



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERIA AGRONÓMICA
Y DEL MEDIO NATURAL

ESTUDIO DEL EFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS EN LA ESTABILIDAD DE LOS VINOS

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN GESTIÓN Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Presentado por:

Giustino TRIBUZI

Dirigido por:

Dra. Inmaculada Álvarez Cano

Valencia, Septiembre de 2012

ESTUDIO DEL EFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS EN LA ESTABILIDAD DE LOS VINOS

Tribuzi, G.; Alvarez Cano, I.

RESUMEN

En el presente trabajo se ha estudiado el efecto de distintos métodos de estabilización sobre los parámetros físico-químicos y sensoriales de vinos procedentes de uvas blancas y tintas de Utiel-Requena (Comunidad Valenciana). Para ello se sometieron los vinos a diferentes tratamientos de estabilización (estabilización por frío, levaduras inertes con β -glucanasa, manoproteínas, ácido metatátrico y carboximetilcelulosas de sodio), analizándose su composición físico-química (acidez total, pH, intensidad colorante, turbidez, inestabilidad proteica, inestabilidad tartárica, polifenoles totales y concentración total de antocianos) a los 15 días y a los 6 meses de realizar los tratamientos. Además, para evaluar el efecto de estos tratamientos en las características organolépticas, se efectuó un análisis sensorial de los vinos, a los 6 meses de tratados. Todos los tratamientos consiguieron la estabilidad tartárica de los vinos, el tratamiento por frío también ocasionó la estabilidad proteica del vino blanco, pero dio lugar a la mayor pérdida de acidez y de compuestos polifenólicos. Las carboximetilcelulosas incrementaron la turbidez, pero fueron los tratamientos mejor valorados organolépticamente y los que menor descenso de polifenoles ocasionaron. Las manoproteínas y las levaduras inertes con β -glucanasa presentan una acción intermedia entre las carboximetilcelulosas y la estabilización por frío, presentando estos tratamientos una interesante alternativa a los métodos clásicos de estabilización tartárica, sobretudo en vinos destinados a crianza, donde es deseable conseguir la estabilización con las mínimas pérdidas de componentes.

RESUM

En el present treball s'ha estudiat l'efecte de distints mètodes d'estabilització sobre els paràmetres fisicoquímics i sensorials de vins procedents de raïms blanc i tintes d'Utiel-Requena (Comunitat Valenciana). Per a això es van sotmetre els vins a diferents tractaments d'estabilització (estabilizació per fred, rents inerts amb β -glucanasa, manoproteïnes, àcid metatàtric i carboximetilcelulosas de sodi), analitzant-se la seua composició fisicoquímica (acidesa total, pH, intensitat colorant, turbideu, inestabilitat proteïca, inestabilitat tartàrica, polifenoles totals i concentració total d'antocianos) als 15 dies i als 6 mesos de realitzar els tractaments. A més, per a avaluar l'efecte d'estos tractaments en les característiques organolèptiques, es va efectuar una anàlisi sensorial dels vins, als 6 mesos de tractats. Tots els tractaments van aconseguir l'estabilitat tartàrica dels vins, el tractament per fred també va ocasionar l'estabilitat proteïca del vi blanc, però va donar lloc a la major pèrdua d'acidesa i de compostos

polifenólicos. Les carboximetilcelulosas van incrementar la turbidez, però van ser els tractaments millor valorats organolèpticament i els que menor descens de polifenoles van ocasionar. Les manoproteínas i els rents inerts amb β -glucanasa presenten una acció intermèdia entre les carboximetilcelulosas i l'estabilització per fred, presentant estos tractaments una interessant alternativa als mètodes clàssics d'estabilització tartàrica, sobretot en vins destinats a criança, on és desitjable aconseguir l'estabilització amb les mínimes pèrdues de components.

ABSTRACT

In this paper was studied the effect of different stabilization methods upon the physicochemical and sensorial parameters of wines proceeding from white and red grapes of the Utiel-Requena D.O. (Comunidad Valenciana). With this aim, the wines were submitted to different stabilization treatments (cold stabilization, metatartaric acid, inert yeasts with β -glucanase, mannoproteins and sodium carboxymethylcellulose) analyzing their physicochemical composition (total acidity, pH, color intensity, turbidity, protein instability, tartaric instability, total polyphenols and anthocyanin total concentration). Furthermore, a sensorial analysis of the treated wine after 6 months of the treatments was done to evaluate the effect of these treatments on the wines' organoleptic characteristics. All treatments allow the tartaric stabilization of wines. The cold stabilization allows the protein stabilization in the white wine but it caused more loss of acidity and polyphenol compounds. The carboxymethylcelluloses increased the turbidity but it obtained a higher score in the sensorial evaluation and the lowest decreasing of the polyphenol compounds. The mannoproteins and the inert yeasts with β -glucanase showed an intermediate action among the carboxymethylcelluloses and the cold stabilization. These treatments presented an interesting alternative to the traditional tartaric stabilization methods, especially in wines designated to aging, where the tartaric stabilization must be reached with low loss of components.

PALABRAS CLAVE: vino, estabilización tartárica, carboximetilcelulosa, manoproteínas, levaduras inertes, ácido metatartárico, parámetros físico-químicos, análisis sensorial.

1. INTRODUCCIÓN

La obtención de la estabilidad tartárica es una problemática específica del sector vinícola, debido a la riqueza de las uvas en ácido tartárico y en sales de potasio y calcio, que pueden precipitar en ciertas condiciones físico-químicas y termodinámicas (Moutounet *et al.*, 2010).

La estabilización tartárica es un proceso de gran transcendencia en la elaboración de los vinos, dada la influencia que eventuales precipitaciones tienen en la percepción de los consumidores. La presencia de cristales de tartrato puede ser interpretada como un defecto, ya que modifica la percepción organoléptica y altera la limpidez de los vinos, criterio que debe darse a lo largo de todo el periodo de comercialización, hasta el momento del consumo. Para evitar esta problemática, se ha de realizar en los vinos un adecuado tratamiento de estabilización, que impida la formación de dichos depósitos en los vinos comercializados (Jackson, 2008; Flanzy *et al.*, 2000).

El ácido tartárico, en presencia de los iones potasio y calcio, forma distintas sales, tales como el bitartrato potásico (KHT), tartrato neutro de potasio, tartrato neutro de calcio, tartrato doble de potasio y calcio y, con el ácido málico, el malotartrato de calcio. El KHT es el más abundante entre estas sales y tiene la característica de ser poco soluble en soluciones hidroalcohólicas conservadas a bajas temperaturas, pH débilmente ácidos y en presencia de núcleos de cristalización. Estas condiciones, muy frecuentes en los vinos, son las responsables de que aquellos vinos que no son debidamente estabilizados, durante el almacenamiento precipiten el KHT en forma de depósitos cristalinos o amorfos.

Según Villena y Lozano-Nieto (2011), las estrategias para estabilizar tartáricamente los vinos pueden consistir en sistemas que insolubilizan y eliminan los tartratos (tratamientos por frío y osmosis inversa), sistemas que eliminan los cationes K y Ca, responsables de las precipitaciones tartáricas (ácido racémico, electrodiálisis e intercambio catiónico), y sistemas que impiden las precipitaciones tartáricas (tratamientos por calor, ácido meta tartárico, carboximetilcelulosa, manoproteínas, levaduras inertes).

Los métodos comúnmente utilizados en las bodegas varían dependiendo de las características específicas de los vinos, del precio que adquieran en el mercado, y también de los recursos económicos de la empresa.

El método más utilizado para conseguir la estabilidad tartárica de los vinos es la estabilización por frío. Esta técnica consiste en enfriar el vino a temperaturas próximas a su punto de congelación (estabilización clásica o de larga duración), produciéndose una mayor insolubilización del KHT cuanto más baja sea la temperatura, o bien utilizando microcristales de bitartrato como núcleos de cristalización durante el enfriamiento (estabilización por contacto o de corta duración). Este método permite una estabilización definitiva, de los vinos, debida a la drástica eliminación del KHT. Por el contrario, es un método relativamente caro (infraestructura y energía) y provoca cambios organolépticos sobre todo por la afinidad de los cristales de KHT por la materia colorante, y por otros coloides importantes para el equilibrio coloidal de los vinos. Otros métodos físicos como la electrodiálisis, el intercambio iónico y la osmosis inversa, se encuentran

menos difundidos debido principalmente a los elevados costes del equipo, a su mantenimiento y complejidad.

El ácido metatartárico es actualmente el producto químico más utilizado en la estabilización tartárica de los vinos. Esta sustancia es fuertemente higroscópica y con una estructura no definida, y se produce por esterificación parcial de las funciones ácidas y alcohólicas del ácido tartárico, en condiciones de alta temperatura y ligero vacío. La capacidad de inhibición de las cristalizaciones depende del grado de esterificación medio de sus funciones ácidas (Ribéreau-Gayón *et al.*, 2004). El mecanismo de inhibición sobre los tartratos del vino se explica por la capacidad de esta sustancia de formar alrededor de los núcleos de cristalización una barrera, impidiendo la aproximación de las moléculas de KHT y debido a ello el crecimiento de los cristales. Pero esta acción inhibitoria de la formación y del crecimiento de los cristales es limitada en el tiempo, debido a la tendencia de este ácido a hidrolizarse lentamente a la temperatura habitual de almacenamiento, formándose nuevamente ácido tartárico, que puede precipitar. Debido a ello, el ácido metatartárico es recomendado solo en vinos de rápido consumo.

Recientemente, la Comunidad Europea en los reglamentos CE 606/2009, CE 2165/2005 y CE 479/2008, ha permitido y reglamentado la utilización de, respectivamente, carboximetilcelulosa de Na, manoproteínas y levaduras inertes, para la estabilización tartárica de los vinos.

En este contexto surge la necesidad de investigar la eficacia de estas sustancias como sistemas de estabilización tartárica, con la finalidad de ofrecer alternativas viables a los métodos físicos usados en la actualidad, y a la utilización del ácido metatartárico.

La carboximetilcelulosa de Na (CMC) es un éter de celulosa cuya estructura polimérica le confiere un efecto de coloide protector. Esta sustancia es obtenida por esterificación de las funciones alcohólicas primarias de las unidades glucopiranosídicas enlazadas con enlaces esterosídicos 1-4 de tipo β . Por ello, las propiedades de las CMC están relacionadas con el grado de esterificación de las funciones alcohólicas y con el grado de polimerización, es decir, con el número de unidades de glucopiranososa por molécula de polímero, que determina su viscosidad. Los estudios de la utilización de las CMC como inhibidores de las precipitaciones tartáricas (Crachereau *et al.*, 2001; Gerbaud *et al.*, 1997; Lubbers *et al.*, 1993; Asvany, 1986), demuestran, además del efecto inhibitorio sobre la cristalización del KHT, su estabilidad en el tiempo, la ausencia de toxicidad (Tusseau, 2009), la escasa retención de aromas y el buen comportamiento organoléptico en los vinos blancos (Tusseau, 2009; Moutounet *et al.*, 1999; Gerbaud, 1997). Algunos estudios indican que la utilización de CMC en los vinos tintos no tiene gran interés, ya que aunque las CMC presenten siempre acción inhibitoria sobre las precipitaciones tartáricas, la eficacia es menor en los vinos tintos debido a su compleja estructura coloidal, no siendo eficaz para la estabilización de vinos fuertemente inestables. Otros trabajos también ponen en evidencia que la CMC, al reaccionar con los compuestos fenólicos formando agregados intermoleculares, aumentan la turbidez de los vinos, disminuyen la intensidad colorante y pierden parte del efecto inhibitorio (Moutounet, 2010; Moutounet *et al.*, 2010).

Las manoproteínas (MP) son proteoglicanos con un 5-20% de parte peptídica y un 80-95% de cadenas del manosa. Constituyen el 25-50% de la pared celular de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y se liberan durante la fase de crecimiento activo de las células y después de la muerte celular (López-Cordón, 2010; Diez *et al.*, 2010). El método de obtención de las MP influye sobre su actividad estabilizante. Se ha demostrado que las MP obtenidas por tratamiento enzimático a partir de las células de levadura, tienen un elevado efecto estabilizador (Dubourdieu y Moine-Ledoux, 1994), mientras que las MP extraídas con calor pierden esta capacidad (Dubourdieu y Moine-Ledoux, 1996). Varios estudios demuestran que las MP inhiben la precipitación tártrica (Moine-Ledoux *et al.*, 1997; Lubbers *et al.*, 1997) con un efecto que podría deberse a una inhibición competitiva, que limita la formación de cristales, impidiendo la nucleación. Además, las MP dificultan la quiebra proteica y las precipitaciones de materia colorante (Saucier *et al.*, 1996), interaccionan con los compuestos aromáticos reteniéndolos en los vinos (Lubbers *et al.*, 1993) y contribuyen a mejorar las características organolépticas, incrementando la untuosidad y el volumen en la boca, modulando así la sensación tánica de los vinos (Vidal *et al.*, 2004; Lubbers *et al.*, 1993). También existen en el mercado preparados de levaduras inertes con β -gluconasa (LI), que se degradan desprendiendo manoproteínas con efecto inhibitor sobre las precipitaciones tartáricas, pero que debido a la presencia de paredes de levaduras, vitaminas y minerales, pueden ocasionar problemas de turbidez y depósitos. Las LI poseen, gracias a su elevado poder adsorbente, una interesante característica con relación a la seguridad alimentaria del vino, dado que consiguen reducir hasta en un 70% el contenido de Ocratoxina A (García-Moruno *et al.*, 2005; Ringot *et al.*, 2005), así como el contenido de aminas biógenas, pesticidas y agentes antiespumantes (Pozo-Bayón *et al.*, 2010).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el impacto de diferentes métodos de estabilización tartárica sobre diferentes parámetros físico-químicos y organolépticos de dos vinos procedentes de uvas de la Denominación de Origen Utiel-Requena (Comunidad Valenciana), analizados al cabo de 15 días y 6 meses de aplicarse los tratamientos de estabilización.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materia prima

Los vinos utilizados en el estudio fueron elaborados con uvas de la variedad Riesling (blanco) y Tempranillo (tinto), procedentes de Utiel-Requena. Las uvas fueron vendimiadas el 20 (Riesling) y el 27 (Tempranillo) de septiembre de 2010. La fermentación se realizó siguiendo los protocolos habituales, y al cabo de un mes de la conclusión del proceso fermentativo, los vinos fueron clarificados con gelatina y filtrados mediante un filtro de tierras de permeabilidad intermedia, determinándose seguidamente su composición. A continuación, los vinos fueron sometidos a los distintos protocolos de estabilización, embotellados y conservados a 15°C para los sucesivos análisis (al cabo de 15 días y a los 6 meses).

Los protocolos de estabilización utilizados fueron los siguientes (Tabla1). Los productos utilizados se encuentran en el mercado, y proceden de distintos proveedores (Laffort, Agrovin, Enartis, Martín Vialatte, AEB, DSM).

TABLA 1. Protocolos de estabilización tartárica con dosis y código vino.

TRATAMIENTO	DOSIS (g/hL)	VINO
Estabilización en frío a 0 °C 15 días	-	1
Levaduras inertes + β -glucanasas	15	2
	30	3
Manoproteínas A (Mannoplus)	15	4
	30	5
Manoproteínas B (Stab CLK)	15	6
	30	7
Manoproteínas C (Mannostab)	15	8
	30	9
Ácido metatártico (AMT Plus)	15	10
	30	11
Carboximetilcelulosa A (Cristal GC)	5	12
	10	13
Carboximetilcelulosa B (Cellogum L)	5	14
	10	15
Carboximetilcelulosa C (Cellogum MIX)	5	16
	10	17

2.2. Determinaciones analíticas

Se determinó la composición físico-química de los vinos recién elaborados, a los 15 días y a los 6 meses de aplicados los tratamientos. Se analizaron los parámetros acidez total, pH, intensidad colorante, turbidez, inestabilidad proteica, inestabilidad tartárica, polifenoles totales y concentración total de antocianos, todos ellos por triplicado.

La acidez total se determinó por valoración del vino con una solución titulada de NaOH 0,1 N hasta pH 8,2 (CEE, 1990). Los resultados se expresaron en gramos de ácido tartárico por litro.

El pH se midió directamente en los vinos a 20 °C con un pH-metro Crisón GLP-21 (Crison Instruments S.A., Alella, Barcelona, España) con electrodo de vidrio combinado (CEE, 1990).

Para las determinaciones de intensidad colorante, polifenoles totales y antocianos totales, los vinos han sido previamente centrifugados 15 min a 4000 rpm con el objetivo de precipitar partículas en suspensión que podrían interferir en las medidas de absorbancia.

Para la determinación de la intensidad colorante (IC), se midió la absorbancia de los vinos en un espectrofotómetro V-630 (Jasco Inc., Easton, MD, EEUU) en multilongitud de onda (420, 520 y 620 nm) según el método descrito por Glories (1978). La intensidad colorante se calculó sumando las tres absorbancias obtenidas.

El índice de polifenoles totales (I.P.T.) se determinó por lectura directa del vino a densidad óptica de 280 nm en cubeta de cuarzo, según el método descrito por Ribéreau-Gayón (1970).

La concentración total de antocianos se determinó por el método de decoloración con SO₂ descrito por Ribéreau-Gayón (1965). En este método se determinan exclusivamente los antocianos que se encuentran en estado coloreado en los vinos, y que son susceptibles de ser decolorados por el anhídrido sulfuroso. Esta fracción de antocianos es la más abundante en los vinos y depende directamente del pH.

La turbidez se determinó utilizando un turbidímetro HI 93703-C (Hanna Instruments S.L., Guipúzcoa, España), expresando los resultados en NTU-Nephelometric Turbidity Unit (O.I.V., 2009).

La inestabilidad tartárica (DIT%) fue calculada como porcentaje de la diferencia de la conductividad del vino a 0 °C antes y después de la adición de bitartrato potásico. Las determinaciones se realizaron en un criostato con conductímetro acoplado (Vinipal - Filtros e tratamientos térmicos de vinos, Lda. Porto, Portugal) a 0 °C, definiendo el punto final de conductividad en el cual el vino es estable (Boulton *et al.*, 1996).

La estabilidad proteica se determinó por el método del calentamiento, que valora la diferencia de turbidez, medida con el turbidímetro, antes y después del proceso de calentamiento en baño maría a 80 °C durante 30 minutos (Ribéreau-Gayón *et al.*, 2004).

2.3. Análisis sensorial

Con el objetivo de evaluar los efectos de los tratamientos de estabilización tartárica sobre las características organolépticas de los vinos, se efectuó un análisis sensorial a los 6 meses de aplicados éstos.

Seis catadores entrenados evaluaron las características sensoriales de los vinos siguiendo los siguientes criterios:

- Riesling: Color, Aroma (Intensidad y Calidad), Gusto (Amargor, Suavidad/Untuosidad, Calidad) y Evaluación Global.
- Tempranillo: Color, Aroma (Intensidad y Calidad), Gusto (Amargor, Estructura, Calidad) y Evaluación Global.

Todos los criterios excepto el amargor, fueron evaluados asignando, a cada uno, una nota de 1 a 7 (1- Inaceptable, 2- Deficiente, 3- Regular, 4- Aceptable, 5- Bueno, 6- Muy bueno, 7- Excelente). El amargor fue evaluado con una nota de 1 a 5 (1- Muy amargo, 2- Amargo, 3- Ligeramente, 4- poco amargo, 5- Sin amargor).

2.4. Análisis estadístico

Se llevó a cabo un ANOVA simple para comprobar si existían diferencias significativas entre tratamientos, considerando conjuntamente aquellos tratamientos que presentan el mismo mecanismo de acción, considerándose los vinos estabilizados por frío, los tratados con levaduras LI + MP, ácido metatartárico y CMC. Para el análisis sensorial se realizó un análisis de varianza multifactorial tomando como factores el tipo de tratamiento y la dosis utilizada, teniendo en cuenta la interacción entre ambos. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statgraphics Plus 5.1 (Manugistics Inc., Rockville, MD, USA).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se recoge la composición inicial de los vinos de Riesling y Tempranillo, antes de la aplicación de los tratamientos de estabilización. Los vinos elaborados muestran un grado de inestabilidad tartárica moderado (DIT%), pero susceptible de ocasionar problemas de precipitaciones, que justifican la aplicación de tratamientos de estabilización (Moutonnet, 2010).

TABLA 2. Valores medios y desviaciones estándar de los parámetros determinados inicialmente en los vinos de Riesling y Tempranillo.

	RIESLING	TEMPRANILLO
Acidez Total (g/L)	6.88± 0.13	5.60 ± 0.09
Acidez volátil (g/L)	0.54 ± 0.05	0.58 ± 0.07
pH	3.28 ± 0.02	3.77 ± 0.03
Turbidez (NTU)	0.63 ± 0.19	6.36 ± 0.85
Turbidez después de calent. (NTU)	9.08 ± 0.67	8.29 ± 1.12
DIT (%)	12.63 ± 0.32	9.87 ± 0.21
Grado alcohólico	13.5 ± 0.22	12.80 ± 0.12
Azúcares residuales (g/L)	1.15 ± 0.09	2.11 ± 0.11
SO ₂ total (mg/L)	37.12 ± 2.45	25.6 ± 1.78
SO ₂ libre (mg/L)	5.12± 0.98	11.52 ± 1.15
Intensidad Colorante	-	11.78 ± 0.06
Índice de Polifenoles Totales	-	70.96 ± 0.18
Antocianos Totales (mg/L)	-	859.54 ± 2.68

La acidez total de los vinos de Riesling no se ve afectada de forma inmediata por los tratamientos de estabilización realizados; en cambio, a los seis meses es significativamente inferior en los vinos estabilizados por frío, presentando estos vinos un pH superior a los sometidos a los otros tratamientos de estabilización (Tabla 3).

TABLA 3. Valores medios de acidez total y pH en los vinos de Riesling a los 15 días y 6 meses.

TRATAMIENTO	VINO	DOSIS g/hL	Acidez Total				pH			
			15 días		6 meses		15 días		6 meses	
Estabilización en frío	1	-	6.80	6.80± 0.0a	4.61	4.61± 0.0a	3.28	3.28± 0.0a	3.55	3.55± 0,0 b
Levaduras inertes + β-glucanasas	2	15	6.80		4.91		3.28		3.51	
	3	30	6.90		4.69		3.28		3.51	
Manoproteínas A	4	15	6.80		4.88		3.28		3.51	
	5	30	6.90	6.85±	4.73	4.81±	3.29	3.28±	3.51	3.52±
Manoproteínas B	6	15	6.90	0.53a	4.84	0.08b	3.27	0.01a	3.54	0.01a
	7	30	6.90		4.80		3.28		3.51	
Manoproteínas C	8	15	6.80		4.76		3.29		3.53	
	9	30	6.80		4.84		3.28		3.52	
Ácido metatátrico	10	15	6.57	6.62±	4.61	4.67±	3.41	3.40±	3.55	3.53±
	11	30	6.66	0.06a	4.73	0.08ab	3.39	0.01b	3.51	0.03ab
Carboximetilcelulosa A	12	5	6.77		4.69		3.40		3.51	
	13	10	6.77		4.76		3.41		3.51	
Carboximetilcelulosa B	14	5	6.86	6.83±	4.73	4.74±	3.41	3.40	3.52	3.51 ±
	15	10	6.86	0.05a	4.73	0.06ab	3.40	0.01b	3.51	0.01a
Carboximetilcelulosa C	16	5	6.86		4.69		3.40		3.50	
	17	10	6.86		4.84		3.40		3.53	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

La Tabla 4 muestra el efecto de los tratamientos de estabilización en la acidez total y pH de los vinos de Tempranillo. Podemos observar la disminución de la acidez total y el incremento del pH ocasionado por el tratamiento en frío, tal como pudimos apreciar en los vinos de Riesling.

TABLA 4. Valores medios de acidez total y pH en los vinos de Tempranillo a los 15 días y 6 meses.

TRATAMIENTO	VINO	DOSIS g/hL	Acidez Total				pH			
			15 días		6 meses		15 días		6 meses	
Estabilización en frío	1	-	5,50	5.50± 0.0ab	4.16	4.16± 0,0a	3,77	3.77± 0.0a	3.88	3.88± 0.0b
Levaduras inertes + β-glucanasas	2	15	5.50		4.69		3.77		3.84	
	3	30	5.50		4.65		3.76		3.82	
Manoproteínas A	4	15	5.50		4.61		3.77		3.86	
	5	30	5.60	5.54±	4.58	4.64±	3.72	3.73±	3.82	3.84±
Manoproteínas B	6	15	5.60	0.07b	4.61	0.04b	3.71	0.03a	3.87	0.02a
	7	30	5.60		4.69		3.71		3.81	
Manoproteínas C	8	15	5.40		4.61		3.71		3.86	
	9	30	5.60		4.69		3.71		3.86	
Ácido metatátrico	10	15	5.42	5.42±	4.69	4.75±	3.76	3.76±	3.83	3.84±
	11	30	5.42	0.0a	4.80	0.08b	3.75	0.01a	3.84	0.01a
Carboximetilcelulosa A	12	5	5.42		4.61		3.76		3.86	
	13	10	5.42		4.65		3.75		3.85	
Carboximetilcelulosa B	14	5	5.42	5.42±	4.73	4.68±	3.78	3.75±	3.88	3.86±
	15	10	5.42	0.0a	4.61	0.09b	3.74	0.02a	3.86	0.01ab
Carboximetilcelulosa C	16	5	5.42		4.84		3.74		3.84	
	17	10	5.42		4.65		3.74		3.87	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

En las tablas 5 y 6 se observa el efecto de los tratamientos realizados en la estabilización proteica de los vinos, expresada en porcentaje de variación de la turbidez antes y después del calentamiento.

TABLA 5. Valores medios de turbidez antes y después de la aplicación de calor en los vinos de Riesling a los 15 días y 6 meses (NTU).

TRATAMIENTO	VINO	DOSIS g/hL	Turbidez a los 15 días				Turbidez a los 6 meses			
			A	D	% Variación		A	D	% Variación	
Estabilización en frío	1	-	0.63	9.08	8.45	8.45± 0.62a	0.03	0.34	0.31	0.31± 0.02a
Levaduras inertes+ β-glucanasas	2	15	1.99	11.38	9.39		0.06	4.25	4.19	
	3	30	0.60	12.28	11.68		0.03	4.45	4.42	
Manoproteínas A	4	15	2.05	14.07	12.02		0.01	5.37	5.36	
	5	30	3.42	16.72	13.30	11.60±	1.14	7.45	6.32	6.27±
Manoproteínas B	6	15	1.13	11.58	10.45	2.17a	0.00	6.08	6.08	2.04b
	7	30	2.23	17.87	15.64		0.16	9.14	8.98	
Manoproteínas C	8	15	3.67	15.2	11.53		0.36	5.46	5.10	
	9	30	5.24	14.09	8.85		0.02	9.73	9.71	
Ácido metatátrico	10	15	0.91	26.03	25.12	29.44±	0.00	7.96	7.96	8.35±
	11	30	0.73	34.49	33.76	6.10b	0.08	8.83	8.75	0.55bc
Carboximetilcelulosa A	12	5	0.90	31.76	30.86		0.03	10.22	10.19	
	13	10	0.98	33.77	32.79		0.07	13.23	13.16	
Carboximetilcelulosa B	14	5	0.85	34	33.15	35.16±	0.09	10.29	10.20	14.19±
	15	10	0.86	34.64	33.78	4.02c	0.09	17.34	17.25	3.69c
Carboximetilcelulosa C	16	5	0.57	41.16	40.59		0.04	15.22	15.18	
	17	10	0.98	40.78	39.80		0.05	19.24	19.20	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

Tal como se puede observar, los vinos de Riesling incrementan significativamente su turbidez con el calentamiento. Dubourdieu *et al.* (1988) y Moine-Ledoux y Dubourdieu (1999) establecen que para ser considerados proteicamente estables, los vinos, tienen que presentar una variación de la turbidez antes y después del calentamiento inferior a 2 NTU, por lo que podríamos establecer que ninguno de los tratamientos aplicados al vino blanco ha conseguido su estabilidad proteica inicial. A los 6 meses, en cambio, los vinos que han sido estabulados en frío se pueden considerar proteicamente estables, mientras que el resto de los vinos incrementa su turbidez con el calentamiento, correspondiendo el mayor incremento a los tratados con carboximetilcelulosa, quizás debido a la reacción de la CMC con los compuestos fenólicos, formando agregados intermoleculares que pueden ocasionar turbidez (Moutounet, 2010).

En la tabla 6 podemos observar el comportamiento de los vinos de Tempranillo. Hay que destacar el importante incremento de la turbidez que tiene lugar en estos vinos al adicionarles los compuestos estudiados, sobre todo con la CMC, ocasionada por su reacción con la elevada concentración fenólica de los vinos. En cambio, a diferencia de lo observado en los vinos blancos, el calentamiento no incrementa prácticamente la turbidez, lo que pone de manifiesto que estos vinos son estables proteicamente, tal como sucede a los seis meses de conservación. Los taninos de los vinos reaccionan con las proteínas ocasionando su precipitación, por ello los vinos tintos con suficiente concentración de taninos suelen ser proteicamente estables. Este hecho, junto con la ausencia de estabilización proteica observada al añadir estos compuestos a los vinos blancos, puede inducirnos a pensar que la estabilidad proteica es debida a la presencia de taninos y no a la acción de los compuestos ensayados.

TABLA 6. Valores medios de turbidez antes y después de la aplicación de calor en los vinos de Tempranillo a los 15 días y 6 meses (NTU).

TRATAMIENTO	VINO	DOSIS	Turbidez a los 15 días				Turbidez a los 6 meses			
		g/hL	A	D	% Variación	A	D	% Variación		
Estabulación en frío	1	-	6.36	6.89	0.43	0.43± 0.12a	0.04	0.04	0	0a
Levaduras inertes+ β-glucanasas	2	15.00	14.20	16.93	1.73		0.01	0.61	0.60	
	3	30.00	10.26	11.68	0.42		0.05	1.39	1.34	
Manoproteínas A	4	15.00	14.74	15.54	0.80		0.70	2.32	1.62	
	5	30.00	7.12	7.19	0.07	1.38±	0.36	2.09	1.74	1.11±
Manoproteínas B	6	15.00	12.82	12.95	0.13	1.18a	1.60	4.26	2.66	0.89a
	7	30.00	6.74	8.87	2.13		0.00	0.08	0.08	
Manoproteínas C	8	15.00	11.74	14.72	2.98		0.07	0.89	0.83	
	9	30.00	17.26	20.05	2.79		0.01	0.06	0.05	
Ácido metatátrico	10	15.00	10.73	10.79	0.06	0.95±	0.05	0.08	0.04	0.05±
	11	30.00	10.18	12.03	1.85	1.26a	0.01	0.07	0.06	0.01a
Carboximetilcelulosa A	12	5.00	10.72	10.98	0.26		0.00	0.77	0.77	
	13	10.00	27.59	28.02	0.43		0.02	0.09	0.07	
Carboximetilcelulosa B	14	5.00	17.81	18.25	0.44	0.51±	0.04	0.04	0.00	0.48±
	15	10.00	36.59	36.97	0.38	0.25a	0.05	0.06	0.02	0.51a
Carboximetilcelulosa C	16	5.00	30.73	31.32	0.59		0.08	1.04	0.96	
	17	10.00	32.49	33.47	0.98		1.07	2.17	1.10	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

Las tablas 7 y 8 muestran el porcentaje de inestabilidad tartárica de los vinos de Riesling y Tempranillo (DIT%) a los 15 días y a los 6 meses del tratamiento. Moutounet *et al.* (2010) establecen que solamente vinos con un valor del DIT% inferior al 5% puedan considerarse estables tartáricamente.

TABLA 7. Valores medios del porcentaje de inestabilidad (DIT) en los vinos de Riesling a los 15 días y 6 meses.

TRATAMIENTO	VINO	DOSIS g/hL	DIT (%)			
			15 días		6 meses	
Estabulación por frío	1	-	1,63	1.63± 0.15b	0.56	0.56± 0.09 ^a
Levaduras inertes + β-glucanasas	2	15	2.86		1.64	
	3	30	2.17		1.39	
Manoproteínas A	4	15	1.85		2.04	
	5	30	2.46	2.28±	1.23	1.38±
Manoproteínas B	6	15	2.63	0.36b	0.88	0.37b
	7	30	2.34		1.50	
Manoproteínas C	8	15	2.05		0.95	
	9	30	1.89		1.48	
Ácido metatátrico	10	15	1.38	1.37±	0.70	0.76±
	11	30	1.37	0.01a	0.82	0.06 ^a
Carboximetilcelulosa A	12	5	1.53		1.52	
	13	10	1.22		1.38	
Carboximetilcelulosa B	14	5	0.97	1.09±	2.16	1.34±
	15	10	0.72	0.28a	0.83	0.47b
Carboximetilcelulosa C	16	5	1.21		1.22	
	17	10	0.93		0.97	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

TABLA 8. Valores medios del porcentaje de inestabilidad (DIT) en los vinos de Tempranillo a los 15 días y 6 meses.

TRATAMIENTO	VINO	DOSIS g/hL	DIT (%)			
			15 días		6 meses	
Estabulación por frío	1	-	1,87	1.87± 0.09b	0.88	0.88± 0.01ab
Levaduras inertes + β-glucanasas	2	15	3.34		1.45	
	3	30	4.25		1.25	
Manoproteínas A	4	15	0.99		1.63	
	5	30	1.67	1.71±	1.33	1.41±
Manoproteínas B	6	15	1.34	1.35a	1.53	0.15b
	7	30	0.56		1.22	
Manoproteínas C	8	15	0.78		1.35	
	9	30	0.80		1.54	
Ácido metatátrico	10	15	0.87	0.79±	1.74	1.43±
	11	30	0.70	0.12a	1.14	0.34ab
Carboximetilcelulosa A	12	5	0.67		0.61	
	13	10	0.53		0.62	
Carboximetilcelulosa B	14	5	0.56	0.59±	1.84	1.08±
	15	10	0.52	0.07a	1.23	0.45a
Carboximetilcelulosa C	16	5	0.67		1.25	
	17	10	0.61		0.92	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

Podemos observar que, a pesar de que hay diferencias significativas entre los distintos tratamientos, todos los vinos son estables tanto a los 15 días como a los 6 meses. Las levaduras inertes con β-glucanasas tienen un

efecto estabilizante más lento, sobre todo en los vinos tintos. Se observa también que las CMC y el ácido metatartárico tienen una acción estabilizante comparable a la estabulación por frío. En el caso del ácido metatartárico, cuya acción estabilizante es reversible y tiende a desaparecer al prolongarse el periodo de almacenamiento, no hemos observado a los seis meses ese incremento de la inestabilidad, por lo que sería deseable prolongar el período de almacenamiento para comprobar su efecto a largo plazo.

El efecto de la dosis se manifiesta principalmente en los vinos tratados con CMC, aunque esta diferencia es pequeña y no justifica el añadir una dosis superior. Este compuesto, aunque presenta acción inhibitoria sobre la cristalización, tal como hemos observado, puede ser menos eficaz en los vinos tintos, y puede no ser suficiente para asegurar la estabilización tartárica cuando los vinos tintos presentan un alto grado de inestabilidad (Moutonet, 2010). En los vinos de Tempranillo observamos inicialmente una estabilidad tartárica moderada, que ha respondido al efecto inhibitor de la CMC con las dos dosis aplicadas. Pero el incremento de turbidez observada a los 15 días de adicionar estos preparados hace que no sea recomendable para estabilizar este vino si su consumo va a ser rápido, pero si podría ser interesante para estabilizar el vino si va a ser consumido después de un periodo de envejecimiento.

En las tabla 9, 10 y 11 se recogen los efectos de los distintos tratamientos en los compuestos polifenólicos de los vinos de Tempranillo.

TABLA 9. Valores medios del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de Tempranillo a los 15 días y 6 meses.

TRATAMIENTO	VINO	DOSIS g/hL	Índice de Polifenoles Totales			
			15 días		6 meses	
Estabulación por frío	1	-	67.96	67.96± 0.25a	56.19	56.19± 1.04a
Levaduras inertes+ β-glucanasas	2	15	67.77		55.51	
	3	30	67.42		56.17	
Manoproteínas A	4	15	68.95		56.92	
	5	30	68.06	69.17± 1.63a	58.07	57.30± 1.69a
Manoproteínas B	6	15	70.08		56.76	
	7	30	69.57		59.39	
Manoproteínas C	8	15	69.97		56.70	
	9	30	70.13		58.48	
Ácido metatátrico	10	15	64.90	65.69± 1.12a	60.64	59.81± 1.45b
	11	30	66.49		58.98	
Carboximetilcelulosa A	12	5	69.83		59.54	
	13	10	69.34		58.33	
Carboximetilcelulosa B	14	5	69.74	68.79± 1.32a	59.06	59.24± 1.14b
	15	10	69.49		59.39	
Carboximetilcelulosa C	16	5	66.52		58.93	
	17	10	67.86		60.21	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

TABLA 10. Valores medios de la Intensidad Colorante en los vinos de Tempranillo a los 15 días y 6 meses.

TRATAMIENTO	VINO	DOSIS g/hL	Intensidad Colorante			
			15 días		6 meses	
Estabulación por frío	1	-	11.18	11.18± 0.95b	10.99	10.99± 1.20a
Levaduras inertes+ β-glucanasas	2	15	11.33		10.80	
	3	30	11.27		11.03	
	4	15	11.58		10.71	
Manoproteínas A	5	30	11.43	11.49±	11.16	10.96±
	6	15	11.59	0.13ab	10.87	0.17a
Manoproteínas B	7	30	11.53		11.23	
	8	15	11.63		10.98	
Manoproteínas C	9	30	11.57		10.90	
	10	15	11.65	11.74±	11.31	11.14±
Ácido metatátrico	11	30	11.84	0.13b	10.98	0.23a
	12	5	11.31		11.16	
Carboximetilcelulosa A	13	10	11.05		11.08	
Carboximetilcelulosa B	14	5	11.24	11.29±	10.80	10.91±
	15	10	11.08	0.22a	10.92	0.15a
Carboximetilcelulosa C	16	5	11.64		11.03	
	17	10	11.46		10.73	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

TABLA 11. Valores medios de la concentración de antocianos en los vinos de Tempranillo a los 15 días y 6 meses.

TRATAMIENTO	VINO	DOSIS g/hL	Antocianos totales (mg/L)			
			15 días		6 meses	
Estabulación por frío	1	-	839.14	839.14± 12.2a	746.29	746.29± 19.60a
Levaduras inertes+ β-glucanasas	2	15	829.36		778.24	
	3	30	790.69		750.73	
	4	15	801.89		750.11	
Manoproteínas A	5	30	840.39	806.06±	758.15	741.55±
	6	15	807.09	19.63a	773.82	40.48a
Manoproteínas B	7	30	781.67		648.85	
	8	15	801.80		735.65	
Manoproteínas C	9	30	795.63		736.85	
	10	15	844.77	843.89±	781.67	776.44±
Ácido metatátrico	11	30	843.02	1.23a	771.21	7.39ab
	12	5	766.23		752.58	
Carboximetilcelulosa A	13	10	810.42		808.16	
Carboximetilcelulosa B	14	5	749.70	780.21±	730.42	762.82±
	15	10	828.62	34.55a	812.14	37.44b
Carboximetilcelulosa C	16	5	740.73		739.60	
	17	10	785.61		734.04	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas al 95%.

A los 15 días, se aprecia un pequeño descenso de color y de la concentración de polifenoles con relación al vino inicial, pero hay que tener en cuenta que los vinos están recién elaborados y sus polifenoles aún son inestables y precipitarán hasta conseguir su estabilización. La misma tendencia se observa para los antocianos, no apreciándose un comportamiento diferenciador entre los distintos tratamientos realizados. A los 6 meses del tratamiento, se observa una importante disminución de los

parámetros polifenólicos debido a la precipitación de estos compuestos durante la estabilización, y a su posible oxidación durante el almacenamiento

La estabulación por frío dio lugar a valores ligeramente inferiores de polifenoles totales y antocianos, debido a la acción del frío sobre estos compuestos, que ocasiona precipitación y oxidación en los vinos, aunque esto no se traduce en una disminución del color. El índice de polifenoles totales y la concentración de antocianos son ligeramente superiores en los vinos tratados con CMC, situándose los vinos tratados con manoproteínas y ácido metatartárico en una posición intermedia.

En la tabla 12 se muestran los resultados del análisis multifactor (ANOVA) para los factores Tratamiento y Dosis del análisis sensorial de los vinos de Riesling.

TABLA 12. Resultados del análisis multifactor (ANOVA) para los factores Tratamiento (T) y Dosis (D) del análisis sensorial de los vinos de Riesling.

	T		D		T*D	
	F- Ratio		F- Ratio		F- Ratio	
Color	0.437	ns	0.020	ns	0.641	ns
Intensidad Del aroma	0.320	ns	0.694	ns	0.259	ns
Calidad del aroma	1.676	ns	0.003	ns	1.312	ns
Amargor	0.365	ns	0.041	ns	0.199	ns
Untuosidad	0.689	ns	0.894	ns	0.578	ns
Calidad del gusto	1.060	ns	0.443	ns	0.814	ns
Evaluacion global	0.415	ns	1.260	ns	0.912	ns

ns = diferencias no significativas.

Se puede observar que no hay diferencias significativas en los parámetros analizados para los distintos tratamientos y con respecto a la dosis utilizada, siendo la calidad del aroma y la calidad del gusto, los parámetros mas influenciados por los diferentes tratamientos, tal como indican los F-ratio más elevados.

En la figura 1 se representan los resultados del análisis sensorial, de los vinos de Riesling a los 6 meses de aplicados los tratamientos. Se puede observar cómo, en la calidad del aroma, los vinos tratados con CMC son, en general, mejor valorados. Por el contrario, no es posible establecer una tendencia en los parámetros de calidad de gusto y de evaluación global en función del tratamiento ni en función de la dosis utilizada.

No se representan los resultados relacionados con la apreciación visual del color, por considerar que los valores encontrados presentaron una desviación muy pequeña ($\pm 0,2$) que minimiza el interés de su representación grafica.

En la tabla 13 se muestran los resultados del análisis multifactor (ANOVA) realizado para los factores Tratamiento y Dosis del análisis sensorial de los vinos de Tempranillo. Se puede observar como existan diferencias significativas en la calidad del aroma, para los distintos tratamientos, y en la calidad del gusto y evaluación global, en función de la dosis aplicada. Los parámetros sensoriales mas influenciados por los

distintos tratamientos fueron la calidad del gusto, la evaluación global y la calidad del aroma, como indica el elevado F-ratio encontrado.

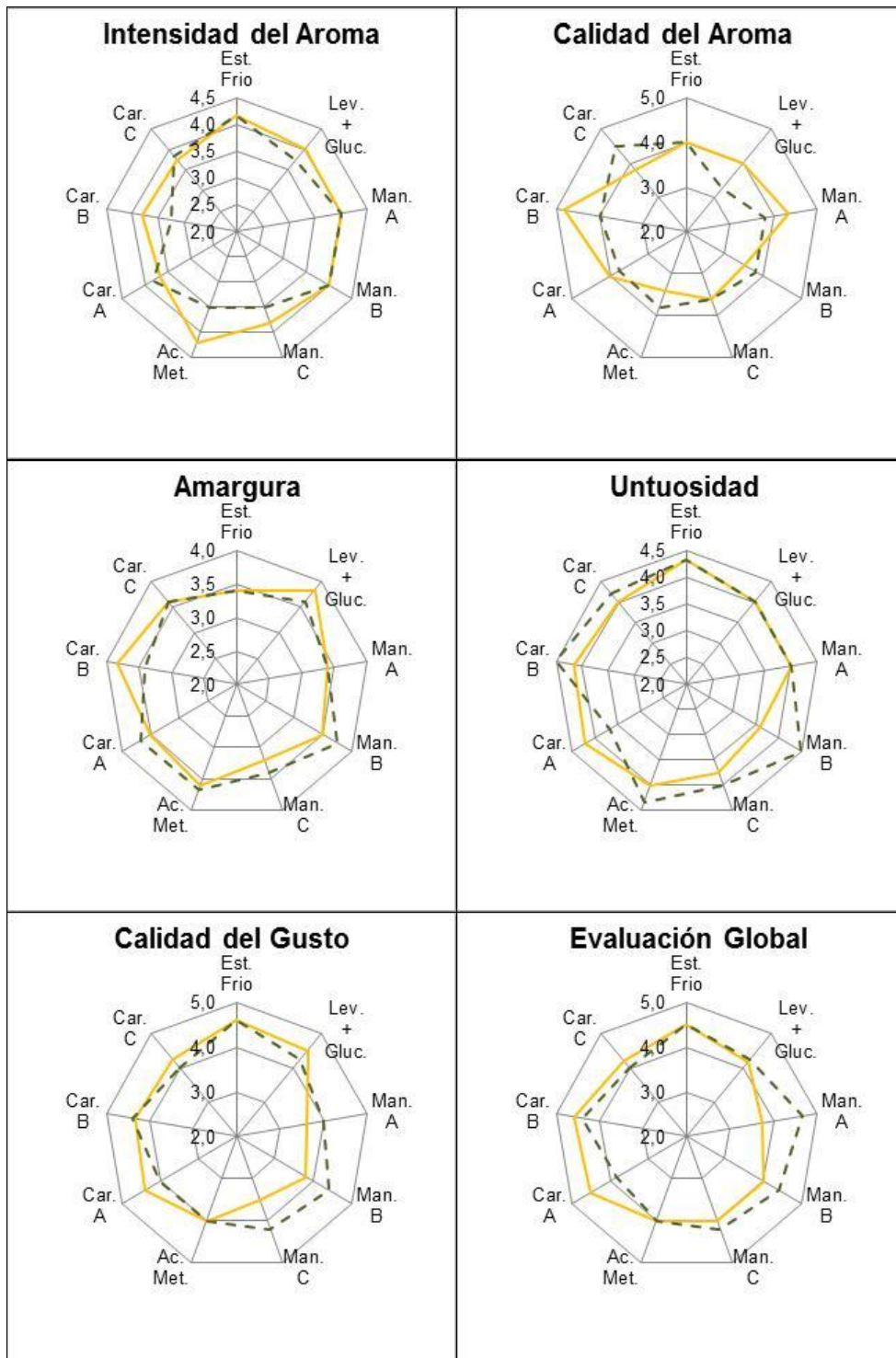


FIGURA 1. Representación del efecto y de la dosis (1 —, 2 - -) de los diferentes tratamientos en la intensidad y calidad del aroma, estructura, amargura, calidad del gusto y evaluación global de los vinos de Riesling

TABLA 13. Resultados del análisis multifactor (ANOVA) realizado para los factores Tratamiento (T) y Dosis (D) del análisis sensorial de los vinos de Tempranillo.

	T		D		T*D	
	F- Ratio		F- Ratio		F- Ratio	
Color	0.019	ns	0.024	ns	0.037	ns
Intensidad del aroma	1.720	ns	0.382	ns	1.277	ns
Calidad del aroma	2.670	*	2.289	ns	1.995	ns
Amargura	0.925	ns	1.195	ns	0.795	ns
Estructura	0.595	ns	0.021	ns	0.803	ns
Calidad del gusto	4.235	ns	0.005	***	1.412	ns
Evaluación global	3.890	ns	1.317	***	1.213	ns

*** $p < 0.001$; * $p < 0.05$; ns = diferencias no significativas.

Estas diferencias significativas pueden ser debidas al hecho de que el vino 17 presentaba un defecto organoléptico, tal como se muestra en la figura 2. Eliminando esta muestra defectuosa no se observan diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

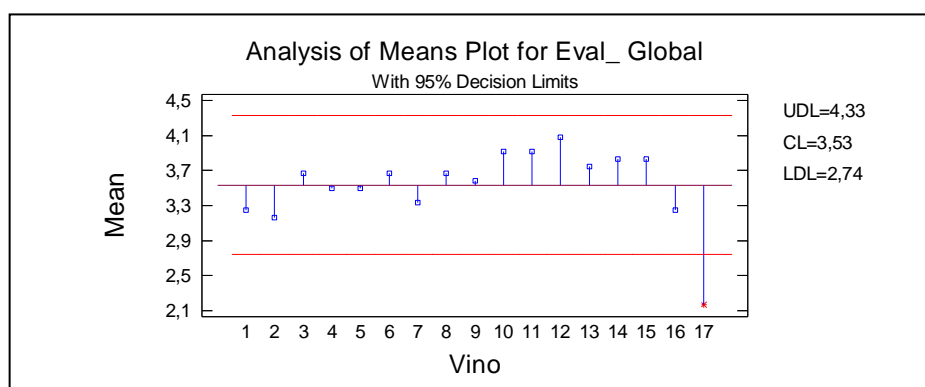


FIGURA 2. Análisis de las medias, indicando la significancia al 95% para los valores de la evaluación global de los vinos de Tempranillo.

En la figura 3 se representan los resultados del análisis sensorial, de los vinos de Tempranillo a los 6 meses de aplicados los tratamientos. Se puede observar un mejor comportamiento de las CMC (a excepción de la 3, debido al defecto organoléptico observado), en la evaluación global, calidad del gusto y en la estructuras de estos vinos. Los resultados muestran como los vinos estabulados por frío presentan valores ligeramente inferiores a los vinos tratados con los compuestos objeto de estudio. El ácido metatartárico presenta un buen comportamiento sensorial, tanto en la calidad del gusto, como en la calidad del aroma y en su evaluación global, pero se tiene que considerar que con el tiempo se degrada, y puede modificar la evaluación sensorial de los vinos. En general, no es posible establecer un efecto de la dosis sobre los parámetros evaluados sensorialmente.

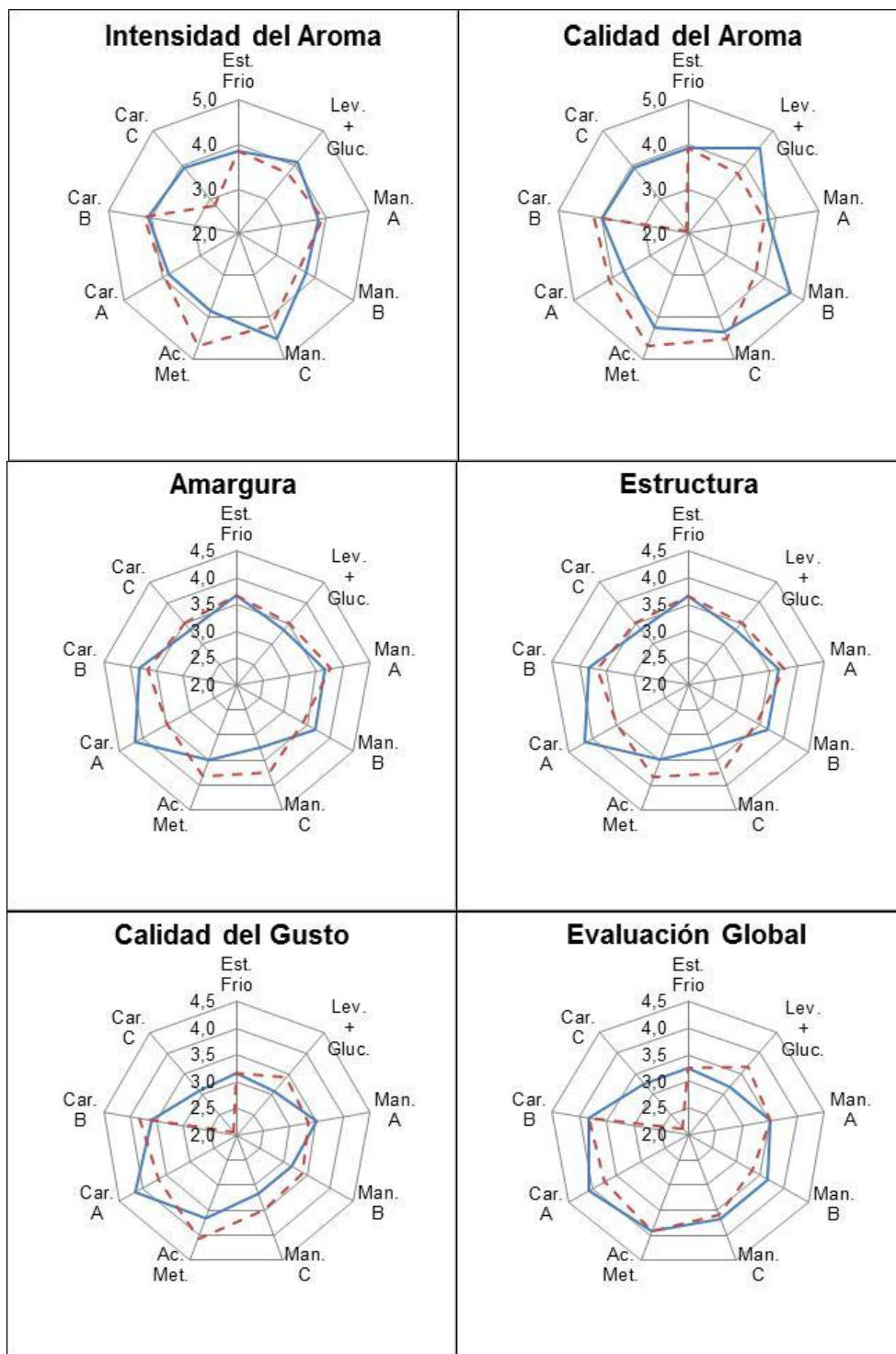


FIGURA 3. Representación del efecto y de la dosis (dosis 1 —, dosis 2 - -) de los diferentes tratamientos en la intensidad y calidad del aroma, estructura, amargura, calidad del gusto y evaluación global, de los vinos de Tempranillo.

4. CONCLUSIONES

Los análisis efectuados sobre los vinos sometidos a los distintos tratamientos de estabilización pusieron de manifiesto como todos los métodos tienen una fuerte influencia sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de los vinos.

Todos los vinos son estables tartáricamente a los quince días y a los seis meses de aplicados los distintos tratamientos de estabilización.

La estabilización por frío afectó a la acidez de los vinos, provocando un descenso de la acidez y un incremento de su pH, efecto no observado con los otros tratamientos. Además, es el único tratamiento que consigue la estabilización proteica del vino blanco de Riesling. Es también el tratamiento que ocasiona el mayor descenso de los polifenoles.

Las carboximetilcelulosas ensayadas provocaron un importante aumento de la turbidez de los vinos, aunque fueron los mejor evaluados organolépticamente; siendo los vinos tratados con carboximetilcelulosa los que contienen una mayor concentración de antocianos y polifenoles totales al cabo de seis meses.

Las manoproteínas y las levaduras inertes produjeron resultados fisicoquímicos y sensoriales similares (debido al mismo mecanismo estabilizante ejercitado) y comparable a los del ácido metatartárico. Sin embargo, considerando la escasa estabilidad en el tiempo de la acción estabilizante del ácido metatartárico y el efecto negativo de la estabilización por frío en varios parámetros cualitativos de los vinos, los tratamientos con carboximetilcelulosas, manoproteínas y levaduras inertes se proponen como una alternativa, interesante y digna de ulteriores estudios, especialmente para vinos tintos destinados a crianza, donde es deseable conseguir una buena estabilización con las mínimas pérdidas de componentes.

5. REFERENCIAS

- Asvany, A. 1986. Résultats récents de l'utilisation de carboximetilcelulose. 15^o sesión du groupe d'expert technologie de vin. Organisation internationale de la vigne et du vin, 1425:87.
- Boulton, R.; Singleton, V.; Bisson, L.; Kunkee, R. 1996. Principles and Practices of Winemaking. Springer, California.
- CEE, 1990. Reglamento (CE) n^o 2676/90 de la comisión de 17 de septiembre de 1990 por el que se determinan los métodos de análisis comunitarios aplicables en el sector del vino.
- CEE, 2005. Reglamento (CE) n^o 2165/2005 del consejo de 20 de diciembre de 2005 que modifica el Reglamento (CE) no 1493/1999 por el que se establece la organización común del mercado vitivinícola. Anexo IV/b. Diario Oficial de la Unión Europea, L345/1.
- CEE, 2008. Reglamento (CE) n^o 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. Capítulo II, Prácticas enológicas y restricciones. Diario Oficial de la Unión Europea, L148/1.
- CEE, 2009. Reglamento (CE) n^o 606/2009 de la comisión de 10 de julio de 2009 que fija determinadas disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 479/2008 del Consejo en lo relativo a las categorías de productos vitícolas (...). Anexo I A, Prácticas y tratamientos enológicos autorizados. Diario Oficial de la Unión Europea, L193/1.
- Crachereau, J.C., Gabas, N., Blouin, J., Hebrard, S., Maujean, A. 2001. Bull. Organisation internationale de la vigne et du vin,;841:42-151.

- Diez, L., Guadalupe, Z., Ayestarán, B., Ruiz-Larrea, F. 2010. Effect of yeast mannoproteins and grape polysaccharides in the growth of wine lactic acid and acetic acid bacteria. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58:7731-7739.
- Dubourdieu, D. y Moine-Ledoux, V. 1994. Brevet d'Invention Français n°2 726 284.
- Dubourdieu, D. y Moine-Ledoux, V. 1996. Brevet d'Invention Français n° 9608187.
- Dubourdieu, D., Serrano, M., Vannier, A.C., Ribéreau-Gayon, P. 1988. Étude comparée des tests de stabilité protéique. *Connaissance de la Vigne et du Vin.*, 22:261–273.
- Flanzy, C., López-Gomez, A., Macho-Quevedo, J., Madrid-Vicente, A., Cenzano-Madrid, A. 2000. *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España, 558-566.
- García-Moruno, E, Sanlorenzo, C., Boccaccino, B., Di Stefano R. 2005. Treatment with yeast to reduce the concentration of ochratoxin A in red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56:73-76.
- Gerbaud, V.; Gabas, N.; Boulin, J.; Pellerin, P.; Moutounet, M. 1997. Effet des polysaccharides et des polyphénols du vin sur la cristallisation de l'hydrogène tartrate de potassium. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 31/2: 68-83.
- Glories, Y. 1978. Recherches sur la matière colorante des vins rouges. Tesis Doctoral de la Université de Bordeaux II.
- Jackson, R. 2008. *Wine Science: Principals and Applications*. Academic Press, Burlington, USA, 425-434.
- López-Cordón, E.N. 2010. El papel de las manoproteínas en la elaboración de vinos de calidad. *VinoTeQ*, Enero-Marzo, 21-23.
- Lubbers, S., Léger, B., Charpentier, C., Feuillat, M. 1993. Effet colloïd protecteur d'extraits de parois de levures sur la stabilité tartrique d'une solution hydro-alcoolique modèle. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 1:13.
- Moine-Ledoux, V. y Dubourdieu, D. 1999. An invertase fragment responsible for improving the protein stability of dry white wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(4):537-543.
- Moine-Ledoux, V., Perrin, A., Paladin, I., Dubourdieu, D. 1997. First result of tartaric stabilization by adding mannoproteins (Mannostab^(R)). *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 3(1)-1:23-31.
- Moutounet, M. 2010. Stabilisation tartrique des vins: les CMC n'ont pas fait leur preuve sur les vins rouges. Dossier Organisation internationale de la vigne et du vin.
- Moutounet, M., Bouiddou, D., Escudier, J.L. 2010. Détermination du degré d'instabilité tartrique (DIT), principes et applications. *Union des œnologues de France*, 242:24-28.
- Moutounet, M., Bouiddou, D., Escudier, J.L. 2010. Efectos del tratamiento de estabilización tartárica de los vinos tintos con goma de celulosa (carboximetilcelulosa). www.infowine.com – revista internet de viticultura y enología, 5:3.
- Moutounet, M.; Battle, J.; Saint Pierre, B.; Escudier, J. L. 1999. Stabilisation tartarique. Détermination du degré d'instabilité des vins. Mesure de l'efficacité des inhibiteurs de cristallisation. VI th International Œnologie Symposium. Bordeaux 10-12:531-534.
- O.I.V., 2009. Compendium of International methods of analysis, Wine turbidity - Determination by Nephelometric Analysis (Method OIV-MA-AS2-08). O.I.V. International Organisation of Vine and Wine, Paris.
- Pozo-Bayón, M.A., Monagas, M., Bartolomé, B., Moreno-Arribas, M.V. 2010. Wine features related to safety and consumer health: an integrated perspective. *Crit. Rev. Food. Sci. Nut.*, 10.1080/10408398.2010.489398.
- Ribéreau-Gayón, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. 2004. *Traité d'œnologie II. Chimie du vin – Stabilisation et traitements*. Dunod, Paris, 23-29, 40-54.
- Ribéreau-Gayón, P., Stonestreet, E. 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim.*, 9:119-142.
- Ribereau-Gayon, P. (1970). Le dosage des composés phénoliques totaux dans les vins rouges. *Chimie Analytique*. 52 (6), 627-631.
- Ringot, D., Lerzy, B., Bonhoure, J.P., Auclair, E., Oriol, E., Larondelle, Y. 2005. Effect of temperature on in vitro ochratoxin adsorption onto yeast cell wall derivatives. *Process Biochemistry*, 3008-3016.

- Saucier, C., Roux, D., Glories, Y. 1996. Stabilité colloïdale polymers catéchiques. Influence des polysaccharides. 5^o Symposium International d'Oenologie. A. Lonvaud-Funel (Ed.). Lavoisier Tec-Doc, Paris, 395-400.
- Tusseau, D. 2009. Stabilisation des sels d'acide tartrique des vins par les gommes de cellulose. Journée technique des œnologues, Epernay.
- Vidal, S., Francis, L., Williams, P., Kwiatowski, M., Gawel, R., Cheynier, V., Waters, E. 2004. The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium. *Food Chemistry*, 85:519-525.
- Villena, M.A., Lozano-Nieto, J. 2011. Recopilación de diferentes métodos que proporcionan estabilidad en los vinos. Comparativa entre goma de celulosa y manoproteínas. *Mater Integral del Vino*, UCLM, España, 12-44.