contribuyen al color del vino. En nuestro ensayo, se produce un incremento del Índice de Ionización cuando se analizan los vinos a los 12 meses en relación con la analítica efectuada a los 5 meses de conservación, ya que cuando los antocianos se combinan con los taninos, por mediación o no del acetaldehído, los nuevos pigmentos que se forman son resistentes a la decoloración con el SO₂. El Índice de Ionización en los vinos jóvenes oscila entre el 10 y 30%, valor que se incrementará con la conservación, pudiendo alcanzar en los vinos añejos el 80-90%, que corresponde al porcentaje de antocianos responsables del color de los vinos.

En los vinos analizados a los 5 meses de su conservación se observa en la tabla ANOVA, que los vinos poseen valores de Índice de Ionización muy elevados comparados con otras variedades. Además, existen diferencias significativas con respecto a la técnica que se empleó en la maceración encontrándose éstas, en el ensayo realizado con el grado de madurez 1, pero no se hallan cuando la uva está más madura.

Tabla 65. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice de ionización en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	22,46 ±1,80 a	46,05 ±1,70
Sumergido	28,19 ±1,58 b	43,32 ±1,95
Prototipo	30,82 ±1,68 b	42,44 ±1,56
F de ratio	12,8	2,33
Valor P	0,034	0,244

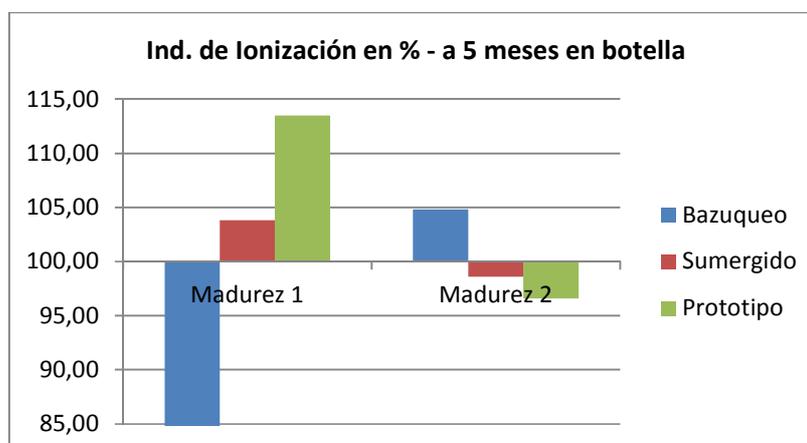
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

La técnica de maceración del bazuqueo, consigue valores significativamente más bajos, para el Índice de Ionización, comparativamente con sombrero sumergido y prototipo.

Tabla 66. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de índice de ionización en los distintos grados de madurez a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	82,71% ±1,80	104,81% ±1,70
Sumergido	103,81% ±1,58	98,60% ±1,95
Prototipo	113,49% ±1,68	96,59% ±1,56

Dichos resultados se visualizan mucho mejor, cuando se someten los resultados a una normalización representando los incrementos en porcentaje sobre las medias (gráfica 32), donde se observa que para el grado de madurez 1, la técnica que provoca un menor valor de Índice de Ionización en los vinos es el bazuqueo.



Gráfica 32. Resultados en % de índice de Ionización durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella

Los resultados del grado de madurez 2, sin embargo, favorecen al bazuqueo sobre el sistema de maceración de sombrero sumergido y prototipo, aunque es conveniente remarcar que no existen diferencias significativas.

Los mismos análisis son realizados tras doce meses de conservación de los vinos, cuyos valores medios y tratamiento estadístico están recogidos en la tabla 67.

Los valores de Índice de Ionización, aumentan con respecto a los obtenidos en el control realizado a los 5 meses; en el caso del ensayo con la uva del grado de madurez 1, sigue siendo la técnica del bazuqueo la que contribuye a un menor valor significativo de Índice de Ionización existiendo diferencias significativas con las técnicas de sombrero sumergido y prototipo. En los análisis realizados a los 12 meses, se vuelven a repetir los obtenidos en el control realizado a los 5 meses.

Tabla 67. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice de ionización en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	25,26 ±0,72 a	49,23 ±0,01 b
Sumergido	29,95 ±1,43 b	46,79 ±2,14 a
Prototipo	32,79 ±0,01 b	47,34 ±1,43 ab
F de ratio	81,97	15,81
Valor P	0,002	0,025

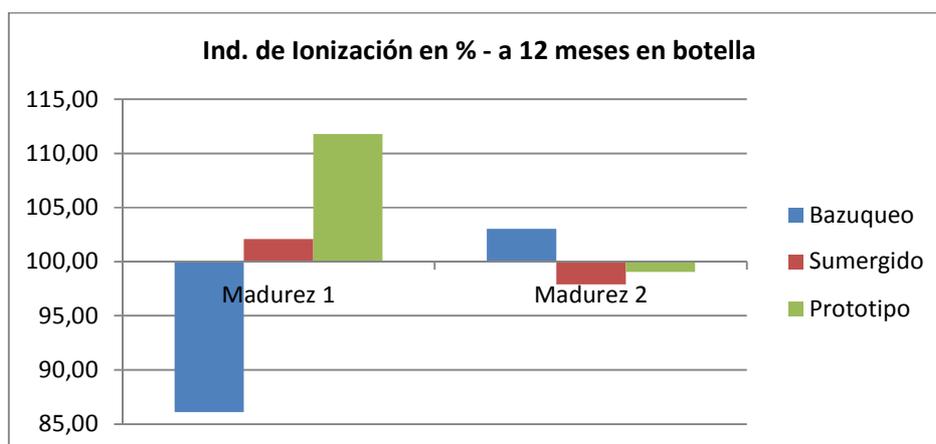
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Cuando se normalizan los resultados y se expresan en variación en porcentaje sobre la media, se visualiza mejor los resultados obtenidos con el ANOVA (gráfica 33).

Tabla 68. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de índice de ionización en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012)

Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	86,11% ±0,72	103,03% ±0,01
Sumergido	102,10% ±1,43	97,91% ±2,14
Prototipo	111,78% ±0,01	99,06% ±1,43



Gráfica 33. Resultados en % de índice de lonización durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella

Por tanto se parecía que la técnica que mejores resultados aporta es la técnica de prototipo para un grado de madurez 1, mientras que con un grado de madurez mayor los resultados obtenidos no son significativos y se equipara una técnica frente a otra.

7.2.2.5. Índice de PVPP

El Índice de PVPP, indica el porcentaje de antocianos combinado con los taninos. La mayor concentración de combinaciones antociano-tanino justifica la mayor contribución de los antocianos al color (presentan un rojo más intenso y menor tonalidad azul), y sobre todo la estabilidad del color. Mediante dichas uniones, se consigue una disminución de la astringencia de los taninos (Blouin, 1977; Vivas *et al.*, 1995). Las uniones que tiene lugar entre antocianos y taninos, además, serán importantes para la futura estabilidad del vino, puesto que protegerá a los antocianos de degradaciones (Cheynier, 2003; Fulcrand *et al.*, 2006)

Con los resultados obtenidos, se realiza un ANOVA (tabla 69), para las distintas técnicas con los dos grados de madurez ensayados. No se obtienen diferencias significativas con respecto a este parámetro, para ninguno de los 2 grados de madurez ensayados (Valor $P > 0,05$). Los valores obtenidos con la uva más madura, son más altos que con la uva del grado de madurez 1, debido a que poseía una mayor

concentración de antocianos y taninos por el retraso en la vendimia y además por su aumento en la extractibilidad de polifenoles durante la maceración.

La tendencia que se obtiene para los dos grados de madurez estudiados, no es la misma, aunque no existen diferencias significativas entre las distintas técnicas de maceración para ningún grado de madurez.

Tabla 69. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice PVPP en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	41,93 ±0,58	49,66 ±0,76
Sumergido	43,03 ±0,80	47,61 ±0,66
Prototipo	43,84 ±0,72	46,95 ±0,01
F de ratio	3,53	7,68
Valor P	0,162	0,066

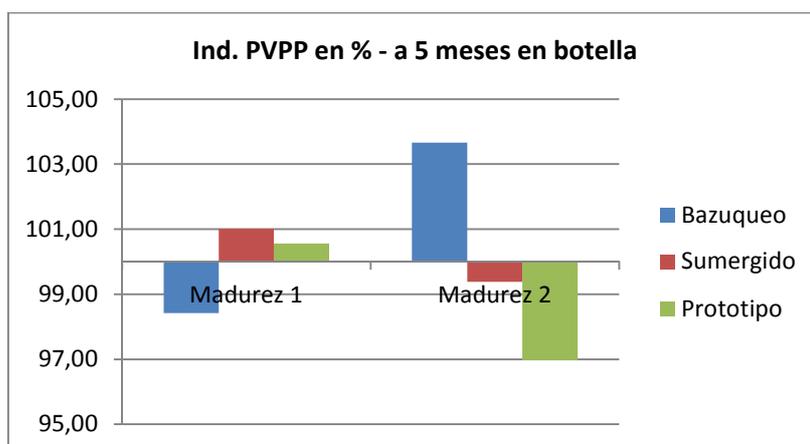
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Con la normalización de los resultados obtenidos en forma de incremento de porcentaje sobre las medias, se obtiene la tabla 70, donde se observa una diferencia de comportamiento para los dos grados de madurez ensayados.

Tabla 70. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de índice PVPP en los distintos grados de madurez a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	98,42 ±0,58	103,66 ±0,76
Sumergido	101,01 ±0,80	99,38 ±0,66
Prototipo	100,56 ±0,72	96,96 ±0,01

Cuando se grafican los resultados obtenidos en la normalización de los valores, se construye la gráfica 34, donde se puede apreciar que el bazuqueo consigue unos valores de Índice de a superiores (aunque sin diferencias significativas con las otras técnicas).



Gráfica 34. Resultados en % de índice PVPP durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella

Este resultado sólo se encuentra para los vinos elaborados con el grado de madurez 2 y ambos siguen el mismo comportamiento que el Índice de Ionización comentado en el apartado anterior.

A los doce meses se volvieron a analizar los vinos, y tampoco se obtienen diferencias significativas en Índice de PVPP para las técnicas de maceración en ninguno de los dos grados de madurez estudiados (tabla 71).

Tabla 71. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del Índice PVPP en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	38,82 ±3,65	46,48 ±2,66
Sumergido	39,84 ±1,61	44,08 ±1,56
Prototipo	40,59 ±1,95	43,47 ±1,95
F de ratio	0,31	0,59
Valor P	0,751	0,609

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Se ha producido un incremento de Índice de PVPP conforme transcurre la evolución de los vinos, pero no aparecen diferencias significativas. Se puede observar que se mantienen tanto tendencias como las diferencias entre ambos grados de madurez.

Cuando se normalizan los resultados, se establece mejor el porcentaje de variación sobre la media (tabla 72), con cuyos valores se construye la gráfica 35

Tabla 72. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de índice PVPP en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	98,49% ±3,65	104,04% ±2,66
Sumergido	100,65% ±1,61	98,66% ±1,56
Prototipo	100,02% ±1,95	97,30% ±1,95

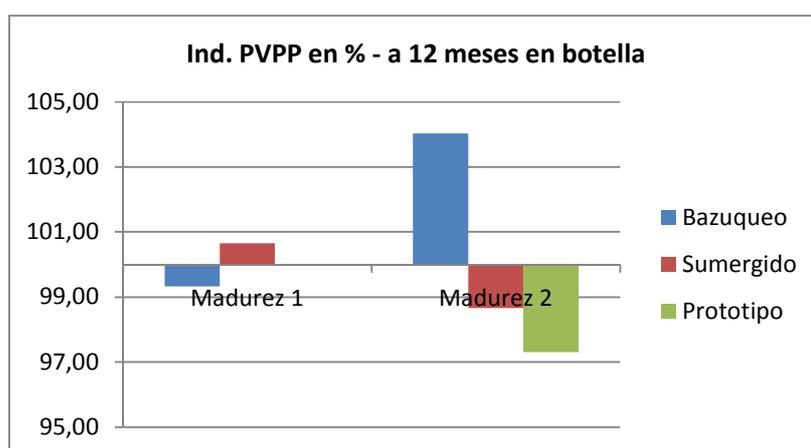


Gráfico 35. Resultados en % de índice PVPP durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella

Como puede observarse (gráfica 35), las combinaciones antociano-tanino, se manifiestan con más evidencia en la vendimia con madurez 2 que en la de vendimia con madurez 1, por lo que se entiende que este vino es idóneo para realizar la crianza debido a que esta combinación produce dos efectos tal y como manifiesta Vivas *et al.*, (1995), por una parte evita la oxidación de los antocianos, principales responsables de la material colorante, produciendo una mayor estabilidad de color. Por otra parte la combinación antocianos-taninos proporciona una la disminución de la astringencia de los taninos por lo que los vinos serán más suaves (Blouin, 1977; Vivas *et al.*,1995).

7.2.2.6. Taninos Condensados Totales

Los taninos condensados presentan una clara tendencia a polimerizar. Esta polimerización dará lugar a moléculas cada vez más grandes, lo que se traducirá inicialmente en un incremento de la astringencia (Cheynier *et al.*, 2000), y una disminución del sabor amargo (Hanlin, 2010) No obstante hay que tener en cuenta que si se alcanza cierto grado de polimerización, la astringencia va a disminuir definitivamente y las moléculas pueden precipitar (Rivas-Gonzalo *et al.*, 1995).

Por ello es interesante conocer la cantidad y naturaleza de los taninos que se extraen, durante la maceración. La concentración de taninos en los vinos va a depender, por una parte, de la extractibilidad de los taninos, relacionada directamente con el grado de madurez de la uva y con el método de maceración que se lleva a cabo durante la extracción (Hanlin, 2010)

Con los resultados de los análisis realizados a los 5 meses de conservación, se lleva a cabo un ANOVA, cuyos resultados se muestran en la tabla 73, donde se observa que los valores P obtenidos en sendos análisis, comparando la repuesta de las diferentes técnicas de maceración con los 2 grados de madurez ensayados, no son superiores a 0,05, lo cual indica que no existen diferencias significativas.

Tabla 73. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Taninos Condensados en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).

Taninos condensados totales (g/L)		
Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	2,00 ±0,07	3,52 ±0,18
Sumergido	2,29 ±0,09	3,06 ±0,30
Prototipo	2,25 ±0,21	3,28 ±0,23
F de ratio	2,59	1,83
Valor P	0,222	0,301

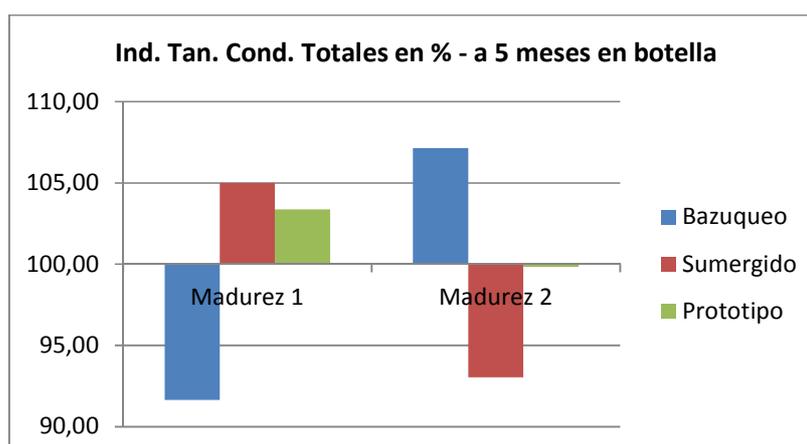
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Cuando se lleva a cabo la normalización de los resultados obtenidos, mediante la transformación de los resultados en porcentajes sobre la media de las técnicas (tabla 74), se obtiene que el bazuqueo funciona peor en la uva con grado madurez 1 y sin

embargo, es la técnica de maceración que consigue la mayor concentración de taninos con el grado de madurez más alto (madurez 2) si bien la técnica del sombrero sumergido funciona mejor en el grado de madurez 1 y peor con el grado de madurez 2. La técnica de maceración de prototipo está la técnica que más se aproxima a la media en cuanto a la concentración de taninos condensados se refiere.

Tabla 74. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Taninos Condensados Totales en los distintos grados de madurez a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	91,63% ±0,07	107,14% ±0,18
Sumergido	105,00% ±0,09	93,04% ±0,30
Prototipo	103,37% ±0,21	99,82% ±0,23



Gráfica 36. Resultados en % de Taninos Condensados Totales durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella

La representación de los resultados normalizados, da lugar a la gráfica 36 donde se visualiza además de lo anteriormente comentado, que la técnica de maceración con el sombrero sumergido es la que peor desarrollo presenta con la uva de grado de madurez 2, en cuanto a la extracción de taninos se refiere.

Cuando se analizan los vinos a los doce meses de su conservación, se obtienen los resultados de la tabla 75. Con los resultados obtenidos, se observa que no existen diferencias significativas, si bien los resultados siguen una tendencia paralela a la apreciada en el ensayo a los 5 meses de conservación.

Tabla 75. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Taninos Condensados en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

Taninos condensados totales (g/L)		
Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	1,84 ±0,16	3,24 ±0,55
Sumergido	2,02 ±0,13	2,83 ±0,14
Prototipo	2,11 ±0,16	2,99 ±0,44
F de ratio	1,72	0,5
Valor P	0,317	0,651

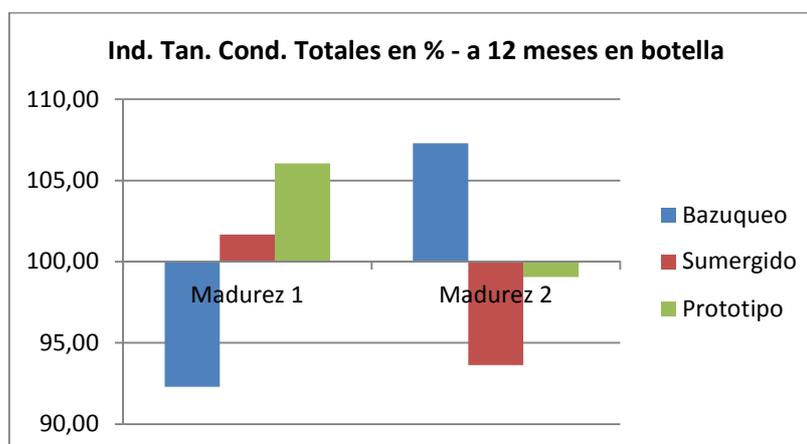
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

La normalización de los resultados, mediante la transformación de los mismos en las diferencias con respecto a la media, se refleja en la tabla 76, la cual resulta muy similar a la obtenida en el análisis a los 5 meses.

Tabla 76. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de Taninos Condensados Totales en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	92,29% ±0,16	107,30% ±0,55
Sumergido	101,67% ±0,13	93,63% ±0,14
Prototipo	106,04% ±0,16	99,07% ±0,44

La representación gráfica de los valores recogidos en la tabla 76, nos permite construir la gráfica 37.



Gráfica 37. Resultados en % de Taninos Condensados Totales durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella

Tal como puede observarse la mayor concentración de taninos se produce en las uvas más maduras (Hanlin, R. L 2010) correspondientes a la madurez 2, tal y como se viene exponiendo en el resto de parámetros anteriores, si bien en este caso, el método de maceración que mejores resultados tiene es el método de prototipo para la vendimia con madurez 1, por el contrario para la vendimia con mayor grado de madurez, el método que mayor porcentaje de taninos condensados consigue es el método del bazuqueo. Esto puede ser debido a que la mayor maduración del fruto da lugar a que las estructuras celulares de la piel están mucho más degradadas, (Pinelo, M, 2006) y que la técnica del bazuqueo, de entre las 3 técnicas empleadas, es la más dinámica en movimiento del sombrero que tiende a romper los tejidos de la uva y aumentar la extracción de componentes.

7.2.2.7. Índice de DMACH

Un método de estimación de grado de polimerización de taninos, es el Índice de DMACH, su valor es inverso al grado de polimerización de taninos. Cuando los taninos polimerizan con el tiempo, su valor disminuirá. Un grado de condensación medio presenta un Índice de DMACH próximo a 50, y los muy condensados entre 10 y 20 (Vivas, *et al.*, 1994).

Así tal y como especifica Saint-Cricq *et al.*, (1998) y Díaz Plaza (2000) un déficit de maduración se traducirá en una débil acumulación de taninos poco astringentes en los hollejos y una fuerte concentración de taninos astringentes en las pepitas. Conforme aumenta el grado de madurez, se producirá un incremento de la polimerización de taninos tanto en hollejos como en pepitas y disminuye la concentración de taninos de las semillas. Por lo tanto, los vinos elaborados con uva menos madura tendrán unos taninos menos polimerizados que se traducirá en valores de Índice de DMACH más altos que si esa uva estuviera más madura (Mazza *et al.*, 1999) y se extraerán más taninos presentes en las pepitas. Durante la conservación de los vinos, aumenta el grado de polimerización de los taninos, reduciéndose la astringencia.

Las diferencias entre la materia prima, se trasladan a los vinos en el análisis realizado a los 5 meses de conservación, el cual se puede observar en la tabla 77, la cual recoge los resultados del Índice de DMACH con el análisis ANOVA.

El Índice de DMACH, es menor en los vinos procedentes de uvas con un grado de madurez mayor, es decir, los taninos estarán más polimerizados inicialmente en la uva. Si atendemos a las técnicas de maceración empleadas, los taninos con mayor grado de polimerización, se encuentran en los vinos, procedentes de las uvas de grado de madurez 1, que fueron maceradas con la técnica del bazuqueo, sobre aquellos que se maceraron con sombrero sumergido y/o prototipo. Estos dos sistemas de maceración, habrán extraído más taninos de las pepitas que el bazuqueo, sobre todo en la uva con menor grado de madurez.

Tabla 77. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice DMACH en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	66,47 ±0,77a	52,73 ±0,90a
Sumergido	69,51 ±0,74b	49,56 ±0,61b
Prototipo	70,14 ±0,00b	45,46 ±0,72b
F de ratio	342,99	51,07
Valor P	0,0003	0,01

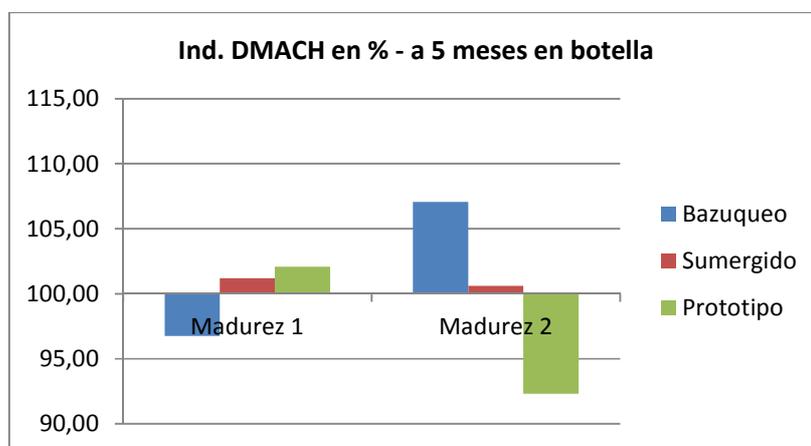
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Sin embargo la respuesta que se obtiene a las técnicas de maceración para la uva del grado de madurez 2 es algo diferente, ya que en este caso es el vino procedente del bazuqueo el que tiene los taninos menos polimerizados en el control hecho a los 5 meses después del embotellado, y no hay diferencias significativas en el resultado con el sombrero sumergido y prototipo.

Cuando se normalizan los valores medios obtenidos en porcentaje sobre la media se obtiene la tabla 78, y la gráfica 38.

Tabla 78. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice DMACH en los distintos grados de madurez a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnicas	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	96,74% $\pm 0,77$	107,07% $\pm 0,90$
Sumergido	101,18% $\pm 0,54$	100,62% $\pm 0,61$
Prototipo	102,08% $\pm 0,00$	92,31% $\pm 0,72$



Gráfica 38. Resultados en % del Índice DMACH durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella

Los taninos más polimerizados a los 5 meses de su conservación los obtenemos con la técnica de maceración del bazuqueo en la uva de menor grado de madurez, si bien el resultado para un grado de madurez mayor es inversamente proporcional, siendo para la madurez 2 la técnica de prototipo la que consigue un mayor grado de polimerización tal y como puede observarse en la gráfica 38.

En la tabla 79, se encuentran los valores medios del Índice de DMACH de los vinos analizados a los 12 meses de conservación. A la vista de los resultados se observa que los vinos de ambos grados de madurez, siguen teniendo las mismas diferencias que en los análisis realizados a las 5 meses. Aunque se ha producido una disminución del Índice de DMACH, lo que supone un incremento del grado de polimerización de los taninos en los siete meses que han mediado en las dos analíticas.

Para el grado de madurez 1, los taninos siguen estando menos polimerizados que en los vinos de grado de madurez 2 debido a las características propias de la materia prima y el vino elaborado con el sistema del prototipo es el que posee los taninos menos polimerizados. Sin embargo, no aparecen diferencias significativas en los vinos elaborados con la uva de grado de madurez 2.

Tabla 79. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice DMACH en los distintos métodos de maceración a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

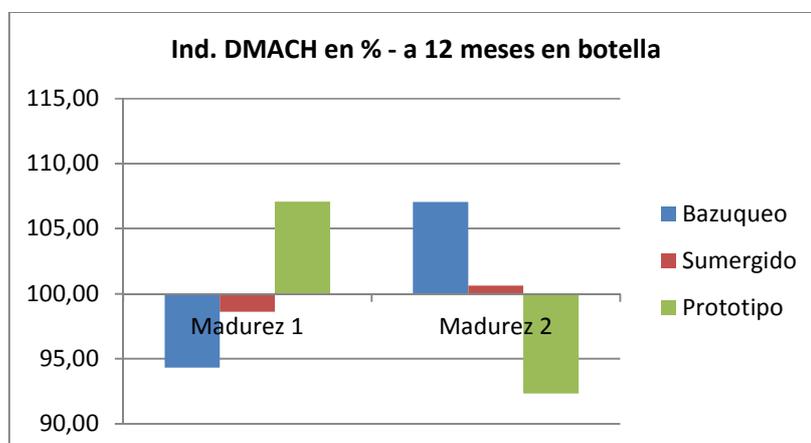
Técnicas	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	61,55 ±1,95a	48,83 ±2,09
Sumergido	64,37 ±5,66a	45,89 ±2,83
Prototipo	69,91 ±3,37b	42,10 ±3,82
F de ratio	7,74	2,53
Valor P	0,04	0,226

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Cuando se estandarizan los resultados por transformación en porcentajes sobre las medias, y posteriormente se grafican (gráfica 36), se observa que los taninos que más se han polimerizados son los que se encuentran en los vinos vinificados con el prototipo en la uva procedente de la madurez 2, sin tener diferencias significativas con los otros métodos incluidos en el estudio.

Tabla 80. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice DMACH en los distintos grados de madurez a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnicas	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	94,29% ±1,95	107,07% ±2,09
Sumergido	98,61% ±5,66	100,62% ±2,83
Prototipo	107,10% ±0,00	92,31% ±3,82



Gráfica 39. Resultados en % del Índice DMACH durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella

Cabe reseñar, a tenor de los resultados obtenidos, que se sigue la tendencia de los resultados obtenidos en la añada 2011 para la variedad Bobal, donde en una vendimia con madurez 1 el método más apropiado es el bazuqueo o el sombrero sumergido, mientras que el prototipo es la técnica menos eficiente en este parámetro.

7.2.2.8. Índice de gelatina (IG)

El índice de gelatina valora el porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas, es decir, los taninos astringentes. El valor de este Índice es directamente proporcional a la astringencia del vino. La variedad Bobal se caracteriza por tener taninos muy astringentes, necesitando posteriormente de mucho tiempo de conservación para favorecer reacciones de polimerización entre ellos que reduzcan la astringencia.

La astringencia de los taninos es superior cuanto menos madura está la uva, es por ello que aparecen valores superiores de Índice de gelatina en los vinos elaborados con la uva de grado de madurez 1 que en los vinos elaborados con la uva de grado de madurez 2.

Comparando las técnicas de extracción durante la maceración (tabla 81), es el bazuqueo, la técnica que permite obtener taninos menos astringentes en las uvas de madurez 1, no habiendo diferencias significativas con el empleo del prototipo. Este resultado coincide con el obtenido en la determinación del Índice de DMACH.

Tabla 81. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice de gelatina en los distintos métodos de maceración a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnicas	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	80,93 ±1,56a	74,94 ±0,01
Sumergido	85,83 ±2,66b	79,48 ±0,72
Prototipo	83,14 ±0,82ab	76,99 ±2,14
F de ratio	23,15	2,75
Valor P	0,015	0,209

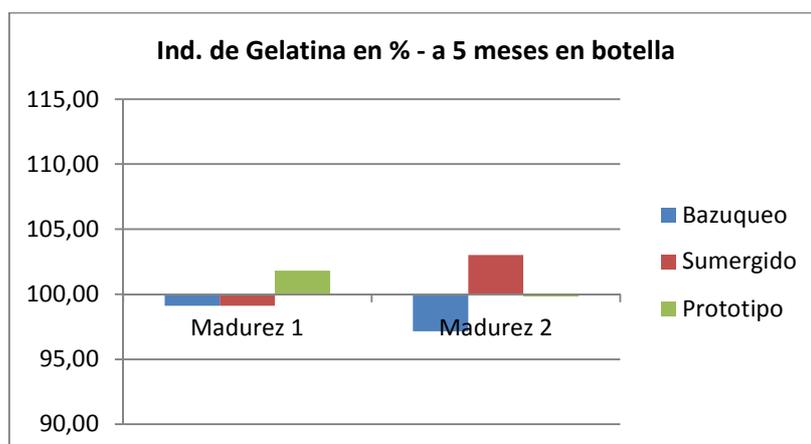
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

En los vinos elaborados con las uvas de grado de madurez 2 se obtienen valores inferiores para la astringencia debido a que las uvas serían menos astringentes (con mayor concentración de taninos pero más polimerizados y con menos unidades de epicatequina-galato tanto en hollejos como en pepitas) no apareciendo diferencias significativas entre los tres sistemas de maceración ensayados.

Con la normalización de los valores obtenidos en porcentajes sobre las medias se obtienen las diferencias de astringencia en los ensayos realizados (Tabla 82), y con la gráfica, se observan mejor las diferencias, que ocasiona el uso de los diferentes sistemas de maceración.

Tabla 82. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice de Gelatina en los distintos grados de madurez a los 5 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	99,10% ±1,56	97,15% ±0,01
Sumergido	99,10% ±2,66	103,04% ±0,72
Prototipo	101,80% ±0,82	99,81% ±2,14



Gráfica 40. Resultados en % del Índice de Gelatina durante la maceración. Variedad Bobal - cosecha 2012 - 5 meses en botella

Tras doce meses de conservación, los vinos fueron analizados para estimar la astringencia. Los resultados obtenidos, se muestran en la tabla 83 con el ANOVA aplicado. Si comparamos los resultados obtenidos a 5 y 12 meses, para ambos grados de madurez, se ha producido una disminución de la astringencia, provocada por precipitaciones de taninos y polimerizaciones entre ellos o con moléculas de antocianos, mediadas o no por acetaldehído.

En cuanto a las diferencias ocasionadas por los diferentes sistemas de maceración, se mantienen las diferencias encontradas a los 5 meses de conservación, siendo los vinos macerados con el sombrero sumergido los que mayor astringencia presentan a los doce meses de embotellado con diferencias significativas sobre bazuqueo y prototipo.

Por otra parte en los vinos elaborados con la uva de grado de madurez 2, aparecen con menor astringencia que los anteriores y el sistema de maceración en estos no provoca diferencias significativas en cuanto a la astringencia.

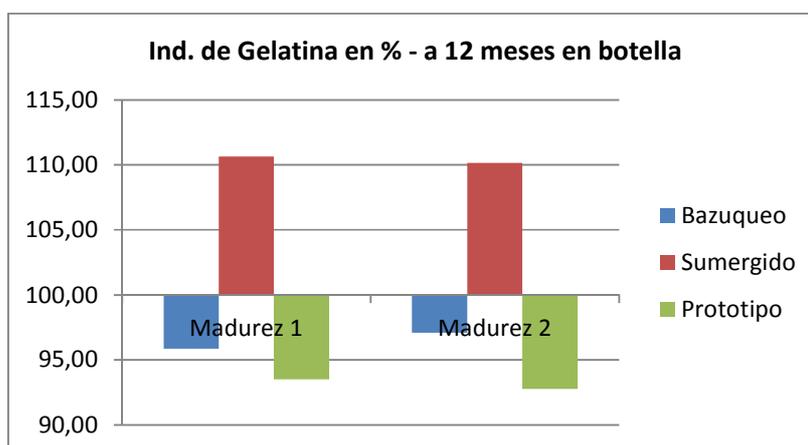
Tabla 83. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice de gelatina en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	26,91 a ±0,72	24,92 ±2,52
Sumergido	31,07 b ±0,72	28,77 ±1,24
Prototipo	26,25 a ±0,72	24,31 ±0,96
F de ratio	26,26	2,71
Valor P	0,012	0,212

Cuando se normalizan los resultados obtenidos para que sean más comparables (Tabla 84).

Tabla 84. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del índice de Gelatina en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012)
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	95,85% ±0,72	97,09% ±2,52
Sumergido	110,65% ±0,72	110,14% ±1,24
Prototipo	93,5% ±0,72	92,77% ±0,96



Gráfica 41. Resultados en % del Índice de Gelatina durante la maceración.
Variedad Bobal - cosecha 2012 - 12 meses en botella

7.2.2.9. Grado medio de polimerización de taninos (mDP)

Los vinos elaborados en 2012, después de 12 meses del embotellado, fueron sometidos a la metodología de la floroglucínólisis, a partir de la cual, se obtuvieron los valores de mDP, % de galoilación y AMW, tal y como se procedió con la añada anterior.

Tal y como se muestra en la Tabla 85, el grado medio de polimerización de los taninos, se incrementa conforme aumenta el grado de madurez. Los valores son

superiores a los obtenidos en la cosecha de 2011 y dan una información similar a la obtenida por el Índice de DMACH comentada anteriormente.

Tabla 85. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de mDP en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	10,47 ±0,70a	10,72 ±0,00a
Sumergido	9,60 ±0,11b	10,37 ±0,02a
Prototipo	9,80 ±0,27b	13,73 ±0,14b
F de ratio	19,22	137,03
Valor P	0,021	0,010

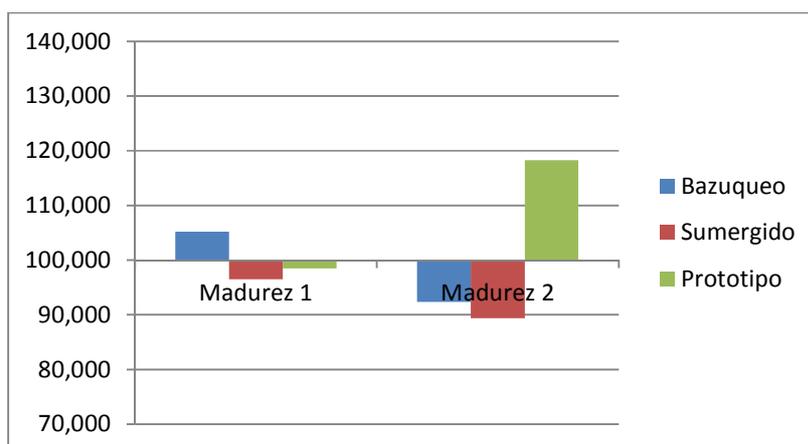
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

En cuanto a la influencia de la técnica de maceración, cuando se trabajan con grados de madurez bajos, es la técnica del sombrero sumergido empleada durante la maceración, la que permite extraer los taninos de mayor grado de polimerización (determinados a los 12 meses después del embotellado). Sin embargo, en el caso de la madurez más alta, es la técnica del prototipo, la que da lugar a que el grado medio de polimerización del tanino, sea superior en los vinos a los 12 meses de su embotellado. En la gráfica 42 se aprecia estos resultados visualmente.

Tabla 86. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de mDP en los distintos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2011).

Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	105,15 ±0,70	92,36 ±0,00
Sumergido	96,43 ±0,11	89,37 ±0,02
Prototipo	98,42 ±0,27	118,26 ±0,14



Gráfica 42. Resultados en % de mDP durante la maceración. cosecha 2012 - 12 meses en botella

7.2.2.10. Porcentaje de galoilación (%G)

Al igual que sucedía previamente, con la técnica de floroglucinólisis, se obtiene el % de galoilación de los taninos que es una medida de los taninos galoilados y por lo tanto estima la contribución de los taninos de las pepitas a la totalidad de los taninos de los vinos.

Tabla 87. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del % galoilación en las maduraciones ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

Técnica	Madurez 1		Madurez 2	
Bazuqueo	4,46	±0,08	3,64	±0,05
Sumergido	4,24	±0,41	3,16	±0,05
Prototipo	4,35	±0,09	3,67	±0,30
F de ratio	2,63		9,63	
Valor P	0,219		0,059	

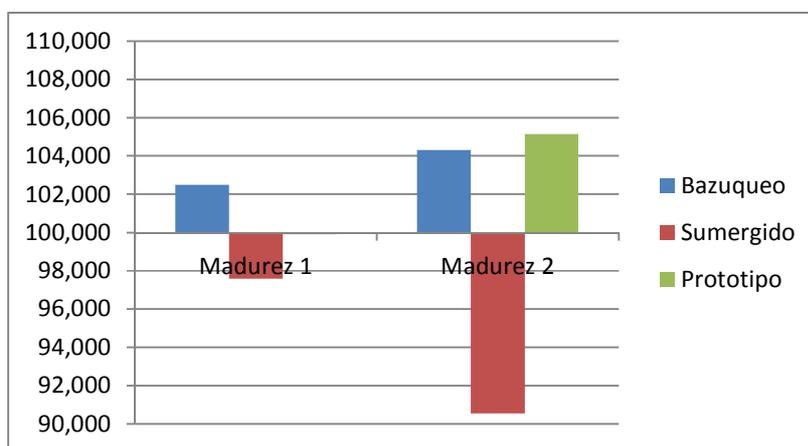
Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Como era de esperar, el % de galoilación es superior para los vinos obtenidos con la uva de menor grado de madurez. Sin embargo, no se obtienen diferencias significativas para ninguna de las técnicas aplicadas durante la maceración debido

probablemente a que durante los 12 meses de conservación, se han llevado a cabo reacciones de polimerización de los taninos (Kennedy, *et al.* 2006).

Tabla 88. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores del % galoilación en las maduraciones ensayadas a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012). Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	102,49 ±0,08	104,30 ±0,05
Sumergido	97,60 ±0,41	90,55 ±0,05
Prototipo	99,92 ±0,09	105,15 ±0,30



Gráfica 43. Resultados en % del porcentaje de galoilación durante la maceración. cosecha 2012 - 12 meses en botella

Con respecto a la influencia de las técnicas se repite el patrón visto en la añada 2011, donde el método que menor contribución de los taninos de pepita a los vinos es el método de sombrero sumergido, debido a lo estático que se supone que es el movimiento del mosto durante de la fase de maceración.

7.2.2.11. Estimación de peso molecular medio (AMW)

En la Tabla 89 se recogen las medias, desviaciones estándar y tratamiento estadístico de la estimación de peso molecular medio (AMW) frente al factor, método de maceración.

Tabla 89. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de AMW en los dos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).

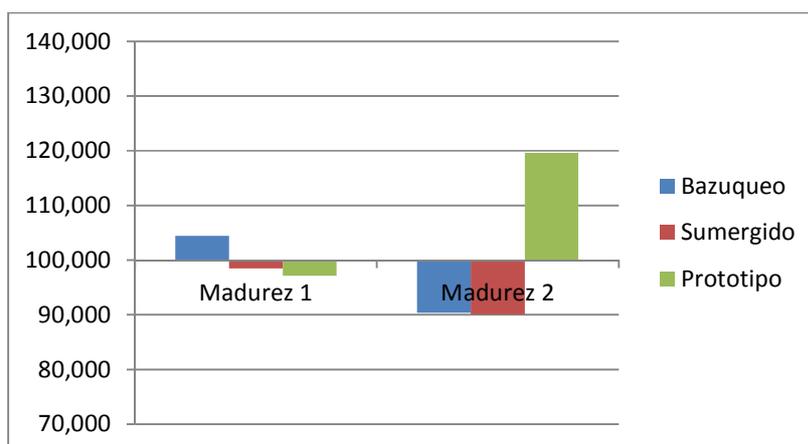
Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	2924,54 ±208,42a	3080,70 ±0,44a
Sumergido	2757,53 ±28,05b	3069,95 ±5,48a
Prototipo	2720,35 ±79,16b	4076,37 ±47,38b
F de ratio	19,24	1152,86
Valor P	0,0108	0,000

Ausencia de letras o misma letra indican que no existen diferencias significativas. Letras diferentes en la misma columna, indica que existen diferencias significativas según el test LSD ($p > 95\%$), $n=2$.

Con la información obtenida de los valores del peso molecular de los taninos, (Tabla 89), se puede observar que al igual que pasaba con el grado medido de polimerización, hay una influencia del grado de madurez en su tamaño, resultando más grandes conforme las uvas estén más maduras. Los valores obtenidos, son equivalentes a los de mDP (Tabla 85).

Tabla 90. Efecto de las técnicas de maceración sobre los valores de AMW en los dos grados de madurez a los 12 meses de embotellado (cosecha 2012).
Resultados expresados en % sobre la media de cada variedad.

Técnica	Madurez 1	Madurez 2
Bazuqueo	104,42 ±208,42	90,37 ±0,44
Sumergido	98,45 ±28,05	90,05 ±5,48
Prototipo	97,13 ±79,16	119,58 ±47,38



Gráfica 44. Resultados en % de valores AMW durante la maceración. cosecha 2012- 12 meses en botella

Tal y como ocurría anteriormente, se produce un incremento a medida que aumenta el grado de maduración de las uvas y al igual que sucedía con los valores obtenidos en el Índice de DMACH, la aplicación del prototipo consigue los vinos con los taninos más polimerizados a los 12 meses de conservación con diferencias significativas sobre las otras técnicas empleadas.

8. EL ANÁLISIS SENSORIAL

Todos los análisis químicos anteriores nos permiten estudiar el vino como un producto formado muchos compuestos a analizar y cuantificar. Pero existe un análisis global del vino que no puede ser reemplazado por ninguno de los análisis de laboratorio planteados anteriormente, el análisis sensorial.

Rodríguez (2000) explica que la durante maduración de la uva los procesos químicos de condensación con disminución de aspereza son progresivos. Por ello la uva madura tiene más concentración de compuestos pero, paralelamente, es delicada al paladar. Entonces no sólo nos interesa la cantidad de los compuestos químicos que constituyen el vino, sino sus sensaciones al paladar, estas sensaciones solamente son perceptibles por la degustación mediante un análisis sensorial.

Para llevar a cabo un análisis sensorial óptimo es necesario mencionar algunos aspectos en relación a los distintos aspectos que influyen en el resultado final del análisis.

8.1. MATERIALES Y MÉTODOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

A continuación se pasa a desarrollar el tipo de cata elegido así como el desarrollo detallado de la metodología de cata empleado, junto con los materiales que se utilizaron para la misma.

8.1.1. El tipo de cata

La cata que se desarrolló es conocida como “determinación del perfil sensorial de un vino”, es una prueba descriptiva con valoración de varios datos sensoriales.

Este tipo de cata es una herramienta compleja que permite representar las diferentes percepciones sensoriales que se pueden encontrar en un vino con una serie de expresiones y darle una gradación mediante una escala de valor.

Esta modalidad de cata es muy utilizada actualmente en la industria enológica. Los descriptores empleados en la descripción del perfil pueden obtenerse por consenso de los degustadores o previamente impuestos, si bien en este caso se opta por consensuar los descriptores entre los directores de tesis y el doctorando en base al objetivo del trabajo de investigación, debido a que existen multitud de descriptores en la cata de vinos y era necesario acotar el proceso y centrarlo en el sujeto de estudio.

La selección de descriptores se llevó a término considerando los parámetros que normalmente se suelen utilizar en la evaluación de los vinos tintos, se seleccionaron y definieron por consenso aquellos parámetros que determinarían la calidad sensorial que pudiera diferenciar un método de vinificación de otro, la ficha de cata que se utilizó fue la siguiente:

Tabla 91. Modelo de ficha de cata utilizada para llevar a cabo el análisis sensorial de los vinos

	VISTA	AROMA		GUSTO				
	Color	Intensidad	Calidad	Amargor	Astringencia	Estructura	Equilibrio	Evaluación global
Muestra 1								
Muestra 2								
Muestra 3								
Muestra 4								
Muestra 5								
Muestra 6								

Asimismo se introdujo la escala a utilizar, una escala de intervalos estructurada del 1 al 7 según la siguiente escala:

- 1.- Muy mal
- 2.- Mal
- 3.- Regular
- 4.- Aceptable
- 5.- Bien
- 6.- Muy bien
- 7.- Excelente

8.1.2. Las condiciones de la sala de catas y las muestras de vino

La sala donde se realiza una cata puede influir en los resultados. Por ello se realizó la degustación en sala normalizada de cata donde se busca minimizar ruidos y olores ajenos al proceso de evaluación sensorial

La cata se realizó en la sala de catas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica del Medio Natural de la UPV, un lugar silencioso bien iluminado y con temperatura adecuada. Se trabajó en cabinas individuales que facilitan una buena concentración de los expertos.

Con respecto a la presentación de las muestras se preparan en copas normalizadas para cata y la presentación de los vinos, es uniforme, tanto en cantidad como en temperatura.

Cada una de las copas están identificadas con un número, de manera que cada muestra sea anónima. Asimismo la disposición de las muestras se presentan al azar con el fin de que la disposición de las mismas no pueda influir en el resultado.

8.1.3. El panel de cata

En lo que se refiere los expertos que configuraron el panel de cata para este trabajo fue necesario realizar una selección de personas entrenadas y con una capacidad de cata elevada para configurar un panel de catadores adecuado para obtener un resultado fiable.

El panel de cata estaba formado por 8 personas, que evaluaron todos los vinos, seis mujeres y dos hombres.

Previo a la degustación, fue necesaria un entrenamiento donde se les informó a sobre el protocolo de degustación y se les facilitó información de los vinos a degustar.

El entrenamiento de los jueces fue simultáneo con la exposición del método que a continuación se explicará y la exposición de referencias sensoriales. Una vez

transmitida toda la información se evaluaron varios vinos conjuntamente y se determinaron en común las puntuaciones.

8.1.4. Protocolo de cata

Los vinos fueron valorados en 2 series distribuidos aleatoriamente pero con una distribución que permitiera que cada vino fuera catado 3 veces, con ello se pretendía paliar las posibles diferencias entre ellos.

Los diferentes criterios y subcriterios de calidad a evaluar elegidos por los directores de tesis y se estructuran siguiendo el orden lógico de la cata:

8.1.4.1. Fase visual

Criterio 1: Evaluación del color:

La evaluación del color se realiza mediante la valoración agregada del matiz e intensidad. El matiz indica el color, la tonalidad del vino. Se observa el borde o ribete del vino inclinando la copa. La intensidad de color se refiere al rango en que la luz lo puede atravesar, al grado de opacidad del vino, cuando se contempla el centro de la elipse que forma el vino en una copa inclinada.

La calidad del color dependerán de la concentración en polifenoles, principalmente los antocianos, el cual vendrá determinado por diversos factores:

- **Materia prima:** el contenido en materia colorante de la uva va a estar en función de la variedad de uva, de su grado de maduración, del tamaño del grano (cuanto más pequeño mejor).
- **Factores de elaboración:** diversos factores van a tener una influencia decisiva sobre la extracción de color, especialmente durante la primera fase de elaboración del vino. Debido a ello se tiene especial cuidado en controlar dichos factores, entre los cuales se encuentran el sistema de vinificación, las

temperaturas de fermentación, la duración del contacto entre mosto en fermentación y hollejos, las temperaturas de maceración, la frecuencia y el sistema de remontado, el control de pH, la utilización de enzimas pectolíticas...

- **Envejecimiento del vino:** los vinos tintos con el tiempo van a ir perdiendo de forma natural sus matices violetas como su intensidad de color.

Para los vinos tintos jóvenes que es el caso que nos ocupa, lo deseable es que presenten un matiz morado-violáceo, lo cual se corresponde con una mayor puntuación de calidad, mientras que los matices más granates, rojos, reciben una puntuación de calidad menor.

En cuanto a intensidad de color, cuanto mayor sea ésta mayor será la puntuación de calidad relativa a este parámetro.

8.1.4.2. Fase aromática

En la fase aromática se valora en base dos criterios de cata que se evalúan por separado, la intensidad y la calidad de los aromas

Criterio 2: La intensidad de los aromas

La intensidad aromática hace referencia a si el vino tiene *mucho olor* o *poco olor*. Ello va a depender de multitud de factores vitivinícolas (variedad de uva, calidad de la uva, grado de maduración, temperaturas de fermentación, levaduras utilizadas, evolución del vino...).

El protocolo para evaluar la intensidad del aroma se describe secuencialmente a continuación:

- Servir el vino y dejarlo reposar 2 ó 3 minutos antes de evaluarlo.
- *Sin agitar la copa* acercar la nariz hasta el borde de la copa realizando varias inhalaciones cortas para evaluar la intensidad de olor global.

- Considerar el “esfuerzo” necesario para percibir el olor (si éste “viene solo” o si hay que hacer un esfuerzo de aspiración más o menos importante para percibirlo).
- Asignar una puntuación de calidad relativa a la intensidad de olor en base a la escala propuesta

Criterio 3: Calidad de los aromas

Este parámetro hace referencia al tipo de olores que presenta el vino. En la cata de vinos tintos los principales descriptores que presenta, en lo que a aromas se refiere, se dividen en 3 grupos:

- **Aromas a fruta:** un vino tinto joven puede presentar olores a frutas más o menos definidas, pero al margen de estas notas lo que es evidente es que el vino debe presentar olor a fruta madura. Los principales compuestos responsables del olor frutal son una amplia diversidad de ésteres, además de otros componentes.

El olor a fruta del vino joven va a estar influenciado por múltiples factores: la composición del suelo, la variedad de la uva, el estado sanitario de la uva, el grado de maduración de la uva, el proceso de vinificación, las levaduras utilizadas en la fermentación, las temperaturas de fermentación... El hecho de que el vino huela a fruta sobremadurada (debido habitualmente a un excesivo grado de maduración de las uvas) disminuiría su calidad.

Un vino que huela a fruta verde, sin madurar, o en el que el olor a fruta no esté definido (indeterminado), estará probablemente asociado a rendimientos excesivos (en los que una gran producción tiene como resultado una menor calidad de la uva).

- **Aromas florales:** los olores florales que se pueden encontrar en los vinos tintos jóvenes pueden ser de diverso tipo. Entre los compuestos químicos responsables del olor floral destacan diversos aldehídos (aldehído feniletílico, aldehído

fenilpropiónico...), alcoholes (2-fenil-etanol), terpenos (geraniol, citronello, nerol, linalol...) y cetonas (β -ionona, β -damascenona, undecanona...).

- **Aromas a balsámicos:** Los aromas a balsámicos es un olor presente de forma bastante habitual en vinos tintos. El principal compuesto responsable de este olor sería la glicirricina.

Los olores y aromas a balsámicos suelen estar asociados a un grado de maduración adecuado y a bajos rendimientos; en definitiva, a uvas de gran calidad.

La presencia (o ausencia) de estos tres descriptores clave es lo que va a definir en mayor medida la calidad sensorial relativa a la complejidad de olor. Para obtener un vino tinto joven una puntuación máxima debería presentar estos tres descriptores, sin que destaque excesivamente ninguno de ellos.

La presencia en un vino de otros descriptores de olor que no son claves aporta también mayor complejidad, por lo cual también serían considerados al asignar la puntuación de calidad aunque con menos entidad que los descriptores clave.

Por otro lado, existen algunos descriptores que si están presentes con una intensidad muy baja serían considerados descriptores, mientras que si la intensidad es mayor serían considerados defectos. Este es el caso de los olores lácticos y de los olores herbáceos. Una ligera presencia sería aceptable pero una presencia muy marcada sería considerada un defecto.

En función de la presencia/ausencia de defectos y de los descriptores de olor que se aprecien se asignará una puntuación de calidad relativa a la descripción-complejidad de olores, en base al árbol de decisión propuesto.

Asimismo para la evaluación de la calidad de los aromas, no solamente se debe tener en cuenta la presencia de aromas agradables, sino también la ausencia de aromas desagradables.

Con todo ello y en función de la presencia/ausencia de defectos y de los descriptores de olor que se aprecien, se asignará una puntuación de calidad relativa a la complejidad y calidad de olor.

8.1.4.3. Fase gustativa

Criterio 4: Amargor

El amargor es percibido por las papilas situadas en la parte posterior de la lengua, por lo que hasta que el vino no llega a esa zona la sensación amarga no es percibida. Habitualmente es la sensación que más tiempo necesita para manifestarse, pero es, asimismo, la que mayor tiempo se mantiene.

Tras probar un vino excesivamente amargo, dicha sensación puede permanecer incluso durante algunos minutos.

Los flavonoides serían los principales compuestos responsables del amargor, siendo las catequinas (monómeros tánicos) más amargas que sus polímeros (moléculas de mayor tamaño). Las procianidinas, algunos glicósidos, terpenos y alcaloides también pueden proporcionar amargor.

Muchos compuestos que proporcionan amargor provocan simultáneamente una sensación de astringencia.

El origen de las mencionadas sustancias se encuentra en los hollejos, en el raspón y, especialmente, en las pepitas. Esto explica la importancia de un adecuado procesamiento de los racimos y las uvas.

En vinos tintos de Bobal se caracterizan por tener un cierto punto de amargor, por ello se ha seleccionado este criterio de evaluación como descriptor de calidad del vino de Bobal, valorando más a los vinos que menor amargor presenten.

Criterio 5: Astringencia

La astringencia se define como el conjunto de sensaciones táctiles producidas por los polifenoles del vino. A diferencia del dulzor, acidez y amargor, la astringencia no es un sabor, no es una sensación percibida a través de las papilas gustativas. La astringencia es una sensación táctil. Se percibe en la lengua, parte interior de las mejillas y parte interna de los labios. Esta sensación es de aparición algo más tardía que el dulzor y la acidez, y se puede mantener durante largo tiempo.

Los compuestos responsables de la astringencia, englobados bajo el nombre genérico de polifenoles o taninos, son diversos y están presentes en el vino con diferentes grados de polimerización. Los taninos de tamaño medio serían los principales responsables de la astringencia. Como ya se ha señalado, muchos de estos compuestos pueden aportar también sabores amargos. La sensación de astringencia está asimismo potenciada si la acidez del vino es alta.

El principal aporte de taninos y antocianos al vino procede de los hollejos. Estos son los que aportan principalmente la astringencia al vino. Es por ello que vinos con gran intensidad de color, en los que se ha extraído gran cantidad de materia colorante de los hollejos, presentan habitualmente un alto grado de astringencia.

El mecanismo por el que se produce la sensación de astringencia está explicado por la unión de los taninos a la mucina de la saliva (glucoproteína con función lubricante), formándose un complejo que precipita, perdiendo la saliva su capacidad lubricante. Además de ello, parece ser que los taninos provocarían una constricción y cese de las secreciones de los canales de las glándulas salivares, así como cierta disminución de la hidratación de la mucosa bucal. Todo ello provoca una sensación que ha sido definida como "aspereza", "sequedad", "rugosidad".

Los vinos de Bobal, también se caracterizan por tener una marcada astringencia, motivo por el cual se selecciona este criterio para ser evaluado como descriptor de calidad, por lo que se puntuará a los vinos con menor astringencia con mayor puntuación y a los vinos de astringencia excesiva como vinos de peor calidad.

Criterio 6: Equilibrio

El significado del concepto equilibrio puede ser implícitamente entendido, pero más complicado resulta definirlo.

El concepto de equilibrio ha suscitado siempre debate e interés entre numerosos autores. Incluso lo que puede resultar adecuado y equilibrado para una variedad de uva o en una región determinada no tiene porqué serlo para otra, lo cual debe ser considerado a la hora de evaluar el equilibrio.

La complejidad de definir y evaluar el equilibrio es manifiesta. Ello es debido a que el equilibrio está determinado por varios factores.

Asociado al concepto de equilibrio está el concepto de arista. Una arista sería la intensidad inadecuada de alguna de las sensaciones percibidas. bien por exceso o bien por defecto. Lo habitual es que las aristas lo sean por exceso de alguna de las sensaciones percibidas, pero puede ocurrir que el vino no presente una intensidad suficiente de alguna de las sensaciones, siendo la falta de acidez la más frecuente.

En la boca existen al menos 4 tipos de receptores trigeminales:

1. Mecanorreceptores (tacto)
2. Termorreceptores (frío y calor)
3. Nociceptores (dolor)
4. Propiorreceptores (movimiento y posición).

Al margen de que la astringencia sea la única sensación trigeminal incluida en la sensación de equilibrio, pueden aparecer en boca otras sensaciones trigeminales al evaluar el vino, como pueden ser cierto frescor, cierto calor, sensación ardiente o "picor" en la punta de la lengua debido a la efervescencia asociada a vinos jóvenes de pocos meses que todavía conservan bastante CO₂. Estas sensaciones no van a ser consideradas en principio para puntuar el equilibrio, a menos que sean excesivas (el caso más frecuente sería por una sensación ardiente provocada por el alcohol). En ese caso se considerarían como una arista, por lo que el vino estaría desequilibrado.

Criterio 7: Estructura o cuerpo del vino

El otro parámetro que se evalúa conjuntamente con el equilibrio es la estructura o el cuerpo.

El cuerpo del vino sería el grado de intensidad de las sensaciones sápidas y trigeminales en boca (debidas al etanol, taninos, extracto seco, otros elementos sápidos...). Haría referencia a la "consistencia", a la "densidad" del vino, por llamarlo de alguna manera. Un vino será mejor valorado cuanto más cuerpo tenga.

No obstante puede ocurrir que un vino tenga mucho cuerpo pero que sea a la vez desequilibrado (por ser, por ejemplo, muy astringente). ¿Cómo evaluarlo entonces? Estos casos están contemplados en la escala.

Para la evaluación del equilibrio-cuerpo se determina en primer lugar si el vino presenta alguna arista. Si no presenta ninguna arista el vino estará equilibrado, y la puntuación oscilará entre el 7 y el 4 en la escala, en función de que presente más o menos cuerpo. Si el vino presenta alguna o varias aristas la puntuación puede ir desde 4 hasta 1, en función de la gravedad de las aristas (que el vino esté menos o más desequilibrado) y del cuerpo que presente el vino.

Aunque equilibrio y cuerpo son dos conceptos diferentes es evidente que están relacionados, ya que ambos van a estar en dependencia de las mismas sensaciones: astringencia, acidez, contenido en alcohol, contenido en glicerol...

Los polifenoles responsables de la astringencia aumentan la consistencia del vino. Igualmente la acidez influye sobre el cuerpo. Un vino con poca acidez dará sensación de falta de cuerpo.

El alcohol y el glicerol, además de amortiguar y compensar la acidez y la astringencia, son dos componentes esenciales del cuerpo del vino. El glicerol, especialmente, aumenta la sensación de viscosidad, de densidad, suavizando además las sensaciones táctiles del vino.

Criterio 8: Evaluación global

La evaluación global hace referencia a la persistencia del "recuerdo" aromático y gustativo del vino una vez escupido.

Se habla de persistencia porque hace referencia a la permanencia de los aromas del vino, las sensaciones aromáticas y gustativas en este caso deben considerarse en conjunto, y no de forma separada.

La evaluación global va a estar en función del potencial oloroso/aromático del vino que presente (los compuestos responsables tienen diferente volatilidad), de la intensidad de éstos... ello va a depender también de una serie de factores (variedad de uva, grado de maduración de la uva, técnica de vinificación, levaduras utilizadas en la fermentación, temperaturas de fermentación,...).

Lo deseable es que, en un vino sin defectos tenga una persistencia lo más prolongada posible. La calidad relativa a la evaluación global del vino será por tanto puntuada en base a las sensaciones favorables globales y el tiempo que permanece su recuerdo.

En el supuesto que si una vez escupido el vino aparece algún aroma defectuoso, es evidente que no tiene excesivo sentido evaluar cuanto tiempo permanece el recuerdo del vino, ya que la calidad relativa a este parámetro estará condicionada por la presencia del defecto. Si se percibe alguna sensación de aroma o sabor defectuoso la puntuación oscilará entre 3 y 1, en función de la gravedad del defecto.

8.2. HOMOGENEIZACIÓN DE LAS PUNTUACIONES, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA AHP A LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS VINOS

El método habitual para comparar vinos, se basa en establecer una serie de criterios de cata y posteriormente determinar su peso relativo.

El peso de los criterios se establece a través de una puntuación totalmente aleatoria según la importancia que se considera que tiene cada criterio o la que se quiere otorgar a estos. No existe un método que justifique la asignación de puntos a cada criterio, ni que garantice la objetividad ni la consistencia del peso asignado. Tampoco se puede garantizar la transparencia ni la ausencia de manipulabilidad en el proceso.

Para evitar esta aleatoriedad y poder homogeneizar el resultado obtenido, se realiza el proceso de evaluación sensorial mediante las técnicas de análisis multicriterio en concreto mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

El Proceso Analítico Jerárquico permite analizar todos los criterios con la misma escala, tanto los criterios cualitativos como los cuantitativos. Permite determinar el peso de los criterios considerados de forma menos aleatoria, mediante la comparación por pares, emitiendo juicios de valor sobre la importancia de unos criterios respecto a otros en relación al objeto o criterio con que se comparan. Estos juicios pueden representarse de forma numérica (del 1 al 9). Otro aspecto importante del proceso Analítico Jerárquico es que permite comprobar la consistencia de los juicios emitidos para garantizar que los resultados obtenidos serán válidos. Además presenta los problemas de forma visual y permite realizar simulaciones y modificaciones de forma rápida.

Tal como se ha expuesto en apartados anteriores en relación a los fundamentos teóricos que soportan la teoría matemática de decisión multicriterio, se incluyen las tres etapas de la metodología de AHP propuestas en su formulación inicial (Saaty, 1980):

- a) Estructuración del problema
- b) Determinación de prioridades
- c) Determinación de la consistencia

Para poder organizar un problema de decisión en una jerarquía, hay que conocer a fondo el problema que se está tratando, las posibles opciones que tenemos, los elementos que nos afecta en la decisión y el fin al que queremos llegar.

8.2.1. Estructuración del problema

Como ya se ha explicado, se han llevado a cabo tres análisis sensoriales distintos de la variedad Bobal por duplicado, uno en la vendimia de 2011 y 2 más en la vendimia de 2012. Por ello, se han considerado tres problemas de decisión, que hemos denominado:

- 2011
- 2012 Madurez 1
- 2012 Madurez 2.

Los tres problemas tienen la misma estructura de criterios y subcriterios, aunque cambia el número de alternativas.

En el problema 2011, aparecían seis alternativas, estas corresponden solamente a los vinos de Bobal, por lo que para obtener una muestra representativa del ensayo se introdujo para cada una de las 3 técnicas de vinificación dos muestras distintas.

En los problemas 2012 Madurez 1 y 2012 Madurez 2 aparecían tres alternativas, correspondientes a los tres procesos comparados.

Los niveles en los cuales hemos estructurado la jerarquía son 4: el objetivo o meta del problema, los criterios, subcriterios y las alternativas.

La jerarquía resultante se ha estructurado en base a las premisas establecidas en este método ya que debe ser completa, representativa (incluye todos los atributos relevantes), no redundante, y mínima (no incluye aspectos irrelevantes).

Definición del Objetivo

El objetivo principal de este trabajo es contribuir a la mejora de la calidad de los vinos de la variedad Bobal. En la investigación que se ha llevado a cabo se pretende evaluar cual es la técnica más adaptada a esta variedad para la obtención de vinos de mayor calidad.

Como ya se ha comentado a lo largo de todo el trabajo, los vinos obtenidos a partir de la variedad Bobal han presentado algunos defectos organolépticos, destacando una dureza tánica y astringencia. Este estudio busca entonces el método de maceración que permitirá extraer de la variedad Bobal lo mejor de sus uvas, es decir del color, antocianos, taninos y aromas pero con más equilibrio, obteniendo vinos más suaves, menos amargos y con más equilibrio.

Determinación de los criterios y subcriterios

La determinación de los criterios y los subcriterios vienen representados por los factores que el grupo de decisores consideran que son esenciales para analizar el problema, si bien en nuestro caso la definición de los mismos se encuentra mucho más estructurado en base al protocolo de degustación ya comentados anteriormente, donde la propia estructuración de las jerarquías viene definido por la estructuración del método de cata y los subcriterios seleccionados para el estudio del objetivo .

Por ello los criterios que en todas las fichas de cata aparecen son los siguientes:

- Criterio 1: Fase visual → Color del vino

- Criterio 2: Fase Aromática → Aromas del vino
 - Subcriterio 2.1: Intensidad del aroma
 - Subcriterio 2.2: Calidad del aroma

- Criterio 3: Fase gustativa → Gusto del vino
 - Subcriterio 3.1: Amargor
 - Subcriterio 3.2: Astringencia
 - Subcriterio 3.3: Estructura
 - Subcriterio 3.4: Equilibrio

Los subcriterios, según se ha explicado, se comparan en función al criterio principal al cual pertenecen y con el resto de subcriterios que pertenecen al mismo criterio.

Definidos e identificados el objetivo, los criterios y subcriterios, y las alternativas, se procede a representar de forma visual el problema a través de una estructura jerárquica. La jerarquía que representa el problema se denomina jerarquía incompleta.

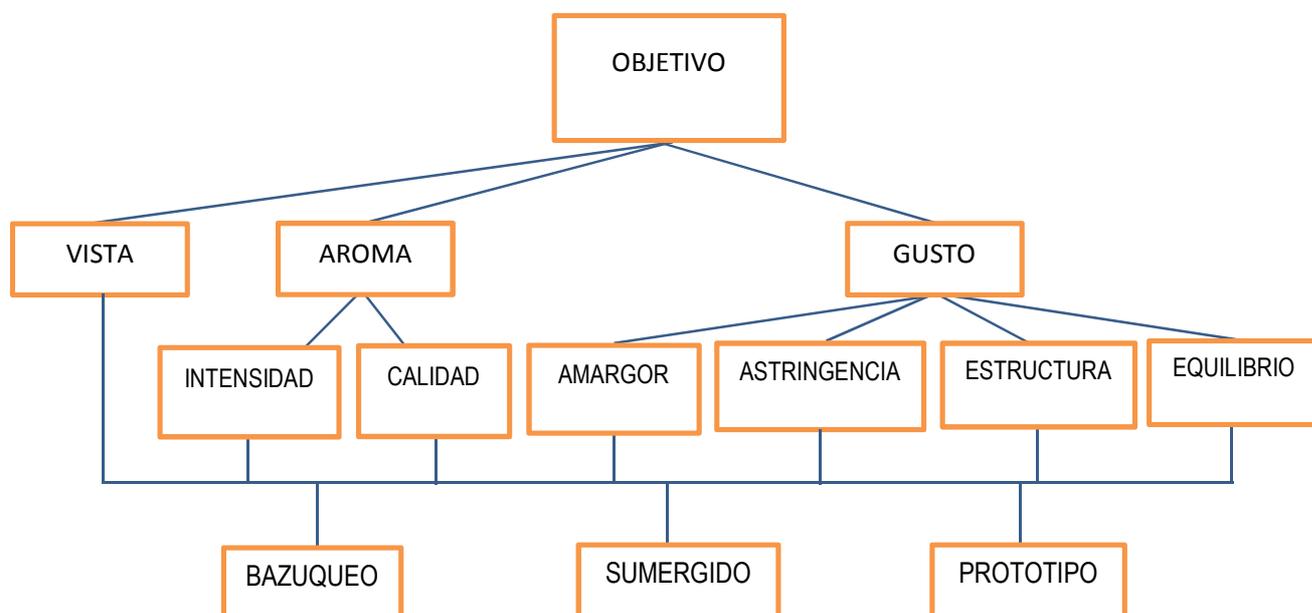


Figura 21: Estructura jerárquica del problema

La terminología interna que se usó fue la siguiente:

Métodos de vinificación:

- **Método 1:** Bazuqueo
- **Método 2:** Sombrero sumergido
- **Método 3:** Prototipo

Problemas de decisión:

Problema de decisión 2011: Corresponde a la cata realizada para los vinos de la añada del 2011 de la variedad Bobal. Las otras variedades vinificadas en el año 2011, la Garnacha y Tempranillo no se someten a cata ya que no son objeto de esta investigación y su empleo en este estudio se basa en una utilización como testigos para verificar que en el vino obtenido de cada variedad existen diferencias de resultados en función de la técnica de vinificación empleada o si por el contrario todas las variedades se comportaban de una manera similar ante los diferentes métodos de maceración.

Problema de decisión 2012 Madurez1: Corresponde a la evaluación sensorial llevada a cabo para los vinos del 2012 provenientes de la vendimia realizada en la tercera semana de septiembre.

Problema de decisión 2012 Madurez2: Corresponde a la evaluación sensorial llevada a cabo para los vinos del 2012 provenientes de la vendimia realizada 15 días más tarde que la anterior, madurez 1.

El modelo para los tres problemas de decisión ha sido el implantado en el software Expert Choice. A continuación, se explicará el uso del programa y se analizarán los resultados obtenidos con el mismo.

8.2.2. Tratamiento de los datos para la generación de los pesos de los criterios a partir de las comparaciones de los criterios.

Se introdujeron en ExpertChoice 2000 las comparaciones binarias de los expertos entre los criterios. Se siguió un orden de introducción Botton-up, esto es: se introdujeron en primer lugar los juicios para el nivel de subcriterios y después para el nivel de criterios.

Se introdujo en primer lugar el modelo 2012 Madurez2.ahp, que se replicó en 2012Madurez1.ahp y 2011.ahp, ya que la estructura jerárquica de los tres programas era igual, tal y como se ha argumentado.

8.2.2.1. Obtención de los pesos de los subcriterios del criterio C3 (Gusto):

En el caso del experto 1 (P2 en el programa), se obtenía un índice de inconsistencia 0'52, tal y como se muestra en la siguiente figura

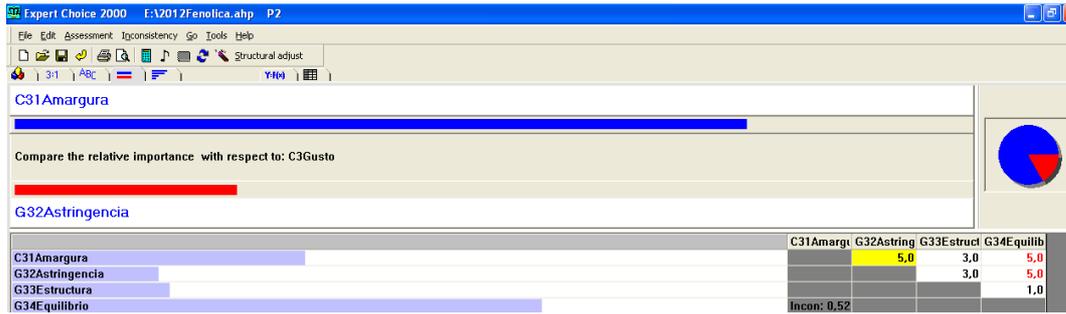


Figura 22. Asignación de pesos en Expert Choice para el experto 1, con respecto al criterio C3

Un índice tan elevado obligó a plantearle de nuevo el cuestionario. Con las nuevas respuestas, se obtuvo un índice de inconsistencia que fue considerado aceptable ($\leq 0,1$).

Del resto de los expertos, el 2,3,4 y 8 mostraban índices de consistencia considerados aceptables ($\leq 0,1$), mientras que los expertos 5,6 y 7 mostraban índices de consistencia ligeramente superiores a 0,1. Para ajustarlos se usó la función del programa que permite modificar los juicios sin que los pesos sugeridos sufran demasiada variación.

El procedimiento consiste en modificar los juicios a pequeños pasos en la dirección que el programa sugiere para reducir el índice de inconsistencia. Para el experto 5, y tal como muestra la figura 20 (en la tercera iteración se lograba un índice de consistencia aceptable con poca variación de los pesos):

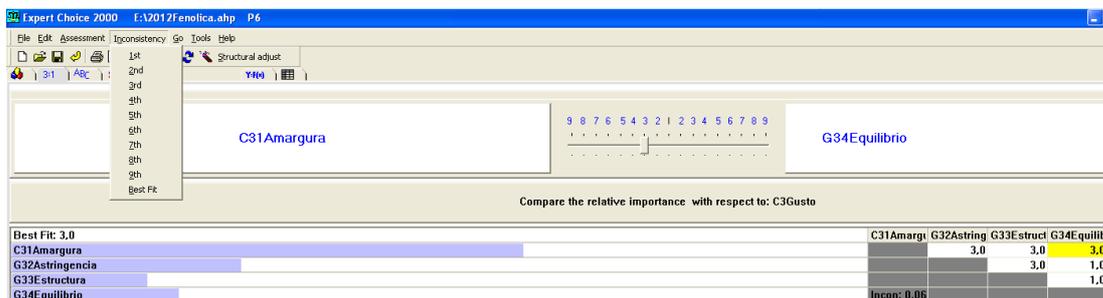


Figura 23. Expert Choice, procedimiento iterativo para la variación de pesos del criterio C3 para el experto 5

Para el experto 6, por ejemplo, el procedimiento hizo que los pesos calculados (sobre 1) pasaran a ser de:

C31: 0,32

C32: 0,10

C33: 0,17

C34: 0,41

Con un índice de inconsistencia del 0,22 a:

C31: 0,30

C32: 0,13

C33: 0,20

C34: 0,37

Con un índice de inconsistencia del 0,09 (aceptable)

8.2.2.2. Obtención de los pesos de los subcriterios del criterio C2 (Aroma):

Para cada experto se introdujo la comparación binaria entre C21 (Intensidad) y C22 (Calidad), que determina directamente los pesos locales de los subcriterios. En este caso, al tratarse de dos elementos en el nodo C2, no había problemas de inconsistencia.

8.2.2.3. Obtención de los pesos de los subcriterios del criterio C1 (Vista):

De acuerdo al modelo, este criterio no estaba compuesto de subcriterios.

8.2.2.4. Obtención de los pesos de los criterios:

Para el nivel superior, se introdujeron las comparaciones binarias entre los tres criterios C1, C2 y C3. El experto 1 (P2 en el programa) mostraba una inconsistencia importante, lo que revelaba que no había entendido el cuestionario, por lo que se le repitieron las preguntas. Con las nuevas respuestas, la inconsistencia fue considerada aceptable ($\leq 0,1$).

En el caso de los expertos 6 y 7 mostraban índices de inconsistencia ligeramente superiores a 0,1. Se siguió el procedimiento iterativo citado anteriormente y cambiando una de las comparaciones (la señalada por el programa como best fit), se obtuvieron índices considerados aceptables.

8.2.3. Introducción de la valoración de las alternativas para los tres problemas de decisión.

Una vez fijado el modelo de criterios y subcriterios (junto con sus pesos) introducido anteriormente, se procede a introducir las puntuaciones que los expertos dan a cada alternativa. A continuación trabajamos con cada uno de los tres archivos.

Trabajo con modelo 2012Madurez2.ahp

Comenzamos trabajando con este archivo, introduciendo las puntuaciones que los expertos daban a las tres alternativas (denominadas 1b, 2b y 3b). Se configuró el modo de entrada de las puntuaciones como DIRECT.

En sentido estricto, el método AHP requiere de comparaciones binarias entre las alternativas sobre cada subcriterio. Pero disponíamos de puntuaciones generadas de acuerdo al procedimiento habitual en el mundo de la cata (escala del 0 al 7). Expert Choice 2000 permite un procedimiento mixto. Esto es, puntuar directamente cada alternativa para cada criterio.

Por ejemplo, la introducción para el experto 3 (P4 en el modelo):

Alternative	DIRECT C1Vista (L: 0,065)	DIRECT C2Aroma C21Intensidad (L: 0,167)	DIRECT C2Aroma C22Calidad (L: 0,833)	DIRECT C3Gusto C31Amargura (L: 0,296)	DIRECT C3Gusto G32Astringencia (L: 0,109)	DIRECT C3Gusto G33Estructura (L: 0,086)	DIRECT C3Gusto G34Equilibrio (L: 0,509)
1b	0,7	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5
2b	0,65	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4
3b	0,7	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4

Figura 24. Expert Choice, Introducción de puntuaciones experto 3 para los criterios de evaluación

Nótese que el programa requiere que las valoraciones originales (rango 0 a 7) sean introducidas como (rango 0 a 0,7)

Junto con los pesos de los criterios, para cada experto se va obteniendo una puntuación particular para las alternativas para cada experto. Nótese que AHP, siguiendo la filosofía del método, proporciona las puntuaciones (notas) de las alternativas, repartiendo su peso sobre 1. En este caso, para el experto 3(P4) la alternativa 1b sería ligeramente mejor que la alternativa 3b y esta a su vez sería mejor que la alternativa 2b.

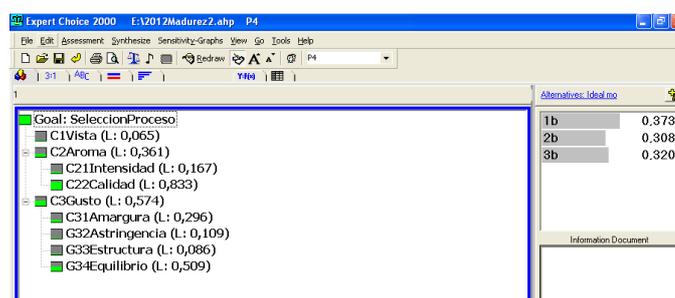


Figura 25. Expert Choice, Obtención de puntuaciones para cada una de las alternativas en el ensayo 2012, madurez 2.

Una vez introducidos los juicios de los ocho expertos, se combinan y se obtienen resultados agregados. Más adelante, se comentarán ampliamente los resultados obtenidos.

Se repite el procedimiento con los otros dos modelos.

Trabajo con modelo 2012Madurez1.ahp

El procedimiento fue exactamente el mismo.

Trabajo con modelo 2011.ahp

A diferencia de los anteriores, hay puntuaciones para seis alternativas. Así, por ejemplo, para el experto 3 (P4) en el modelo, la introducción de las puntuaciones fue:

Alternative	DIRECT C1Vista (L: 0,065)	DIRECT C2Aroma C21Intensidad (L: 0,167)	DIRECT C2Aroma C22Calidad (L: 0,833)	DIRECT C3Gusto C31Amargura (L: 0,296)	DIRECT C3Gusto C32Astringencia (L: 0,109)	DIRECT C3Gusto C33Estructura (L: 0,086)	DIRECT C3Gusto C34Equilibrio (L: 0,509)	DIRECT
1a	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4		0,3
1b	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4		0,35
2a	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4		0,4
2b	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4		0,4
3a	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,3		0,3
3b	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4		0,4

Figura 26. Expert Choice, Introducción de puntuaciones para los vinos de Bobal 2011.

Y los resultados particulares para este experto fueron:

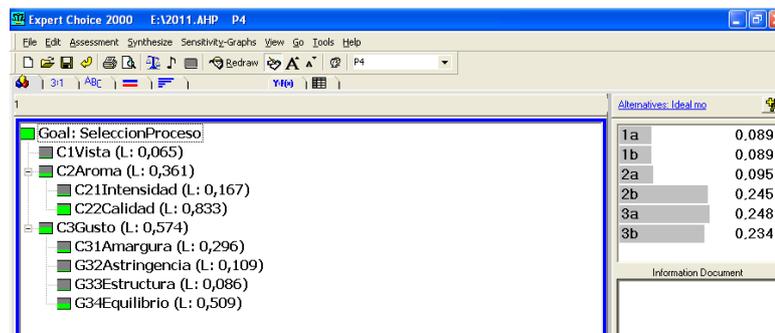


Figura 27. Expert Choice, Obtención de puntuaciones para cada una de las alternativas en el ensayo 2011, Experto P4.

La agregación de las puntuaciones de cada experto proporciona un resultado y jerarquía global. En lo que sigue, se comentan las características de la jerarquía común y los resultados particulares para los tres problemas de decisión.

8.2.4. Pesos de los criterios y de los subcriterios.

La agregación de las comparaciones pareadas de los tres expertos, después de resueltas las inconsistencias ha proporcionado lo siguientes pesos a criterios y subcriterios:

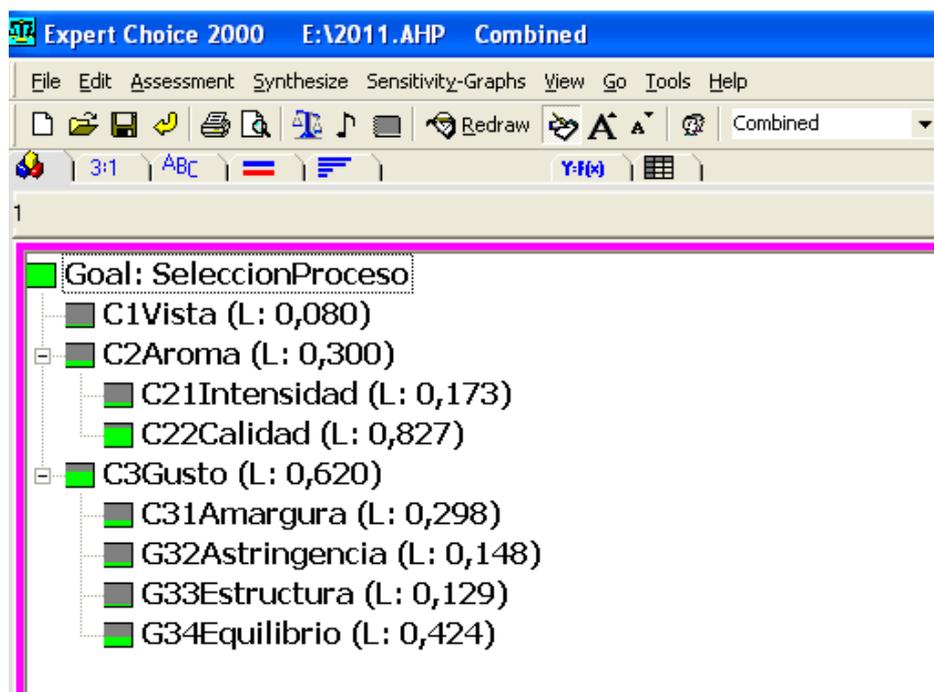


Figura 28. Expert Choice, pesos globales obtenidos para los criterios y subcriterios en el ensayo 2011.

Es decir, los pesos de los criterios del primer nivel serían: Vista-Color: 8%; Aroma: 30%; Gusto: 62%.

Dentro del criterio Aroma, los pesos serían: Intensidad: 17,3% y Calidad 82,7%. Dentro del criterio Gusto, los pesos serían Amargor: 29,8%; Astringencia 14,8%; Estructura 13%; Equilibrio 42,4%.

Como se ha comentado anteriormente, precisamente la aplicación del método AHP para agregar las opiniones de expertos hasta llegar a pesos de los criterios y subcriterios para el problema concreto que nos ocupa es una de las aportaciones de este trabajo de investigación.

Ya se ha comentado que uno de los problemas del análisis sensorial era la falta de flexibilidad en el proceso de armonización de las opiniones de los expertos. Así, sería habitual encontrar, valores redondeados para los pesos de los criterios que procederían de la costumbre, como por ejemplo. Color: 10%, Aroma 30%, Gusto 60%. Pero estos pesos pueden no ser los más adecuados para juzgar la situación concreta

solamente por que hayan sido los tradicionalmente usados. El empleo del AHP orienta a los expertos hacia el problema que se ha de resolver y además, permite llegar a un consenso. Hace la decisión más trazable porque permite a cada experto confrontar sus opiniones más o menos verbalizadas con los pesos que se obtienen de sus comparaciones binarias.

Así que, de acuerdo a la opinión agregada de los ocho catadores, el equilibrio en el gusto sería el subcriterio de más peso en la selección de un mejor proceso para la uva Bobal, con un $0,424 \cdot 0,620 = 0,2629 = 26,3\%$ de la decisión.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. RESULTADOS DEL MODELO 2011.

La diferencia de este modelo con los modelos del 2012 es que se incrementa el número de alternativas. Cabe señalar que las alternativas 2a y 2b son, en realidad, la misma. Lo que nos proporciona la posibilidad de comprobar la fiabilidad del proceso de toma de decisiones, tanto en lo que se refiere a la coherencia de los catadores, como a la validez de la aritmética matricial usada.

2011 Expertos		1(P2)		2(P3)		3(P4)		4(P5)		5(P6)		6(P7)		7(P8)		8(P9)	
METODO 1 a		4,00	0,138	3,50	0,15	3,00	0,165	5,00	0,181	3,00	0,118	4,00	0,118	3,50	0,16	2,00	0,132
METODO 1 b		4,00	0,134	4,00	0,157	3,00	0,164	4,00	0,168	3,00	0,112	4,00	0,112	3,50	0,168	3,00	0,111
METODO 2 a		3,00	0,153	4,00	0,147	4,00	0,159	4,00	0,141	3,00	0,101	3,00	0,101	4,00	0,156	3,00	0,112
METODO 2 b		3,00	0,153	4,00	0,147	4,00	0,159	3,00	0,141	4,00	0,246	4,00	0,246	4,00	0,15	3,00	0,186
METODO 3 a		4,00	0,2	4,50	0,202	4,00	0,182	5,00	0,199	4,00	0,218	3,00	0,218	4,00	0,183	3,00	0,223
METODO 3 b		4,00	0,211	4,50	0,196	4,50	0,171	3,00	0,17	3,00	0,205	3,00	0,205	4,00	0,183	3,00	0,236

Tabla 92. Expert Choice: Valoración global de los expertos para cada uno de los tres vinos en comparación con la suma ponderada de sus puntuaciones para cada criterio. Vinos 2011

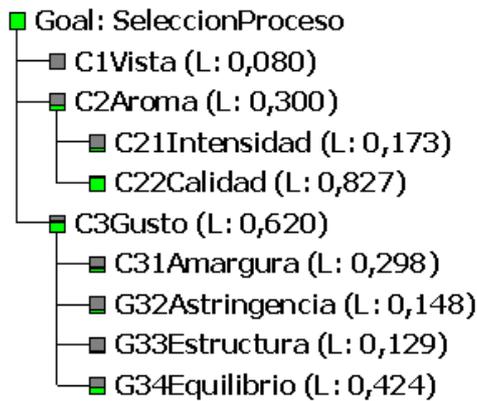
Como puede comprobarse, las valoraciones globales de todos los catadores se concentran en el rango 3-5. Los expertos 4,5 y 6 puntúan de manera ligeramente distinta en la valoración global las alternativas 2 a y 2b, sin embargo, la puntuación que dan, procedente de AHP es prácticamente la misma para los expertos 4 y 5. En el caso del experto 6 puede haber un error porque la valoración AHP de la alternativa 2b resulta alta y muy diferente de la de la alternativa 2a.

En algunos casos se produce cambios en la prelación de la valoración global frente al resultado AHP; pero hay mayoritariamente una coherencia en las puntuaciones. Las alternativas 3a y 3b (Vinos elaborados con el prototipo) parecen ser consideradas las mejores por la mayoría, de acuerdo a los resultados AHP y al menos, son tan buenas como las otras de acuerdo a las valoraciones globales.

Para todo el problema de decisión 2011, se obtienen los siguientes resultados agregados:

Model Name: 2011

Treeview



Alternatives

1a	0.101
1b	0.100
2a	0.097
2b	0.229
3a	0.243
3b	0.230

Figura 29. Expert Choice: Resultados globales (agregación de los expertos) para el ensayo 2011

Las alternativas 3a y 3b (vinos elaborados con la técnica del prototipo) son consideradas las mejores. Sin embargo, la diferencia con la 2b no es demasiado concluyente. Este resultado tiene que ver con la saturación de valoraciones alrededor de los valores 3-4-5 de las notas de cata.

El análisis de sensibilidad muestra que las alternativas 3a y 3b son las mejores debido a su mejor resultado en Gusto. En general, los expertos han valorado mejor las alternativas 1 a y 1b en Aroma. Esto hace que si se diera una variación del peso de los criterios y se aumentara el criterio Aroma hasta tener un 40% del peso de la decisión, la alternativa 1 a pasaría a superar a la alternativa 3b:

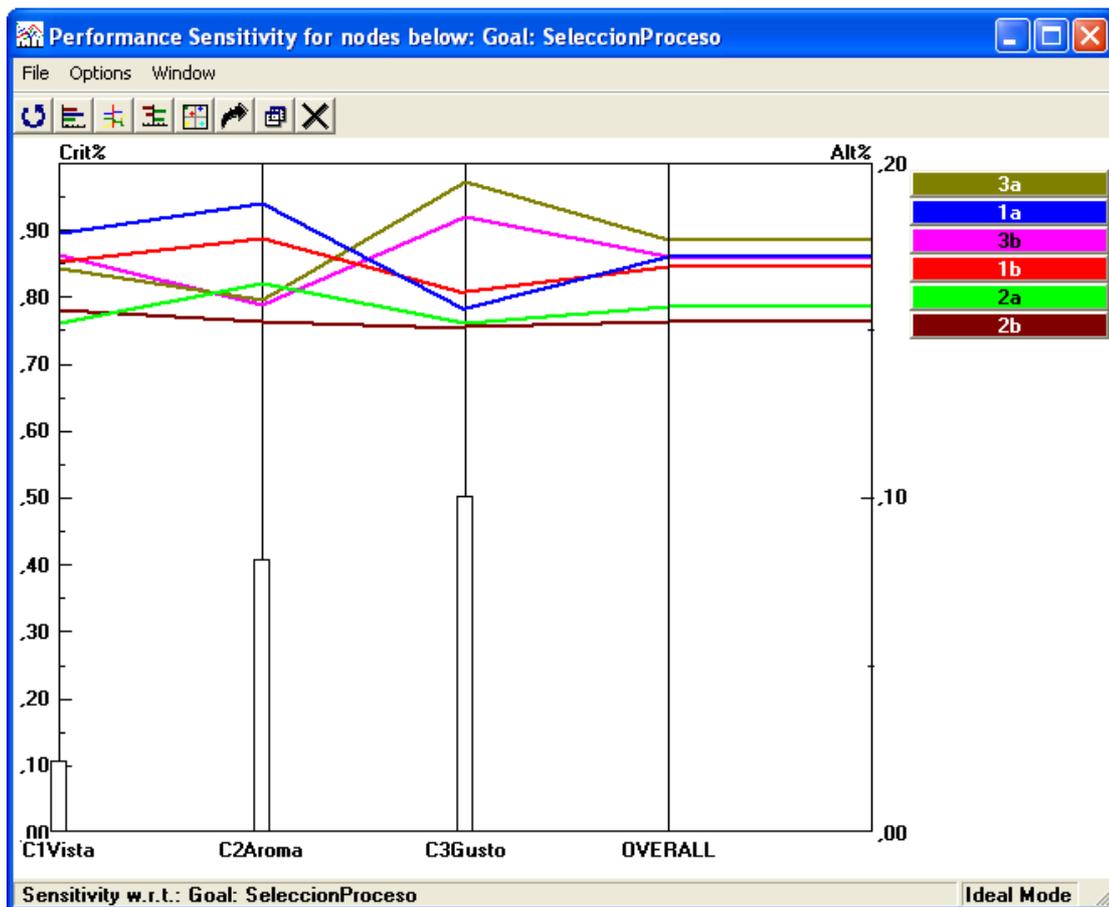


Figura 30. Expert Choice: Análisis de sensibilidad para el ensayo 2011 con variación del peso de los criterios.

Mediante evaluación sensorial de los vinos, el panel de expertos ha considerado, que los vinos de Bobal de la añada 2011 que mejor se aproximan al objetivo buscado, son los vinos elaborados con el método del prototipo.

Estos resultados vienen a confirmar los análisis químicos realizados en los vinos donde los parámetros más favorables al objetivo buscado se encuentran igualmente en los vinos elaborados con el prototipo. Si bien es cierto que el ANOVA realizado a muchas de las determinaciones analíticas no indican diferencias significativas entre los vinos obtenidos con un método u otro, sí que hay que señalar que los vinos elaborados mediante la técnica del prototipo son siempre los que proporcionan unos resultados más favorables, tanto para la concentración de polifenoles extraídos, como de las reacciones producidas entre ellos que dan lugar a los índices de calidad del vino, ya comentados en apartados anteriores (Intensidad Colorante, Índice de IPT, índice PVPP, índice DMACH, índice de gelatina).

9.2. RESULTADOS DEL MODELO 2012MADUREZ1.

Del mismo modo, podemos comparar lo que se obtiene de las puntuaciones parciales que cada experto ha dado a las tres alternativas (1a, 2a y 3a) respecto a los subcriterios con la valoración global:

2012 Expertos		1(P2)		2(P3)		3(P4)		4(P5)		5(P6)		6(P7)		7(P8)		8(P9)	
METODO 1 a		3,00	0,283	4,50	0,306	4,00	0,329	2,00	0,232	2,50	0,186	4,00	0,327	4,50	0,334	5,00	0,273
METODO 2 a		3,00	0,362	6,00	0,37	3,50	0,327	3,00	0,272	3,50	0,273	4,00	0,316	4,00	0,315	4,00	0,267
METODO 3 a		3,00	0,355	5,00	0,325	4,00	0,344	4,00	0,496	4,00	0,358	4,00	0,358	6,00	0,358	7,00	0,459

Tabla 93. Expert Choice: Valoración global de los expertos para cada uno de los tres vinos en comparación con la suma ponderada de sus puntuaciones para cada criterio. Vinos 2012, madurez 1

En este caso, todos los expertos son coherentes (en el sentido de que se mantiene la prelación manifestada a través de la valoración global y de AHP). Puede comprobarse, como para todos los expertos, la alternativa 3a (vinos elaborados con la técnica del prototipo) es siempre igual o mejor que las otras alternativas.

Los resultados globales (agregación de los expertos) son:

Model Name: 2012Madurez1

Treeview



Alternatives

1a	0.285
2a	0.310
3a	0.404

Figura 31. Expert Choice: Resultados globales (agregación de los expertos) para el ensayo 2012 madurez 1

En este caso, la alternativa 3ª es claramente la mejor.

El análisis de sensibilidad también revela que la primacía de esta alternativa, incluso si los tres criterios de primer nivel igualaran su peso en la decisión, ya que es considerada por todos los expertos mejor para cualquiera de estos criterios. Como muestra la figura:

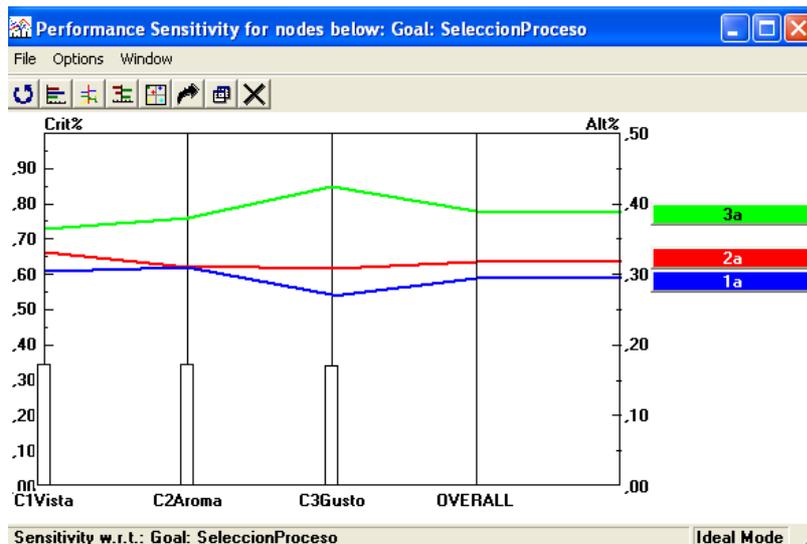


Figura 32. Expert Choice: Análisis de sensibilidad para el ensayo 2012 madurez 1

Tal y como se puede apreciar (Fig 32), el panel de expertos nos indica que de acuerdo a los resultados obtenidos es la opción 3 (Prototipo) la seleccionada como técnica que mejor responde al objetivo buscado, seguido muy de cerca por la opción 2 (Sombrero sumergido). Si relacionamos estos resultados con los análisis químicos llevados a cabo de los vinos a los 5 meses de conservación en botella, podemos apreciar como los resultados confirman estas preferencias, ya que en el ANOVA realizado, tanto la técnica de prototipo como la de sombrero sumergido no presentan diferencias significativas para muchos de los parámetros analizados. Ello es consecuencia directa de que la técnica de prototipo es una modificación del modelo de vinificación de sombrero sumergido, por lo que es algo natural que se obtengan resultados más similares entre estas dos técnicas que con respecto al método de bazuqueo. Es conveniente indicar, que el prototipo mejora los resultados obtenidos en laboratorio con la técnica de sombrero sumergido, algo que también se refleja en los resultados de la evaluación organoléptica.

9.3. RESULTADOS DEL MODELO 2012MADUREZ2

Cada experto ha asignado mediante cata a ciegas puntuaciones a las tres alternativas de acuerdo a cada criterio-subcriterio. Además, y como es costumbre en el mundo de la cata, ha dado una valoración global a cada uno de los tres vinos. Se puede comparar esta valoración global con lo que obtiene el AHP (mediante suma ponderada de las puntuaciones de cada alternativa para cada subcriterio):

2012 Expertos		1 (P2)		2(P3)		3(P4)		4(P5)		5(P6)		6(P7)		7(P8)		8(P9)	
METODO 1 b		4,00	0,383	3,50	0,335	5,00	0,373	5,00	0,445	3,00	0,304	3,00	0,316	5,00	0,332	6,00	0,281
METODO 2 b		1,00	0,223	3,00	0,276	3,50	0,308	1,00	0,211	2,50	0,302	2,00	0,284	3,00	0,273	6,00	0,331
METODO 3 b		4,00	0,394	5,50	0,394	4,00	0,32	4,00	0,344	3,00	0,394	3,00	0,401	4,50	0,395	5,00	0,338

Tabla 94. Expert Choice: Valoración global de los expertos para cada uno de los tres vinos en comparación con la suma ponderada de sus puntuaciones para cada criterio. Vinos 2012, madurez 2

En general, se mantiene la prelación. Aunque puede comprobarse como los expertos 7(P8) y 8 (P9) han puntuado las alternativas para los subcriterios de un modo ligeramente incoherente con la valoración global que habían dado a las alternativas, cambiando así la prelación. El experto 8(P9) había puntuado en la valoración global a la alternativa 3b con un 5 (sobre 7). Sin embargo, la agregación

mediante suma ponderada de sus puntuaciones, arroja que la alternativa 3b es, realmente, la mejor para él.

Para todo el problema de decisión 2012Madurez2, se obtienen los siguientes resultados globales:

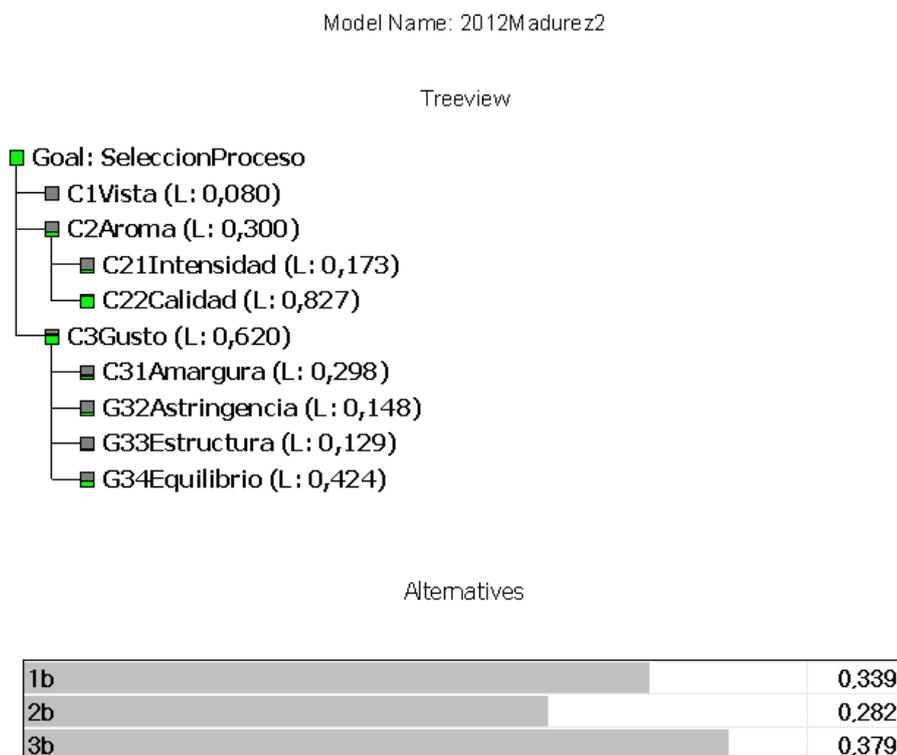


Figura 33. Expert Choice: Resultados globales (agregación de los expertos) para el ensayo 2012 madurez 2

La alternativa 3b, (vinos elaborados por la técnica del prototipo), a juicio de los expertos es mejor que la alternativa 1b, (vinos elaborados por la técnica de bazuqueo) que es mejor que la alternativa 2b (vinos elaborados por la técnica de sombrero sumergido). Sin embargo, la diferencia entre 3b y 1b no es demasiado concluyente. Este resultado tiene que ver con la saturación de valoraciones alrededor de los valores 4-5-6 de las notas de cata.

Se puede realizar un análisis de sensibilidad, comprobando cómo cambios en los pesos de los criterios hacen mejorar o empeorar las alternativas. Así, si el criterio Vista-Color cobrara importancia frente a los otros dos criterios (Aroma-Gusto), la alternativa 1b igualaría a la 3b, tal y como muestra la figura siguiente. Esto podría tener sentido en el supuesto de que el objetivo fuera diferente, por ejemplo el obtener

vinos con mucho color y cuerpo, en base al uso que se le ha dado tradicionalmente a la uva Bobal como mejorante de otros vinos.

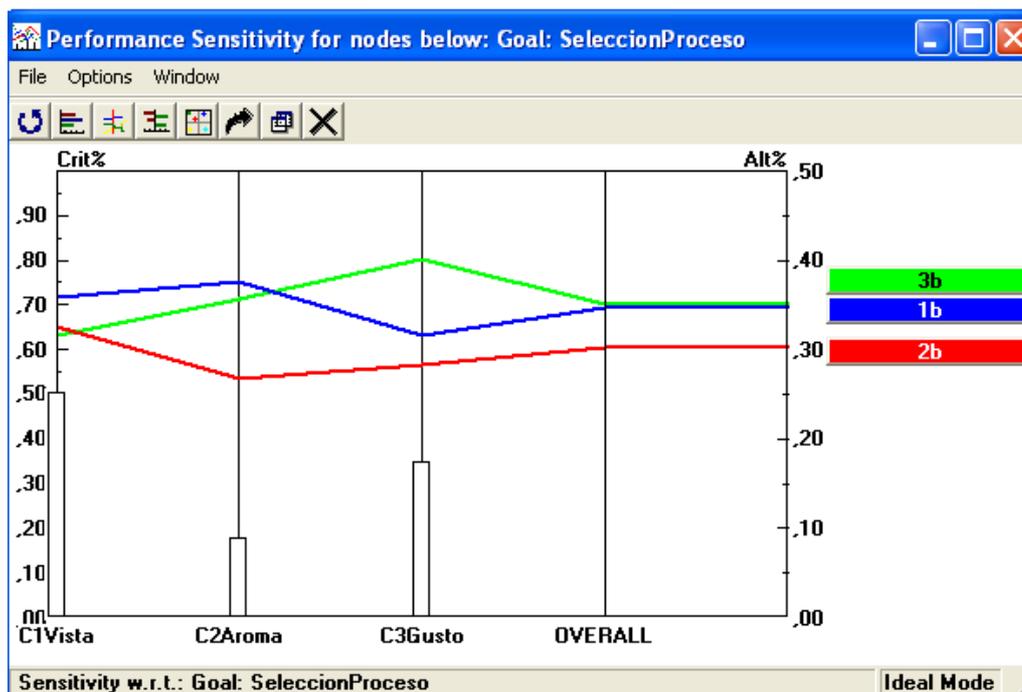


Figura 34. Expert Choice: Análisis de sensibilidad para el ensayo 2012 madurez 2

La alternativa 2b siempre es dominada por las anteriores, especialmente, por sus malos resultados en lo que se refiere a Aroma.

Estos resultados obtenidos confirman los datos hallados en los análisis químicos, si bien hay que señalar que la diferencia de los valores entre las distintas técnicas de vinificación no son significativas, tal y como expresa el análisis estadístico ANOVA, muy en la línea de los resultados del análisis sensorial, donde las diferencias entre las técnicas no son concluyentes. Ello puede ser debido a que un grado de madurez más elevado puede equiparar resultados de las distintas técnicas y atenuar las diferencias que se pueden generar debido a las diferentes operaciones mecánicas que se llevan a cabo sobre el orujo durante el proceso de maceración (Ribereau-Gayon *et al.*, 2004), por lo que para grados de madurez elevados, la difusión de los compuestos de la uva en el mosto sería similar para todas las técnicas debido a que en la maduración existe un fenómeno de degradación parietal que influye en la cohesión de las paredes celulares de los hollejos, permitiendo así la extracción del contenido vacuolar Saint-Cricq *et al.* (1998).

CAPÍTULO 6
CONCLUSIONES

10. CONCLUSIONES

La técnica de maceración utilizada condiciona el estilo de vino a obtener, por lo que la correcta selección del método de vinificación induce a modificaciones de composición en los vinos que dan lugar a perfiles sensoriales diferentes. Los resultados indican que las técnicas de maceración ensayadas afectan de manera diferente a la extracción de los principales compuestos que definen la composición final de los vinos. Por ello los métodos de maceración, no deben estandarizarse para el global de las variedades existentes.

De los sistemas ensayados, los resultados obtenidos en general, sí que apuntan a la técnica del prototipo como el método de vinificación que da lugar a una mayor extracción de antocianos y taninos, y durante la conservación, favorecen reacciones de polimerización entre ellos, disminuyendo la astringencia y estabilizando el color contribuyendo a que los vinos resulten con una mayor estructura, mayor volumen en boca, mayor suavidad y menor astringencia.

Uno de los factores que influye decisivamente en la incidencia de las técnicas de vinificación es el grado de madurez de las uvas, en el caso de la variedad Bobal. En el ensayo 2012 madurez 2 con un grado de madurez elevado, los resultados globales en las técnicas eran muy similares sin que hubiera una diferencia tan marcada como la que aparecía en los ensayos 2011 y 2012 madurez 1, con grados de madurez inferiores, donde el sistema de prototipo era la técnica que mejores resultados aportaba. Sin embargo, en uvas con un grado de madurez más elevado, se equiparan los resultados de las distintas técnicas de maceración en los vinos obtenidos, por lo que la aplicación de los distintos métodos de vinificación queda supeditada al estado y grado de madurez de la materia prima en el caso de la variedad Bobal.

Con el avance de la maduración se constata que disminuye la astringencia de los taninos, establecida por los Índices de Gelatina y DMACH, y mDP, lo cual se traduce

en vinos con un contenido en taninos menos astringentes. Los Índices de PVPP aumentan, así como los valores de IPT, Intensidad Colorante y antocianos.

Los resultados del análisis sensorial corroboran los análisis químicos y ponen de manifiesto que el empleo de las diferentes técnicas vinificación en las uvas más maduras no aportan grandes diferencias en la valoración global de los vinos, si bien estas diferencias de los métodos de maceración sí que se manifiestan en los vinos procedentes de uvas menos maduras, donde los catadores han seleccionado los vinos elaborados con el prototipo como la opción que más se acerca al objetivo planteado en este estudio.

A la vista de los resultados obtenidos, para uvas de madurez deficiente, el prototipo desarrollado, podría dar lugar a vinos con un incremento de la Intensidad Colorante, IPT y taninos poco astringentes, lo cual resulta muy importante, para moderar o incluso acortar los tiempos de maceración y evitar posibles sobre-extracciones de taninos amargos y/o herbáceos procedentes de las semillas. Por tanto, representa una técnica que contribuye a mantener el potencial polifenólico de los vinos y a mejorar sus características organolépticas.

Asimismo la directa correlación entre los datos obtenidos en el análisis químico y los datos del análisis sensorial tratados con AHP consolidan el resultado de esta investigación. La aplicación de AHP al tratamiento de los datos del análisis sensorial ha favorecido la trazabilidad del proceso de evaluación y de decisión final sobre la calidad percibida del vino, por ello se entiende que la utilización de técnicas de análisis multicriterio aplicadas al campo de la evaluación sensorial de alimentos, es una herramienta potente y fiable capaz de armonizar con mucha más precisión las opiniones de los expertos de un panel de cata, que permite homogeneizar las prioridades de todos los participantes agregando los pesos de cada criterio correspondientes a la voluntad de cada uno de los decisores. Esta técnica se propone como técnica habilita para a cada experto en la asignación directa de pesos a los criterios de cata de manera individual y sin influencias externas, para posteriormente integrar y conciliar las diferentes sensibilidades propias de un análisis sensorial.

11. PERSPECTIVAS – RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que los vinos fueron directamente embotellados una vez concluida la fermentación maloláctica, resultaría interesante investigar la evolución de los polifenoles y las reacciones de polimerización en el curso de una crianza en barricas, o bien haciendo uso de la microoxigenación.

En este estudio se ha valorado la incidencia directa de las técnicas sobre la variedad, si bien un factor importante en la elaboración de vinos es el tiempo de maceración y la T^a. Se debería profundizar si el incremento del tiempo de maceración y la modificación de la T^a suponen una ventaja o un inconveniente para el potencial de la uva Bobal.

Un aspecto importante en el efecto de la técnica de maceración, es el grado de madurez de la uva, por lo que se debería profundizar en este parámetro con el fin de averiguar cuál es el grado de madurez óptimo para conseguir la máxima expresión del sistema de vinificación prototipo presentado, lo cual permitiría no tener que llegar a grados de sobremaduración con el riesgo que supone para la sanidad de la vendimia.

En cuanto a la evaluación mediante técnicas multicriterio de los datos del análisis sensorial, se postula el AHP como herramienta aplicada a la evaluación sensorial de alimentos capaz de respaldar un desarrollo normativo o legislativo riguroso sobre la materia, ya que existe actualmente una carencia normativa en este campo debido, en parte, a la falta de un método que aporte rigor e imparcialidad a este tipo de evaluaciones tan ligadas a la susceptibilidad de cada individuo participante.

12. BIBLIOGRAFIA

ABBAL, P.; BOULET, J.C. y 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.

AGUARÓN, J. y MORENO-JIMÉNEZ, J.M. (2000): Local Stability Intervals in the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research* Vol. 125 (1), 114-133.

ÁLVAREZ, I., ALEIXANDRE, M., GARCÍA, M. y LIZAMA, V. (2005). Impact of prefermentative maceration on the phenolic and volatile compounds in Monastrell red wines. *Anal. Chim. Acta*. Vol. 563: 109–115.

ALEIXANDRE (2012) Efecto de la adición de copigmentos sobre la composición fenólica de vinos de tempranillo elaborados con diferentes técnicas de vinificación. *Tesis Doctoral*.

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.

ÁLVAREZ, I.; GARCÍA, M. A.; MARTÍN, P.; GONZÁLEZ, R. y RODRÍGUEZ, M. (2004). Efecto de la maceración prefermentativa en frío en la composición de vinos tintos de Tempranillo. En *“III Congreso Español de Ingeniería de Alimentos”*. Pamplona.

AMERINE, M. R., y ROESSLER, E. B. (1983). *Wines, their sensory evaluation (2nd edition)*. San Francisco (USA): W.H. Freeman.

AMRANI JOUTEI, K. y GLORIES, Y. (1994). 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. (1989). *Variedades de Vid cultivadas en la Valencia*. Diputación Provincial de Valencia.

ARNOLD, R., NOBLE, A. y SINGLETON, V. (1980). Bitterness and astringency of phenolic fractions in wine. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 28 (3): 675–678

ARROW, K. J. (1951): *Social Choice and Individual Values*. New-York: Wiley.

BALLESTER, J., DACREMONT, C., LE FUR, Y., & ETIÉVANT, P. (2005). The role of olfaction in the elaboration and use of the Chardonnay wine concept. *Food Quality and Preference*, Vol. 16(4), 351-359.

BAOURAKIS, G., MATSATSINIS, N. F., & SISKOS, Y. (1996). Agricultural product development using multidimensional and multicriteria analyses: The case of wine. *European journal of operational research*, Vol. 94 (2), 321-334.

BARBA-ROMERO, S., y POMEROL, J.C. (1997): Decisiones Multicriterio. Fundamentos Teóricos y Utilización Práctica. *Madrid: Servicio de publicaciones de la U.A.H.*

BERTOZZI, L. (1995). Designation of Origin: quality and specification. *Food Quality and Preference*, Vol. 6(3), 143-147.

BESSIERE A., PUJOL F., CRESPIY A., (2005). La cryo-flash: un nouvel outil d'aide à l'obtention de vins fruités. *Rev. Fr. OEnologie*, Vol. 215: 30-35.

BIOTEAU C. ; (2004). Le goût des tanins entre astringence et amertume. Réussir vigne. *Disponible en : <http://www.reussir-vigne.com>*. Consultado el 20/08/2013.

BLOUIN, J.; PAPET, N.; STONESTREET, E. (2000). Étude de la structure poliphénolique des vins rouges par analyses physico-chimiques et sensorielles. *J. Intern. Sci. Vigne Vin*. Vol. 34. (1) : 33-40.

BLOUIN, J. (1977). Manuel pratique d'analyse des moûts et des vins. *Chambre d'Agriculture de la Gironde*.

BOSSO, A., GUAITA, M., BALLARIO, P. (2004). L'estrazione differita degli antociani abbinata alla tecnica del délestage nella vinificazione di uve Nebbiolo. *Rivista di Viticoltura e di Enologia*. Vol. 57 (1-2) 29-49,

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.

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. *Revue des Oenologues*. Vol. 117: 52-54.

BOURZEIX, M.; WEYLAND, D.; HEREDIA, N. (1986). Étude des catéchines et des procyanidols de la grappe de raisin, du vin et d'autres dérivés de la vigne. *Bull. O.I.V.*, Vol. 669670: 1171-1253.

BUSSE VALVERDE, N. (2013). Proantocianidinas de uvas y vinos de las variedades Monastrell, Cabernet Sauvignon y Syrah. *Tesis doctoral. Universidad de Murcia*.

BUSSE-VALVERDE, N.; GOMEZ-PLAZA, E.; LOPEZ-ROCA, J.M.; GIL- MUNOZ, R.; BAUTISTA-ORTIN, A.B. (2011). The extraction of anthocyanins and proanthocyanidins from grapes to wine during fermentative maceration is affected by the enological technique. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 59: 5450-5455.

CABALLERO, RAFAEL, Y CARLOS ROMERO (2006). Teoría de la Decisión Multicriterio: Un Ejemplo de Revolución Científica Kuhniana. *Artículos de Investigación Operativa*: 9-15.

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.

CASASSA F, SARI S., AVAGNINA S., DÍAZ M. (2014). Influencia de dos técnicas de maceración sobre la composición polifenólica, aromática y las características organolépticas de vinos cv. Merlot. *Viticultura y Enología Profesional*, Vol. 109: 11-19

CASH, J.; SISTRUNK, W.; STUTTE, C. (1977). Change in non volatile acids of Concord grapes during maturation. *J. Food. Sci.* Vol. 42: 543-544.

CATALINA, L.; MARZUELOS, C.; ROMERO, R.; SARMIENTO, R. (1982). Cambios metabólicos durante el proceso de maduración de la uva (*Vitis Vinifera*, L. var. Palomino). En la zona del marco de Jerez de la Frontera (Cádiz). *An Edaf. Agrobio.* Vol. 41 (87): 1503-1517.

CATANIA, C., AVAGNINA, S., SANCE, M., VILA, H., COMBINA, M., JOFRÉ, V. (2003). Influencia del aporte de taninos de diferentes partes del racimo y de chips de madera de roble sin tostar sobre las características de vinos del cv. Malbec. *Informe de plan 2003. EEA Mendoza. INTA*

CAYOT, N. (2007). Sensory quality of traditional foods. *Food Chemistry*, Vol. 101 (1): 154-162.

CHAMPAGNOL, F. (1998). Critères de qualité de la vendage. Oenologie: fondements scientifiques et technologiques. *Coord. C. Flanzy. Collection Sciences et techniques Agroalimentaires. Lavoisier. TEC & DOC.* 654-656.

CHASSIN, M. (2000). Le jury expert: une réponse aux interrogations des professionnels du vin relatives à l'analyse gustative. *Revue Française d'Oenologie* Vol. 182: 20-24.

CHEYNIER V. ; SOUQUET JM. ; FLUCRAND H.; SARNI P.; MOUTOUNET M. (1998). Stabilisation tanins-anthocyanes. Données générales. Composés phénoliques. *Journée technique. Cinquantenaire ITV France. Gaillac, 8 Juillet 1998. Gaillac Cedex : ITV.*

CHEYNIER V.; DUEÑAS, M.; SALAS, E.; MAURY, C.; SOUQUET, J.; SARNI-MANCHADO, P.; FULCRAND, H.; (2006). Structure and properties of wine pigments and tannins. *Am. J. Enol. Vitic.* Vol. 57: 298-305.

CHEYNIER, V. (2003). El color de los vinos tintos. *Wine Internet Technical Journal*, Vol. 4: 1-9.

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.*

COLAGRANDE, O. (1981). Application of an automatic pumping-over device for vinification of redgrapes. *Connaiss. Vigne Vin.* Vol. 15: 125-141.

CONDE, C., SILVA, P., FONTES, N., DIAS, A.C.P., TAVARES, R.M., SOUSA, M.J., ET AL. (2007). Biochemical Changes throughout Grape Berry Development and Fruit and Wine Quality. *Food* Vol. 1: 1-22.

COOMBE, B.G. y MCCARTHY, M.G. (2000). Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Aust. J. Grape Wine Res.* Vol. 6: 131-135.

COSCOLLÁ, R. (1987). Los parásitos de la vid. Estrategia de lucha. Cap. III. Polillas del racimo. Ed. MARA. Madrid.

COSME, F.; RICARDO-DA-SILVA, J.M.; LAUREANO, O. (2009). Tannin profiles of *Vitis vinifera* L. cv. red grapes growing in Lisbon and from their monovarietal wines. *Food Chem.*, Vol. 112: 197-204

CRESPY A., BESSIERE A., (2005). La pellicule de la baie de raisin : anatomie de la partie du fruit et possibilités d'utilisation optimale en vinification par la cryo-flash Imeca. *Rev. Oenologues*, Vol. 117: 34-38.

CRESPY A.; (2002). Les tanins œnologiques- origines, propriétés- le cas des tanins du raisin. *Revue des œnologues*. Vol. 104: 17-19.

DE PASCUAL-TERESA, S.; SANCHEZ-BALLESTA, M.T. (2008). Anthocyanins: from plant to health. *Phytochemistry reviews*, Vol. 7: 281-299

DE ROSA, T. (1988). Tecnología del vino tinto. *Ed. Mundi-Prensa. Madrid*.

DEL CASTILLO, F. (2005). Organización de la cata y vocabulario específico del catador de vinos. En Casal del Rey, J. (ed.): *Análisis sensorial y cata de los vinos de España* (págs.152-177). Editorial Agrícola Española (Madrid).

DEL MONTE, R., CATANIA, C., AVAGNINA, S., SARI, S., ASTESANO, J. (2003). Vasija de automaceración INTA-ASSI – Descripción y resultados de la evaluación enológica. *El Vino y su Industria*. Vol. 10: 1-16.

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. D'Oenologie*. Vol. 215: 11-15.

DELTEIL, D. (2004). La macération préfermentaire à froid (MPF) des raisins méditerranéens et rhodaniens. *Revue des Oenologues*. Vol. 112: 29- 32.

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.

DI STEFANO R. ET FLAMIMI R.; (2008). High Performance Liquid Chromatography Analysis of Grape and Wine Polyphenols. Hyphenated Technique in Grape and Wine Chemistry. *England: Wiley*. p. 33-76.

DOUE (2008). Reglamento (CE) nº 479/2008 del Consejo, de 29 de abril de 2008, por el que se establece la organización común del mercado vitivinícola, se modifican los Reglamentos (CE) nº 1493/1999, (CE) nº 1782/2003, (CE) nº 1290/2005 y (CE) nº 3/2008 y se derogan los Reglamentos (CEE) nº 2392/86 y (CE) nº 1493/1999. Diario Oficial de la Unión Europea de 6 de junio de 2008.

DRAGINCIC, JOVANA, NADA KORAC, AND BOSKO BLAGOJEVIC. (2015). "Group multi-criteria decision making (GMCDM) approach for selecting the most suitable table grape variety intended for organic viticulture." *Computers and electronics in agriculture* Vol. 111: 194-202.

DUBOIS, P., ÉTIEVA NT, J., DEKIMPE, M., BURET, M., CHAMBROY, Y., FLANZY, C. (1977). Étude sur les arômes des vins de macération carbonique. *C.R. Acad. Agric.* Vol. 63: 1183-1189.

DUCRUET, V., FLANZY, C., BOURZEIX, M., CHAMBROY, Y. (1983). Les constituants volatiles des vins jeunes de macération carbonique. *Sci. Aliments.* Vol. 3: 413-426.

FANZONE SÁNCHEZ, M. (2012). Caracterización de la composición fenólica de uvas y vinos de la variedad Malbec (*Vitis Vinifera* L.): su relación con el origen geográfico, factores vitivinícolas y valor comercial. Tesis doctoral, Universitat Rovira I Virgili

FERNÁNDEZ BARBERIS, G. et ESCRIBANO RÓDENAS M.C. (2014). Decision Theory: state of the art after three hundred years. *Boletín de Estadística e Investigación Operativa; Madrid.* Vol. 30, No. 3, Noviembre 2014, pp. 292-312

FLAMINI R. y DE ROSSE M.; (2008). Polyphenols Analysis by Liquid-Mass Spectrometry. Hyphenated Technique in Grape and Wine Chemistry. *England: Wiley.* 81-126.

FOUGÈRE RIFOT, M.; PARK, H.S. y BOUARD, J. (1997). Ontogénese 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.

FULCRAND, H.; DUEÑAS, M.; SALAS, E.; CHEYNIER, V. (2006). Phenolics reactions during winemaking and aging. *American Journal of Enology and Viticulture,* Vol. 57: 289-297.

FUNTOWICZ, S. y RAVETZ, J.R. (1994). The worth of a songbird ecological economics as a postnormal science. *Ecological Economics,* Vol. 10, 197-207.

GALET, P. (2004). Compendio de viticultura. Collection Avenir oenologie. Edición española.

GARCÍA, M.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*

GERBAUX, V.; BRIFFOX, C. ; VINCENT, B. ; (2003). Optimisation de la macération finale à chaud, intérêt d'un enzymage et d'une macération sous chapeau immergé pour la vinification du Pinot Noir . *Revue française d'oenologie.* Vol. 201: 16-21.

GIL M, R.; GÓMEZ-PLAZA, E.; MARTÍNEZ, A. y LÓPEZ-ROCA, J.M. (1999). Evolution of phenolic compounds during wine fermentation and post-fermentation: influence of grape temperature. *J. Food Comp. Anal.,* Vol. 12: 259-272.

GIL, M.; QUIROS, M.; MORALES, P.; GONZALEZ, R.; CANALS, J. y ZAMORA, F. (2014). Influence of grape maturity and maceration length on color, polyphenolic composition of Cabernet Sauvignon and Tempranillo wines. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 60 (32) : 7988-8001.

GIL, M.; KONTOUDAKIS, N.; GONZÁLEZ, E.; ESTERUELAS, M.; FORT, F.; CANALS, J. y ZAMORA, F. (2012) Influence of grape maturity and maceration length on color, polyphenolic composition, and polysaccharide content of Cabernet Sauvignon and Tempranillo Wines. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 60 : 7988-8001

GLORIES, Y. (1984). La couleur des vins rouges. 1ere. Partie. Les équilibres des anthocyanes et des tannins. *Connaissance Vigne Vin*, Vol. 18 (3):195–217.

GLORIES, Y. GALVIN, C. (1990). Les complexes tanin–anthocyanes en présence d'éthanal. Conditions de leur formation. *Actualités oenologiques*. Vol. 89: 408–413.

GÓMEZ-MÍNGUEZ, M. y HEREDIA, F. (2004). Effect of the maceration techniques on the relationships between anthocyanin composition and objective color of Syrah wines. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 52: 5117-5123.

GÓMEZ-MÍNGUEZ, M.; GONZÁLEZ-MIRET, L. y HEREDIA, F. (2007). Evolution of colour and anthocyanin composition of Syrah wines elaborated with pre-fermentative cold maceration. *J. Food. Eng.* Vol. 79 (1): 271-278.

GRANES D.; ROUSSEAU J.; BLATEYRON L. y BONNEFOND C. (2007). Couleur et stabilité de la couleur des vins rouge. Flash Info Vendange. ICV. *Disponible en http://www.icv.fr/documents/Bibliotheque/Biblio_flashs_infos* Consultado el 10.08.2014.

GROSS, M. (2010) Breve historia de las formas de tomar decisiones. *Disponible en <http://manuelgross.bligoo.com/content/view/700680/Breve-historia-de-las-formas-de-tomar-decisiones.html>*. Consultado el 16.09. 2014.

GUADALUPE, Z.; AYESTARAN, B. (2007). Polysaccharide profile and content during the vinification and aging of Tempranillo red wines. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 55: 10720-10728.

HABA, M.; CHIRIVELLA, C.; MÉNDEZ, J.V. y PÉREZ, A. (1993). Etude sur les arômes récupérés lors de la fermentation des vins issus des variétés Bobal et Macabeo. *Revue Francaise d'Oenologie*, Vol. 142: 45-48.

HABA, M.; CHIRIVELLA, C.; PÉREZ, A. y MÉNDEZ, J.V. (1993). Influencia de la variedad portainjerto en los daños producidos por fuertes vientos en el cultivo de la vid. *Viticultura y Enología Profesional*, Vol. 25: 25-28.

HABA, M.; CHIRIVELLA, C.; PÉREZ, A.; MÉNDEZ, J.V. y GÓMEZ, J.A. (1992). La maduración de la vid según el tipo de poda de formación. *Viticultura y Enología Profesional*, Vol. 21: 33-39

HANLIN, R. L.; HRMOVA, M.; HARBERTSON, J. F. y DOWNEY, M. O. (2010) Review: Condensed tannin and grape cell Wall interactions and their impact on tannin extractability into wine. *Aust. J. Grape Wine Res.*, Vol. 16: 173-188.

HARDIE, W.J.; O'BRIEN, T.P. y JAUDZEMS, V.G. (1996) Morphology, anatomy and development of the pericarp after anthesis in grape, *Vitis vinifera* L. *Aust J Grape Wine Res* Vol. 2: 97-142.

HERRERO, A.; HABA, M.; MÉNDEZ, J.V. y CHIRIVELLA, C. (1994). Heladas primaverales en la vid. *Vitivinicultura*, Vol. (9-10): 53-55.

HIDALGO TOGORES J.; (2002). Tratado de enología, Tomo II. *Madrid: Mundi-Prensa*. 554 p.

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.

INTERNATIONAL ORGANISATION OF VINE AND WINE (OIV) (1994). Normes des concours internationaux des vins. *Bulletin L'OIV*, Vol. 67: 558-597.

RHONE, I. (2001). Optimiser la couleur des vins rouges. *Information du service technique d'Inter Rhône. Point de repère*. Vol. 8: 1-4.

ISO (2005). *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO 17025)*. Geneve (Switzerland): International Organization for Standardization.

JACKSON, R. S. (2000). *Wine Science: principles, practice, perception*. (2nd edition). *San Diego (USA): Academic Press*.

JINGHUAN, H. (2013). A Research of the Imported Wine Purchasing Strategy for the Medium and Small Size Enterprise. *3rd International Conference on Social Sciences and Society (ICSSS)*

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.

JOHNSON, L.A.; CARROL, D.E. (1973). Organic acid and sugar contents of Scuppernong grapes during ripening. *J. Food Sci.* Vol. 38: 21-24.

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. *Tesis licenciatura de la Universidad Complutense de Madrid*.

KELEBEK, H.; CANBAS, A.; SELLI, S.; SAUCIER, C.; JOURDES, M. y GLORIES, Y. (2006). Influence of different maceration times on the anthocyanin composition of wines made from *Vitis vinifera* L. cvs. Bogazkere and Okuzgozu. *J. Food Eng.*, Vol. 77, 1012-1017.

KENNEDY, J.A., y JONES, G.P., (2001). Analysis of proanthocyanidin cleavage products following acid-catalysis in the presence of excess phloroglucinol. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 49: 1740-1746.

KENNEDY, J.A.; FERRIER, J.; HARBERTSON, J.F. y GACHONS, (2006). Analysis of tannins in red wine using multiple methods: Correlation with perceived astringency. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 57: 481-485.

KOOPMANS, T. (1951). *Analysis of production as an efficient combination of activities*.

KONTOUDAKIS, N. (2010). Grape phenolic maturity; determination methods and consequences on wine phenolic composition. Tesis Doctoral: Universitat Rovira i Virgili. Departament de Bioquímica i Biotecnologia

KLIEVER, W.M. (1964). Influence of environment on metabolism organic acids and carbohydrates in *Vitis vinifera*. I, Temperature. *Plant Physiol.* Vol. 39: 869-871.

KLUBA, R.M. y 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.

LLAUDY, M.C.; CANALS, R.; CANALS, J.M. y ZAMORA, F. (2008). Influence of ripening stage and maceration length on the contribution of grape skins, seeds and stems to phenolic composition and astringency in winesimulated macerations. *Eur. Food Res. Technol.*, Vol. 226: 337-344.

LLAUDY, M.C.; CANALS, R.; CANALS, J.; ROZES, N y ZAMORA, F. (2004). New method for evaluating astringency in red wines. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 52: 742-746.

LORENZO C.; PARDO F.; ZALACAIN A.; ALONSO G.L.; y SALINAS M.R. (2005). Effect of Red Grapes Co-winemaking in Polyphenols and Color of Wines. 8 p.. Disponible en <http://www.aseanfood.info/>. Consultado el 15/07/2013.

MARTÍNEZ-PINILLA, O., GUADALUPE, Z. , AYESTARÁN, B, PÉREZ-MAGARIÑO, S., ORTEGA-HERAS. M., (2013) Characterization of volatile compounds and olfactory profile of red minority varietal wines from La Rioja. *J. Sci. Food Agric.* Vol. 93 (15): 3720-3729

MASUD, ABU S. M., Y A. RAVINDRAN RAVI (2008). Multiple Criteria Decision Making. *En Operations Research ang Management Science Handbook, de A. Ravi Ravindran., New York: CRC Press Taylor&Francis Group. 5-1-5-41*

MAUJEAN, A.; BRUN, O.; VESELLE, G.; BUREAU, G.; BOUCHER, J.M.; COUSIN, M.; FEUILLAT, M. (1983). Etude de la maturation de cépages champenois. Models de prévision de la date de vendange. *Vitis.* Vol. 22: 137- 150.

MAZZA, G.; FUKUMOTO, L.; DELAQUIS, P.; GIRARD, B. y EWERT, B. (1999). Anthocyanins, phenolics and color of Cabernet Franc, Merlot and Pinot Noir wines from British Columbia. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 47: 4009-4017.

MCRAE, J.M. y KENNEDY, J.A. (2011). Wine and Grape Tannin Interactions with Salivary Proteins and Their Impact on Astringency: *A Review of Current Research. Molecules,* Vol. 16: 2348-2364.

MÉNDEZ, J.V. (2005). Estudio de la maduración fenólica y antocianica en uvas tintas de Bobal para diferentes condiciones agrológicas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

MILLER, G.A (1956): The magical number seven, plus or minus two. Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review* Vol. 63: 81-97.

- MÍNGUEZ, S. (1989). Caracterización analítica y organoléptica de los vinos de xarel.lo elaborados en diversos estadios de madurez. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- MONAGAS, M., BARTOLOMÉ, B. & GÓMEZ-CORDOVÉS, C., (2005). Updated knowledge about the presence of phenolic compounds in wine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* Vol. 45: 85-118.
- MONTELEONE, E., BERTUCCIOLI, M. (2005). The first European conference on sensory science of food and beverages "a sense of identity" (Editorial). *Food Quality and Preference*. Vol. 17 (1-2): 1-2.
- MOREL-SALMI, C., SOUQUET, J.M., BES, M. y CHEYNIER, V. (2006). Effect of flash release treatment on phenolic extraction and wine composition. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 54: 4270-4276.
- MORENO-JIMÉNEZ, J.M.; AGUARON, J.; CANO, F.J. y ESCOBAR, M.T. (1998). Validez, Robustez y Estabilidad en Decisión Multicriterio. Análisis de Sensibilidad en el Proceso Analítico Jerárquico. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Vol. 92(4), 387-397.
- MORENO-JIMÉNEZ, J.M.; AGUARÓN, J. y ESCOBAR, M.T. (2001): Metodología científica en valoración y selección ambiental. Pesquisa Operacional, *Revista de la Sociedad Brasileña de Investigación Operativa*. Vol. 21, No. 1, p. 1-16.
- MORENO-JIMÉNEZ, J.M. y MATA, E.J. (1992). Nuevos sistemas informáticos de ayuda a la decisión. Sistemas Decisionales Integrales. *Actas de la V Reunión ASEPELT-España, Granada*, Vol. 2: 529-538.
- MORENO-JIMÉNEZ, J.M. y MATA, E.J. (2002). El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones. Toma de decisiones con criterios múltiples. RECT@ Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA 1 (1), 21-53
- OBREQUE-SLIER, E.; LÓPEZ-SOLÍS, R.; PEÑA-NEIRA, A. y ZAMORA-MARÍN, F. (2010). Tannin-protein interaction is more closely associated with astringency than tannin-protein precipitation: experience with two oenological tannins and a gelatin. *Int. J. Food Sci. Technol.*, Vol. 45: 2629-2636.
- OJEDA H. (1999) Influence de la contrainte hydrique sur la croissance du péricarpe et sur l'évolution des phenols des baies de raisins (*Vitis vinifera* L.) cv. Syrah. Thèse de Doctorat Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier.
- OTÍN, N. (2006). Caracterización química del aroma de vinos de alta calidad. Contribución al análisis y caracterización de importantes aromas tiólicos del vino. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza
- OLIVIERI, C., SALGUES, N. (1981). Matières colorantes et facteurs d'extraction. *Progress Agricole et Viticole*, Vol. 98 (11): 511-513.
- OKUBO, K.; GOTO-YAMAMOTO, N.; OKAZAKI, N. (2003). Effect of prefermentative cold soak on extraction of anthocyanin during red wine making. *Nippon Jozo Kyokaiishi*, Vol. 98: 193-200.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. (2009) Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis; *OIV: Paris, France*; Vol. 1

OUGH, C.S., BAKER, G.A. (1961). Small panel sensory evaluation of wines by scoring. *Hilgardia*, Vol. 30 (19): 587-619.

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, F., NAVARRO, F. (1994). Evolución de los compuestos fenólicos de vinos tintos obtenidos con diferente tiempo de maceración. *Viticultura/Enología Profesional*. Vol. 34: 51-59.

PARENTI, A.; SPUGNOLI, P.; CALAMAI, L.; FERRARI, S.; GORI, C. (2004). Effects of cold maceration on red wine quality from Tuscan Sangiovesi grape. *Eur. J. Food Res. Technol*, Vol. 218: 360-366.

PARLEY, A. (1997). The effect of pre-fermentation enzyme maceration on extraction and color stability in Pinot Noir wines. *Thesis of Master of Applied Science. Lincoln University. New Zeland*.

PARR, W.V., GREEN, J.A.; WHITE, K.G., y SHERLOCK, R.R. (2007). The distinctive flavour of New Zealand Sauvignon Blanc: Sensory characterisation by wine professionals. *Food Quality and Preference*, Vol. 18(6): 849-861.

PEREZ-MAGARINO, S. y GONZALEZ-SAN JOSE, M.L. (2004). Evolution of flavanols, anthocyanins, and their derivatives during the aging of red wines elaborated from grapes harvested at different stages of ripening. *J. Agric. Food Chem*. Vol. 52: 1181-1189.

PEYNAUD, E., BLOUIN, J. (2002). *El gusto del vino* (2ª edición). *Ediciones Mundi Prensa (Madrid)*.

PEYNAUD, E. (1996). *Enología práctica. Conocimiento y elaboración de vino*. Tercera edición, *Reimpresión. Ediciones Mundi-Prensa*.

PHILIP, T. (1974). An anthocyanins recovery system from grape wastes. *J. Food Sci*. Vol. 39: 859-860.

PINELO, M.; ARNOUS, A.; MEYER, A.S. (2006) Upgrading of grape skins: significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. *Trends Food Sci. Technol.*, Vol.17, 579-590.

PIQUERAS, J. (1986). Historia y guía de los vinos Valencianos. *Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura i Pesca*.

RAZUNGLES A. (2006). Vinification traditionnelle en rouge. *Revue française d'œnologie*. Vol. 216 : 1-10.

REYNOLDS, A., CLIFF., M., GIRARD, B. y KOPP, T.G. (2001). Influence of fermentation temperature on composition and sensory properties of Semillon and Shiraz wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 52(3): 235-240.

RIBEREAU 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.

RIBEREAU-GAYON P.; DUBOURDIEU D.; LONVAUD A.; DONECHE B.; 2004. *Tratado de enología, Tomo 1: Microbiología del vino*. Paris: *Dunod*. 651 p

RIBÉREAU–GAYON, P. (1998).*Traité d'Oenologie. 2–Chimie du vin. Stabilisation et traitements*.éditions *La Vigne*. Paris.1998.

RICARDO DA SILVA, J.M.; CHEYNIER, V.; SAMSOM, A.; BOURZEIX, M., (1993). Effect of pomace contact, carbonic maceration, and hyperoxidation on the procyanidin composition of Grenache wines. *Am J. En. Vit*, Vol. 44: 168-172.

RIVAS-GONZALO, J.C.; BRAVO-HARO, S. y SANTOS-BUELGA, C. (1995). Detection of compounds formed through the reaction of malvidin 3-monoglucoside and catechin in the presence of acetaldehyde. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 43:1444-1449.

RODRÍGUEZ VILLA, J.C. (2000). Buenos vinos: comencemos por la uva madura. *Viticultura- Enología Profesional*. Vol. 66: 6-11.

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*. *Phytochen*. Vol. 16: 1171-1175.

SAATY, T.L. (1997). *Toma De Decisiones Para Líderes: El proceso analítico jerárquico la toma de decisiones en un mundo complejo*. Pittsburgh: RWS Publications.

SAATY, T.L. (1994): *Fundamentals of Decision Making*. RSW Publications.

SAATY, R W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical modeling. Pergamon Journals Ltd. Mathl Modelling*, Vol. 9, No. 3-5, pp. 161-176

SAATY, T.L. (1980): *The Analytic Hierarchy Process*. *McGraw-Hill*, New York.

SACCHI, K.L.; BISSON, L.F.; ADAMS, D.O. (2005) A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 56: 197-206.

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. Universidad Politécnica de Valencia*

SÁNCHEZ N, (2008) Influencia de diferentes factores agrológicos y tecnológicos sobre la mejora de la calidad de los vinos tintos de Bobal, *Tesis doctoral, UPV.*

SAWARAGI Y., NAKAMORI Y. (1992). Shinayakana Systems Approach in Modeling and Decision Support. *Proceedings of the 10th International Conference on Multiple Criteria Decision Making Taipei*, Vol. 1. : 77-87.

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.

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

SOUQUET, J.M.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. (2000). Les proanthocyanidines du raisin. *Bull. OIV.* Vol. 73: 601-609.

TIAT, VANESSA HO KON ; SEBASTIAN, PATRICK ; NADEAU, JEAN – PIERRE (2008) Multicriteria-oriented preliminary design of a flash evaporation process for cooling in the wine-making process, *Journal of Food Engineering*, April, 2008, Vol.85(4): 491(18)

TONIETTO, J., CARBONNEAU, A. (2004). A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and forest meteorology*, Vol. 124(1): 81-97.

TOSKANO HURTADO, GÉRAR BRUNO. (2005) El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como Herramienta en la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores: Aplicación en la Selección del Proveedor para la Empresa Gráfica MYE S.R.L. *LIMA 2005*

VACHNADZE, R. G., VACHNADZE, MARKOZASHVILI, N. I. (1987). Some applications of the analytic hierarchy process. *Mathematical modelling*, Vol. 9(3): 185-191.

VIDAL, S.; FRANCIS, I. L.; GUYOT, S.; MAMET, N.; KWIATKOWSKI, M.; GAWEL, R.; CHEYNIER, V.; WATERS, E.;(2003). "The mouth-feel properties of grape and apple proanthocyanidins in a wine-like medium". *J. Sci. Food Agric.* Vol. 83: 564-573.

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. Viticultura y Enología Profesional*, Vol. 25: 25-28.

VITI-NET. Vinifications - Le pigeage : à pratiquer selon l'état de la vendange. Disponible en http://www.viti-net.com/vigne_vin/article. Consultado el 27.08.2013.

VIVAS N.; SAINT-CRICQ DE GAULEJAC N. (1998) Maturation définition et contrôles. Composés phénoliques. *Journée technique. Cinquantenaire ITV France. Gaillac, 8 Juillet 1998. Gaillac Cedex : ITV.* .

VIVAS, N.; GLORIES, Y.; LAGUNE, L. y SAUCIER, C. (1994). Estimation du degré de polymerisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au p-dimethylaminocinnamaldehyde. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, Vol. 28 (4): 319-336.

VIVAS , N., GALVI N, C., CHABOT, P. (1992). La maîtrise de la macération dans la production de vins rouges de qualité. *Progrès Agricole et Viticole*. 109, Vol. 4: 79-88.

ZAMORA MARÍN, F. (2003). Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. Mundi Prensa. AMV.

ZAMORA, F. (2005). El "délestage"; una técnica muy útil para la elaboración de vinos tintos. *Enólogos* Vol. 37 : 28-31

ZOECKLEIN, B., HODSON, E., MCCARTHY, B., VILLIENT, K. (2003). Effect of delestage on Merlot wine quality. *Abstracts for the ASEV Eastern Section 27th Annual meeting. Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 54(2):139.

WATERHOUSE, A. L., KENNEDY, J.A., (2009). Analysis of pigmented high-molecular-mass grape phenolics using ion-pair, normal-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*. Vol. 866 (1): 25-34

WIGHTMAN, J.D.; PRICE, S.F.; WATSON, B.T. Y WROLSTAD, R.E. (1997). Some effects of processing enzymes on anthocyanins and phenolics in Pinot Noir and Cabernet Sauvignon wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 48 (1): 39-48.