

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE LA CARBOXIMETILCELULOSA SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN VINO TINTO
CULTIVAR CARMÉNÈRE**

PATRICIO ALEJANDRO PEÑAILILLO RETAMAL

Santiago, Chile
2013

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE LA CARBOXIMETILCELULOSA SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN VINO TINTO
CULTIVAR CARMÉNÈRE**

**CARBOXYMETHYLCELLULOSE ASSESMENT ABOUT PHYSICAL AND
CHEMICAL CHARACTERISTICS OF A CARMÉNÈRE RED WINE
GROWING**

PATRICIO ALEJANDRO PEÑAILILLO RETAMAL

Santiago, Chile
2013

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

EVALUACIÓN DE LA CARBOXIMETILCELULOSA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN VINO TINTO CULTIVAR CARMÉNÈRE

Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo

PATRICIO ALEJANDRO PEÑAILILLO RETAMAL

Profesor Guía

Sr. Eduardo Loyola Madariaga
Ingeniero Agrónomo, Enólogo, Dr.

Calificaciones

6,7

Profesores Evaluadores

Sr. Ítalo Chiffelle Gómez.
Bioquímico, Dr.

6,0

Sra. Loreto Prat del Río
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.

6,5

Colaborador

Srta. Marcela Sepúlveda L.
Ingeniero Agrónomo.

Santiago

Dedicado a mi familia y a las personas que me acompañaron en este largo camino.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	4
MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE TARTRATOS	5
MÉTODOS FÍSICOS	5
<i>Cristalización forzada por bajas temperaturas.</i>	5
<i>Electrodiálisis</i>	5
MÉTODOS QUÍMICOS	6
<i>Ácido Metatartárico</i>	6
<i>Manoproteínas de paredes de levaduras</i>	6
<i>Carboximetilcelulosa</i>	6
OBJETIVO	7
MATERIALES Y MÉTODOS	8
LUGAR DE ESTUDIO	8
MATERIALES	8
<i>Materia Prima</i>	8
<i>Equipamiento e Insumos</i>	8
METODOLOGÍA	9
<i>Tratamientos y diseño experimental</i>	9
<i>Procedimiento</i>	9
<i>Variables a medir</i>	10
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
<i>Pruebas de Estabilidad Tartárica</i>	11
<i>Test de Frío</i>	11
<i>Test de minicontacto</i>	12
<i>Fenoles Totales</i>	14
<i>Taninos Totales</i>	15
<i>Intensidad Colorante</i>	16
<i>Antocianos Totales</i>	17
<i>Estabilidad de Materia Colorante</i>	19
<i>Grado de Turbidez (NTU)</i>	21
CONCLUSIONES	23
BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXO	27

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la carboximetilcelulosa (CMC) en las propiedades físicas y químicas de un vino tinto de la variedad Carménère, de la denominación de origen Rapel, a partir de diferentes CMC comercializadas por distintos proveedores del mercado chileno. Además, se observó el comportamiento de algunas variables de los vinos tratados, a lo largo de tres períodos; 30, 60 y 90 días de evaluación post aplicación.

En relación a las variables evaluadas, tanto la concentración de taninos totales como los valores de intensidad colorante, no presentaron diferencias significativas a lo largo del tiempo, como tampoco entre tratamientos y controles (sin CMC). Por otro lado, se observó una disminución significativa en la concentración de fenoles totales en todas las muestras tratadas con CMC a lo largo del tiempo, a partir de alguno de los tres periodos de evaluación (30, 60 o 90 días), dependiendo de la marca de carboximetilcelulosa investigada. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres marcas. De igual forma se cuantificó una disminución en la concentración de antocianos totales durante el tiempo de estudio, observándose esta caída en alguno de los tres períodos de observación, tanto en controles como en tratamientos. Debido a lo anterior, no fue posible asociar esta pérdida en la concentración de antocianos totales al efecto exclusivo de la CMC, sugiriendo la acción de otras posibles causas que explican este fenómeno, entre ellas, la precipitación de materia colorante coloidal.

En cuanto a este último punto, se evaluó la estabilidad del material colorante coloidal del vino tratado, mediante pruebas en frío, observándose precipitados rápidamente luego de 30 días post tratamiento en el fondo de las botellas tratadas con CMC, sin diferenciarse alguna de las tres marcas significativamente. Finalmente, también se determinó el grado de turbidez presente en las botellas tratadas con CMC, encontrando aumentos significativos en los valores de NTU en dos de las tres marcas investigadas. Este incremento se midió durante los primeros 30 días, acentuándose aún más luego de 60 días. Este fenómeno no se observó en los controles, como tampoco en una de las tres marcas.

PALABAS CLAVES

- Compuestos Fenólicos
- Materia Colorante
- Turbidez
- Fenoles Totales
- Estabilidad Tartárica

ABSTRACT

The basis of this research was to evaluate different kinds of carboxymethylcellulose (CMC) in the Chilean market, studying their effect on the chemical and physical properties of a red wine. In addition, the behavior of the treated samples was recorded over a 30, 60 and 90 days of examination.

Regarding the assessed variables, the total tannin concentration and the volume of the coloring agents measured did not evidence greater variability throughout. On the other hand, significant reductions in the total phenols concentration were observed in each sample treated with CMC. However, there were not relevant statistical differences among the three brands. Likewise, a decrease in total anthocyanins concentration during their study period was noticed, both on the control samples and wines treated with CMC, understanding this declining in any of the three periods.

As to this last item, presented on the wine researched, the colloidal coloring material stability was evaluated by forced cold at -4°C , reporting quickly precipitations after 30 days post-treatment at the bottom of bottles treated with CMC, with no relevant differences between them. Finally, the turbidity degree was determined existent in bottles treated with CMC too.

KEY WORDS

- Phenolic compounds
- Coloring matter
- Turbidity
- Total phenols
- Tartaric stability

INTRODUCCIÓN

Dentro de la industria vitivinícola, luego de que se han llevado a cabo los procesos fermentativos necesarios, el vino recién obtenido presenta ciertas características que deberán ser suprimidas al momento de su comercialización. Por un lado, en el nuevo producto se encuentran materias sólidas en suspensión; restos vegetales, levaduras, como también depósitos salinos, que posteriormente, luego de un proceso de cristalización, insolubilización y posible precipitación por estados de sobresaturación a partir del ácido tartárico, se convertirán en dos tipos de sales ácidas; bitartrato de potasio (KHT) y tartrato neutro de calcio (CaT) (Flanzy, 2003).

El ácido tartárico está presente en la uva desde una etapa temprana de su desarrollo. Su concentración no se altera en forma evidente con la maduración (Hills, 2004). Se encuentra tanto como ácido o como sal, donde esta última es lograda al combinarse alguna de las formas iónicas del ácido tartárico presentes a un pH normal del vino (ver figura 1) con los minerales encontrados en mayor concentración tanto en la uva como en el vino, Potasio (K^+) y Calcio (Ca^{+2}). Estas formas iónicas son el ión bitartrato (HT^-) y ión tartrato (T^-) (Hidalgo, 2002).

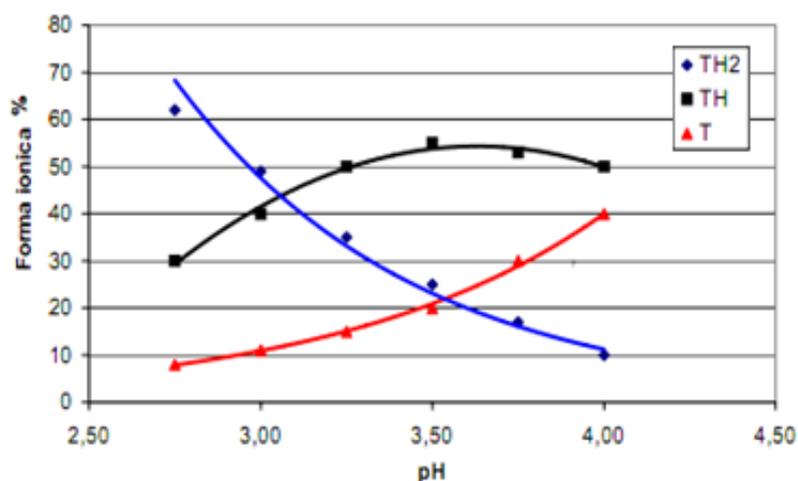


Figura1: Formas iónicas del ácido tartárico en una mezcla hidroalcohólica en función del pH (Franco, 2007). TH: ión bitartrato, T: ión tartrato, TH₂: ácido tartárico no disociado.

La concentración de potasio y calcio, la forma iónica en que se encuentra el ácido tartárico, y su concentración, grado alcohólico del vino y temperatura, son factores que afectan a la precipitación; a pH de 3,5 o superiores la precipitación es más abundante debido a que las formas iónicas predominan, mientras que para pH inferiores a 3,0 la precipitación, y en particular como tartrato neutro de calcio, es más difícil (Franco, 2007).

Es así como nace el proceso de estabilización tartárica, con lo cual se busca asegurar una perfecta estabilidad fisicoquímica y evitar así precipitados de las sales ya mencionadas, sin poner en riesgo el proceso de comercialización del producto (Boulton *et al.*, 2002).

Métodos de Estabilización de Tartratos

Varias son las técnicas de estabilización que se manejan en la industria, las cuales se han clasificado de acuerdo a su naturaleza de acción en; químicas (que utilizan aditivos de tipo coloides protectores que evitan la cristalización de sales) y físicas (aquellas que se relacionan con procesos de eliminación). Éstas últimas suelen ser más numerosas y autorizadas por los organismos correspondientes (Blouin, 1992). A continuación serán citadas las de mayor relevancia y de mayor uso.

Métodos Físicos

Tradicionalmente, los métodos físicos mayoritariamente utilizados para prevenir este problema, consisten en eliminar las concentraciones de tartratos, especialmente bitartrato de potasio (KHT) presentes en el vino mediante la acción espontánea o inducida de cristales de nucleación, apuntando a la aceleración en la precipitación de las sales (Bosso *et al.*, 2010). Existen variados métodos físicos, como la cristalización forzada por bajas temperaturas o la electrodiálisis, entre otros.

Cristalización forzada por bajas temperaturas.

Se fundamenta básicamente en someter el vino a temperaturas cercanas a -5°C o -4°C por unas dos semanas en el caso de los tintos, para de esta manera, inducir la formación de cristales de nucleación de forma natural y así lograr la precipitación y posterior eliminación de las sales (Flanzy, 2003). Este método tiene la ventaja de ser sencillo y cómodo, pero posee el inconveniente de ser esencialmente cualitativo, es decir, no es posible conocer con certeza si el vino es muy o poco inestable, además de ser un tratamiento largo y no compatible con tecnologías de estabilización corta de contacto, que exigen una respuesta rápida para apreciar la eficiencia del tratamiento en curso (Ribéreau-Gayonet *et al.*, 2002).

Electrodiálisis

Esta técnica permite el retiro selectivo de iones del vino, especialmente potasio (K^+), Calcio (Ca^{+2}) y bitartrato (HT^-), trabajando a temperatura ambiente mediante un campo eléctrico y membranas selectivas a aniones y cationes (Moutounet *et al.*, 1997). Su mayor inconveniente son los costos asociados a su ejecución (OENOEV, 2009).

Al parecer, estos métodos podrían asegurar la estabilidad tartárica, sin embargo, cada uno de ellos presenta inconvenientes en cuanto a costos económicos y/o energéticos, empobrecimiento del vino en términos organolépticos, disolución excesiva de oxígeno o duración limitada (OENODEV, 2009). Esta situación explica en gran medida, el interés por la búsqueda de nuevas alternativas que se adapten mejor a las condiciones restrictivas en términos productivos y económicos, y que de la misma manera, no afecte a la calidad de los vinos elaborados.

Métodos Químicos

Estos métodos tienen por objeto bloquear la sobresaturación de sales con la ayuda de aditivos inhibidores capaces de impedir las precipitaciones a largo plazo (Flanzy, 2003), entre los cuales se encuentran, el ácido metatartárico, las manoproteínas de paredes de levaduras y la carboximetilcelulosa.

Ácido Metatartárico

Es un poliéster del ácido tartárico cuya eficacia depende de su grado de esterificación. Este ácido se hidroliza con relativa rapidez en el vino, lo que limita su empleo para vinos de rotación rápida (Flanzy, 2003).

Cuando el ácido metatartárico es adicionado al vino, su efecto se asocia a un retardo en el crecimiento de cristales y en consecuencia, a la inhibición de la precipitación de bitartrato de potasio (KHT). Sin embargo, este efecto inhibitorio no es permanente. Ésta propiedad es perdida con el tiempo (9 meses) (Dharmadhikari, 1994). Su dosis máxima recomendada por la OIV, es de 100 mg/L.

Manoproteínas de paredes de levaduras

Se ha demostrado que los extractos de paredes de levaduras tienen un poder inhibitorio sobre la cristalización del ácido tartárico (KHT). La eficacia de esta inhibición es muy dependiente de la cantidad de proteínas de los extractos añadidos (Flanzy, 2003).

Carboximetilcelulosa

Recientemente se han elaborado estudios que respaldan un método ya conocido en la industria, pero limitadamente estudiado y entendido. Este método se relaciona con la utilización de la goma de celulosa, o en términos técnicos, carboximetilcelulosa (CMC), la cual tiene su origen de fuentes naturales, vegetales ricos en celulosa específicamente y que ha sido habitualmente utilizada e introducida en la industria de los alimentos, como en la elaboración de yogures y derivados lácteos (OIV, 2006).

La CMC, corresponde a un polvo granulado o fibroso, blanco, ligeramente amarillento o grisáceo, ligeramente higroscópico, inodoro e insípido. Químicamente, sus polímeros están constituidos por unidades de anhidroglucosas. Su fórmula general corresponde a $[C_6H_7O_2(OH)_x(OCH_2COONa)_y]_n$, donde n (nivel de polimerización) e y (nivel de sustitución), que resultan claves para determinar el tipo de CMC a utilizar en el proceso de estabilización tartárica (Castelucci, 2009).

Los cristales de KHT, en presencia de CMC, crecen más lentamente cambiando su morfología. Su forma se hace más plana, ya que perderían 2 de sus 7 caras. Las moléculas de CMC cargadas negativamente interactúan con la superficie electropositiva de los cristales, donde los iones Potasio son acumulados (Gerbaud, 1996). El crecimiento más lento de los cristales y la modificación de su forma son causados por la competencia entre las moléculas de CMC e iones bitartrato, para unirse al cristal de KHT (Cracherau, 2001).

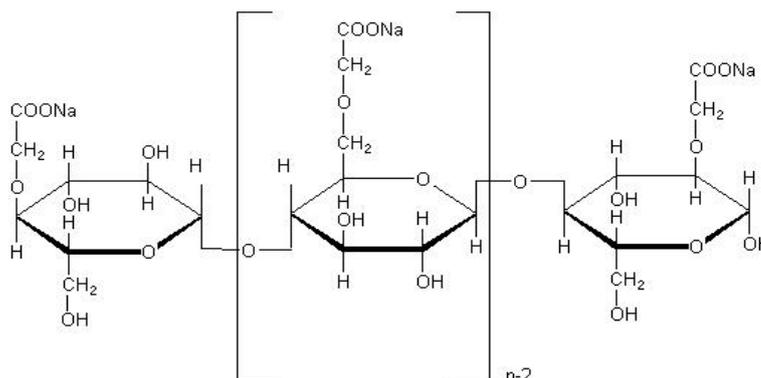


Figura 2: Estructura idealizada de CMC sódica (Hoefer, 2004).

Este compuesto no se altera con el tiempo, por lo que teóricamente su efecto parece ilimitado contra las precipitaciones salinas y al mismo tiempo, no presenta rangos tóxicos, por lo cual puede ser consumida sin peligro en dosis de hasta 20 g por día (Flanzy, 2003).

Estudios relacionados a la carboximetilcelulosa realizados en Francia, han demostrado diversos efectos positivos en la utilización de la misma, en el proceso de estabilización tartárica, tanto en vinos blancos como en tintos. Se ha observado en primer lugar, que con la utilización de CMC, es posible lograr una estabilización constante por un período de tiempo aproximado a dos años, además de la reducción de costos relacionados al proceso (Crachereau, 2001).

Sin embargo, la Organización Internacional de la Vid y el Vino (OIV), solo acepta y reconoce su uso en vinos blancos y espumosos, acotando especificaciones de acuerdo a dosis y concentraciones efectivas, como un máximo de 10 g/hL, dependiendo de las variedades producidas, de la graduación alcohólica obtenida, y de otros parámetros que difieren según los mecanismos de obtención (OIV, 2006). Estas especificaciones no se encuentran para variedades tintas.

Se ha postulado que en vinos tintos, la materia colorante de los mismos, limita su capacidad de acción, debido a una reacción de la CMC con la materia colorante del vino (antocianos), provocando enturbiamiento y precipitados al ser sometido a bajas temperaturas. (OENODEV, 2009).

Objetivo

El objetivo de este trabajo, por lo tanto será determinar el efecto del uso de 3 distintas CMC comercializadas en el país, sobre las características físicas y químicas de un vino de la variedad Carménère, cosecha 2010, Denominación de Origen Rapel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El desarrollo de esta memoria fue efectuado en las dependencias de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, específicamente, en las instalaciones del Departamento de Agroindustria y Enología, como también en las dependencias y laboratorios de la Viña Morandé, ubicada en Pelequén, VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins, Chile.

Materiales

Materia Prima

Se empleó en el estudio, muestras de vino de la variedad Carménère, cosecha 2010, D.O Rapel. El origen de las muestras de vino provino de la viña Morandé. En la siguiente tabla se presenta el total de especificaciones.

Cuadro 1. Perfil general vino evaluado.

Variedad	Valle	Alc°	AT _{AS} g/L	pH	AV _{g/L AA}	SO ₂ T mg/L	SO ₂ L mg/L	AR _{g/L GL}
Carménère	Rapel	12,0	3,2	3,8	0,2	66,0	41,0	1,5

Valores correspondientes a alcohol total (Alc°), acidez total (AT) expresada en gramos de ácido sulfhídrico (AS), pH, acidez volátil (AV) expresada en gramos de ácido acético (AA), sulfuroso total (SO₂T) y libre (SO₂L), y azúcar residual (AR) expresada en gramos de glucosa (GL).

Equipamiento e Insumos

Los materiales empleados en la investigación fueron: un espectrofotómetro modelo Jasco V-530 UVS/VIS (Tokio, Japón), un conductímetro Orion Modelo 125A, baño termorregulado Lab. Companion Modelo RW-05256 y tres distintas carboximetilcelulosas seleccionadas (Partner, Blumos y Enartis).

Cuadro 2. Carboximetilcelulosas y especificaciones técnicas.

CMC	Distribuidor	Formulación	Concentración	Dosis Recomendada	Grado de Sustitución
Walocel®	Blumos S.A.	Sólida / Sódica	Diluida al 5%	10 g/hL.	0.82 – 0.95
Cellogum®	Enartis Chile	Líquida / Sódica	5%	10 g/hL.	N.E.
Celstab®	Partner S.A.	Líquida / Sódica	10%	10 g/hL.	0.6 – 0.9

Grado de Sustitución (D.S), No especifica (N.E.)

Metodología

Tratamientos y diseño experimental

El ensayo constó de tres tratamientos, cada uno con diferentes marcas de CMC comercializadas en el mercado chileno, más un tratamiento control sin aplicación de carboximetilcelulosa. Todos los análisis se realizaron también con tres repeticiones. Las distintas CMC fueron seleccionadas de acuerdo a disponibilidad y a calidad de la información entregada por los distintos proveedores, como por ejemplo, las dosis recomendadas, formulación (líquida o sólida), el grado de sustitución (D.S.), etc.

El diseño experimental correspondió a un análisis completamente aleatorizado, considerando efectos y diferencias entre los tratamientos con las diferentes CMC, y también el comportamiento de los tratamientos a lo largo del tiempo; 30, 60 y 90 días después de realizadas las aplicaciones. La unidad experimental fue una muestra de vino de la variedad Carménère contenida en una botella de vidrio de 750 mL.

Cuadro 3. Ensayos y tratamientos

Ensayo	Tratamiento	Proveedor – Marca CMC	Tiempos de evaluación (d)	Repeticiones
Carménère	Control		30, 60 y 90	3
	T1	Blumos- Walocel®	30, 60 y 90	3
	T2	Enartis- Cellogum®	30, 60 y 90	3
	T3	Partner-Celstab®	30, 60 y 90	3

Procedimiento

Las muestras de vino de variedad Carménère, fueron trasladadas desde la bodega de la viña Morandé en botellas de vidrio de 750 mL hasta las dependencias del Departamento de Agroindustria y Enología, donde fueron tratadas con carboximetilcelulosa aplicando las dosis máximas permitidas por la organización internacional de la viña y el vino (OIV) (100 mL/hL o 10 g/hL). Las CMC fueron aplicadas a las botellas mediante pipetas graduadas, siguiendo las indicaciones recomendadas por los distribuidores y considerando sus diferentes concentraciones, siendo la de formulación sólida diluida 24 horas antes con agua destilada en un recipiente hermético.

Las botellas luego de realizadas las aplicaciones, fueron selladas con tapas formato rosca, comercializadas por Tapalum 2006 S.L., y almacenadas en forma vertical a temperaturas entre 20 y 22°C, a luz tenue y humedad relativa entre 60 y 80%. Posteriormente, se realizaron los análisis a las variables preponderantes luego de tres períodos: 30, 60 y 90 días post-tratamiento.

Variables a medir

Se midieron niveles de turbidez, mediante un turbidímetro y presencia de cristales de tartrato en las muestras, a través de dos métodos; mediante un test de minicontacto a 0°C (Muller-Spath, 1979) y a través de una prueba en frío (-4°C por 72 horas) (García-Barceló, 1990), donde se contempló también un análisis de estabilidad de materia colorante (Test de Frío -4°C). Se analizaron fenoles totales mediante análisis espectrofotométrico a una absorbancia de 280 nm, expresado en mg/L como ácido gálico (EAG) (García-Barceló, 1990). También se efectuaron mediciones de taninos totales a través de reacción en medio ácido (Bate-Smith, 1952), expresado en mg/L equivalente catequina (EC), intensidad colorante mediante análisis espectrofotométrico a absorbancia de 420nm + 520nm + 620nm (Glories, 1978) y expresada en unidades de absorbancia (u.a) y antocianos totales por el método de decoloración por bisulfito y expresado en mg/L como malvidina (EM) (García-Barceló, 1990).

Análisis estadístico

El análisis estadístico fue realizado a través de una prueba de varianza (ANDEVA). Las diferencias significativas existentes entre los tratamientos propuestos, fueron determinadas a través del test de Tukey, con un nivel de significancia del 5%. El procesamiento de datos se llevó a cabo mediante el programa estadístico Statgraphics Centurion versión XV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de Estabilidad Tartárica

Test de Frío

Previo al tratamiento de las muestras con CMC, la estabilidad tartárica fue evaluada mediante frío a -4°C , mientras el vino terminado se encontraba aún en la cuba. Los resultados se presentan a continuación.

Cuadro 4. Resultado de estabilidad tartárica mediante test de frío, vino en cuba.

Muestra	Cristales cuantificados (Unidades)	Estado
Carménère 2010 DO Rapel	2	Inestable

Sin embargo, a diferencia de lo esperado, los datos obtenidos a partir de las unidades controles, mostraron ser estables al tartrato, y en consecuencia, no se observaron cristales precipitados. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Resultado de estabilidad tartárica mediante test de frío, unidades controles.

Muestra	Unidades de cristales cuantificadas	Estado
Control 1	0	Estable
Control 2	0	Estable
Control 2	0	Estable

De la misma manera fue determinada la estabilidad tartárica de los tratamientos. A continuación en el cuadro 6, se presentan los resultados observados a partir de las pruebas de frío, luego de aplicados los tratamientos con CMC.

Cuadro 6. Tratamientos y resultados de estabilidad tartárica mediante test de frío.

Tratamiento	Unidades de cristales cuantificadas (30 d)		Unidades de cristales cuantificadas (60 d)		Unidad de cristales cuantificadas (90 d)	
	Unidades de cristales cuantificadas	Estado	Unidades de cristales cuantificadas	Estado	Unidad de cristales cuantificadas	Estado
Blumos - Walocel®	0	Estable	0	Estable	0	Estable
Enartis - Cello gum®	0	Estable	0	Estable	0	Estable
Partner - Celstab®	0	Estable	0	Estable	0	Estable

Los datos presentados demuestran en primera instancia, una estabilidad a la formación de cristales constante en el tiempo, hasta 90 días post tratamiento con carboximetilcelulosa.

Este mismo resultado fue obtenido por Gargantini *et al.* (2011) en Malbec argentinos, demostrando la efectividad de la CMC en este cepaje, hasta 70 días post tratamiento, con concentraciones entre 10 y 40 g/hL. No se encontraron precipitados a lo largo del período de evaluación al igual que en esta investigación.

Hallazgos similares fueron realizados por Greeff *et al.* (2012), con respecto a la acción y eficiencia de CMC en vinos tintos sudafricanos de variedades Pinotage. En dicho estudio, no se cuantificaron pérdidas significativas en las concentraciones tanto de Potasio (K^+) y bitartrato de Potasio no disociado (H_2T), luego de someter los vinos tratados con CMC a pruebas de estabilidad en frío, a $-4^{\circ}C$ por 10 días.

Sin embargo, en el presente trabajo no es posible atribuir un efecto completo de la carboximetilcelulosa en la estabilidad tartárica observada luego de someter las muestras a frío, ya que las muestras control se observaron estables al tartrato durante los 3 períodos de observación. Cabe destacar que la temperatura ambiente de la bodega (10 a $15^{\circ}C$ en meses fríos) pudo jugar un papel clave, precipitando tartratos y estabilizando el vino mientras se encontraba en la cuba. Además, se sabe que la cristalización de bitartrato de potasio (KHT) puede inhibirse en determinados vinos tintos debido a la acción de polifenoles y polisacáridos formando complejos con ácido tartárico (Zoecklein, 1988), un fenómeno que también se conoce como el "efecto de los coloides protectores" (Gerbaud *et al.* 2010), lo cual también podría explicar este fenómeno.

Otros autores como Vernhet *et al.* (1999) estudiaron la composición de cristales de tartrato que se encuentra en el vino tinto, descubriendo que ciertos compuestos, incluyendo taninos altamente polimerizados, ramnogalacturonanos y ácidos fenólicos, parecen tener mayores especificidades de unión a cristales de KHT. Sin embargo, esta inhibición natural pareciera no ser estable en el tiempo, diferenciándose del efecto a largo plazo (aproximado de 2 años) que posee la CMC en la estabilidad tartárica de los vinos.

Test de minicontacto

Luego de las pruebas mediante frío ($-4^{\circ}C$ por 72 horas), la estabilidad tartárica también fue evaluada a través de pruebas minicontacto. La prueba consiste en la estimación de las sales que precipitan KHT después de la adición de 4 g/hL de este mismo compuesto, finamente micronizado (núcleos de cristalización), mediante la medición de la variación de la conductividad a $0^{\circ}C$ (Flanzy, 2003). El criterio para determinar la estabilidad se basa en la caída de la conductividad, evaluada durante 24 horas.

Si la caída en la conductividad de la solución evaluada, es inferior a un 3%, la muestra se considera estable en el caso de vinos secos (Escudier *et al.*, 1993). Previo al tratamiento de las muestras con CMC, la estabilidad tartárica fue determinada mediante minicontacto a $0^{\circ}C$, mientras el vino terminado se encontraba aún en la cuba. Los resultados se presentan a continuación.

Cuadro 7. Resultado de estabilidad tartárica test de minicontacto, vino en cuba.

Muestra	Caídas de conductividad ($\Delta\chi$) (%)	Estado
Carménère 2010 D.O Rapel	3,10	Inestable

Nuevamente y al igual que en las pruebas de frío, el test de minicontacto arrojó resultados similares en términos de inestabilidad. Sin embargo, de forma idéntica al ítem anterior, al evaluar las muestras control, el resultado no fue el mismo. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Tratamientos y resultados de estabilidad tartárica mediante minicontacto.

Tratamiento	Caídas de conductividad ($\Delta\chi$) (%) 30 d	Estado	Caídas de conductividad ($\Delta\chi$) (%) 60 d	Estado	Caídas de conductividad ($\Delta\chi$) (%) 90 d	Estado
Control	1,55 \pm 0,34	Estable	1,38 \pm 0,33	Estable	1,40 \pm 0,30	Estable
Blumos - Walocel®	1,44 \pm 0,16	Estable	1,35 \pm 0,27	Estable	1,30 \pm 0,23	Estable
Enartis - Cellogum®	1,93 \pm 0,22	Estable	1,99 \pm 0,67	Estable	1,70 \pm 0,34	Estable
Partner - Celstab®	1,31 \pm 0,27	Estable	2,77 \pm 0,90	Estable	2,00 \pm 0,57	Estable

Caídas de conductividad expresadas en porcentajes ($\Delta\chi$) (%). Medias y desviaciones estándares respectivas. Datos no procesados estadísticamente.

Los valores observados a partir de esta prueba, se encuentran bajo el límite de 3% de caída de conductividad ($\Delta\chi$), como lo propusieron Escudier *et al.* (1993) según lo cual, el vino tinto evaluado se encontraría estable a la precipitación de tartratos, tanto controles como tratamientos nuevamente.

Los resultados aquí obtenidos son similares inicialmente a los determinados por Bosso *et al.* (2011) con relación al uso de CMC en variedades blancas, Pinot Blanc y Chardonnay considerando valores de pH, temperaturas de saturación, grado alcohólico y efectividad medida a través de pruebas de minicontacto. Sin embargo, en el estudio citado, existió una clara diferencia entre los resultados obtenidos a partir de controles y tratamientos, resultando los primeros inestables, a diferencia de los datos observados en el presente estudio.

Como ya fue descrito en el ítem anterior, es posible atribuir este fenómeno tanto a condiciones de temperatura presentes en bodega como también a las características propias del vino tinto, ya sean reacciones con compuestos fenólicos, polisacáridos o cualquier sustancia que actué como coloide protector, sin embargo, la ambigüedad de conclusiones y falta de información al respecto, sugiere la necesidad de mayor investigación.

Fenoles Totales

La concentración de fenoles totales observada en las muestras controles, se mantuvo constante a lo largo del tiempo. El promedio a los 30 días fue de 1653,69 mg/L EAG, mientras que para los 60 y 90 días post tratamiento, fue de 1581,39 y 1658,1 mg/L EAG, respectivamente.

Para el caso de las muestras tratadas con carboximetilcelulosa, la totalidad de las muestras no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, la concentración de fenoles totales se vio disminuida significativamente a lo largo del período de evaluación. Blumos - Walocel®, presentó una disminución significativa a partir de los 90 días con un promedio de 1482,70 mg/L EAG, mientras que en Enartis - Cellogum® y en Partner - Celstab®, esta pérdida significativa de fenoles totales fue observada a partir de los 60 días post tratamiento, con valores de 1555,35 y 1588,74 mg/L EAG respectivamente.

La concentración de fenoles totales de las diferentes muestras se presenta en la siguiente figura.

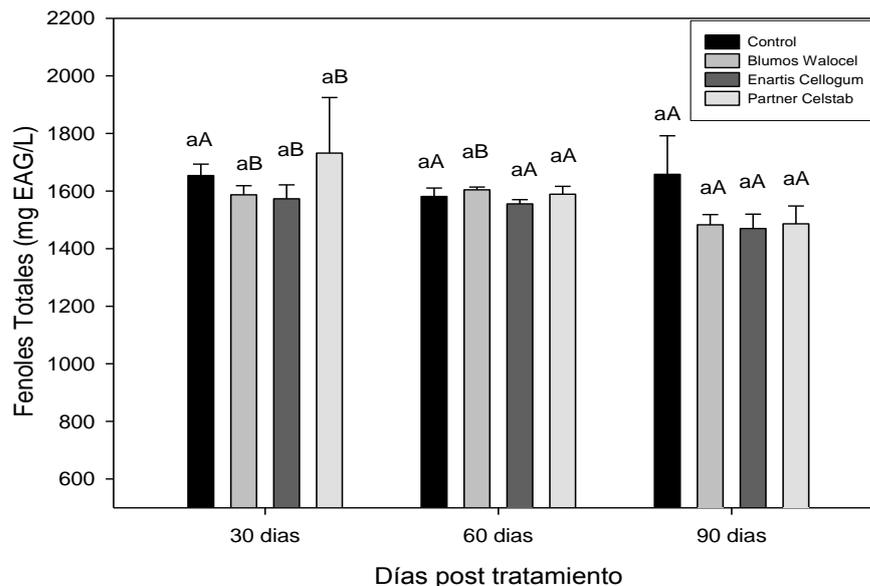


Figura 3: Fenoles totales de los distintos tratamientos con CMC y muestras controles. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos y letras mayúsculas diferentes expresan diferencias significativas en la concentración de fenoles a lo largo del tiempo para los distintos tratamientos (Test de Tukey, $p < 0,05$) (ver anexo). EAG: como ácido gálico.

La disminución en el tiempo del contenido de fenoles totales en los vinos, no concuerda con lo encontrado por Greef *et al.* (2012), los cuales al analizar los efectos de la CMC en vinos tintos y rosados de la variedad Pinotage en Sudáfrica, no encontraron una tendencia clara en el comportamiento de fenoles totales al entrar en contacto con este polímero de celulosa a lo largo del tiempo.

Esta pérdida significativa de fenoles totales en los tres tratamientos puede responder a fenómenos de asociación entre el ácido tartárico y compuesto fenólicos, afectando su concentración.

Si bien es cierto no se ha profundizado en el origen y tipo de polifenoles participantes, en vinos tintos se ha observado una clara inhibición de la cristalización e insolubilización de KHT por esta razón (Zoecklein, 1988).

Taninos Totales

Los resultados obtenidos en relación a la concentración de taninos totales, tanto en muestras control como en unidades tratadas con CMC, no presentaron diferencias significativas a lo largo del tiempo de evaluación. Para las muestras control, el promedio para 30, 60 y 90 días fue de 2082, 1818 y 2109 mg/L EC respectivamente, mientras que para las distintas CMC evaluadas, los datos no muestran diferencias significativas en relación a los controles ni entre ellas.

El total de resultados se presenta en la figura 4.

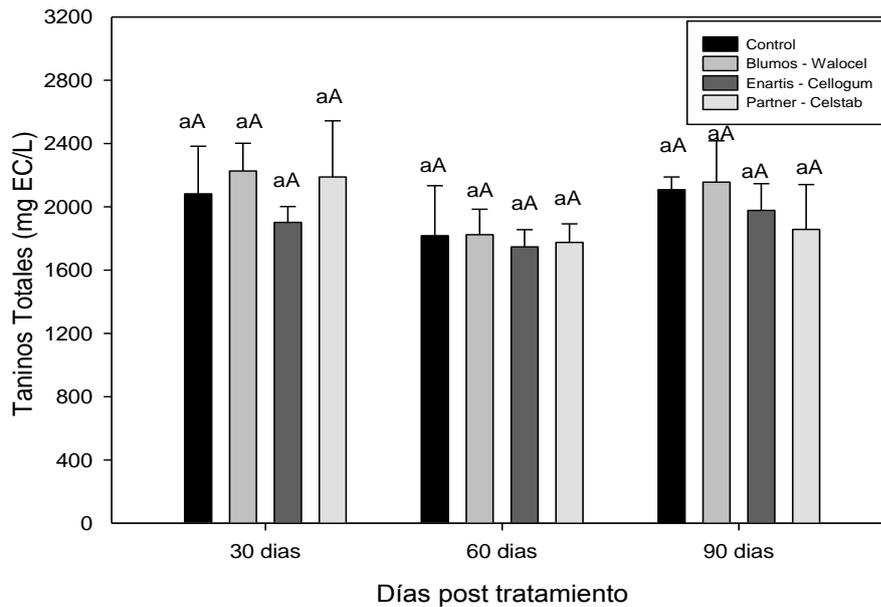


Figura 4: Taninos totales de los distintos tratamientos con CMC y muestras controles. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos y letras mayúsculas diferentes expresan diferencias significativas en la concentración de taninos a lo largo del tiempo para los distintos tratamientos (Test de Tukey, $p < 0,05$) (ver anexo). EC: equivalente catequina

Para el caso de Blumos - Walocel®, el promedio de los tres períodos de evaluación fue de 2069 mg/L EC. Enartis - Cellogum® presentó de la misma forma un promedio de 1876 mg/L EC, mientras que Partner - Celstab® arrojó un promedio de 2141 mg/L EC.

No existen estudios concretos que evalúen el efecto de la CMC en el comportamiento de taninos en el vino, ante lo cual los resultados mostrados son importantes para aumentar el conocimiento del uso de estos aditivos en los vinos chilenos. Vernhet *et al.*, (1999) estudiaron la composición de cristales de tartrato que se encuentran en el vino tinto y descubrieron que ciertos compuestos, incluyendo taninos altamente polimerizados, ramnogalacturonanos y ácidos fenólicos, parecen tener mayores especificidades de unión a cristales de KHT, lo cual podría afectar la acción de la CMC en estos cristales. Esta idea también fue propuesta por Zoecklein, (1988), quien determinó que la CMC es ineficaz en ciertos vinos tintos, producto de la acción de polifenoles adsorbentes de KHT, entre los cuales se encuentran taninos y polisacáridos.

Sin embargo, en este estudio no fue posible observar cambios en la concentración de taninos totales, por lo cual no fue posible atribuir algún impacto de la CMC en la estructura tánica del vino estudiado. Los trabajos citados sugieren entonces considerar el tipo de tanino a evaluar y su grado de polimerización.

Intensidad Colorante

La intensidad colorante (IC) evaluada mediante análisis espectrofotométrico a absorbancia de 420, 520 y 620 nm, no presentó diferencias significativas entre tratamientos, como tampoco entre los tres períodos de evaluación.

El total de resultados se representa en la figura 5.

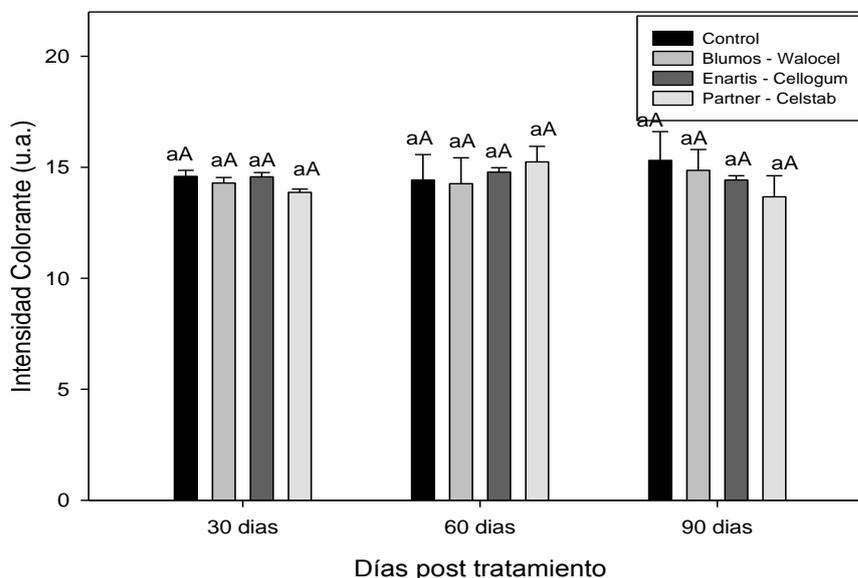


Figura 5: Intensidad colorante de los distintos tratamientos con CMC y muestras controles. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos y letras mayúsculas diferentes expresan diferencias significativas en los valores de IC a lo largo del tiempo para los distintos tratamientos (Test de Tukey, $p < 0.05$) (ver anexo). u.a: unidades de absorbancia.

Las muestras control presentaron un promedio para los tres periodos de evaluación de 14,78 u.a. De la misma manera Blumos – Walocel®, Enartis - Cellogum® y Partner – Celstab®, los promedios respectivos de IC fueron de 14,47, 14,60 y 14,26u.a, respectivamente.

Resultados similares a los obtenidos en el presente estudio fueron obtenidos por Greef *et al.* (2012) en vinos rosados procedentes de la variedad Pinotage, donde se evaluó el efecto de la CMC en esta variable, logrando demostrar la eficacia del producto, no encontrando precipitados de cristales de bitartrato de potasio en las muestras tratadas con frío a diferentes temperaturas, como tampoco diferencias significativas en el total de pigmentos rojos e intensidad colorante. Aunque, este mismo autor en el mismo trabajo postula la existencia de efectos provocados por la CMC en la intensidad colorante de vinos tintos de la misma variedad. En dicho estudio se observó una disminución en la intensidad de color asociada a altas dosis de CMC aplicadas, luego de someter al vino a temperaturas de -4°C durante un período de 10 días. Mismo resultado fue obtenido por Motta *et al.* (2009) cuando la CMC se añade al vino tinto, exponiéndolo luego a frío por un tiempo prolongado.

Posiblemente la cantidad de tiempo en que se expone el vino tinto a bajas temperaturas resulta clave al momento de determinar la intensidad colorante de las muestras tratadas con carboximetilcelulosa. En el presente estudio, el vino se sometió a la misma temperatura de -4 °C, pero solo por un período de 3 días para luego almacenar las botellas a temperaturas entre 20 y 22 °C, en contraposición a los 10 días de frío descritos por los autores citados.

Gargantini *et al.* (2011) observó un comportamiento constante en la intensidad colorante en vinos de variedades Malbec, tratadas con diferentes CMC, no atribuyendo efectos de ésta en las propiedades cromáticas de las muestras evaluadas y no sometiendo al vino a bajas temperaturas, con lo cual se reafirma la importancia del factor “tiempo de frío” en la intensidad colorante de los vinos tintos tratados con carboximetilcelulosa.

Antocianos Totales

La concentración de antocianos, se mostró variable a lo largo del tiempo, presentando diferencias significativas tanto en muestras controles como en tratamientos, ya sea a los 30 días o 60 días posteriores a las aplicaciones con CMC. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos.

Las muestras control y los vinos tratados con CMC Enartis - Cellogum® presentaron una disminución significativa de antocianos totales a partir de los 90 días post tratamiento con un promedio de 781 y 842mg/L EM respectivamente. Mientras que para Blumos – Walocel® y Partner – Celstab®, esta caída significativa en la concentración de antocianos fue observada desde el día 60 post tratamiento con CMC, con valores promedio de 936 y 950 mg/L EM.

El total de resultados se representa en la figura 6.

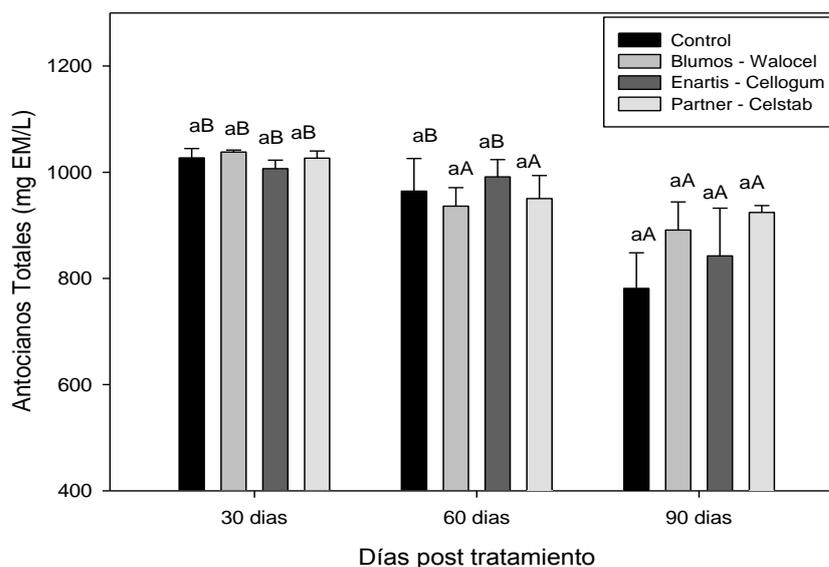


Figura 6: Antocianos totales de los distintos tratamientos con CMC y muestras controles. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos y letras mayúsculas diferentes expresan diferencias significativas en la concentración de antocianos a lo largo del tiempo para los distintos tratamientos (Test de Tukey, $p < 0,05$) (ver anexo).

En el presente trabajo, esta disminución en el contenido total de antocianos no puede atribuirse completamente a la acción de la CMC, debido a que las muestras control presentaron el mismo comportamiento. En la literatura existen diversas causas que podrían explicar este fenómeno. Autores como Gómez-Cordovés *et al.*, (2008), relacionan esta pérdida de antocianos durante crianza en botella con el grado de acilación de los mismos, con glucósidos principalmente y también al número de antocianinas trisustituídas o metoxiladas.

Dallas *et al.*, (1995), observó que la disminución de antocianos observada se puede atribuir principalmente a reacciones de hidrólisis y condensación, en medios reductivos, como en la botella, por ejemplo.

La susceptibilidad de los antocianos frente a las reacciones de hidrólisis puede relacionarse con el porcentaje de antocianinas aciladas, mientras que la sensibilidad de los antocianos frente a las reacciones de condensación, considerando condiciones idénticas de fermentación (temperatura, cepa de levadura y cantidad de inóculo) y de almacenamiento en botella, se relaciona principalmente con la concentración de antocianos, el tipo y concentración de compuestos que puedan actuar como copigmentos, así como con la concentración de metabolitos secundarios provenientes de la acción de las levaduras (acetaldehído, ácido pirúvico, vinilfenoles, entre otros), siendo todos factores dependientes, a su vez, de la composición inicial del mosto y, por tanto, de la variedad de uva en cuestión (Dallas *et al.*, 1995).

Es posible relacionar la pérdida de antocianos en botella con diversos fenómenos, sin embargo, existe uno que parece tener directa relación con la acción de la CMC.

Una reducción importante de antocianos se asociaa la precipitación de material colorante coloidal, que puede ser muy importante en algunos vinos, precipitando también polisacáridos que actúan como soportes de la materia colorante por acción del calor o alcohol del medio. Este fenómeno es muy común durante etapas fermentativas o durante los meses posteriores, conllevando una pérdida considerable en la concentración de antocianos. Esta situación es controlada en bodega generalmente mediante la estabilización de color por frío o por la adición de sustancias “coloides protectores” como proteínas o goma arábica (Hidalgo, 2003).

Siguiendo la misma idea, Moutounet *et al.* (1997) descubrió que la CMC interactúa en general con polifenoles, particularmente antocianos, generando turbidez, cambios de color y limitando su uso a vinos blancos. Existe por lo tanto una relación directamente proporcional entre la disminución en la concentración de antocianos totales y la precipitación de materia colorante coloidal (resultados se presentan a continuación).

Estabilidad de Materia Colorante

Fueron realizadas pruebas de estabilidad de material colorante en cada una de las muestras. En todos los casos se observaron precipitados de este tipo, los cuales fueron cuantificados considerando tamaño y grosor de las partículas precipitadas. Sin embargo, se determinaron diferencias significativas claras entre las muestras control y los tratamientos con CMC, presentando estos últimos una mayor cantidad de material colorante precipitado.

Las muestras controles, presentaron un promedio de 1,7, 1,0 y 1,0 unidades de materia colorante precipitada (UMCP) para los 30, 60 y 90 días post tratamientos respectivamente. Por otra parte en las muestras tratadas con las diferentes CMC, los resultados fueron significativamente superiores a los controles, pero no diferentes estadísticamente entre ellas.

El total de resultados se representa en la figura 7.

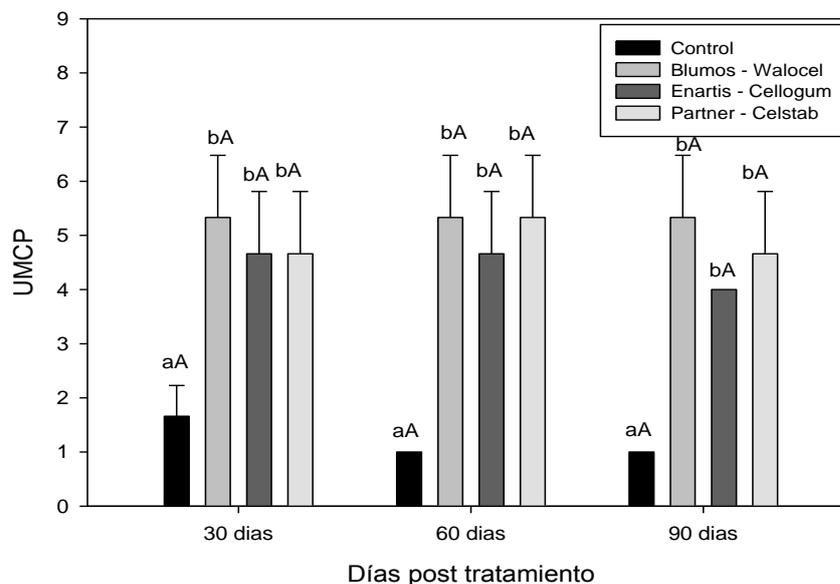


Figura 7: Unidades de material colorante precipitado (UMCP) de los distintos tratamientos con CMC y muestras controles. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos y letras mayúsculas diferentes expresan diferencias significativas en los valores de UMCP a lo largo del tiempo para los distintos tratamientos (Test de Tukey, $p < 0,05$) (ver anexo).

Para el caso de las muestras tratadas con CMC Blumos – Walocel®, el promedio para los tres períodos de evaluación (30,60 y 90 días) fue de 5,33 UMCP. De la misma forma, para CMC Enartis - Cellogum® el promedio total resultó de 4,44 UMCP. Finalmente, para las muestras tratadas con CMC Partner – Celstab®, el promedio total para los tres períodos de evaluación fue de 4,88 UMCP.

Tal como se esperaba, las muestras tratadas con CMC presentaron precipitados de materia colorante con valores significativos. Se sabe que en vinos tintos jóvenes es muy común que se produzcan enturbiamientos o se formen posos de color rojizo cuando las botellas se someten a bajas temperaturas (Aleixandre, 2006). Otros autores postulan directamente un efecto limitado de la CMC en vinos tintos, debido a la reacción que ésta podría tener con la materia colorante en estado coloidal presente en la solución, y por lo tanto, una segura precipitación de la misma al tratar los vinos con frío (OENODEV, 2009).

Por otro lado, tal como fue postulado por Moutounet *et al.*, (1997), y según los resultados observados en el presente estudio, existe una directa relación entre la pérdida de antocianos y la precipitación de materia colorante en vinos tintos originada por la acción de la carboximetilcelulosa. Esta situación puede controlarse mediante la utilización de sustancias denominadas “coloides protectores” como goma arábica, impidiendo la floculación de materia colorante coloidal, utilizándose preferentemente en el momento de embotellado de los vinos tintos (Flanzy, 2003). Sin embargo, no es posible afirmar lo mismo en relación a la variable intensidad colorante evaluada en la presente investigación.

A pesar de que otros autores observaron efectos en la IC de vinos tintos tratados con CMC, el factor tiempo de exposición a frío pareciera ser clave para observar cambios y concluir resultados.

Grado de Turbidez

El grado de turbidez expresado en unidades nefelométricas (NTU) presentó resultados directos en relación a la carboximetilcelulosa. Las muestras controles mantuvieron grados de turbidez constantes, sin diferencias significativas entre los 3 períodos de evaluación. El promedio para los 30, 60 y 90 días fue de 28,83, 24,16 y 28,56 NTU respectivamente.

El total de resultados se representa en la siguiente figura.

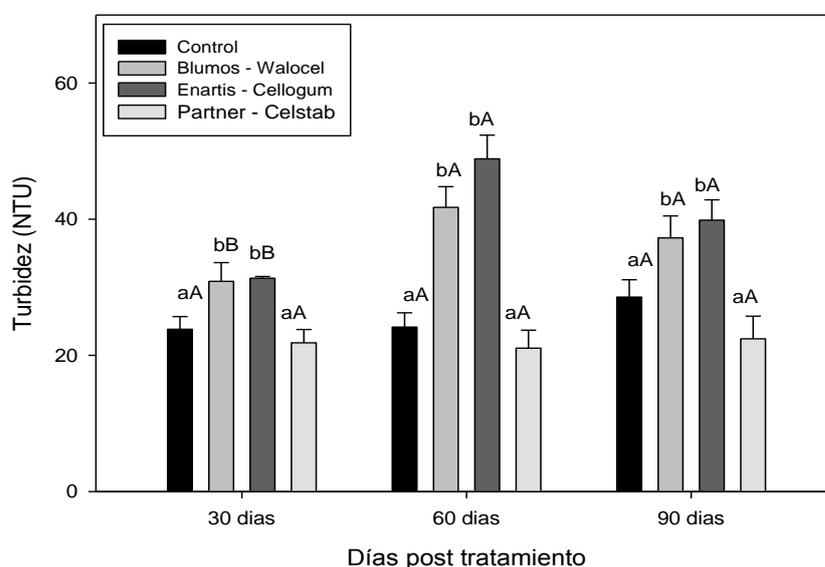


Figura 8: Grado de turbidez (NTU) de los distintos tratamientos con CMC y muestras controles. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos y letras mayúsculas diferentes expresan diferencias significativas en los valores de NTU a lo largo del tiempo para los distintos tratamientos (ver anexo).

En el caso de las muestras tratadas con CMC Partner – Celstab®, los niveles de turbidez se mantuvieron constantes a lo largo del tiempo, sin presentar diferencias significativas con las muestras controles. La única diferencia de esta CMC con las dos restantes, es su concentración de un 10%, superior al 5% de las otras dos. A pesar de que las dosis aplicadas para cada tratamiento fueron exactamente las mismas, es posible que exista algún efecto en la estructura polimérica de la CMC mediado por la cantidad de solvente (agua) presente en la solución, sin embargo, se requieren más antecedentes para aseverar esta posibilidad.

Los promedios para 30, 60 y 90 días post tratamiento fueron de 21,84, 21,06 y 22,43 NTU respectivamente.

En contraposición, las muestras tratadas con Blumos – Walocel® y Enartis - Cellogum® presentaron un aumento significativo en sus niveles de turbidez en comparación a las muestras controles, terminados los 30 primeros días post tratamiento, con valores de 30,87 y 31,33 NTU respectivamente, no diferenciándose significativamente entre ellas.

Sin embargo, se observó en estas mismas muestras, un nuevo incremento en el grado de turbidez luego de los 60 días post tratamiento, con valores promedio de 41,73 y 48.87 NTU para Blumos – Walocel® y Enartis - Cellogum® respectivamente. Luego de 90 días post tratamiento, estos valores se mantuvieron constantes sin diferencias significativas con el anterior período de evaluación (60 días). En una de las primeras investigaciones enfocadas en los efectos de la CMC, Wucherpfenning y Dietrich (1984) describieron problemas de turbidez y filtrabilidad asociados al uso de carboximetilcelulosa en vinos, en particular de variedades tintas.

Hallazgos que apoyan los resultados obtenidos en el presente trabajo, fueron descritos por Moutounet *et al.* (2010), quien observó que los valores de NTU aumentan considerablemente con la adición de CMC, pero disminuirían considerablemente cuando el vino es estabilizado por frío durante un período mayor a 26 días.

Resultados similares fueron obtenidos por Greef *et al.* (2012), quien estudió la eficiencia y efecto de la CMC tanto en vinos blancos como tintos. En variedades blancas, tratadas con CMC, los valores se mantuvieron bajo 1 NTU antes y después de un período de enfriamiento de 2 semanas. Sin embargo, para las variedades tintas tratadas con CMC, en particular Pinotage, los valores de turbidez antes del período de frío fueron elevados, cercanos a los 26,4 NTU. Estos valores se incrementaban con la adición de mayores concentraciones de CMC disminuyendo drásticamente a 2 NTU, luego de tratar el vino a frío forzado a -4°C por un tiempo de 2 semanas, sin la formación de cristales de bitartrato de potasio.

La disminución de la turbidez luego de un período de frío prolongado, por lo tanto, puede asociarse a la precipitación de material colorante (y a la vez a su directa relación con la pérdida de antocianos), sin embargo, no existen mayores antecedentes con respecto a este fenómeno o todavía no se han proporcionado en la literatura y permanecen abiertas para más investigación.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, el efecto del uso de la carboximetilcelulosa como inhibidor de la precipitación de tartratos (bitartrato de potasio y tartrato neutro de calcio) en vinos tintos, está evidentemente limitado por las características químicas y/o físicas del vino tinto. En relación a las primeras, el uso de CMC provoca una disminución del contenido de algunos compuestos fenólicos durante el almacenamiento del vino, especialmente en la concentración de fenoles totales, afectándola significativamente a lo largo del tiempo, independientemente de la marca utilizada en este estudio. Contrariamente, no existen efectos de la carboximetilcelulosa en la concentración de taninos totales, como tampoco en los valores de intensidad colorante.

Fue cuantificada una disminución en la concentración de antocianos totales en el total de tratamientos a lo largo del tiempo de observación, incluyendo los controles, sin embargo, no es posible atribuir este fenómeno exclusivamente al efecto de la CMC.

En cuanto a las características físicas del vino evaluado, los efectos más claros e importantes atribuibles al efecto de la CMC en vinos tintos, corresponden a la precipitación de material colorante coloidal (y su consecuencia en la concentración de antocianos) y aumento del grado de turbidez. En relación a la primera, no se observaron diferencias significativas entre los 3 tratamientos como tampoco a lo largo de los tres períodos de estudio. Sin embargo, los valores obtenidos a partir de la variable turbidez, presentaron diferencias tanto entre tratamientos, como también a lo largo del tiempo de evaluación. Ambas variables presentan una estrecha relación con el tiempo en que se somete el vino tratado a bajas temperaturas.

Finalmente, a pesar de que todos los tratamientos se observaron estables a la precipitación de tartratos a lo largo de los tres períodos de evaluación, no es posible atribuir este equilibrio exclusivamente a la CMC, ya que las muestras control resultaron estables de igual manera, a pesar de la inestabilidad inicial evaluada en la cuba.

BIBLIOGRAFÍA

Blouin, J. 1992. Techniques d' analyses des mouts et des vins. Dujardin-Salleron, Paris.

Bosso, A.Salmaso, D. De Faveri, E. Guaita, M. Franceschi, D. 2010. The use of carboxymethylcellulose for the tartaric stabilization of white wines, in comparison with other oenological additives. Centro di Ricerca per l'Enologia, Asti, Italy. 6p.

Boulton, R. B., V. L., Bisson, L. F., Kunkee, R. E. 2002, Teoría y práctica de la elaboración del vino; ACRIBIA S.A.: Zaragoza, España.

Castelucci F. Monografía sobre la goma de celulosa (carboximetilcelulosa). OIV, Zagreb, Croacia.

Crachereau, J. 2001. Bulletin de l' OIV: Tartaric stabilisation of wines by carboxymethylcellulose. RevueInternatione de Viticulture, Oenologie, Economie, droitviti-vinicole, ISSN 0029-7127, Vol. 74, N° 841, 8 p.

Dallas, C. Da Silva, R. Laureano, O. 1995. Degradation of oligomericprocyanidins and anthocyanins in a TintaRoriz red wine during maturation. *Vitis*. 34, 51-56.

Dharmadhikari, D. 1994.Methods for Tartrate Stabilization of Wine. *Vineyard & Vintage View*, Mountain Grove, MO. 5pp.

Escudier J-L., Saint-Pierre B., Battle J.L., Moutounet M., 1993. Procédé et dispositifautomatique de stabilisationtartrique des vins. Patente Francesa n.º 93 103 28.

Flanzy, C. 2003. Enología. Fundamentos científicos y tecnológicos. 2nd ed. AMV ediciones, Mundi-Prensa. Montpellier, Francia. 797 p.

Franco, A. E. 2007. PH y equilibrio iónico en mostos y vinos. Su importancia y factores que influyen. Centro de Transferencia agroalimentaria. Gobierno de Aragón, España. 20 p.

García-Barceló, J.1990. Técnicas analíticas para vinos. Ediciones FAB. Barcelona, España. 1713 p.

Gargantini, R. Manzano, H.Urvieta, R. Videla, R. Rudy, R. 2011. Estabilización tartárica en vinos tintos con carboximetilcelulosa (CMC). Subgerencia de Investigación para la Fiscalización Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV). Departamento Estudios Enológicos y Sensoriales, Mendoza, Argentina. 5p.

Gerbaud V, Gabas N, Blouin J, Crachereau JC. 2010. Study of wine tartaric acid salt stabilization by addition of carboxymethylcellulose (CMC): comparison with the 'protective colloids' effect. *Journal International des Sciences de la Vigne*. 44:231–242.

Gerbaud, V.1996.Détermination de l'État de Sursaturation et Effet des Polysaccharides sur la Cristallisation du Bitartrate de Potassium dans les Vins. Thèse de Doctorat, INP, Toulouse.

Glories, Y. 1978. Reserchesur la matièrecolorante des vins rouges. Thèse de Doctorat. Université de Bordeaux II.

Gómez-Cordovés, C. Bartolomé, B. Monagas, M. Suárez. R. Núñez, V. Morata, A. Suárez, J.A. 2008. Respuesta del color a variaciones puntuales durante el proceso vitivinícola en los vinos tintos. X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia. Brasil, 23 p.

Greeff, A.E.Robillard, B.Du Toit, W.J.2012. Short- and long-term efficiency of carboxymethylcellulose (CMC) to prevent crystal formation in South African wine.Department of Viticulture and Oenology, Stellenbosch University, Private Bag X1, 7620 Matieland (Stellenbosch), South Africa; bInstitutOenologique de Champagne, ZI de Mardeuil BP 25, F-51200 Epernay, France. *Food Additives & Contaminants: Part A* Vol. 29, No. 9, September 2012, 11 p.

Hidalgo, J. 2002. Tratado de Enología. Ediciones Mundi-Prensa Madrid, España. 1423 p.

Hills, P. 2004. *Appreciating the Wine – The flavour of wine explained*. Editorial AlbatrosSaci. Glasgow, Escocia. 191p.

Hoeffler, C. 2004. Sodium Carboxymethyl cellulose, Chemistry, Functionality, and Applications. Food Ingredients Group, Hercules Incorporated Wilmington, Delaware 19808. Wilmington, Inglaterra. 15 p.

Mercurio, M., R. Damberg, M. Henderich and P. Smith. 2007. High throughput análisis of red wine and grape phenolics-adaption and modified somers colors assay to a rapad 96 well plate format. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 4651 – 4657.

Motta S, Bollito A, Guaita M, Petrozziello M, Panero L, Bosso A. 2009. Use of carboxymethylcellulose and other additives in the tartaric stabilization of red wines./impiegodellacarbosimetilcellulosa e uso di altriadditivinellastabilizzazionetartaricadeivinirossi. *Bulletin l'OIV*. 82:367–377.

Moutounet, M.; Saint-Pierre, B. Batlle, J.L. Escudier, J.L. 1997. Le stabilisateurtrique: principe et description du procédé. *Journée de Rencontresœnologiques No14*, France. N° 162, pp. 13-35 (21 p.) (7 ref.), pp. 15-17.

Muller-Spath, H. 1979. La stabilisation du tartre avec le procédé a contact. *Revue Française d'œnologie*, 73: 41-47.

OENODEV, 2009. Una alternativa a la estabilización por frío de los vinos. Protocolos ensayo CMC. [En línea] Disponible en:
<http://www.az3oenoenology.com/catalogo/index.asp>. Leído el 04 de Octubre de 2010.

OIV, 2006. Codex Enológico Internacional. Resolución Paris 3° A.G, Francia. 451p.

OIV, 2009. Codex Enológico Internacional. Resolución Verona 366/2009. 6° G.A., Paris, Francia. 28p.

Vernhet A, Dupre K, Boulange-Petermann L, Cheynier V, Pellerin P, Moutounet M. 1999. Composition of tartrate precipitates deposited on stainless steel tanks during the cold stabilization of wines. II. Red wines. *Am J EnolVitic*. 50:398–403.

Wucherpennig, K, Dietrich, H. 1984. Filtration behaviour of carboxymethylcellulose stabilized wines. *WeinwirtTech*. 120:350–353.

Zamora, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 224 p.

Zoecklein, BW. 1988. A review of potassium bitartrate stabilization of wines. Virginia Cooperative Extension Service No. 463-013.

ANEXO

Resumen resultados

Fenoles Totales (mg EAG/L)			
Tratamientos	30 d	60 d	90 d
Controles	1653,69 ± 40,03 aA	1581,39 ± 29,24 aA	1658,1 ± 133,68 aA
Blumos - Walocel	1586,84 ± 32,05 aB	1604,39 ± 9,52 aB	1482,70 ± 35,48 aA
Enartis - Cellogum	1572,91 ± 48,54 aB	1555,35 ± 14,91 aA	1469,73 ± 50,28 aA
Partner - Celstab	1731,71 ± 193,10 aB	1588,74 ± 27,70 aA	1486,33 ± 61,89 aA

Todos los datos están expresados con sus medias respectivas ± y desviación estándar (n=3). Diferentes letras minúsculas dentro de una columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos de CMC y muestra control. Diferentes letras mayúsculas dentro de una fila indican diferencias significativas de los factores estudiados entre los 3.

Taninos Totales(mg EC/L)			
Tratamientos	30 d	60 d	90 d
Controles	2082,49 ± 300,70 aA	1818,09 ± 315,58 aA	2108,90 ± 80,23 aA
Blumos - Walocel	2226,82 ± 175,26 aA	1824,11 ± 160,75 aA	2156,20 ± 260,81 aA
Enartis - Cellogum	1902,07 ± 99,67 aA	1747,39 ± 108,30 aA	1977,46 ± 168,70 aA
Partner - Celstab	2188,80 ± 355,21 aA	1775,14 ± 117,33 aA	1857,61 ± 283,70 aA

Todos los datos están expresados con sus medias respectivas ± y desviación estándar (n=3). Diferentes letras minúsculas dentro de una columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos de CMC y muestra control. Diferentes letras mayúsculas dentro de una fila indican diferencias significativas de los factores estudiados entre los 3.

Intensidad Colorante (u.a.)			
Tratamientos	30 d	60 d	90 d
Controles	14,59 ± 0,27aA	14,43 ± 1,14 aA	15,31 ± 1,30 aA
Blumos - Walocel	14,29 ± 0,25 aA	14,26 ± 1,17 aA	14,86 ± 0,94 aA
Enartis - Cellogum	14,57 ± 0,19 aA	14,78 ± 0,20 aA	14,43 ± 0,19 aA
Partner - Celstab	13,87 ± 0,15 aA	15,24 ± 0,70 aA	13,67 ± 0,95 aA

Todos los datos están expresados con sus medias respectivas ± y desviación estándar (n=3). Diferentes letras minúsculas dentro de una columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos de CMC y muestra control. Diferentes letras mayúsculas dentro de una fila indican diferencias significativas de los factores estudiados entre los 3.

Antocianos Totales (mg EM/L)			
Tratamientos	30 d	60 d	90 d
Controles	1027,07 ± 17,54 aB	964,24 ± 61,63 aB	781,18 ± 67,07 aA
Blumos - Walocel	1037,97 ± 3,89 aB	936,16 ± 34,75 aA	891,12 ± 52,99 aA
Enartis - Cellogum	1006,83 ± 15,99 aB	991,20 ± 32,45 aB	842,48 ± 89,70 aA
Partner - Celstab	1026,47 ± 13,66 aB	950,31 ± 43,59 aA	924,08 ± 13,06 aA

Todos los datos están expresados con sus medias respectivas ± y desviación estándar (n=3). Diferentes letras minúsculas dentro de una columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos de CMC y muestra control. Diferentes letras mayúsculas dentro de una fila indican diferencias significativas de los factores estudiados entre los 3.

Materia colorante (UMCP)			
Tratamientos	30 d	60 d	90 d
Controles	1,66 ± 0,57 aA	1,0 ± 0 aA	1,0 ± 0 aA
Blumos - Walocel	5,33 ± 1,15 bA	5,33 ± 1,15 bA	5,33 ± 1,15 bA
Enartis - Cellogum	4,66 ± 1,15 bA	4,66 ± 1,15 bA	4,0 ± 0 bA
Partner - Celstab	4,66 ± 1,15 bA	5,33 ± 1,15 bA	4,66 ± 1,15 bA

Todos los datos están expresados con sus medias respectivas ± y desviación estándar (n=3). Diferentes letras minúsculas dentro de una columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos de CMC y muestra control. Diferentes letras mayúsculas dentro de una fila indican diferencias significativas de los factores estudiados entre los 3.

Grado de Turbidez (NTU)			
Tratamientos	30 d	60 d	90 d
Controles	23,83 ± 1,87 aA	24,16 ± 2,08 aA	28,56 ± 2,54 aA
Blumos - Walocel	30,87 ± 2,75 bB	41,73 ± 3,05 bA	37,26 ± 3,22 bA
Enartis - Cellogum	31,33 ± 0,26 bB	48,87 ± 3,48 bA	39,86 ± 2,98 bA
Partner - Celstab	21,84 ± 1,95 aA	21,06 ± 2,63 aA	22,43 ± 3,33 aA

Todos los datos están expresados con sus medias respectivas ± y desviación estándar (n=3). Diferentes letras minúsculas dentro de una columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos de CMC y muestra control. Diferentes letras mayúsculas dentro de una fila indican diferencias significativas de los factores estudiados entre los 3.