



Universidad Católica de Cuyo

Facultad Don Bosco de Enología y

Ciencias de la Alimentación

Licenciatura en Enología e Industrias Frutihortícolas

Sede Rodeo del Medio, Mendoza, 2025

Análisis de la variación del color de mostos concentrados blancos (cv. Criolla Grande) en función de la temperatura y el transporte.

Espin Stornini Valentina

Profesores:

Docente Asesor: Laura Arevalo

Revisión Formal: Magalí Gonzalez

Lugar y Fecha: Mendoza, Rodeo del Medio, 19 de diciembre 2025

Defensa Oral

Libro: _____ Folio N° _____ : Acta N° _____

Fecha: _____

Calificación: _____

Firmas y Aclaración del Tribunal Examinador

ÍNDICE GENERAL

Presentación.....		
.....1		
Portada.....		
.....2		
Índice		General
.....		
...3-5		
Dedicatoria.....		
.....6		
Resumen	y	palabras
.....		claves
Abstract	and	Key
words.....		9-10
.....		
Introducción		
.....		
.....11-14		
Desarrollo de		
capítulos.....		1
5		
1. Relevancia histórica y económica de la producción de Mosto Concentrado en Argentina.....		
15		
1.1. El Mosto y su historia en las exportaciones Argentinas.....		15
1.2. Exportaciones de Mosto Concentrado hasta el año 2024.....		16-17
1.3. Tipos de Mostos Concentrados Exportados		18
.....		
2. Marco Legal y Regulatorio de la producción de Mosto Concentrado en Argentina		
.....		
.....19-22		
3. Características del Mosto de Uva.....		22
3.1. Composición química del mosto.....		22
.....		
3.2. Agua.....		22
.....		
3.3. Azúcares del mosto de uva.....		23

3.4. Compuestos fenólicos.....	23
3.1.4.1. Los fenólicos.....	24
3.1.4.2. Materia Colorante.....	25
3.1.4.3. Antocianos.....	25
3.1.4.4. Antoxantinas.....	26
3.1.4.5. Sustancias Tánicas.....	26
3.5 Pectinas.....	26
3.6 Gomas.....	26
3.7 Mucílagos.....	26
3.8 Ácidos del Mosto.....	27
3.9 Ácido Tartárico y sus sales derivada.....	27
4. Proceso de elaboración del Mosto Concentrado.....	22-32
5. Concentrador del mosto por evaporación: Transferencia de Calor.....	33
5.1. Daño Térmico.....	33
5.2. Pasteurización.....	34
5.3. Conservación.....	35
5.4. Envasado y Almacenamiento.....	36
6. Factores que Influyen e la calidad y color del Mosto Concentrado.....	36

6.1.	Importancia del color en Mostos Concentrados.....	36
6.2.	Compuestos Fenólicos influencia en el color.....	37
6.3.	Pardeamiento Enzimático y su influencia en el color del mosto concentrado.....	38
6.4.	Pardeamiento No Enzimático y su influencia en el color del mosto concentrado.....	39
6.5.	HidroxiMetilFurfural como indicador de deterioro térmico.....	42-43
6.6.	El efecto del Ác. Ascórbico sobre el color y la oxidación del mosto.....	44-45
7.	Transporte del Mosto Concentrado y Destinos Comerciales del mosto concentrado Argentino.....	46-47
7.1.	Alteración del color del mosto durante la elaboración, almacenamiento y transporte.....	48
8.	Planteamiento del problema de estudio.....	49
8.1.	Hipótesis del trabajo.....	50
8.2.	Objetivos.....	50
9.	Materiales y Métodos.....	51
9.1.	Muestreo del Mosto Concentrado Blanco.....	51-53
9.2.	Diseño Experimental.....	53-54
9.3.	Validación método propuestos.....	55-56
9.4.	Instrumental y Materiales de Laboratorio.....	57
9.5.	Técnicas Empleadas.....	57

9.5.1.	Principio	y	Justificación	de	métodos	
utilizados.....						58-59
9.5.2.	Descripción		de		Metodología	
Real.....						61-64
10.	Resultados					
					
					65-81
	Conclusiones					
					82
	-84					
11.	Anexos.....					
					89-94
	Referencias.....					
					94-105

DEDICATORIA

A mi familia, por enseñarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo, constancia y amor.
Por su apoyo incondicional y paciencia en cada etapa de este camino.

A mi novio, por estar presente en las horas largas de estudio, por entender el estrés que esto representaba y la importancia que tenía para mí.

A mis amigos y quienes me inspiraron a no rendirme, gracias por recordarme siempre quién soy y hacia dónde voy.

Este trabajo no podría haber llegado a concretarse sin el apoyo de dos personas que fueron mis guías durante su realización.

Agradezco de corazón a mi directora de tesis la profesora Laura Arevalo, quien con su experiencia y voluntad me acompañaron en el desarrollo de esta tesis.

También me gustaría agradecer a la empresa que me brindó los medios Bodega Benedetti y en especial a mi madrina Graciela Benedetti por la confianza necesaria para llevar a cabo este trabajo, responde a las necesidades de los procesos productivos que las empresas hoy requieren.

Este logro es prueba de que la perseverancia transforma retos en victorias y sueños en realidad.

RESUMEN

El mosto concentrado blanco es un producto estratégico de la agroindustria vitivinícola argentina, especialmente en Mendoza y San Juan, donde se produce más del 90 % del volumen nacional. Su principal destino es la exportación, siendo utilizado en la industria alimentaria y de bebidas como edulcorante natural. Su aptitud comercial depende en gran medida de la estabilidad fisicoquímica durante el almacenamiento y transporte, siendo el color un parámetro crítico por su sensibilidad a procesos de pardeamiento asociados a la temperatura, el oxígeno, la presencia de metales catalizadores o contaminaciones microbiológicas incipientes. En este contexto, el control del pardeamiento no enzimático durante la concentración, pasteurización y almacenamiento de los mostos concentrados blancos resulta fundamental, valorizando al color como un parámetro indicador de calidad. El presente trabajo evaluó la influencia de la temperatura sobre el comportamiento cromático del mosto concentrado blanco para predecir su estabilidad durante la exportación desde Mendoza hacia Shanghái. Se estudiaron ocho tratamientos expuestos a tres temperaturas típicas del transporte (-17 °C, 3 °C y 25 °C), con y sin adición de ácido ascórbico. Las muestras fueron analizadas mediante espectrofotometría a 420, 520 y 625 nm y se ajustaron modelos cinéticos para describir la evolución del color. Los resultados mostraron que el aumento de temperatura incrementó la formación de compuestos oxidados, evidenciado por mayores absorbancias a 420 nm y por velocidades de cambio más altas. A su vez, los tratamientos con ácido ascórbico a 25 °C presentaron un comportamiento similar a los conservados a 3 °C, indicando un efecto protector del antioxidante. Las mediciones a 520 y 625 nm fueron bajas, coherentes con la ausencia de

pigmentos rojos en mostos blancos. El análisis cinético permitió estimar tiempos de conservación relevantes para escenarios reales: a 25 °C, las muestras sin pasteurizar alcanzarían el límite máximo de calidad alrededor de los 30 días, mientras que a temperaturas de refrigeración o congelación mantendrían su estabilidad por al menos 60 días, equivalente al tránsito marítimo. También se observó la formación reversible de cristales de glucosa a -17 °C. En conjunto, los resultados indican que la estabilidad del mosto concentrado blanco está fuertemente condicionada por la temperatura y que la evolución del color puede predecirse mediante espectrofotometría y modelos cinéticos, proporcionando una herramienta útil para optimizar la gestión del transporte y asegurar la calidad del producto en mercados internacionales.

Palabras clave: mosto concentrado blanco, estabilidad cromática; temperatura de almacenamiento, pardeamiento no enzimático, espectrofotometría, modelos cinéticos.

ABSTRACT

White concentrated grape must is a strategic product of the Argentine wine industry, particularly in Mendoza and San Juan, where more than 90 % of the national production is concentrated. Its main destination is the export market, where it is used as a natural sweetener in the food and beverage industries. Its commercial aptitude depends largely on physicochemical stability during storage and transportation, with color being a critical parameter due to its sensitivity to non-enzymatic browning, oxygen exposure, catalytic metals and early microbiological alterations. In this context, controlling non-enzymatic browning during concentration, pasteurization, and storage is essential, since color serves as a key quality indicator. The present study evaluated the influence of temperature on the chromatic behavior of white concentrated must to predict its stability during export from Mendoza (Argentina) to Shanghai (China). Eight treatments were tested at three temperatures representative of transport conditions ($-17\text{ }^{\circ}\text{C}$, $3\text{ }^{\circ}\text{C}$, and $25\text{ }^{\circ}\text{C}$), with and without ascorbic acid addition. Samples were analyzed by spectrophotometry at 420, 520, and 625 nm, and kinetic models were fitted to describe color evolution. Increasing temperature enhanced the formation of oxidized compounds, reflected in higher absorbance values at 420 nm and faster chromatic change rates. Treatments with ascorbic acid at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ exhibited behavior similar to those stored at $3\text{ }^{\circ}\text{C}$, indicating a protective effect of the antioxidant. Absorbance at 520 and 625 nm remained low, consistent with the absence of red pigments in white must. Kinetics analysis allowed estimation of storage times relevant to real export scenarios: at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unpasteurized samples would reach their maximum quality threshold after approximately 30 days, while refrigerated or frozen

conditions preserved stability for at least 60 days, equivalent to maritime transit. Reversible glucose crystallization was also observed at $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Overall, the results show that the stability of white concentrated grape must is strongly influenced by temperature, and that color evolution can be predicted through spectrophotometric analyses and kinetic modeling, providing a valuable tool to optimize transport management and ensure product quality in international markets.

Keywords: White concentrated must; color stability; storage temperature; non-enzymatic browning; oxidation; spectrophotometry; kinetic modeling.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 20 años, la producción de mosto de uva concentrado en Argentina ha evidenciado un crecimiento sostenido, consolidándose como uno de los principales productos de exportación del sector vitivinícola nacional (Corporación Vitivinícola Argentina [COVIAR], 2021). Actualmente, entre el 25 % y el 30 % de la cosecha total de uva del país se destina a la elaboración de este producto, lo que refleja su importancia estratégica para la diversificación de la matriz productiva y el posicionamiento internacional de la industria (COVIAR, 2021; Instituto Nacional de Vitivinicultura [INV], 2023).

En el año 2024, Argentina vendió al exterior 82.499 toneladas de mosto de uva concentrado por un total de U\$S132 millones, mostrando un incremento interanual del 75 % con respecto al 2023 (Cabrera, 2024; Observatorio Vitivinícola Argentino [OVA], 2025a). Esta tendencia se vincula tanto con la creciente demanda mundial de endulzantes naturales, como con la competitividad de los productores argentinos en mercados internacionales donde la calidad del color, la estabilidad fisicoquímica y la ausencia de defectos constituyen atributos decisivos (Cámara Argentina de Fabricantes y Exportadores de Mostos de Uva [CAFEM-] COVIAR, 2021).

En nuestro país, la elaboración de mosto concentrado se realiza con uvas *Vitis vinifera L.* mayormente de las variedades Criolla Grande, Moscatel de Alejandría, Pedro Giménez y Torrontés Riojano (Acosta, 2017; COVIAR, 2021). En el presente trabajo, se empleó la variedad Criolla Grande, una de las cepas con mayor superficie cultivada en zonas San Juan y Mendoza (Acosta, 2017; INV, 2019). Su elevada productividad y la

composición química de sus bayas —caracterizadas por bajos niveles de compuestos fenólicos y moderada acumulación de azúcares— la convierten en una variedad especialmente apta para la producción de mosto concentrado blanco (INV, 2019; Prieto *et al.*, 2020).

Los mostos concentrados elaborados a partir de estas variedades se valoran por su color y acidez, atributos que permiten su amplia aceptación en el mercado internacional. Sus principales destinos son el uso como edulcorantes naturales y la reconstitución de jugos o zumos (COVIAR, 2021). Tanto el Código Alimentario Argentino (CAA, 1969/2025) como la Ley General de Vinos Nº 14.878 (Honorable Congreso de la Nación Argentina, 1959) establecen en la definición de mosto concentrado que el producto debe encontrarse libre de caramelización sensible y de defectos derivados del tratamiento térmico.

La concentración del mosto de uva implica el aumento del tenor azucarino en el jugo mediante la eliminación parcial del agua por procesos físicos, generalmente hasta alcanzar 68 °Brix (Ministerio de Agroindustria de la República Argentina [MinAgro], 2018). Por encima de 70° Brix la glucosa comienza a cristalizar, generando un defecto no deseado (referencias). La separación del agua del jugo puede realizarse por ultrafiltración, ósmosis inversa o evaporación, siendo esta última la técnica más utilizada en la industria (referencias), y por ello, en el presente ensayo (Jeuring & Koppers, 1980; Oreglia, 1979).

La eliminación del agua durante la evaporación expone al mosto a condiciones que pueden generar daño térmico y pérdida de aromas (MinAgro, 2018; Oreglia, 1979). El daño térmico está asociado a reacciones de químicas que afectan aquellos componentes sensibles al calor, y su magnitud es proporcional al tiempo de exposición y la temperatura

del proceso (Acevedo *et al.*, 1991). Las temperaturas elevadas pueden provocar degradación de la materia colorante, pérdida de vitaminas, reacciones de pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard, oxidación y formación de hidroximetilfurfural (HMF), compuesto asociado al deterioro sensorial y a la percepción de sabor a cocido (Jeuring & Koppers, 1980; Oreglia, 1979).

La magnitud del deterioro térmico y sensorial del mosto concentrado depende directamente del tiempo de exposición y la temperatura de procesamiento, por lo que el “efecto de calentamiento” se ha establecido como un indicador que integra ambos factores mediante el producto entre el tiempo de calentamiento y la diferencia de temperatura respecto de 21 °C (Acevedo *et al.*, 1991). Actualmente el uso de técnicas de evaporación al vacío y la reducción del tiempo de permanencia del mosto en el interior del evaporador, permiten minimizar el daño térmico en el curso de la concentración. (Jiménez, 2010).

El comportamiento del color y los atributos sensoriales del mosto concentrado está condicionado por el tratamiento térmico (combinación entre el tiempo y la temperatura del procesamiento), así como por las condiciones de conservación posteriores (Acevedo *et al.*, 1991). Se ha demostrado que temperaturas por encima de 15 °C promueven reacciones oxidativas que incrementan el pardeamiento y reducen la estabilidad del producto, impactando negativamente en su aceptación comercial (Acevedo *et al.*, 1991; MinAgro, 2018). Por este motivo, el control térmico no solo es crucial durante la elaboración, sino también durante el transporte, donde las fluctuaciones de temperatura pueden alterar la calidad final, especialmente en rutas de exportación sujetas a climas cálidos o condiciones logísticas menos favorables.

En este contexto, evaluar la evolución del color del mosto concentrado en función de su temperatura de conservación y de su pH, resulta fundamental para comprender su estabilidad cromática y predecir su comportamiento durante el almacenamiento y transporte. El color, además de ser un atributo sensorial, constituye un indicador de calidad, origen, estabilidad y aptitud industrial, siendo un parámetro crítico regulado por los mercados internacionales (MinAgro, 2018) y normativas internacionales (Organización Internacional de la Viña y el Vino [OIV], 2011).

Por todo lo antes expuesto, el objetivo general del presente trabajo es determinar la variación del color del mosto concentrado blanco de la variedad Criolla Grande en función de diferentes temperaturas de conservación (-17 °C, 3 °C y 25 °C), con el fin de predecir su comportamiento durante el almacenamiento y transporte, y analizar la influencia del pH sobre su estabilidad cromática. La hipótesis plantea que las temperaturas superiores a 15 °C y los valores de pH más elevados favorecen reacciones de pardeamiento que incrementan la absorbancia y modifican significativamente el color del producto durante el almacenamiento. Para comprobar esto se utilizaron muestras de un mismo lote de mosto blanco de Criolla Grande que fueron sometidas a distintos tratamientos térmicos (concentración y pasteurización o solo concentración), se envasaron asépticamente y se mantuvieron 90 días a diferentes temperaturas de conservación (-17 °C, 3 °C y 25 °C). Cada 15 días se realizaron mediciones espectrofotométricas de la intensidad del color (expresadas en absorbancia y transmitancia), de acuerdo con el método internacional oficial (OIV, 2011). Los resultados obtenidos permitieron analizar la cinética del cambio de color y estimar el impacto de las condiciones de conservación sobre la calidad final del producto.

1. Relevancia histórica y económica de la producción de mosto en Argentina

A nivel global, el comercio del Jugo de Uva Concentrado (JUC) constituye una actividad consolidada, con volúmenes que superan las 400.000 toneladas anuales y representan aproximadamente U\$S 600 millones. España es el principal exportador, mientras que Argentina ocupa el segundo lugar, con 81.998 toneladas y un precio promedio de U\$S 1.598 por tonelada (OVA, 2025b).

El desempeño argentino en este sector ha sido particularmente significativo. En las últimas tres décadas, la industria del mosto – que antiguamente tenía un rol menor dentro del complejo vitivinícola – se transformó en una actividad estratégica, lo que permitió al país consolidarse como el segundo exportador mundial en volumen y en facturación (COVIAR, 2021; OVA, 2025a). Dado que este trabajo se apoya en la producción argentina de mosto concentrado destinado a la exportación, se presenta una breve reseña de su evolución histórica hasta el año 2024.

1.1 El mosto y su historia en las exportaciones argentinas.

Las exportaciones argentinas de mosto iniciaron en la década de 1980, cuando todavía se consideraba como un subproducto de la vitivinicultura (MinAgro, 2018) . La creación de la CAFEM (Cámara Argentina de Fabricantes y Exportadores de Mosto de Uva) en 1991, marcó un punto de inflexión histórico, ya que esta institución acompañó el crecimiento sostenido del sector. En aquel momento, la producción rondaba los 148 millones de litros de mosto por año, mientras que en el 2020 se superaron los 440 millones de litros, reflejando un crecimiento acumulado cercano al 200 % (COVIAR, 2021).

En relación con el comercio exterior, entre 1992 y 2020 las exportaciones de mosto experimentaron un fuerte crecimiento tanto en volumen como en facturación (COVIAR, 2021; OVA,2025a,b). En este período, los envíos al exterior pasaron de 38.777 toneladas a 135.387 toneladas anuales, evidenciando un crecimiento consolidado del 234,7 % (COVIAR, 2021).

1.2 Exportaciones de Mosto hasta año 2024

A lo largo de los últimos treinta años, el mosto concentrado argentino ha logrado posicionarse como un producto exportable estratégico (MinAgro, 2018), ya que el sector genera cerca de 600 empleos directos, se abastece de unos 5.000 pequeños y medianos productores dedicados al cultivo de uvas criollas y cerezas y exporta cerca del 90 % de su producción (COVIAR, 2021).

La evolución histórica del comercio exterior de mosto argentino muestra una tendencia creciente en los precios y una consolidación de este producto en los principales mercados importadores como Estados Unidos, Japón, China, Sudáfrica, Arabia Saudita, y Canadá (COVIAR, 2021; OVA,2025a).

Sin embargo, el volumen de las exportaciones se encuentra sujeto a las fluctuaciones de las vendimias, que determinan el total disponible para la venta (OVA,2025b). Así, por ejemplo, en 2024 se exportaron 82.499 toneladas, más del doble que en 2023 (OVA, 2025a).

En el 2023, Estados Unidos concentró el 36,8 % de las exportaciones argentinas, seguido por Japón (29,5 %), Canadá (6,5 %), Arabia Saudita (5,1 %), Sudáfrica (4,8 %) y China (4,5 %). A nivel nacional, Mendoza aportó el 59,9 % del total exportado, mientras que San Juan representó el 40,1 % (OVA, 2024).

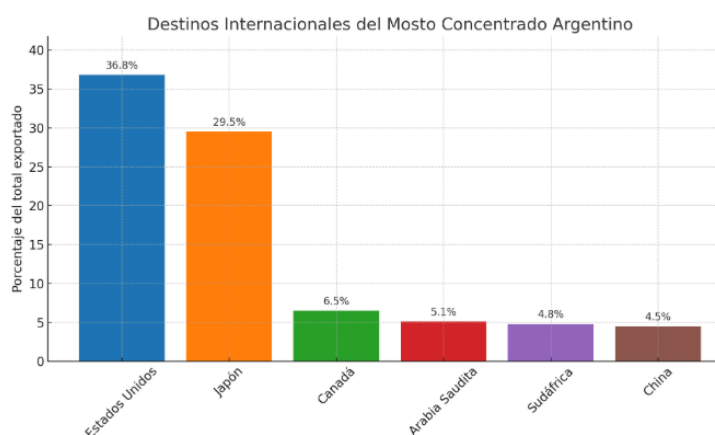


Figura 1. Destinos Internacionales del Mosto Concentrado (Elaboración Propia). Datos obtenidos de CAFEM-COVIAR año 2023.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/10/informe_anual_exportaciones_2023.pdf?utm_source

De hecho, el aumento global por la demanda de alimentos más naturales está impulsando una mayor diversificación en el sector (OVA,2025b). De acuerdo con Sergio Colombo, ex gerente y miembro fundador de la CAFEM: “...nichos que a futuro tienen un enorme potencial para seguir creciendo como son los mostos orgánicos, las certificaciones religiosas, mostos blancos y tintos, aromáticos y de distintos tipos” (COVIAR, 2021).

Se estima que la elaboración de un litro de mosto utiliza aproximadamente seis kilogramos de uva, lo que demuestra su relevancia dentro del sistema productivo. En la actualidad, el mosto ocupa entre el 25 % y el 30 % de la cosecha total de uva del país, funcionando como un colchón o *buffer* que contribuye a equilibrar los volúmenes de vino y estabilizar los precios (COVIAR, 2021; INV, 2023). Para el año 2030, CAFEM y COVIAR proyectan alcanzar exportaciones cercanas a 150 mil toneladas por un valor de alrededor de 150 millones de dólares en el marco del Plan Estratégico Vitivinícola 2030 (COVIAR, 2021).

1.3 Tipos de mostos concentrados exportados

En el mercado mundial, el mosto argentino es el segundo más demandado en términos de volumen (OVA, 2025 a,b). En el país, aproximadamente el 75 % de los mostos elaborados provienen de variedades blancas y pueden clasificarse según el tratamiento aplicado luego del prensado inicial de la uva (Gutiérrez & Ricagno, 2010). En general, Argentina exporta tres tipos de jugos o mostos concentrados de uva blanca:

- Mosto Concentrado **“BÁSICO”**, es el producto obtenido mediante una filtración mínima, utilizando cantidades reducidas de coadyuvantes (tierras de filtración, diatomeas, perlitas, entre otros). En este tipo de mosto, parámetros como color, turbidez o niveles de anhídrido sulfuroso no son determinantes, por lo que se orienta a mercados donde el precio es el factor decisivo (Gutiérrez & Ricagno, 2010).
- Mosto Concentrado **“CLARIFICADO”**, es el producto obtenido mediante tratamiento con resinas de intercambio iónico. Dependiendo del tipo de resina empleada, pueden modificarse la acidez, el pH y/o el color del producto. Su aplicación abarca desde bodegas que buscan jugos con buen color y altos niveles de anhídrido sulfuroso (mayores a 100 ppm), hasta embotelladoras que requieren jugos con bajo contenido de anhídrido (menor a 50 ppm). (Gutiérrez & Ricagno, 2010; Oreglia, 1984).
- Mosto Concentrado **“RECTIFICADO”**, es el producto tratado con resinas de intercambio iónico catiónicas y aniónicas. Las columnas catiónicas remueven cationes como calcio, potasio, sodio, magnesio, hierro y cobre, contribuyendo a evitar inestabilidades tartáricas (precipitación de sales) y reducir compuestos que favorecen procesos oxidativos. Por su parte, las columnas aniónicas eliminan sulfatos, ácidos orgánicos (tartárico y málico),

aminoácidos, polifenoles y compuestos colorantes. Como resultado, se obtiene un mosto rectificado incoloro, transparente y con alta estabilidad cromática, dado que la disminución de polifenoles reduce su tendencia a oxidarse y adquirir tonalidades amarillentas. (Bonnin, 2023). A concentraciones superiores a 70 °Brix, este tipo de mosto puede cristalizar durante el almacenamiento. El producto final se denomina “azúcar líquida” ya que esencialmente es una solución de glucosa y fructosa, los azúcares naturales de la uva (Bonnin, 2023; Gutiérrez & Ricagno, 2010).

2. Marco Legal Regulatorio de la producción de Mosto en Argentina

La producción, industria y comercio vitivinícola en el territorio argentino están regulados por la Ley N°14.878 conocida como Ley General de Vinos, promulgada en 1959 (H. C. de la N, Ley General de Vinos N° 14.878, 1959, Art. 17). Dado que el vino y sus derivados analcohólicos se consideran alimentos, su control también se encuentra bajo la órbita de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) y el Instituto Nacional de Alimentos (INAL), organismos responsables de regular y fiscalizar el cumplimiento del Código Alimentario Argentino (C.A.A., 1969).

El C.A.A., establecido por la Ley N° 18.284 (1969) y reglamentado por el Decreto 2126/1971, incluye en su *Capítulo X - Alimentos Azucarados* - el Artículo 775 bis, incorporado mediante la Resolución N°127/1989, donde se establecen disposiciones específicas aplicables a los mostos y productos afines.

Según la **Ley General de Vinos** (H. C. de la N, 1959) y el Protocolo de Calidad para Mosto Concentrado de Uva (MinAgro, 2018), se clasifican como **productos analcohólicos derivados de la uva** las siguientes elaboraciones:

✓ **Jugo de uva:** corresponde al líquido extraído por prensado o molienda de uva fresca, el cual debe ser filtrado y conservado mediante compuestos autorizados por el INV antes de que inicie la fermentación. Se acepta únicamente una presencia accidental de alcohol inferior al 1 % (v/v).

✓ **Mosto virgen:** es aquel jugo procedente del prensado o la molienda de la uva fresca que no ha iniciado el proceso fermentativo.

✓ **Mosto en fermentación:** comprende el jugo en fase activa de fermentación, con una graduación alcohólica máxima permitida del 5 % (v/v).

✓ **Mosto sulfitado:** aquel mosto estabilizado por el agregado de dosis de anhídrido sulfuroso permitidas por la reglamentación vigente.

✓ **Mosto concentrado:** producto obtenido al someter el mosto a procesos de concentración térmica, con o sin vacío, sin que se produzca caramelización sensible.

✓ **Arrope de uva:** producto resultante de una concentración más prolongada del mosto, mediante calentamiento por fuego directo o al vapor, originando una caramelización significativa. Debe contener como mínimo 500 g de azúcares por litro.

✓ **Caramelo de uva:** consiste en un arrope sometido a un mayor nivel de caramelización y con menos de 200 g de azúcares por litro.

Asimismo, la Ley General de Vinos (H. C. de la N, Ley N° 14.878, 1959) establece cuáles son las prácticas permitidas para la elaboración de mostos de uva. Entre las intervenciones tecnológicamente aceptadas se incluyen los procesos de concentración, la incorporación de mosto concentrado, la adición de alcohol vínico y de distintos ácidos orgánicos, como tartárico, málico, cítrico o tánico, así como la utilización de anhídrido sulfuroso o sus sales como agente estabilizante. También se autoriza el empleo de

tratamientos térmicos (calor o frío), el uso de levaduras seleccionadas para la fermentación y el agregado de clarificantes habilitados; incluso es posible realizar mezclas con vino dentro del marco legal establecido (H. C. de la N., Ley General de Vinos Nº 14.878, 1959, Art. 17).

Por su parte, el artículo 775bis del *Capítulo X* del C.A.A. (1969). define lo siguiente:

"Con la denominación de Mosto Concentrado de Uva o Jarabe de Uva se entiende el producto obtenido del mosto de uva sin fermentar por deshidratación parcial mediante procesos térmicos al vacío o a presión normal o cualquier otro proceso físico, sin haber sufrido una caramelización sensible".

Deberá responder a las siguientes características:

- Líquido espeso, limpio, libre de depósitos, de sabor dulce.
- Acidez total en ácido tartárico: Máx. 9 g/kg
- Acidez volátil en ácido acético: 0,0 g/kg
- Alcohol v/v: 0,0 %
- Anhídrido sulfuroso total: Máx. 70 mg/kg
- Arsénico, como As: Máx. 1 mg/kg
- Azúcares reductores: Min, 800 g/kg
- Cobre, como Cu: Máx. 2 mg/kg
- Extracto seco a 100°C: Min, 900 g/kg
- Peso específico 15/15 °C: Min, 1,30
- Plomo, como Pb: Máx. 1 mg/kg
- Relación P/Ó: Máx. -5
- Sales tartáricas 48 hs a 0 °C: ausencia
- Sustancias conservadoras: 0,0 mg/kg

Este producto se rotulará en el cuerpo del envase: Mosto concentrado de Uva o Jarabe de Uva. En el rotulado de los productos que los contengan deberá consignarse: "Contiene Jarabe de Uva" o "Contiene Mosto Concentrado de Uva". “

(CAA, 2025, Capítulo X, Artículo 775 bis).

Por último, dado que el principal destino de la producción de mosto concentrado es la exportación, se incluye también el *Código Internacional de Prácticas Enológicas* (OIV, 2025), normativa internacional actualizada recientemente por la OIV.

De acuerdo con este Código (OIV, 2025), el mosto de uva concentrado es el “producto no fermentado ni caramelizado, obtenido por la deshidratación parcial de mosto de uva o de mosto de uva conservado según procedimientos aceptados por la OIV, de manera que su densidad a 20 °C no sea inferior a 1,24 g/mL” (Cap. 2, p.46).

Mientras que el mosto de uva caramelizado se define como el “producto no fermentado, obtenido por deshidratación parcial por calor directo del mosto de uva o del mosto de uva conservado según procedimientos aceptados por la OIV, de manera que su densidad a 20 °C no sea inferior a 1,3 g/mL” (Cap. 2, p.47).

3. Características del Mosto de Uva

3.1. Composición química del mosto.

El mosto es el líquido obtenido del prensado o molido de uvas maduras y se caracteriza por presentar una composición química compleja. Su perfil depende de factores como la variedad de la uva, el grado de madurez al momento de cosecha, las condiciones climáticas y edáficas del viñedo, así como de los procesos aplicados durante la elaboración (Oreglia, 1979).

Debido a la presencia de compuestos disueltos y partículas coloidales, la densidad del mosto es superior a la del agua (C.A.A, 2025, Capítulo X, Artículo 775 bis). A continuación, se describen sus principales componentes.

3.1.2. Agua

El agua constituye el componente más abundante del mosto, con valores que oscilan entre 650 y 900 g/L. La cantidad de sólidos disueltos se obtiene por diferencia entre el peso total del mosto y el agua contenida en él. Incluso dentro de una misma variedad pueden observarse variaciones, influenciadas por el tiempo de contacto del jugo con las partes sólidas del fruto, como hollejos, semillas y raspones (Oreglia, 1979).

3.1.3. Azúcares del mosto

Los azúcares predominantes son glucosa y fructosa, acompañados de pequeñas cantidades de pentosas y trazas de sacarosa. En uvas maduras ambas hexosas se encuentran en proporciones similares. Debido a que son fácilmente fermentables, su presencia dificulta la conservación del mosto. En Argentina, los valores varían entre 168 y 280 g/L, pudiendo alcanzar entre 200 y 400 g/L en Mendoza y San Juan (Oreglia, 1979).

3.1.4. Compuestos fenólicos

En el ámbito enológico, los compuestos fenólicos poseen un papel central, ya que son responsables de diversos atributos sensoriales, como la apariencia (color), el sabor (astringencia y amargor), el aroma (fenoles volátiles) y determinadas sensaciones táctiles (Ailer *et al.*, 2022; Flanzky 2003; Moreno & Peinado, 2012).

Desde el punto de vista químico, estos compuestos constituyen los principales sustratos oxidables del vino y, en consecuencia, son los responsables directos de

fenómenos como el pardeamiento y la pérdida de la intensidad colorante (Ailer *et al.*, 2022; Moreno & Peinado, 2012; Oreglia 1979).

De acuerdo con su estructura, los compuestos fenólicos pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- **Polifenoles Simples** (no flavonoides), entre los que se destacan los ácidos fenólicos, capaces de desarrollar tonalidades amarillas cuando se oxidan.
- **Pigmentos Flavonoides**, principalmente antocianos y flavonoles, que contribuyen a una amplia gama de colores que incluye tonos amarillos, rosados, rojos, violetas y azules.
- **Taninos**, tanto condensados como hidrolizables (elagitaninos), que influyen en la sensación de astringencia y pueden generar tonalidades amarillos o marrones al oxidarse.

Los ácidos fenólicos y los compuestos colorantes están localizados en el hollejo, con excepción de las uvas tintoreras, que presentan materia colorante difundida en la pulpa. Las sustancias tánicas están distribuidas en el hollejo, en las semillas y en pequeñas cantidades en la pulpa (He *et al.*, 2012).

La capacidad de estos compuestos para absorber radiación electromagnética está determinada por la estructura electrónica de sus moléculas, particularmente por la presencia de electrones π y pares electrónicos no compartidos capaces de experimentar transiciones electrónicas cuando absorben fotones de luz. Este comportamiento es característico de sistemas con dobles enlaces conjugados o estructuras aromáticas, en las cuales la conjugación reduce la diferencia de energía entre los orbitales moleculares

ocupados y desocupados, permitiendo la absorción de radiación en la región ultravioleta y visible del espectro (Badui Dergal, 2006; Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006).

En este contexto, la espectrofotometría UV-Visible constituye una herramienta fundamental para la evaluación del color y de la presencia de compuestos fenólicos en mostos y vinos. La intensidad colorante se determina a partir de la suma de las absorbancias medidas a 420, 520 y 620 nm (OIV, 2006; Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006). En consecuencia, la ausencia o valores muy bajos de absorbancia a 520 y 620 nm, junto con niveles reducidos en 420, 430 y 440 nm, constituyen una evidencia analítica de que la materia colorante ha sido eficazmente eliminada durante el proceso de clarificación, confirmando así la adecuada estabilidad cromática y calidad óptica del mosto concentrado blanco.

Finalmente, la diversidad estructural de los compuestos fenólicos explica la multiplicidad de funciones que cumplen en la composición de la uva y modula su impacto sobre las características sensoriales observadas durante la transformación, conservación y desarrollo de los productos derivados, como el mosto y el vino (Flanzy, 2003; Moreno & Peinado, 2012).

3.1.4.1. Ácidos fenólicos

Los ácidos fenólicos se agrupan en derivados del ácido benzoico y del ácido cinámico. Poseen gran facilidad para oxidarse, proceso que contribuye al pardeamiento del mosto y que es catalizado por la enzima tirosinasa (Flanzy, 2003; Moreno & Peinado, 2012).

Desde el punto de vista espectrofotométrico, las absorbancias registradas en el intervalo 420–440 nm se asocian principalmente a pigmentos amarillos y productos de oxidación de compuestos fenólicos, especialmente relevantes en mostos blancos. Por su

parte, la región cercana a 620 nm se vincula con contribuciones cromáticas azuladas y estructuras fenólicas más complejas (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006).

3.1.4.2. Materia colorante

La coloración de las uvas deriva principalmente de los flavonoides, los principales pigmentos hidrosolubles de las plantas superiores (He *et al.*, 2012). Entre ellos, los compuestos más relevantes son los antocianos y las antoxantinas.

3.1.4.3. Antocianos: Son los pigmentos responsables de los tonos rojos y se localizan principalmente en las vacuolas de las células del hollejo. En variedades tintoreras, también se encuentran en la pulpa. El pigmento predominante en plantas del género *Vitis* es la malvidina (Oreglia, 1979).

El color que presentan los antocianos depende del pH del medio: en condiciones ácidas predominan los tonos rojos, en medios neutros se observan tonalidades púrpuras y en medios alcalinos aparecen colores azulados o verdes. La absorbancia a 520 nm corresponde al máximo característico de las antocianinas y se utiliza como referencia para la evaluación del color rojo en vinos y mostos (Flanzy, 2003; García-Estévez *et al.*, 2017).

3.1.4.4. Antoxantinas: Son los pigmentos amarillos, presentes sobre todo en los hollejos. Corresponden a flavonoles como quercetina, kampferol y miricetina. En uvas blancas también están presentes, aunque en menor proporción (Oreglia, 1979).

3.1.4.5. Sustancias tánicas

Los taninos son compuestos fenólicos de elevada masa molecular, abundantes en el raspón, hollejo y semillas. Forman combinaciones estables con proteínas y polisacáridos.

Desde el punto de vista estructural, se distinguen taninos hidrolizables (elagitaninos) y condensados, constituidos por polímeros de flavan-3-oles, como catequina

y epicatequina, siendo estos últimos los más relevantes en enología. Los procesos oxidativos que los afectan conducen a una evolución del color hacia tonalidades amarillo-marrón. (García-Estévez *et al.*, 2017).

3.5. Pectinas

Las pectinas son polisacáridos derivados del ácido galacturónico que ocupan las laminillas intercelulares. Presentan distintos grados de esterificación con grupos metílicos (Flanzy, 2003).

3.6. Gomas

Las gomas están formadas por cadenas de azúcares y se encuentran en concentraciones que van desde 0,3 hasta 6 g/L (Flanzy, 2003).

3.7. Mucílagos

El mucílago más representativo es la dextrana, que comparte características estructurales con las gomas, aunque difiere en sus propiedades funcionales. (Oreglia, 1979).

3.8. Ácidos del mosto

Los ácidos orgánicos presentes en el mosto contienen grupos carboxilos en su estructura. Los principales son el tartárico, málico y cítrico, acompañados de pequeñas cantidades de otros ácidos. Su grado de disociación determina la formación de sales. Todos ellos son ácidos fijos, es decir, no se evaporan por destilación en corriente de vapor (Flanzy, 2003).

3.9. Ácido tartárico y sales derivadas

El ácido tartárico es característico de la uva y se sintetiza especialmente en hojas jóvenes y bayas verdes. (Flanzy, 2003). En el mosto se encuentra parcialmente libre y parcialmente en forma de sales, como bitartrato de potasio y tartrato de calcio. Los mostos argentinos suelen estar saturados en bitartrato de potasio, compuesto de baja solubilidad en agua fría (Oreglia, 1979).

4. Proceso de elaboración de Mosto Blanco Concentrado

En general, en la industria existen dos líneas principales para la elaboración de mosto concentrado: “Línea de Mosto Virgen”, y “Línea de Mosto Sulfitado”. La diferencia entre ambas radica en el estado y el tratamiento del mosto utilizado como materia prima (Ver Figura 2 a continuación).

I- “Línea de Mosto Virgen”: el insumo para el proceso de concentración es el mosto o jugo de uva fresco obtenido directamente de la molienda y el prensado de uvas en buenas condiciones de higiene y calidad. Este mosto no es sometido a ningún proceso de conservación, por lo que su concentración debe realizarse inmediatamente después de la obtención para evitar oxidaciones y pérdidas de calidad.

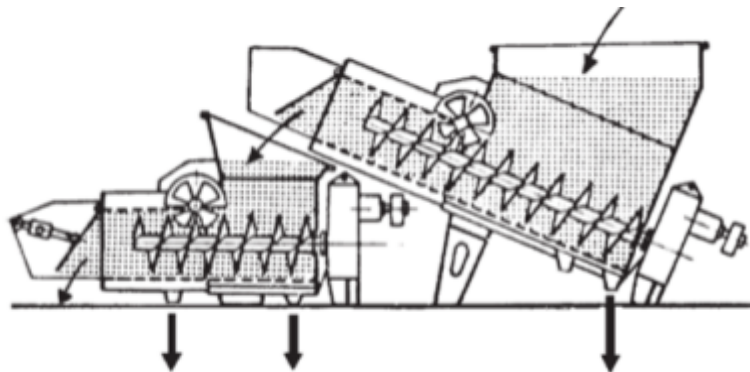
II-“Línea de Mosto Sulfitado”: la materia prima del proceso es mosto sulfitado, es decir, mosto o jugo de uva con adición de anhídrido sulfuroso para estabilizarlo y conservarlo en óptimas condiciones antes de su procesamiento. Este proceso permite almacenar el mosto durante un período previo a la concentración, lo que brinda flexibilidad operativa al regular los tiempos de entrada a la planta de concentración, optimizar la logística de la bodega cuando hay tiempos de espera y facilitar la comercialización en épocas diferentes a la vendimia.

La elaboración del mosto inicia con la **recepción de la uva**, cuyo transporte, pesaje y descarga constituyen el primer registro para asegurar la trazabilidad del producto. La molienda y el prensado permiten liberar la pulpa sin dañar en exceso los componentes sólidos del racimo, favoreciendo la separación del jugo.



Figura 2: Colección de Uvas Criollas del INTA. Fuente: Enolife (2020). <https://enolife.com.ar/es/los-vinos-de-uvas-criollas-cotizan-cada-vez-mas-y-protagonizaran-un-encuentro-en-el-inta-el-20-11/>

En este estudio se empleó la variedad Criolla Grande, ampliamente cultivada en Mendoza, que concentra el 96,6 % de la superficie nacional, frente al 3,2 % de San Juan



(INV, 2019). Debido a su reducido color, esta variedad se destina principalmente a la producción de mostos (INV, 2019).

Figura 3: a) Lagar de recepción Bodega y Viñedos Benedetti. Fotografía propia; b) Esquema de Escurreador dinámico con prensa continua. Adaptado de *Enología. Teórico-Práctica. Volumen I* (Oreglia, 1979).

Luego, **la uva es descargada en el lagar** mediante volquetes o rampas y **transportada hacia la molidora centrífuga (Figura 3)**, donde los granos se trituran y se

separan de los raspones mediante cribas. El escurrido inmediato reduce el tiempo de contacto entre fase líquida y sólidos, facilitando la extracción del mosto a través de sistemas de tolva y sinfín.

La etapa de prensado permite recuperar el mosto residual presente en las pastas (Figura 4), evitando daños en pepitas o raspones que puedan generar defectos sensoriales o formación de fangos. **El mosto obtenido se deriva a tanques para su sulfitación o, en el caso de mostos vírgenes, para su clarificación por flotación.**



Figura 4: Prensa Neumática de Bodega y Viñedos Benedetti (Fotografía propia).

Previamente se aplican **enzimas pectolíticas** para reducir la viscosidad y desestabilizar los coloides, optimizando la acción de los **clarificantes** (Flanzy, 2003). En mostos sulfitados, la adición de SO_2 en dosis de 600 a 1500 mg/L permite inhibir la flora microbiana, prevenir oxidaciones y conservar el producto hasta 12-14 meses (Oreglia, 1979).

Para disminuir el color en mostos vírgenes y sulfitados se emplea **carbón activado** ($\approx 2 \text{ g/hL}$), que actúa por adsorción selectiva de compuestos fenólicos y pigmentos. La **clarificación** se realiza con gelatina, bentonita, caseína o albúmina, cuyos mecanismos de coagulación y floculación de partículas coloidales son más eficientes a bajas temperaturas (Oreglia, 1979). En mostos vírgenes, **la flotación** asistida por gelatina, bentonita y un

tratamiento enzimático previo, representa una alternativa eficaz para reducir entre un 10 % y un 15 % los compuestos fenólicos (Rodríguez, 1996).

Posteriormente, **el mosto se filtra** mediante telas permeables y coadyuvantes como perlita o tierras filtrantes (Flanzy, 2003). En este estudio se empleó **un filtro prensa** para los mostos pre concentrados y **un filtro de placas con tierras filtrantes** para el refinamiento previo a la carga.

La etapa de pre concentración busca disminuir el contenido de SO_2 y elevar los sólidos solubles hasta aproximadamente 50 °Bx, reduciendo la actividad agua y mejorando la estabilidad final del producto. La conservación previa se realiza en tanques de acero inoxidable refrigerados a temperaturas inferiores a 10 °C. No obstante, su utilización es limitada debido a los altos costos operativos. La bodega opera bajo un sistema de gestión de la inocuidad alimentaria conforme a la norma ISO 22000:2018 (Organización Internacional de Normalización, 2018).

La pre concentración del mosto se realiza en un concentrador al vacío marca Buccollini (Figura 5a), el cual opera entre 60 y 80 °C y permite reducir el punto de ebullición del mosto (parámetros de trabajo en Tabla 1).



Figura 5: a) Equipos pre concentradores de Bodega y Viñedos Benedetti. b) Concentrador de cuatro efectos y película descendente de Bodegas y Viñedos Benedetti (Fotografías propias).

En mostos sulfitados, la desulfitación es necesaria para cumplir con el límite internacional de 50 ppm de SO₂ total. (falta referencia de la norma que fija el límite). La eficiencia del proceso depende de variables como el pH, el color y el tiempo de almacenamiento (Flanzy, 2003). La columna desulfidora opera entre 95 °C y 105 °C y realiza un pasaje rápido del producto para evitar daños térmicos.

Lugar de Control		Variable	Variable
Desulfitador		Temperatura (100°C a 120°C)	Presión máx. 1 kg/cm ²
Primer efecto		Temperatura 100°C a 110°C	Presión máx. 0,5 kg/cm ²
Segundo Efecto		Temperatura 90°C a 80°C	Presión mínima-1 kg/cm ²
Tercer Efecto		Temperatura hasta 70°C	Presión mínima -200 mmHg
Cuarto Efecto		Temperatura hasta 50°C	Presión mínima -500 mmHg
Densidad en producto	Pre Concentrado	27°Bé – 30°Bé	Equivale a 50° Brix
	Concentrado	34°Bé - 35°Bé	Equivale a 68° - 69° Brix
Temperatura de Salida en producto	Pre-concentrado	Normal 0 °C	Hasta 5°C
	Concentrado	Normal 15 °C	Hasta 20°C

Tabla 1: Parámetros de trabajo del Concentrador Buccolini (Geankoplis,2006).

La destartarización se realiza mediante un enfriamiento controlado entre 0 y 5 °C durante aproximadamente 120 horas, lo que favorece la cristalización y precipitación del bitartrato de potasio, responsable de inestabilidades y depósitos en el producto final. Posteriormente, **el mosto es filtrado** nuevamente para eliminar los cristales formados (Acevedo, 1991).

Finalmente, la concentración eleva los sólidos solubles desde 50° Brix hasta alrededor 68 °Brix, garantizando la estabilidad microbiológica y reduciendo los costos asociados al transporte. Si bien existen alternativas tecnológicas como la ósmosis inversa y

la crio concentración, la industria emplea mayoritariamente la evaporación bajo vacío por su eficacia y capacidad para preservar la calidad fisicoquímica y sensorial del mosto (Flanzy, 2003).

5. Concentración del mosto por evaporación: Transferencia de calor

El evaporador es un intercambiador de calor que logra la concentración del mosto al permitir la transferencia de calor desde el vapor de la caldera al producto a través de superficies de acero inoxidable (Freese, 2014). En este estudio se empleó un evaporador de película descendente de cuatro efectos, en el cual el vapor se condensa mientras el agua del mosto se evapora. Para optimizar la eficiencia térmica, es necesario asegurar condiciones de flujo que eviten incrustaciones y reduzcan la resistencia al intercambio de calor (Freese, 2014).

Cuando dos sistemas a diferentes temperaturas entran en contacto, se produce un transporte de energía o transferencia de calor (Freese, 2014). La transferencia de energía está determinada por el coeficiente global de transferencia, la superficie disponible y la diferencia de temperatura entre ambos sistemas (Acevedo, 1991). En la operación de evaporadores se busca asegurar regímenes de flujo que permitan altos coeficientes globales de transferencia de calor (Freese, 2014).

La cantidad de calor transferida por unidad de tiempo se expresa como: $q = U \cdot A \cdot \Delta t$, donde q es la cantidad de calor transferida por unidad de tiempo (kcal/hora), U el coeficiente global de transferencia de calor (expresado en kcal/(m² x°C x hora), A la superficie de intercambio (m²) y Δt la diferencia de temperatura (en °C) entre el vapor y el mosto (Freese, 2014; Kern, 1999).

Cuando el mosto ingresa al evaporador a su temperatura de ebullición (para una presión de trabajo dada), la totalidad del calor transferido se emplea para evaporar el agua del mosto (calor latente). Si ingresa a temperaturas inferiores, parte del calor debe destinarse a elevar su temperatura hasta la ebullición (calor sensible), disminuyendo la capacidad del evaporador. Por el contrario, si el mosto ingresa al equipo sobrecalentado, es decir, a una temperatura superior a la de ebullición, ocurre la evaporación inmediata o “*flash*” (Acevedo, 1991; Freese, 2014).

5.1. Daño térmico

El proceso de evaporación puede inducir daño térmico por la exposición prolongada del mosto a temperaturas elevadas. Dicho daño implica reacciones químicas indeseables que dependen de la temperatura y del tiempo de residencia (Laidler, 1966). El uso de evaporadores al vacío disminuye el punto de ebullición y atenúa estos efectos (Freese, 2014).

Se recomienda trabajar con tiempos de residencia reducidos, bajas temperaturas, evitar el contacto con oxígeno y emplear materiales compatibles con SO₂ para asegurar la estabilidad fisicoquímica del producto (Freese, 2014; Oreglia, 1979).

5.2. Pasteurización

La pasteurización es un tratamiento térmico destinado a la inactivación de microorganismos capaces de alterar el producto (International Commission on Microbiological Specifications for Foods [ICMSF], 1980). En mostos vírgenes o destinados a consumo directo, se aplica un calentamiento de aproximadamente 85 °C durante 45 s para

inhibir la actividad de levaduras y evitar fermentaciones tempranas (Capanoglu *et al.*, 2013; Rojo *et al.*, 2019).

Este procedimiento también se utiliza antes del envasado para asegurar estabilidad microbiológica. La selección adecuada de los parámetros de pasteurización es crucial, ya que temperaturas bajas prolongan el tratamiento y favorecen tanto las reacciones de oxidación y pardeamiento, como la supervivencia de poblaciones microbianas contaminantes (Bonnin, 2023; Rojo *et al.*, 2019).



Figura 6: a) Pasteurizador, b) Tanques de acero inoxidable para conservación de mosto concentrado y c) Tanques de acero inoxidable con cámaras de refrigeración de Bodegas y Viñedos Benedetti (Fotografías Propias)

5.3. Conservación

La concentración reduce el volumen del mosto entre tres y cuatro veces y aumenta su contenido de azúcar, condición que contribuye a la estabilidad del producto a temperatura ambiente a partir de 68 °Brix (ICMSF, 1980; Oreglia, 1979). Para su conservación se emplean recipientes inertes como tambores metálicos con bolsas de polietileno.

Resulta fundamental enfriar rápidamente el producto para minimizar las reacciones de Maillard, que se potencian en ausencia de SO_2 (Badui Dergal, 2006). Durante el almacenamiento, temperaturas entre 10 y 15 °C favorecen la estabilidad del color y evitan la precipitación de bitartrato, aunque temperaturas muy bajas (< 4 °C) pueden favorecer la cristalización de glucosa (Acevedo, 1991; Flanzky, 2003).

Asimismo, los tratamientos aplicados en la elaboración (filtración, evaporación y pasteurización) reducen significativamente la carga microbiana, asegurando la estabilidad del producto siempre que se evite el contacto con aire o humedad (Angelelli, 2022; Rojo *et al.*, 2019).

5.4. Envasado y almacenamiento

El envasado del mosto concentrado se realiza de manera aséptica en bolsas de polietileno (PE) de diferentes espesores y capacidades, colocadas dentro de tambores metálicos, lo que minimiza la entrada de aire y garantiza la inocuidad (Capanoglu *et al.*, 2013; Labuza, 1982). El producto se almacena entre 10 y 15 °C mediante sistemas de refrigeración que aseguran condiciones térmicas uniformes. Este rango minimiza reacciones de degradación del color y retrasa la aparición de compuestos asociados al envejecimiento, como el hidroximetilfurfural (Bonnin, 2023; Capanoglu *et al.*, 2013).



Figura 7: a) Bolsas con válvulas utilizadas para el ensayo; b) Envasado de producto en bolsas de PE y tambores metálicos; C) Logística de despacho de tambores. Bodegas y Viñedos Benedetti (Fotografías Propias).

6. Factores que influyen en la calidad y el color del mosto concentrado

6.1. Importancia del color en mostos concentrados

El color es un atributo sensorial clave para los consumidores, ya que posee un gran valor estético y comercial (Mackinney & Little, 1962). Su estabilidad durante el almacenamiento depende de las condiciones ambientales y del nivel de variación aceptable para mantener la calidad establecida para el producto final. (Labuza, 1982).

Durante la elaboración del mosto concentrado, los distintos tratamientos aplicados al jugo de uva (prensado, aplicación de enzimas, clarificación, filtración, pasteurización y/o concentración), no solo disminuyen la materia colorante natural, sino que también pueden favorecer reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático, generando defectos de calidad (Capanoglu *et al*, 2013; Flanzy, 2003; Moreno & Peinado, 2012).

En este contexto, uno de los principales desafíos tecnológicos es asegurar el color solicitado por el cliente y evitar su degradación durante la conservación y el transporte.

6.2. Compuestos fenólicos y su influencia en el color

Los compuestos fenólicos son los responsables del color en uvas, mostos concentrados y vinos. Debido a que se degradan fácilmente (por oxidación o reacciones enzimáticas complejas), contribuyen al pardeamiento de mostos y vinos, especialmente los de variedades blancas (Cheynier, 2005; Moreno & Peinado, 2012).

En mostos y vinos, los principales compuestos fenólicos pertenecen a tres grupos principales: **flavonoides** (antocianinas, flavan-3-oles, flavonoles y dihidroflavonoles); **no**

flavonoides (ácidos hidroxibenzoico e hidroxicinámico y sus derivados, estilbenos y fenoles volátiles) y **taninos** (Ailer *et al.*,2022; Moreno & Peinado, 2012).

Dentro de los no flavonoides, los ácidos fenólicos carecen de color visible, pero son fácilmente oxidables y contribuyen al pardeamiento, especialmente en mostos blancos (Moreno & Peinado, 2012). Los estilbenos no influyen en el color, aunque últimamente son estudiados por su importancia funcional, ya que el resveratrol y otros compuestos fenólicos tienen efectos beneficiosos sobre la salud humana. (Căpruciu, 2025).

En cuanto al grupo de flavonoides, los más comunes son los flavan-3-oles, los flavonoles y las antocianinas - especialmente en mostos y vinos tintos - (Ailer *et al.*,2022; Capanoglu *et al.*, 2013). En los mostos blancos, tanto los derivados de la quercetina (flavonoles,) como las catequinas y polímeros de catequina-galato (principales flavan-3-oles), producen una serie de productos de oxidación que son considerados como agentes de pardeamiento en mostos y vinos blancos (Ailer *et al.*,2022).

Con respecto a las antocianinas y procianidinas, se ha demostrado que se pierden en las diferentes etapas de la producción de mosto concentrado de uva (Capanoglu *et al.*, 2013). Las procianidinas (presentes en las semillas y piel de las bayas) se eliminan en los residuos del prensado; mientras que las antocianinas se degradan en las etapas de prensado y pasteurización, o mediante tratamientos posteriores de clarificación y filtración (Capanoglu *et al.*, 2013).

El pardeamiento es el resultado de complejos cambios oxidativos que involucran azúcares, lípidos, aminoácidos o compuestos fenólicos presentes en los alimentos (Li *et al.*, 2008). Según el mecanismo de iniciación, el pardeamiento se puede clasificar en enzimático y no enzimático (Ailer *et al.*,2022; Badui Dergal, 2006).

6.3. Pardeamiento enzimático y su influencia en el color del mosto concentrado

La oxidación enzimática del mosto ocurre en las primeras etapas del procesamiento, inmediatamente después de que se rompe la integridad celular de las bayas. En ese momento, las enzimas polifenoloxidasas (PPO) entran en contacto con el oxígeno atmosférico y con los compuestos fenólicos previamente confinados en las vacuolas, activando así las reacciones oxidativas (Ailer *et al.*, 2022; Cheynier *et al.*, 1995; Li *et al.*, 2008).

El paso central del pardeamiento enzimático consiste en la oxidación catalizada de los compuestos fenólicos a orto-quinonas, intermediarios altamente reactivos que presentan absorbancia en torno a los 400 nm en la región visible y contribuyen directamente al oscurecimiento del mosto (Cheynier *et al.*, 1995). En el mosto de uva, la intensidad de este pardeamiento se correlaciona estrechamente con la concentración de hidroxicinamatos (principalmente el ácido caftárico y el ácido cutárico), y se ve favorecida por la presencia de flavonoides (Cheynier, 2005).

La PPO oxida estos hidroxicinamatos a orto-quinonas de ácido cafeoiltartárico (CTAQ), que pueden seguir múltiples vías reactivas. Debido a su fuerte carácter oxidante, estas quinonas pueden reducirse al fenol original y oxidar otros sustratos; así como también, pueden polimerizarse o condensarse con compuestos fenólicos y no fenólicos, dando origen a pigmentos marrones llamados melaninas (Ailer *et al.*, 2022; Moreno & Peinado, 2012). Junto a los hidroxicinamatos, otros sustratos fenólicos relevantes para la PPO incluyen diversos flavan-3-oles (catequina y epicatequina) y los taninos condensados derivados de ellos (Cheynier, 2005).

La enzima peroxidasa (POD), no provoca pardeamiento por sí misma, pero potencia el efecto de la PPO (Cheynier, 2005; Li *et al.*, 2008). En los productos derivados de la uva se identifican dos PPO principales: (i) la tirosinasa o catecol oxidasa, propia de uvas sanas, con actividad cresolasa —hidroxilación de monofenoles a orto-difenoles— y actividad catecolasa —oxidación de orto-difenoles a orto-quinonas—; y (ii) la lacasa, una enzima de origen fúngico que puede aparecer en uvas botritizadas. Aunque carece de actividad cresolasa, la lacasa es capaz de oxidar diversos tipos de fenoles, especialmente p-difenoles (Ailer *et al.*, 2022; Cheynier, 2005; Li *et al.*, 2008). Se acepta que pequeñas dosis de SO₂ inactivan a la catecolasa, mientras que la lacasa suele permanecer activa por más tiempo debido a su mayor resistencia al SO₂ (Boulton *et al.*, 2001; Ribereau-Gayon *et al.*, 2006).

Actualmente, el control tecnológico aplicado a la producción de vinos y mostos blancos ha permitido minimizar significativamente el deterioro oxidativo enzimático. En consecuencia, la atención se ha desplazado hacia el pardeamiento no enzimático, que puede desarrollarse tanto en el jugo de uva como en el producto final durante el procesamiento, almacenamiento o transporte (Ailer *et al.*, 2022; Cheynier, 2005; Li *et al.*, 2008).

6.4. Pardeamiento no enzimático y el color de los mostos concentrados

El pardeamiento no enzimático comprende reacciones oxidativas entre azúcares, lípidos, aminoácidos o compuestos fenólicos, que dan lugar a compuestos volátiles y *melanoidinas* - pigmentos que van desde el amarillo claro hasta el marrón oscuro o incluso negro – con impacto directo sobre el color, el aroma, el sabor y el valor nutritivo e los alimentos (Badui Dergal, 2006; Li *et al.*, 2008).

En los productos derivados de uva, este tipo de pardeamiento u oxidación química puede agruparse en cuatro categorías: (i) **la Reacción de Maillard**, producto de la interacción entre grupos carbonilos libres de azúcares reductores y compuestos con grupos amino; (ii) la **caramelización o pirolisis**, consistente en la deshidratación de los azúcares a altas temperaturas y pH ácido; (iii) la **degradación del ácido ascórbico**, dependiente del oxígeno; y (iv) **las rutas de oxidación de polifenoles que involucran acetaldehído y ácido glioxílico** (Ailer *et al.*, 2022; Badui Dergal, 2006; Li *et al.*, 2008).

Dentro de esta última categoría, tienen especial relevancia los polifenoles con anillos catecólicos (catequina, epicatequina, galocatequina) o grupos galoilo (ácido gálico y sus ésteres y el ácido cafeico), ya que se oxidan con facilidad para formar intermediarios incoloros o amarillos, con máximos de absorbancia entre 440 y 460 nm, que progresivamente se transforman en radicales semiquinona y finalmente en benzoquinonas (Ailer *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2008).

En presencia de hierro y cobre, existe una segunda vía alternativa donde la oxidación se produce primero en el ácido tartárico, generando ácido glioxílico como intermediario. Este compuesto puede reaccionar con dos unidades de flavanol para formar un **dímero incoloro**, que se transforma posteriormente en pigmentos amarillos mediante deshidratación seguida de oxidación (Ailer *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2008). Dadas las concentraciones habituales de hierro, cobre y ácido tartárico en productos derivados de uva, estas vías oxidativas resultan especialmente relevante durante el almacenamiento (Li *et al.*, 2008).

En general, todas las reacciones oxidativas no enzimáticas responsables del pardeamiento se ven favorecidas por pH alcalinos (pH > 7,5) actividad de agua intermedia

($0,6 < a_w < 0,9$), la presencia de metales catalizadores como hierro (Fe^{+3}/Fe^{+2}) y cobre (Cu^{+2}/Cu^{+1}), así como por la exposición al oxígeno y/o a radiaciones electromagnéticas (Badui Dergal, 2006; Hodge, 1953). Debido al bajo pH de los mostos concentrados, estos mecanismos ocurren lentamente durante el almacenamiento (Laidler, 1966; Li *et al.*, 2008); sin embargo, la velocidad de las reacciones aumenta notablemente en las etapas del procesamiento que implican el calentamiento del jugo de uva, como la concentración y pasteurización (Li *et al.*, 2008).

Si bien algunos productos de las reacciones de pardeamiento no enzimático pueden aportar características sensoriales específicas (Badui Dergal, 2006), también se generan compuestos asociados a pérdida nutricional y posibles riesgos toxicológicos como el Hidroximetilfurfural (HMF), razón por la cual su control constituye un aspecto clave en la industria (Barresi, 2022; Bonin 2023; Li *et al.*, 2008).

6.5. El Hidroximetilfurfural (HMF) como indicador de deterioro térmico

El 5-(hidroximetil) furfural o HMF es un aldehído cíclico generado por la deshidratación de la fructosa en medio ácido que posee efectos tóxicos en niveles de 450 mg/kg de peso corporal (Díaz Neira, 2010). Este compuesto se puede formar tanto por caramelización de azúcares, como en las etapas intermedias de la reacción de Maillard (Badui Dergal, 2006; Díaz Neira, 2010).

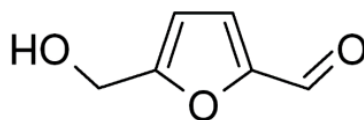


Figura 8: Fórmula química del HMF (Rada *et al.*, 2002).

Diversos estudios señalan que la presencia y la concentración del HMF se ven influenciadas por la tecnología y el régimen térmico aplicado en el procesamiento de los

alimentos, así como por las condiciones de almacenamiento (Jeuring & Koppers, 1980; Sánchez Mantica, 2019). Por este motivo, en mostos concentrados blancos se utiliza como indicador del daño térmico en la elaboración, almacenamiento y transporte y se recomienda una concentración aceptable de HMF menor a 40 ppm (Gutierrez & Ricagno, 2010).

En nuestra provincia, un estudio reciente demostró que el HMF estuvo presente en todas las muestras comerciales de mosto de uva concentrado (MCU) y mosto de uva concentrado y pasteurizado (MCUP) analizadas. Se detectó una amplia variabilidad en las concentraciones, atribuible a los diferentes protocolos de trabajo, tecnología empleada y origen de la materia prima; así como a la etapa de pasteurización (Barresi, 2022). De hecho, solo el 50 % de las muestras de MCU y el 29,4 % de las muestras de MCUP cumplen con el criterio de aceptabilidad de Gutiérrez y Ricagno (2010). Estos resultados evidencian la necesidad de reforzar los controles en la producción y el almacenamiento de los mostos concentrados argentinos.

En la actualidad, ninguna legislación establece límites legales de HMF para mostos concentrados, sino que el contenido de HMF suele utilizarse como indicador de deterioro térmico y como un parámetro de calidad no vinculante que depende de los requisitos del país de destino. En el *Codex Alimentarius* solo está legislado para miel (Codex Stan 12:1982, revisada en 2001), mientras que en jugos y concentrados existen recomendaciones técnicas no obligatorias propuestas por organizaciones sectoriales como la Federación Internacional de Productores de Jugos (IFFJP, 2006) y la *Association Internationale de la Jus de Fruits* (AIJN, 2016) en Europa.

Por otro lado, en mostos concentrados de uva elaborados a partir de mosto sulfitado, el anhídrido sulfuroso se combina con el HMF, bloqueando temporalmente la función aldehído y retrasando su transformación en otros compuestos. Esta interacción impide la medición de HMF por técnicas espectrofotométricas comunes (Sánchez Mantica, 2019).

Respecto a los tratamientos aplicados durante la elaboración, existe evidencia de que la clarificación con decoloración por carbón activado o mediante el uso de bentonitas, pueden reducir el contenido de HMF, contribuyendo a disminuir su concentración en el producto final (Ribeiro Moreira, 2018). A partir de esta evidencia, se ha propuesto el uso de carbón activado como aditivo para disminuir el HMF en los mostos, especialmente luego de la pre concentración, ya que las filtraciones posteriores permiten su remoción. Sin embargo, será necesario profundizar en estudios empíricos que avalen esta propuesta.

6.6. Efecto del ácido ascórbico sobre el color y la oxidación del mosto

El ácido ascórbico (AA), o vitamina C, y su isómero óptico, el ácido eritórbico, son aditivos ampliamente utilizados en la industria alimentaria por su acción antioxidante, particularmente eficaz en productos altamente susceptibles al deterioro oxidativo, como los vinos blancos y el mosto concentrado blanco (Li *et al.*, 2008; Ailer *et al.*, 2022). Su principal función es retardar el pardeamiento enzimático y no enzimático, procesos que afectan negativamente el color y la calidad del producto durante el almacenamiento y el transporte (Bonnin, 2023; Cheynier, 2005; Li *et al.*, 2008).

Desde el punto de vista funcional, el AA actúa como un captador de oxígeno debido a su carácter reductor, disminuyendo la formación de compuestos amarillo y pardos derivados de la oxidación de los polifenoles (Ailer *et al.*, 2022; Oreglia 1979). Sin embargo,

diversos estudios han demostrado que el AA puede presentar un comportamiento pro oxidante en función de su concentración y las condiciones del sistema. En particular, su uso combinado con anhídrido sulfuroso (SO₂), puede acelerar el consumo de SO₂ y favorecer la producción de pigmentos amarillos bajo determinadas condiciones (Li *et al.*, 2008).

Asimismo, su aplicación industrial presenta limitaciones adicionales. En presencia de oxígeno y metales traza como hierro y cobre, el AA puede oxidarse rápidamente, generando radicales libres o peróxidos que intensifican el daño oxidativo. Este efecto pro oxidante se ve acentuado cuando el contenido de SO₂ libre es insuficiente o cuando el producto se expone a temperaturas elevadas, como puede ocurrir durante el transporte marítimo sin refrigeración. (Bonnin, 2023; Laidler, 1966).

Por estas razones, si bien el AA se utiliza en algunos casos como alternativa parcial a los sulfitos, su actividad antioxidante es esencialmente inmediata y limitada en el tiempo, sin conferir protección frente a la oxidación a largo plazo (Li *et al.*, 2008). Hasta el momento, no se ha identificado un sustituto único capaz de cumplir simultáneamente las funciones antioxidantes y conservantes de amplio espectro del SO₂ (Ailer *et al.*, 2022). La eficacia del AA depende, además, del pH - siendo mayor en medios ácidos- y de las condiciones de almacenamiento, particularmente la temperatura, la exposición a la luz y el oxígeno disuelto. En consecuencia, su uso debe evaluarse cuidadosamente para cada sistema, respetando las normativas alimentarias vigentes, como el C.A.A. y el *Codex Alimentarius*.

La **dosis de AA en mosto concentrado blanco (MCB)** varía según el objetivo tecnológico y los límites legales establecidos. De manera orientativa, se recomiendan concentraciones de **50–100 mg/L** en mosto recién elaborado sin pasteurizar, **150–200 mg/L**

para transporte prolongado y **200–250 mg/L** en mostos destinados a exportación, siendo el **límite legal máximo de 300 mg/L** (Oreglia, 1979).

En cuanto a la reglamentación internacional, el uso de AA está permitido en jugos y mostos concentrados en la mayoría de los países – incluidos Estados Unidos, China, Brasil, Canadá, Japón, India y países del Golfo)- siempre dentro de los límites establecidos y con declaración obligatoria en el rotulado (Véase Tabla 3). En la Unión Europea, en cambio, no está autorizado su uso en mostos destinados a vinificación, de acuerdo con el Reglamento (UE) 1308/2013 y las disposiciones de la OIV, aunque sí se permite en jugos y productos no vínicos.

País /Región	Se permite el Ac. Ascórbico en mosto concentrado blanco	Observaciones
Unión Europea	No permitido en mosto destinado a vinificación. Permitido en jugos y productos no vínicos	El reglamento de la (UE) 1308/2013 y la OIV no autorizan su uso en productos destinados a vino, como jugo concentrado de uva para vinificación.
EE.UU	Permitido (FDA US)	Permitido como antioxidante en jugos concentrados, incluso en uva, con etiquetado correcto.
China	Permitido CN	Permitido bajo GB 2760-2014, dentro de límites; debe estar declarado
Brasil	Permitido BR	Permitido en jugos concentrados regulado por ANVISA.
Canadá	Permitido	Permitido según Food and Drug Regulations (FDR).
Japón	Permitido	Permitido en jugos concentrados; controlado por listas positivas.
India	Permitido con restricciones	Pueden estar limitando en productos que se presenten como “naturales” o sin aditivos.
Países del Golfo (GSO)	Permitido regulado	Permitido como antioxidante en jugos; sujeto a estándares del GSO.

Tabla 2: Restricciones y Limitaciones a nivel Mundial (Elaboración Propia con datos de FDA, 2025 y O.I.V,2016).

7. Transporte y destinos comerciales de mosto concentrado argentino

Argentina es uno de los principales países exportadores de mosto concentrado (referencias), por lo que cuenta con una amplia estructura logística para su distribución mundial. El producto se exporta principalmente vía marítima en contenedores, desde las plantas elaboradoras hasta los distintos globales.

A nivel mundial, el transporte marítimo moviliza el 80 % del comercio internacional (referencias), porcentaje que resulta aún mayor en países como Inglaterra, Grecia y España. Este medio de transporte constituye un pilar estratégico que a los países expandir sus mercados, sostener programas de desarrollo basados en el comercio exterior y acceder a nuevos destinos comerciales.



Figura 9. Distribución de Mosto Concentrado.

<https://www.entornoturistico.com/planisferio-con-nombres/>

(Elaboración propia con datos de Bodega y Viñedos Benedetti).

En el caso del mosto de uva concentrado producido en Argentina, las rutas de exportación parten del Océano Atlántico, a través del Puerto de Buenos Aires, y del Océano Pacífico, mediante puertos chilenos. El producto se envasa en grandes contenedores directamente en la planta elaboradora y luego es trasladado en buques hasta su destino final.

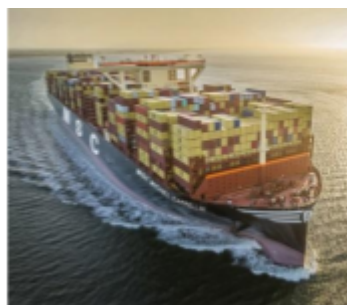
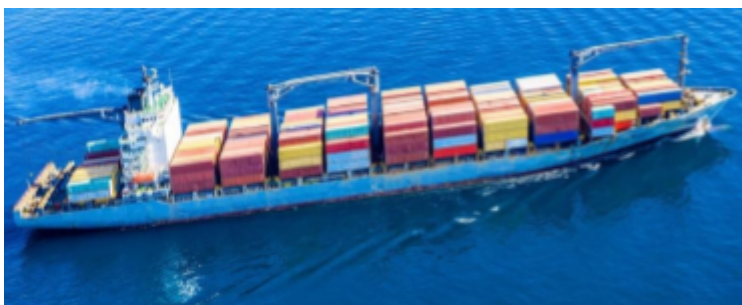


Figura 10. Transporte marítimo en contenedores. Empresas navieras a) Grupo Marítima y b) MSC naviera. Imágenes extraídas de: [https://www.mundomaritimo.cl/noticias/el-ascenso-de-msc-al-pinaculo-de-la-industria-del-transpo](https://www.mundomaritimo.cl/noticias/el-ascenso-de-msc-al-pinaculo-de-la-industria-del-transporte-maritimo-mundial)
[rte-maritimo-mundial](https://www.mundomaritimo.cl/noticias/el-ascenso-de-msc-al-pinaculo-de-la-industria-del-transpo)

Dado que la mayoría de los destinos se encuentran en el hemisferio norte, los buques deben recorrer grandes distancias. Los tiempos de tránsito pueden variar entre 20 y 55 días, dependiendo del puerto destino y la ruta seleccionada. A lo largo del trayecto, el producto atraviesa diversas zonas climáticas - frías, templadas y tropicales -, lo que implica fluctuaciones térmicas significativas. En la Figura 11 se ilustran las temperaturas promedio correspondientes a las distintas regiones climáticas que atraviesa un buque típico en ruta hacia el hemisferio norte.

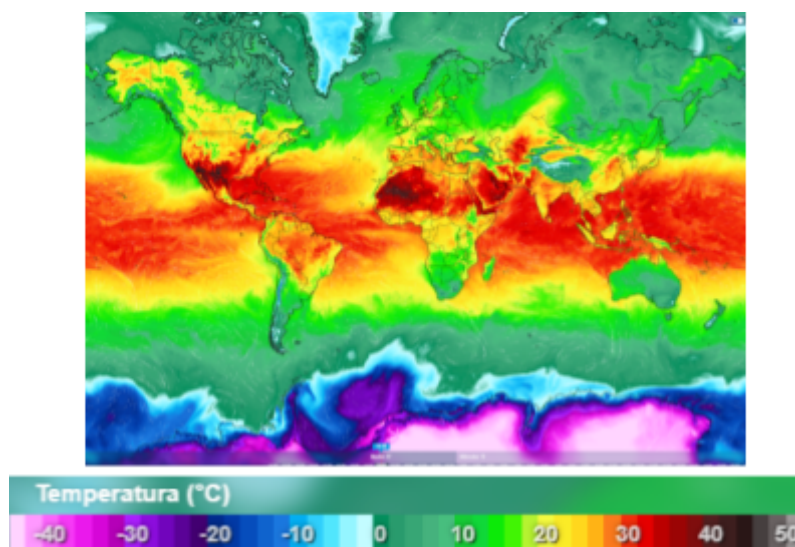


Figura 11. Temperaturas promedio de regiones climáticas que atraviesa un buque en tránsito. Extraído de METERORED (<https://www.meteored.com.ar/mapas-meteorologicos/temp2m-ar.html>).

La temperatura es un factor crítico que afecta directamente el color del mosto concentrado, ya que las elevadas temperaturas favorecen y aceleran los procesos oxidativos (Laidler, 1966). Por este motivo, resulta indispensable cuantificar el color inicial del producto al momento de su despacho (salida de la planta de elaboración), así como las

condiciones climáticas a las que podría exponerse durante su transporte. Esta información permite predecir si el mosto llegará al cliente dentro del rango de aceptación establecido por las especificaciones de calidad.

7.1. Alteraciones del color del mosto durante la elaboración, el almacenamiento y el transporte

Independientemente del sustrato inicial y el mecanismo implicado, la compleja secuencia de reacciones oxidativas que tienen lugar la elaboración, conservación y transporte del mosto concentrado conduce a una modificación progresiva de su color. Estos procesos se manifiestan como una sustitución gradual del color amarillo pálido característico del mosto concentrado recién elaborado hacia tonalidades amarillo-parduzcas o marrones, acompañada por un aumento de la intensidad del color, una disminución del índice de brillo y un incremento del índice de pardeamiento (Ailer *et al.*,2022).

El seguimiento de estas alteraciones cromáticas puede realizarse mediante mediciones espectrofotométricas de absorbancia, particularmente a longitudes de onda de 420 y 430 nm, asociadas a tonalidades amarillas o ambarinas, y a 520 y 625 nm, vinculadas a pigmentos rojizos o más oscuros resultantes de procesos oxidativos. Estas determinaciones constituyen herramientas útiles para comparar distintos lotes de producción y evaluar la evolución del color durante el almacenamiento y la distribución.

Las modificaciones del color del mosto se encuentran estrechamente relacionadas con reacciones de pardeamiento enzimático, así como con cambios estructurales y reacciones químicas oxidativas de los pigmentos. Estos procesos están influenciados por el pH, la disponibilidad de oxígeno, la interacción con proteínas y la presencia de

antioxidantes, como el ácido ascórbico. Entre los distintos mecanismos involucrados, la reacción de Maillard ocupa un rol central, dado que se ve favorecida durante el almacenamiento prolongado y los tratamientos térmicos aplicados en el procesamiento (Bonnin, 2023).

Si bien el pardeamiento no enzimático puede resultar deseable en ciertos alimentos por su contribución positiva a atributos sensoriales específicos, en el caso del mosto concentrado representa una alteración indeseable. En consecuencia, existe un creciente interés por el desarrollo de estrategias destinadas a controlar o minimizar estas reacciones. Considerando que el transporte comercial del mosto concentrado se realiza mayoritariamente por vía marítima, resulta fundamental comprender los mecanismos de degradación asociados al sistema integral de conservación - que incluye concentración, pasteurización, envasado aséptico y condiciones térmicas de almacenamiento - para garantizar que el producto mantenga los estándares de calidad requeridos por los clientes comerciales.

8. Planteamiento del problema de estudio

8.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Es factible determinar que los mostos concentrados sufren oxidación en su materia colorante dependiente de la temperatura y corresponde a una reacción de pardeamiento no enzimático.

8.2. OBJETIVOS

Objetivos Generales:

Determinar el cambio de color del mosto concentrado blanco según su temperatura de conservación -17° , 3° , 25° . Para predecir el comportamiento de los mismos durante su transporte.

Objetivos Específicos:

- * Determinar el cambio de color del producto a -17° , 3° , 25° .
- * Estimar el tiempo máximo de conservación.
- * Establecer cinética que corresponde al cambio de color.
- * Conocer las consecuencias de la exposición del mosto a altas, bajas temperaturas (daño térmico).
- * Determinar rangos de exposición a los cuales va estar sometido el mosto en una ruta comercial de exportación, Shanghai China, de la Bodega y Viñedos Benedetti SRL.

9. Materiales y Métodos

9.1. Muestreo De Mosto Concentrado Blanco

Se utilizó un mismo lote de mosto concentrado correspondiente al tanque 124 “Mosto concentrado blanco” de la Bodega Benedetti. Este mosto proviene de uvas de la variedad Criolla Grande de varios viñedos del departamento San Martín, en la Zona Este de Mendoza. La muestra inicial o matriz, de la cual parte el ensayo, correspondió a la etapa de pasteurizado y envasado del tanque 124.

En la elaboración del mosto concentrado blanco del tanque 124 se utilizaron las siguientes condiciones de producción:

- Clarificación con carbón activado (dosis: 2 g/hL) para eliminar \approx el 90 % de la materia colorante.
- Pre concentración a 55 °Brix.
- Filtración en filtro prensa con placas filtrantes de polipropileno FDA de 630 x 630 para disminuir los sólidos en suspensión presentes.
- Concentración a 68 °Brix. El concentrador de cuatro efectos con vacío alcanza una temperatura de inicial en el primer efecto de 90 °C, 70 °C en el segundo, 65 °C en el tercero y 45 °C en el cuarto y último efecto. El mosto circula en el equipo con un caudal de 4.000 L/h y se evaporan 2.500 L/h de agua. En este punto se tomó “la muestra matriz sin pasteurizar”.
- Pasteurización a 85 °C por 45 segundos en pasteurizador de tubos para inhibir parcialmente la actividad de las levaduras, evitando un posible comienzo de fermentación. Se consideró este paso como punto crítico para la obtención de “la

muestra matriz pasteurizada”, debido a la caída de color que se observó que sufre el producto al ser sometido a este proceso térmico.

- Filtración por tierra de aluvionado para eliminar residuos de clarificante (carbón activado).
- Envasado final.
- Luego de la concentración de los mostos se obtuvo las siguientes muestras, una primera muestra matriz a la cual se la nombró “concentrado sin pasteurizar” luego ese mismo lote de concentrado pasó por una etapa de pasteurizado previo al envasado, esta sería la segunda muestra llamada “concentrado pasteurizado”.
- Las muestras fueron obtenidas todas del mismo lote de mosto concentrado a 68 °Brix, y homogeneizados en un tanque ubicado a la salida del concentrador. Correspondiente al “Concentrado blanco 124”.
- Estas muestras matrices se fraccionaron en 8 envases herméticos, 4 Bolsas válvuladas estériles de 1 kg cada una, “Pasteurizado”; 4 Botellas de 500 mL “Sin Pasteurizar”. Se las rotula correspondientemente según a las temperaturas que van a ser sometidas:
 - 1) Temperatura de 25°C: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_E).
 - 2) Temperatura de 25°C: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_E).
 - 3) Temperatura de 25°C con adición de Ácido Ascórbico: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_ASC_E).
 - 4) Temperatura de 25°C con adición de Ácido Ascórbico: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_ASC_E).
 - 5) Temperatura de 3°C Heladera: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_H).
 - 6) Temperatura de 3°C Heladera: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_H).

- 7) Temperatura de -17°C Freezer: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_F).
- 8) Temperatura de -17°C Freezer: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_F).
- Para la obtención de ambas muestras matrices, se utilizó el método de muestreo de productos a granel.
- En las muestras pasteurizadas, previo a la extracción, se realizó una homogeneización por recirculación del mosto con una bomba que provoca la agitación de todo el volumen de producto.
- En el caso de las muestras “Sin Pasteurizar”, la toma se realiza en el tanque pulmón previo a la etapa de pasteurizado, luego de la concentración mediante el uso de una válvula de muestreo integrada, de tipo diafragma, Se limpia y desinfecta con alcohol 70 %, se deja correr un poco de mosto para enjuagar la válvula, y se envasa, se conserva en cuatro frascos estériles.
- Para las muestras de “Pasteurizado” se obtienen luego de la etapa de envasado 4 bolsas de polipropileno, obteniéndose una muestra compuesta formada por 4 unidades de forma aleatoria, de 1 kg cada una.
- A dos de las muestras matrices una vez fraccionadas se les añade un 1 % de Ácido Ascórbico con el objetivo de determinar, sí este ácido ayuda a frenar los procesos de oxidación del mosto concentrado.

9.2 Diseño Experimental

El diseño experimental se basó en la simulación de las condiciones reales de transporte del mosto concentrado blanco desde Bodega y Viñedos Benedetti (Mendoza, Argentina) hasta la ciudad de Shanghái (China), considerando las temperaturas y tiempos promedio característicos de esta ruta comercial. El objetivo fue evaluar la evolución del

color del mosto durante la conservación y el transporte, y determinar si el producto llega a destino cumpliendo la especificación de color solicitada por el cliente, definida como una absorbancia menor a 0,090, equivalente a una transmitancia del 80 %.

Para reproducir el comportamiento del producto durante el traslado, se seleccionaron tres temperaturas de conservación: $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$, $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, las cuales representan los valores promedios registrados en los distintos puntos críticos del recorrido comercial. Estas temperaturas abarcan desde zonas de clima frío atravesadas por los buques (con valores cercanos a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) hasta áreas cálidas y tropicales donde la temperatura ambiente puede alcanzar aproximadamente $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Las muestras fueron almacenadas durante un periodo total de 90 días y se realizaron mediciones cada 15 días con el fin de seguir la evolución del color a lo largo del tiempo. Cada envase fue identificado según la etapa del proceso en que se obtuvo la muestra, el tipo de tratamiento previo (pasteurizada o sin pasteurizar) y la condición de adición de ácido ascórbico.

Especificación del Cliente: Color expresado en Absorbancia menor a 0,090 correspondiente a una Transmitancia de 80 % a 420 nm. (Datos proporcionados por Bodegas y Viñedos Benedetti).

Ensayos planificados:

Se realizaron los ensayos sobre un mosto concentrado blanco medido a 420 nm, 430 nm, 440 nm, 520 nm, 625 nm en transmitancia, y absorbancia

- Muestra inicial "Sin Pasteurizar", con un color inicial de 90 % en transmitancia y una absorbancia de 0,044.
- Muestra inicial "Pasteurizado" con un color inicial de 88,8 % en transmitancia y una absorbancia de 0,051.

Partiendo de estas muestras matrices se fraccionan en 8 envases herméticos, 4 Bolsas válvuladas estériles de 1 kg cada una, “Pasteurizado”; 4 Botellas de 500ml “Sin Pasteurizar”. Se las rotula correspondientemente según a las temperaturas que van a ser sometidas:

- 1) Temperatura de 25°C: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_E).
- 2) Temperatura de 25°C: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_E)..
- 3) Temperatura de 25°C con adiconado de Ácido Ascórbico: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_ASC_E).
- 4) Temperatura de 25°C con adiconado de Ácido Ascórbico: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_ASC_E).
- 5) Temperatura de 3°C Heladera: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_H).
- 6) Temperatura de 3°C Heladera: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_H).
- 7) Temperatura de -17°C Freezer: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_F).
- 8) Temperatura de -17°C Freezer: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_F).

9.3 Validación del Método Propuesto

La validación del método propuesto consistió en aplicar este esquema experimental a un caso real de transporte del mosto concentrado blanco desde Mendoza hasta Shanghái por vía marítima, partiendo desde un puerto chileno del océano Pacífico. Para ello, se consideraron las variaciones climáticas asociadas a cada tramo del viaje, así como la duración del trayecto, con el fin de estimar el impacto potencial sobre el color del producto. Las etapas incluyeron: salida desde la planta de elaboración en Mendoza; cruce por el Paso Libertadores en la Cordillera de los Andes; llegada al puerto de San Antonio/Valparaíso; tránsito por el océano Pacífico con posibles escalas en los puertos de

Callao (Perú), Manzanillo (México) y el Canal de Panamá; paso por el puerto de Singapur; y arribo al puerto de Shanghái. La Tabla 23 sintetiza las temperaturas promedio y el tiempo estimado en cada tramo, según información proporcionada por la empresa.

Trayectos	Temperatura Promedio	Tiempo (días)
Mendoza- Paso Libertadores	10°C	1-2 días Aduana en Cordillera
Paso Libertadores- San Antonio/ Valparaíso	-5°C- 15°C	3-7 días Espera y despacho en el puerto
San Antonio- Callao	20°C	7 días Transito Marítimo
Callao-Singapur	25°C – 30°C	25 días Transito Marítimo
Singapur-Shanghái	23°C	15 días Transito Marítimo

Tabla 3- Escalas del buque durante el transporte del producto y temperaturas promedios de las distintas zonas de recorrido. (Información proporcionada por Bodega y Viñedos Benedetti).

El análisis permitió determinar con exactitud la variación del color bajo condiciones equivalentes a las del proceso real de almacenaje y transporte. Esto resulta particularmente relevante, ya que el color es un atributo crítico en la evaluación de calidad del mosto concentrado y tiene un impacto directo tanto en la aceptación comercial como en el valor económico del producto. Asimismo, la simulación permitió establecer los parámetros a partir de los cuales el mosto dejaría de cumplir con la especificación solicitada por el cliente, aportando información útil para la toma de decisiones tecnológicas y logísticas.

Finalmente, el ensayo brindó evidencia sobre la influencia que pueden ejercer las fluctuaciones térmicas derivadas del cambio climático sobre la estabilidad del producto durante la exportación. El conocimiento obtenido contribuye a optimizar las condiciones de conservación y transporte, minimizando el riesgo de deterioro y fortaleciendo la competitividad del producto en los mercados internacionales.

9.4 Instrumental Y Materiales De Laboratorio

* Estufa de cultivo acondicionada a 25°C

* Heladera acondicionada a 3°C

* Freezer acondicionadas a -17°C

* Envases estériles:

- botellas 500 mL para los mostos sin pasteurizar y,

- bolsas valvuladas de 1 kg para los mostos pasteurizados

* Espectrofotómetro UV Modelo 1601 Shimadzu para las mediciones de color por absorbancia y transmitancia.

* Cubetas de cuarzo de 1 cm de paso óptico.

* Solución de Agua Destilada

* Membrana de celulosa con poro de 0,45 μm y jeringa descartable para filtrar los mostos

Los controles y calibraciones de los equipos se llevaron a cabo en el laboratorio según métodos OIV, (Organización Internacional de la Viña y el Vino). Cumpliendo las correspondientes normativas IRAM/ ISO y Codex Alimentarius (FAO/OMS).

En el caso del control de los equipos correspondientes a las temperaturas tanto heladera, frezeer y estufa fueron controladas y reguladas colocando un termómetro de mercurio en su interior, según los registros. (Véase en anexo 6).

9.5 Técnicas empleadas

9.5.1 Principio y Justificación de la metodología utilizada.

El presente abajo se centró en la estimación del grado de oxidación y la vida útil del mosto concentrado blanco, evaluados de manera indirecta mediante la medición espectrofotométrica de la intensidad del color. Este enfoque permitió interpretar el comportamiento del mosto virgen concentrado blanco durante el almacenamiento y transporte, en función de los cambios cromáticos asociados a procesos oxidativos y de pardeamiento no enzimático.

Para la evaluación del índice de color y del pardeamiento, en todas las muestras se determinaron la transmitancia y la absorbancia a distintas longitudes de onda: **420 nm, 430 nm, 440 nm, 520 nm y 625nm**. La selección de estas longitudes de onda se fundamentó en metodologías normalizadas y en antecedentes ampliamente documentados en la literatura científica y técnica del sector vitivinícola y de la industria de jugos.

La medición a **420 nm** se realizó siguiendo la metodología propuesta por la OIV (2011), específicamente el Método Tipo IV - Características Cromáticas, que expresa los resultados en valores de absorbancia a dicha longitud de onda. Esta región del espectro se asocia principalmente a tonalidades amarillas y ambarinas, características del mosto concentrado blanco, y constituye un indicador sensible de procesos de oxidación y pardeamiento (referencias previas del marco teórico).

Asimismo, la literatura técnica de la industria de jugos respalda de manera consistente el uso de longitudes de onda cercanas a **430 nm** en productos de tonalidad amarillo-marrón, particularmente en jugos claros y concentrados, de acuerdo con el método IFU 80 (*International Fruit Juice Union*, 2018). De forma complementaria, diversos estudios sobre el pardeamiento en jugos y pulpa de fruta han utilizado longitudes de onda cercanas a **440 nm** para monitorear la formación de pigmentos marrones o melanoidinas

asociadas a reacciones oxidativas durante procesos de clarificación o calentamiento (Dey *et al.*, 2014; Rojas–Graü *et al.*, 2008). En conjunto, la incorporación de estas longitudes de onda permite un seguimiento más específico y sensible de los cambios cromáticos no enzimáticos (pardeamiento), particularmente relevantes en mostos blancos concentrados, y aporta información adicional para evaluar la estabilidad del color bajo condiciones de almacenamiento y transporte.

Con el fin de complementar la caracterización cromática del mosto concentrado blanco y asegurar un control integral de su estabilidad durante el almacenamiento y transporte, se incorporaron mediciones espectrofotométricas en **520 nm** y **625 nm**. La elección de estas longitudes de onda se fundamenta en metodologías reconocidas internacionalmente para el análisis del color en productos derivados de la uva.

La medición en **520 nm** se justifica porque esta región del espectro permite detectar absorancias vinculadas a pigmentos con componente roja, tales como antocianinas o derivados fenólicos, aun cuando se encuentren en concentraciones muy bajas en mostos blancos. La **OIV** establece explícitamente que la intensidad de color en vinos se determina mediante la suma de las absorancias a **420, 520 nm**, ya que representan los tres componentes básicos del color visible: amarillo, rojo y azul (OIV, 2015). Si bien el mosto concentrado blanco presenta escasos compuestos con la componente roja, la medición a 520 nm resulta relevante para el cálculo de la **tonalidad (A420/A520)** y para la detección de pigmentos no deseados, posibles contaminaciones cruzadas o deficiencias en la clarificación.

Por su parte, la medición a **625 nm** —empleada en reemplazo de 620 nm cuando la configuración instrumental así lo requiere— permite evaluar la contribución del extremo rojo-azulado del espectro visible y diferenciar el color verdadero de efectos asociados a dispersión óptica. La OIV detalla que la absorbancia en 620 nm es especialmente sensible a la presencia de turbidez o partículas en suspensión, por lo que se utiliza como parámetro de control de limpidez (OIV, 2006). En este sentido, la utilización de 625 nm resulta equivalente y mantiene su utilidad para diagnosticar turbidez, precipitados y posibles deficiencias de procesos de clarificación.

Diversos autores coinciden en que las mediciones en 520 y 620–625 nm permiten **identificar contaminación microbiana**, degradación oxidativa y cambios en la estabilidad coloidal de jugos o mostos, dado que la presencia de partículas o pigmentos indeseados incrementa la absorbancia en estas longitudes de onda (Boulton *et al.*, 1996; Zoecklein *et al.*, 1999). Por este motivo, ambas longitudes de onda fueron incorporadas como parámetros de **control de calidad**, destinados a verificar la correcta clarificación del mosto y descartar la presencia de materiales colorantes no deseados.

En conjunto, la integración de las mediciones a 520 nm y 625 nm otorga una visión más robusta de los mecanismos de evolución del color, permitiendo distinguir entre pardeamiento no enzimático, formación de polímeros coloreados, desplazamientos dependientes del pH y fenómenos de dispersión física. Estas determinaciones, consideradas en conjunto con las absorbancias a 420, 430 y 440 nm, constituyen una base metrológica sólida y coherente con los lineamientos internacionales para la evaluación de

la estabilidad cromática del mosto concentrado blanco durante su simulación de transporte.

9.5.2 Descripción de la metodología realizada.

Para la caracterización colorimétrica del mosto concentrado se aplicó el método oficial de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), específicamente el procedimiento para la determinación de propiedades cromáticas. Según esta norma, el análisis se realiza sobre una solución ajustada a 16 °Brix, lo que permite estandarizar el contenido de azúcar y asegurar que las mediciones sean comparables (OIV, 2011).

En primer lugar, las muestras se diluyen cuidadosamente con agua destilada hasta alcanzar la concentración requerida y posteriormente se filtró mediante una membrana de 0,45 μm , con el fin de eliminar partículas que pudieran interferir en la lectura espectrofotométrica. Para el análisis instrumental se empleó un espectrofotómetro UV-Visible Modelo 1601 Shimadzu, con capacidad para registrar absorbancia en el rango 300–700 nm, junto con cubetas de cuarzo de 1 cm de trayectoria óptica, tal como especifica el método oficial.

Antes de iniciar las mediciones, el equipo fue calibrado llevando la absorbancia a cero para cada una de las mediciones (**420 nm, 430 nm, 440 nm, 440 nm, 520 nm, 625 nm**), utilizando una cubeta con agua destilada. Luego se procedió a registrar la absorbancia y transmitancia de la muestra preparada bajo las mismas condiciones. De acuerdo con los lineamientos de la OIV (2011). El resultado debe expresarse con una precisión de dos decimales, y la repetitividad del método en soluciones a 16 °Brix es de **0,01 unidades de absorbancia** (OIV, 2011).

Las mediciones se realizaron sobre muestras de mostos concentrados acondicionadas a distintas temperaturas: -17 °C, 3 °C, 25 °C.

En paralelo, se evaluó la influencia del ácido ascórbico sobre la evolución del color y su efecto frente a los procesos oxidativos. Para ello, se adiciono un 1 % de ácido ascórbico a dos de las muestras mantenidas a 25 °C: una sin pasteurizar y otra pasteurizada, con el objetivo de comparar su comportamiento respecto del resto de las muestras.

La primera medición se realizó en las muestras matrices (mosto concentrado escurrido y mosto recién pasteurizado); mientras que las mediciones de los tratamientos se efectuaron a los 15 días de iniciado el ensayo, y luego, las mediciones subsiguientes se realizaron a intervalos de quince días durante un período total de tres meses.

Se analizaron los cambios en la absorbancia y transmitancia de los mostos concentrados a 420 nm, longitud de onda recomendada por el “Método Tipo IV Características Cromáticas” de la OIV (OIV, 2011). Para describir la evolución temporal de cada tratamiento se generaron gráficos descriptivos de absorbancia (PA) y transmitancia (PT), mostrando los datos observados día a día y facilitando la comparación visual entre tratamientos y condiciones de almacenamiento.

Para cuantificar y modelar la evolución temporal del color (absorbancia) del mosto concentrado y establecer su cinética, se ajustaron tres tipos de modelos:

1. Modelo lineal (LM):

$$Absorbancia = \beta_0 + \beta_1 \cdot D'a + \varepsilon$$

Este modelo permite evaluar la tendencia general de cambio de color a lo largo del tiempo, considerando un incremento lineal de la absorbancia. Las ecuaciones de LM se

presentan en los gráficos de diagnóstico para cada tratamiento, permitiendo interpretar la cinética de manera cuantitativa.

2. Modelo de suavizado local (LOESS):

$$\text{Absorbancia} = f(D'a) + \varepsilon$$

donde $f(D'a)$ es una función suavizada que captura cambios locales no lineales en la absorbancia, mostrando posibles aceleraciones o desaceleraciones en la evolución del color. Dado que LOESS es un modelo no paramétrico, **no se presentan ecuaciones matemáticas explícitas**, y se utiliza únicamente para visualización de tendencias locales.

3. Modelo de regresión robusta (RLM):

$$\text{Absorbancia} = \beta_0 + \beta_1 \cdot D'a + \varepsilon^*$$

Este modelo es similar al lineal, pero reduce la influencia de valores atípicos (ε^*) en el ajuste, asegurando que la cinética refleje el comportamiento típico de los lotes.

La vida útil del mosto se estimó mediante dos enfoques complementarios a 420 nm, longitud de onda utilizada como indicador del pardeamiento oxidativo del mosto concentrado (OIV, 2011): (i) interpolación lineal entre puntos experimentales para estimar el día de cruce del umbral de absorbancia ($A = 0,090$), y (ii) proyección temporal mediante modelos de regresión. La interpolación permitió identificar la pérdida efectiva del cumplimiento de la especificación del cliente dentro del período ensayado, mientras que los modelos se utilizaron para estimar el comportamiento del producto a 45 y 60 días de almacenamiento. Los tratamientos que no alcanzaron el umbral durante el ensayo presentaron valores de cruce interpolado no definidos (NA), indicando estabilidad cromática bajo las condiciones evaluadas.

Dado que no existen especificaciones legales ni del cliente para las absorbancias medidas a 430, 440, 520 y 625 nm, estas longitudes de onda fueron analizadas desde un enfoque cinético, evaluando la evolución temporal de la absorbancia mediante modelos de regresión lineal. Las pendientes obtenidas fueron interpretadas como indicadores de la velocidad de oxidación del mosto, lo que permitió la comparación visual entre los tratamientos y evidenciar diferencias en la velocidad de oxidación debido a los efectos de la temperatura de almacenamiento, la pasteurización y la adición de ác. ascórbico.

10.RESULTADOS

10.1 *Variación del color del mosto concentrado según temperatura y tratamiento*

En el presente estudio se evaluó la evolución del color en muestras de mosto virgen concentrado cv. Criolla, elaborado en Bodega y Viñedos Benedetti SRL. Se analizaron dos tratamientos tecnológicos: mosto concentrado **sin pasteurizar** (MC_SP) y mosto concentrado **pasteurizado** (MC_P). Con el objetivo de reproducir el comportamiento del producto durante el traslado desde la planta elaboradora ubicada en Mendoza (Argentina) hasta Shanghái (China), se seleccionaron tres temperaturas de conservación: $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$, $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, las cuales representan valores promedios registrados en los distintos puntos críticos del trayecto comercial. Adicionalmente, en las dos muestras conservadas a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ se incorporó un segundo tratamiento mediante con la adición de ácido ascórbico (ASC) al 1 % (v/v), con el fin de evaluar su efecto antioxidante sobre la estabilidad del color.

De esta manera, se obtuvieron 8 condiciones experimentales que se identificaron y rotularon de acuerdo de la siguiente manera:

- 1) Temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_E).
- 2) Temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_E)..
- 3) Temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ con adiconado de Ácido Ascórbico: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_ASC_E).
- 4) Temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ con adiconado de Ácido Ascórbico: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_ASC_E).
- 5) Temperatura de $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ Heladera: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_H).
- 6) Temperatura de $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ Heladera: “Concentrado Pasteurizado” (MC_P_H).
- 7) Temperatura de $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ Freezer: “Concentrado Sin Pasteurizar” (MC_SP_F).

8) Temperatura de -17°C Freezer: "Concentrado Pasteurizado" (MC_P_F).

Todas las muestras se almacenaron durante un período de 90 días bajo las condiciones de temperatura mencionadas. Cada 15 días se realizaron determinaciones espectrofotométricas de la intensidad del color, expresadas en absorbancia y transmitancia, de acuerdo con el método internacional oficial de la OIV (2011). Las mediciones se efectuaron a cinco longitudes de onda (420, 430, 440, 520 y 625 nm) sobre muestras diluidas a 16 °Brix, conforme a los protocolos de calidad del mosto concentrado (OIV, 2015).

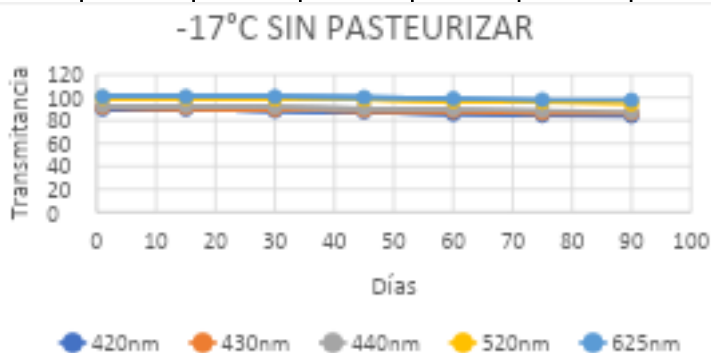
10.2 Resultados a -17 °C

10.2.1 Muestra sin pasteurizar

La muestra sin pasteurizar presentó inicialmente una **transmitancia del 90 % a 420 nm** (absorbancia 0,044) con color amarillo muy claro (véase Tabla 4, Figura 12).

FREEZER (-17 °C) SIN PASTEURIZAR										
	420 nm		430 nm		440 nm		520 nm		625 nm	
Días	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.
1	90	0,044	91,5	0,039	92,8	0,032	100	0	100,9	-0,004
15	89,9	0,046	91,2	0,043	92,4	0,034	99,5	0,002	100,9	-0,004
30	88,4	0,055	89,7	0,046	91,7	0,037	98,8	0,006	100,8	-0,003
45	87,6	0,06	88,8	0,051	90,3	0,042	98,3	0,009	100,2	0,002
60	85,5	0,068	88,1	0,055	89,7	0,051	97	0,013	99,3	0,004
75	84,5								98,2	0,007
90	83,9								97,7	0,01

Tabla 4:
color en
medido a
onda en
mosto
-17 °C.



Variación del
transmitancias y
absorbancia
distintas
longitudes de
la muestra de
concentrado sin
pasteurizar
conservada a

Figura 12: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a -17 °C durante los 90 días del ensayo.

A lo largo de 90 días, se observó una **disminución progresiva de la transmitancia**, alcanzando 83,9 % a 420 nm al día 90, mientras que a 520 nm y 625 nm la absorbancia permaneció cercana a cero, evidenciando **escasa presencia de antocianos** y estabilidad del color amarillo claro.

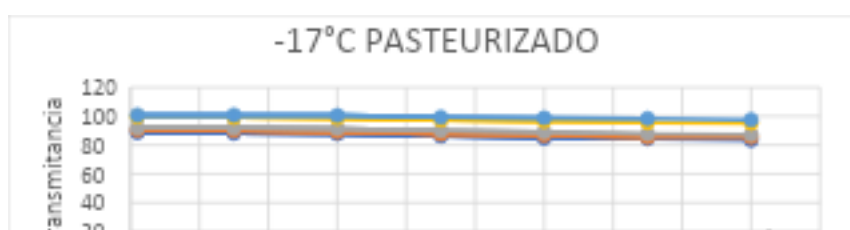
10.2.2 Muestra pasteurizada

En el día 1, la la muestra de mosto concentrado pasteurizada presentó una transmitancia inicial de 88,8 % a 420 nm (absorbancia 0,051). La caída de transmitancia fue ligeramente mayor que en la muestra sin pasteurizar, alcanzando 83,4 % al día 90 (véase Tabla 5, Figura 13).

FREEZER (-17 °C) PASTEURIZADO										
Días	420 nm		430 nm		440 nm		520 nm		625 nm	
	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.
1	88,8	0,051	90,4	0,042	91,9	0,035	99,7	0,004	100,9	-0,004
15	88,3	0,054	90,1	0,045	91,7	0,037	99,1	0,005	100,9	-0,004
30	87,9	0,057	89,3	0,047	91,4	0,038	98,7	0,006	100,5	-0,003
45	86,3	0,063	87,8	0,054	90,2	0,044	97,4	0,016	99,3	0,004
60	84,8	0,067	86,9	0,058	88,9	0,049	96,6	0,018	98,8	0,005
75	84,6	0,072	85,6	0,066	87,7	0,057	95,7	0,019	98,4	0,007
90	83,4	0,076	85,5	0,067	87,3	0,059	95,3	0,02	97,6	0,01

Tabla 5: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado pasteurizada y conservada a -17 °C.

Los resultados anteriores indican que la **pasteurización provoca una reducción inicial del color**, efecto atribuido al sometimiento a altas temperaturas, coincidiendo con



Rojo *et al.* (2019), quienes evidenciaron que la pasteurización afecta la vida útil del mosto concentrado. No obstante, en las dos muestras conservadas a **-17 °C se observó una mínima pérdida de color**, confirmando que la temperatura es un factor crítico para mantener la estabilidad del mosto concentrado. Estos resultados podrían indicar, entonces, que la vida útil esperable de las muestras del ensayo que se conservaron en el freezer, podría rondar un período de 2 dos años, tal y como figura en el protocolo de calidad para mostos concentrados (MinAgro, 2018).

Figura 13: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado pasteurizada y conservada a -17 °C durante los 90 días del ensayo.

10.3 Resultados a 3 °C

10.3.1 Muestra sin pasteurizar

La tabla 6 y la Figura 14 muestran los resultados obtenidos para el mosto sin pasteurizar conservada a 3 °C.

3 °C SIN PASTEURIZAR										
Días	420 nm		430 nm		440 nm		520 nm		625 nm	
	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.
1	90	0,044	91,5	0,039	92,8	0,032	100	0	100,9	-0,004
15	87,9	0,057	89,9	0,046	91,6	0,038	97,9	0,009	100,5	-0,002
30	84,8	0,071	86,7	0,062	88,2	0,055	96,7	0,014	99,2	0,003
45	84,6	0,072	86,1	0,064	87,9	0,056	96,3	0,016	99	0,004
60	82,3	0,083	83,9	0,076	85,5	0,067	95,4	0,021	98,5	0,009
75	81,2	0,09	82,8	0,079	84,9	0,069	94,7	0,023	98,2	0,007
90	78,6	0,104	80,8	0,085	82,3	0,073	92,7	0,027	97,5	0,01

Tabla 6: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a 3 °C.

La muestra de mosto concentrado virgen sin pasteurizar que se conservó a 3 °C, tuvo una disminución de la transmitancia mayor - en magnitud y rapidez - que la misma muestra a -17 °C. El día 90 alcanzó un valor de 78,6 % a 420 nm (véase Tabla 6, Figura 14).

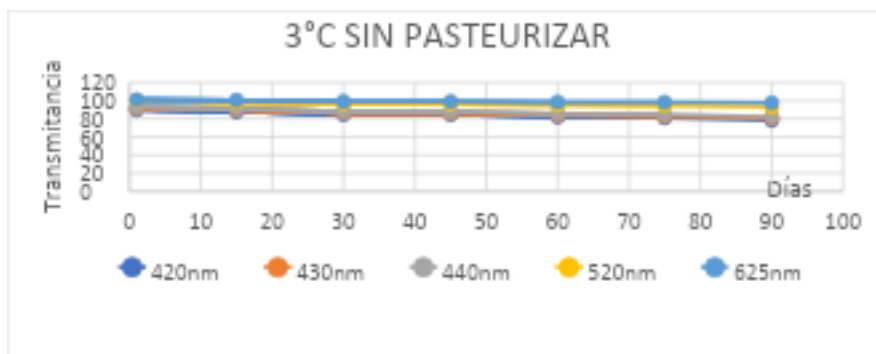


Figura 14: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar y conservada a 3 °C durante los 90 días del ensayo.

10.3.2 Muestra pasteurizada

En el caso de la muestra pasteurizada, la transmitancia fue de 76,6 % a 420 nm al día 90 (véase Tabla 7, Figura 15), evidenciando que **la pasteurización combinada con temperaturas de refrigeración incrementa ligeramente la pérdida de color.**

3 °C PASTEURIZADO										
Días	420 nm		430 nm		440 nm		520 nm		625 nm	
	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.
1	88,8	0,051	90,4	0,042	91,9	0,035	99,7	0,001	100,9	-0,004
15	86,5	0,062	88,5	0,053	90	0,045	98	0,008	100,4	-0,001
30	85,3	0,069	87,6	0,057	89,4	0,048	97,8	0,009	99,5	0,002
45	84,3	0,074	85,7	0,067	88,3	0,053	97,2	0,012	98,7	0,005
60	83,9	0,076	85,5	0,069	87,7	0,059	96,8	0,014	98,3	0,007
75	80,5	0,104	82,5	0,083	84,5	0,071	94,9	0,023	98,3	0,007
90	76,6	0,111	79,4	0,098	81,7	0,088	94,1	0,027	98,2	0,008

Tabla 7: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado pasteurizada y conservada a 3 °C.

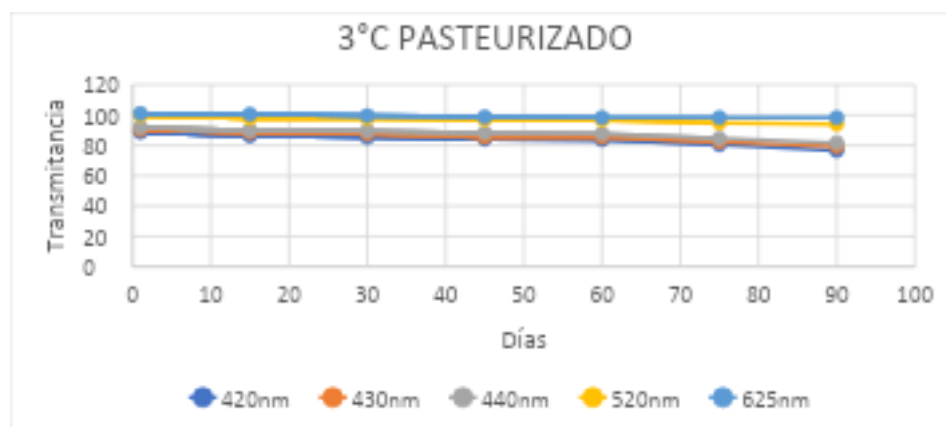


Figura 15: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado pasteurizada y conservada a 3 °C durante los 90 días del ensayo.

Copanoglu *et al.* (2013) reportaron que los polifenoles se degradan más lentamente a bajas temperaturas. En concordancia con este antecedente, las muestras conservadas en refrigeración presentaron únicamente una ligera pérdida de color en comparación con las muestras conservadas en freezer, manteniéndose dentro de los valores de especificación del cliente por 67 y 75 días. Si bien estos períodos resultan suficientes para completar el traslado internacional simulado, se encuentran muy por debajo de los 365 días de vida útil mencionados en el protocolo de calidad para mostos concentrados almacenados entre 0 y 5 °C (MinAgro, 2018).

10.4 Resultados a 25 °C sin ácido ascórbico

10.4.1 Muestra sin pasteurizar

La tabla 8 y la Figura 16 muestran los resultados obtenidos al analizar la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a 25 °C.

25 °C SIN PASTEURIZAR										
	420 nm		430 nm		440 nm		520 nm		625 nm	
Días	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.
1	90	0,044	91,5	0,039	92,8	0,032	100	0	100,9	-0,004
15	87,9	0,057	89,9	0,046	91,6	0,038	97,9	0,009	100	0
30	81,5	0,089	83,5	0,079	85,5	0,068	95,9	0,018	99,7	0,001
45	77,4	0,106	79,9	0,093	82,1	0,083	95	0,019	98,5	0,006
60	72,7	0,131	75,5	0,117	78,3	0,101	93,5	0,028	99	0,008
75	66,1	0,181	68,9	0,161	72,1	0,142	90,4	0,045	97,7	0,009
90	62,2	0,202	66,1	0,177	69,3	0,157	87	0,06	97,5	0,011

Tabla 8: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a 25 °C.

La muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a 25 °C presentó la segunda mayor pérdida de color y oxidación a lo largo de todo el ensayo (véase Tabla 8, Figura 16). La transmitancia a 420 nm disminuyó de manera progresiva, alcanzando un valor de 62,2 % al día 90.

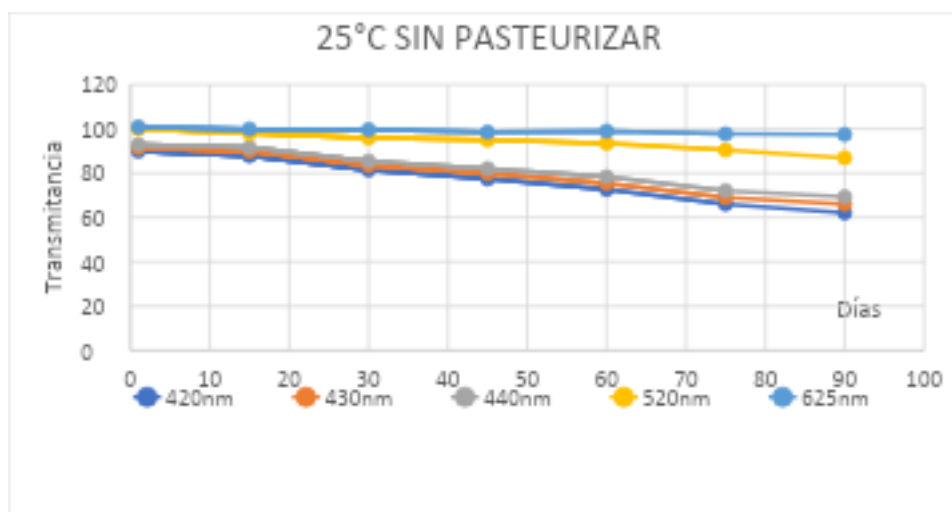


Figura 16: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a 25 °C durante los 90 días del ensayo.

Asimismo, esta muestra superó el umbral de especificación del cliente (Absorbancia > 0,009) a los 30 días del ensayo, lo que implicó una vida útil 50 % inferior a la reportada para mostos concentrados conservados a 20 °C, de acuerdo con el protocolo de calidad para mostos concentrados (MinAgro, 2018). En función de los resultados, se concluye que esta condición de conservación no permitiría garantizar la estabilidad del producto durante el transporte desde Mendoza a Shanghái.

10.5.2 Muestra pasteurizada

La caída de color fue todavía más marcada en la muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C. Como puede observarse en la Tabla 9 y Figura 17, al término del ensayo, esta muestra había perdido el 40 % de la transmitancia inicial.

La muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C también superó la especificación del cliente a los 30 días del ensayo, lo que demuestra que el efecto de la temperatura de conservación sobre los procesos de oxidación del producto resulta

significativamente más crítico que el eventual daño térmico asociado al tratamiento de pasteurización. En función de estos resultados, se concluye que esta condición de conservación no permitiría garantizar la estabilidad del producto durante el transporte desde Mendoza a Shanghái.

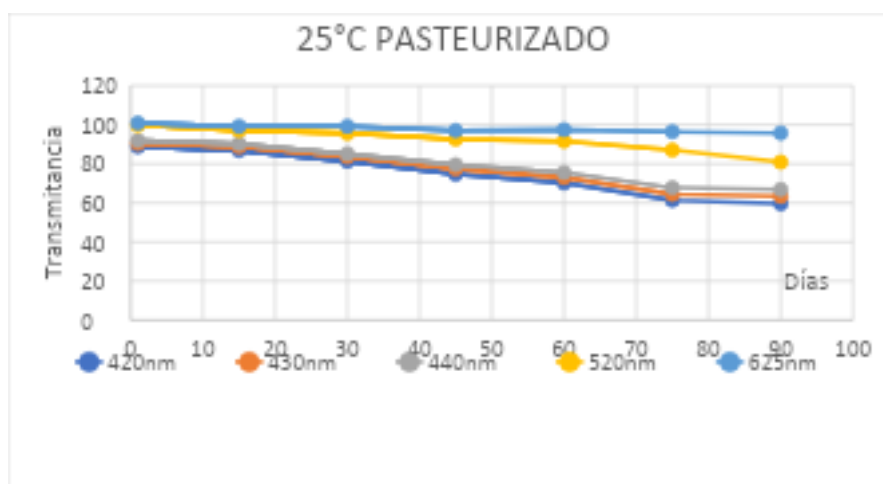


Figura 17: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C durante los 90 días del ensayo.

25 °C PASTEURIZADO										
Días	420 nm		430 nm		440 nm		520 nm		625 nm	
	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.
1	88,8	0,051	90,4	0,042	91,9	0,035	99,7	0,004	100,9	-0,004
15	86,9	0,06	88,7	0,052	90,3	0,044	97,1	0,012	99,3	-0,003
30	81,4	0,089	83,6	0,077	85,2	0,069	95,6	0,019	99,3	-0,003
45	74,6	0,108	77,4	0,112	79,5	0,099	92,7	0,035	97	0,014
60	70,2	0,151	73	0,134	75,6	0,118	91,7	0,037	97,5	0,011
75	61,4	0,209	64,4	0,187	67,7	0,167	87	0,061	96,5	0,016
90	59,6	0,224	63,4	0,194	66,8	0,174	80,9	0,092	95,8	0,018

Tabla 9: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C.

Asimismo, estos resultados confirman que **la combinación de elevada temperatura de almacenamiento y ausencia de antioxidantes acelera la degradación de la materia colorante**, mostrando un comportamiento no coherente con los rangos de vida útil esperados de acuerdo con el Protocolo de Calidad de Mostos Concentrados (MinAgro, 2018).

10.4 Resultados a 25 °C con adición de ácido ascórbico

10.4.1 Muestra sin pasteurizar

La muestra de mosto concentrado sin pasteurizar con 1 % de ácido ascórbico mostró una **transmitancia inicial del 90 % a 420 nm**. Este valor fue disminuyendo **gradualmente hasta alcanzar a 72,7 % en el día 90 de ensayo** (véase Tabla 10 y Figura 18).

25 °C + ASC + SIN PASTEURIZAR										
Días	420 nm		430 nm		440 nm		520 nm		625 nm	
	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.
1	90	0,044	91,5	0,039	92,8	0,032	100	0	100,9	-0,004
15	88,7	0,052	89,9	0,046	91,6	0,038	98,5	0,007	100	0
30	87,6	0,057	88,7	0,051	90,4	0,043	97,9	0,009	99,7	0,001
45	87,4	0,06	88,4	0,053	90,2	0,044	97,2	0,012	99,5	0,002
60	83,6	0,081	85,4	0,071	87,1	0,063	96,5	0,016	99,3	0,003
75	75,7	0,119	78,6	0,105	80,7	0,09	94	0,026	99,2	0,004
90	72,7	0,133	76,4	0,114	78,8	0,098	92,2	0,024	99,2	0,004

Tabla 10: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar y conservado a 25 °C con el agregado de ácido ascórbico (1 % v/v).

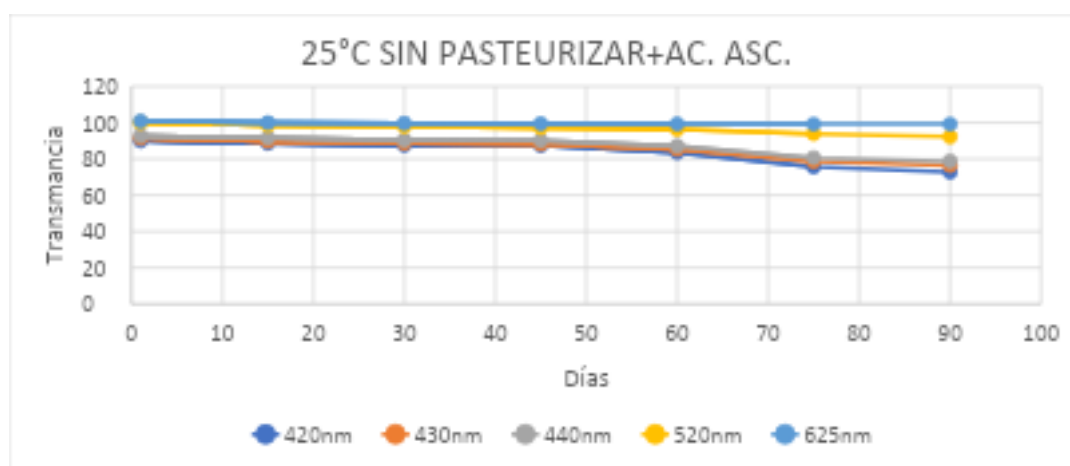


Figura 18: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar y conservado a 25 °C con el agregado de ácido ascórbico (1 % v/v) durante los 90 días del ensayo.

La presencia de ácido ascórbico ayudó a **mitigar los efectos oxidativos**, ya que, si bien se observó pérdida de color en esta muestra, la especificación del cliente se superó a los 63 días del ensayo, duplicando el tiempo de vida útil observado en la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar y sin antioxidante agregado. Estos resultados coinciden con lo reportado por Rojo *et al.* (2015), quienes observaron que el uso de ascórbico puede reducir la oxidación en condiciones similares.

10.4.2 Muestra pasteurizada

La muestra de mosto concentrado pasteurizada y adicionada con 1 % de ácido ascórbico evidenció una caída de color más pronunciada, alcanzando un 70,6 % de transmitancia a 420 nm en el día 90 de ensayo (Tabla 11 y Figura 19).

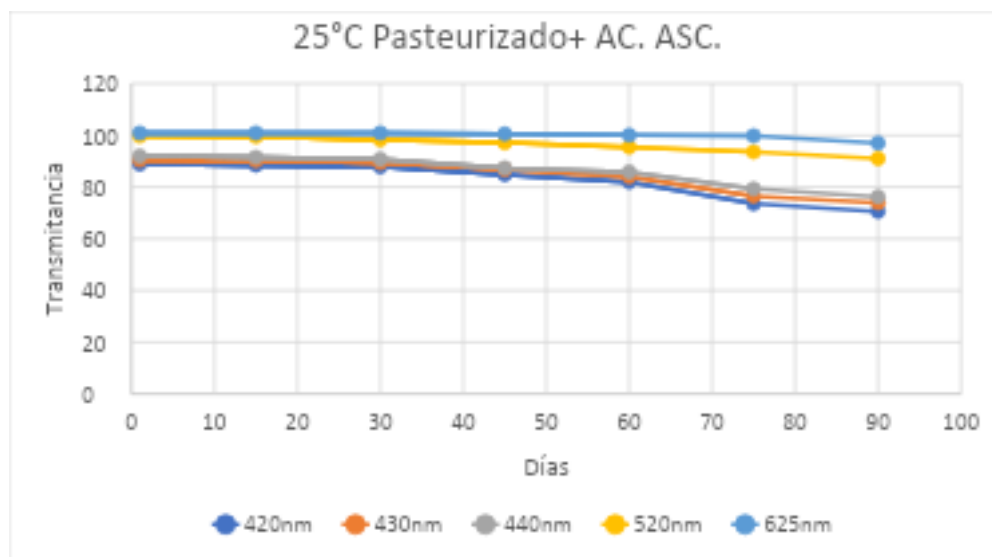


Figura 19: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C con el agregado de ácido ascórbico (1 % v/v) durante los 90 días del ensayo.

25 °C + ASC + PASTEURIZADO										
	420 nm		430 nm		440 nm		520 nm		625 nm	
Días	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.	Trans. %	Absorb.
1	88,8	0,051	90,4	0,042	91,9	0,035	99,7	0,001	100,9	-0,004
15	88,5	0,053	90,2	0,044	91,5	0,038	99,5	0,002	100,9	-0,004
30	87,8	0,056	89,4	0,048	90,8	0,041	98,3	0,007	100,9	-0,004

45	84,8	0,071	86,7	0,061	87,4	0,058	97,1	0,012	100,5	-0,002
60	82	0,086	84	0,075	85,8	0,065	95,5	0,02	100	0
75	73,5	0,124	76,5	0,108	79,3	0,092	93,6	0,023	99,8	0,003
90	70,6	0,148	73,9	0,129	76,2	0,113	91	0,038	97	0,013

Tabla 11: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C con el agregado de ácido ascórbico (1 % v/v).

La muestra de mosto concentrado pasteurizado y con 1 % de ácido ascórbico agregado superó la especificación establecida por el cliente en el día 61 del ensayo, presentando un comportamiento muy similar al observado en la muestra adicionada con antioxidante, pero sin pasteurización. En ambos casos, la modificación del pH fue mínima (de 2,80 a 2,72), lo cual concuerda con que el carácter de ácido débil del ácido ascórbico y explica que su incorporación no genere cambios significativos en el producto, aunque sí contribuya a la estabilización de compuestos fácilmente oxidables relevantes para la conservación.

Si bien a temperatura ambiente la degradación del **color resulta máxima, el agregado de ácido ascórbico mostró un efecto antioxidante protector suficiente**, independientemente de la aplicación del tratamiento de pasteurización, permitiendo que las muestras duplicaran el tiempo de vida útil observado en las muestras a 25 °C sin antioxidante.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Rojo *et al.* (2015), quienes observaron que la adición de ascórbico reduce significativamente los procesos de oxidación en mostos concentrados bajo condiciones similares. Asimismo, los resultados obtenidos resultan alentadores en relación con el cumplimiento de la vida útil mínima establecida por el Protocolo de Calidad de Mostos Concentrados (MinAgro, 2018), ya que aportarían el

margen de tiempo necesario para garantizar el transporte del producto desde Mendoza a Shanghái en condiciones óptimas.

Por otra parte, el gráfico diagnóstico a 420 nm (Figura 20) permitió evaluar de manera simultánea la evolución temporal de la absorbancia, la calidad del ajuste de los modelos y el cumplimiento de la especificación del cliente. En los tratamientos almacenados a $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $3\text{ }^{\circ}\text{C}$, la absorbancia permaneció por debajo del umbral durante todo el período de estudio, mostrando pendientes bajas y ajustes lineales adecuados. En contraste, los tratamientos a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ evidenciaron pendientes mayores y cruces tempranos del límite, particularmente en ausencia de ácido ascórbico.

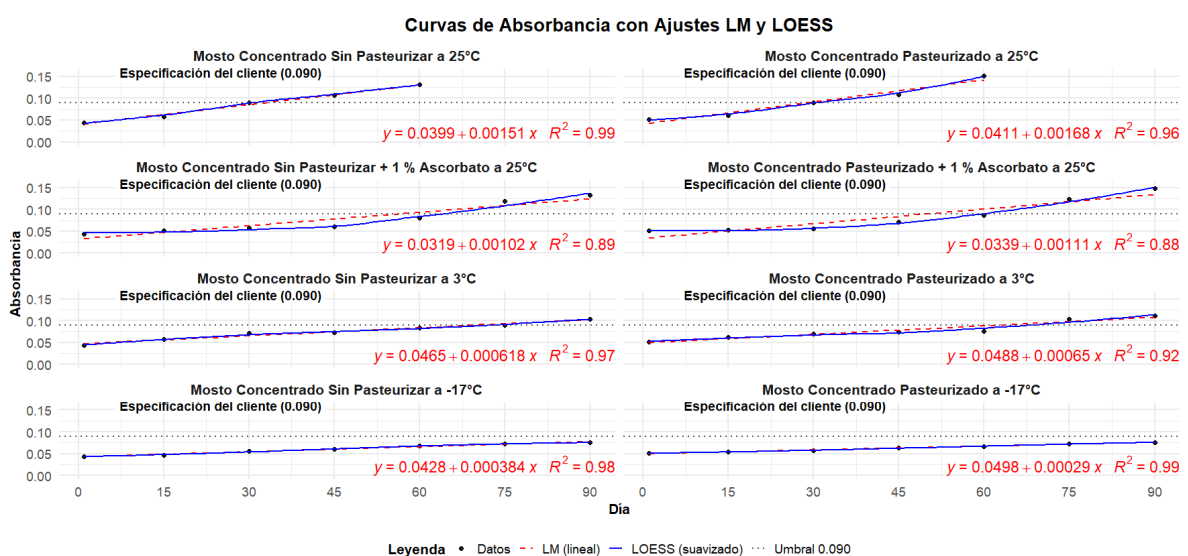


Figura 20: Evolución de la absorbancia a 420 nm del mosto concentrado bajo las ocho condiciones de tratamiento durante los 90 días del ensayo, con ajustes lineales (LM) y LOESS. Gráfico elaborado en R por la tutora metodológica a partir del análisis estadístico de los datos aportados por este estudio.

Por último, la evolución temporal de las absorbancias medidas a 430, 440, 520 y 625 nm, confirmó los efectos observados previamente (Figura 21). En particular, la cinética de la absorbancia a 430 y 440 nm mostró un comportamiento paralelo al registrado a 420 nm, aunque con pendientes de menor magnitud, lo que sugiere un avance progresivo del

pardeamiento. Estos resultados evidencian que el progreso de los procesos oxidativos durante el almacenamiento puede ser evaluado de manera consistente también a estas longitudes de onda.

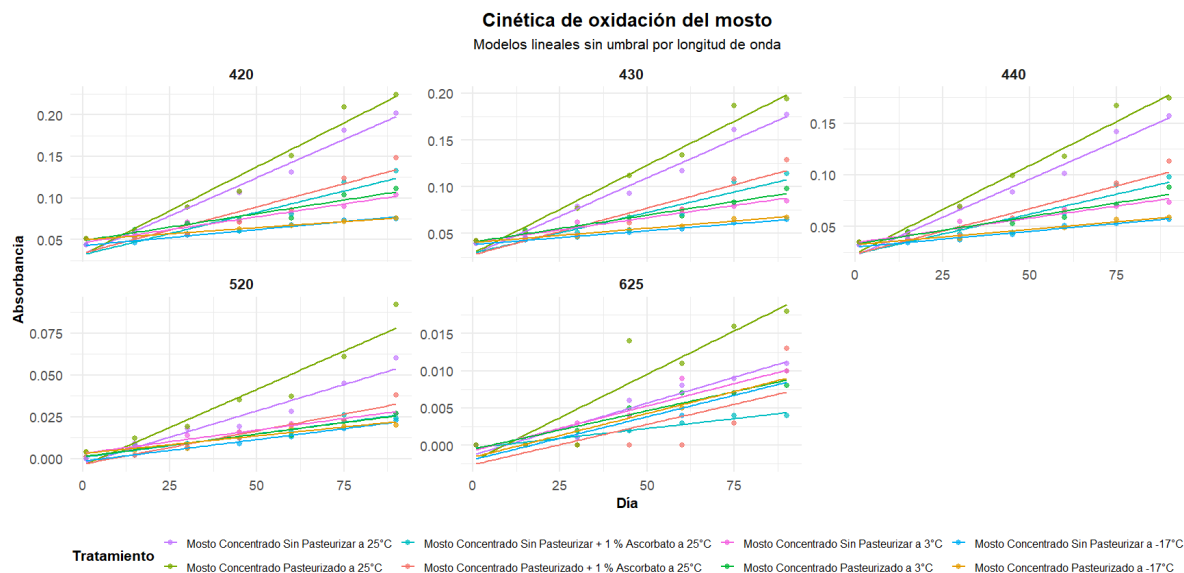


Figura 21: Cinética de oxidación del mosto concentrado evaluada mediante la evolución temporal de la absorbancia a distintas longitudes de onda (420, 430, 440, 520 y 625 nm) para los ocho tratamientos de conservación durante los 90 días del ensayo. Gráfico elaborado en R por la tutora metodológica a partir del análisis estadístico de los datos aportados por este estudio.

Las pendientes de los modelos lineales ajustados permiten comparar de manera visual la velocidad de oxidación entre los tratamientos. En este sentido, los mostos conservados a **25 °C**, tanto pasteurizados como sin pasteurizar, presentaron las mayores pendientes, indicando una mayor velocidad de oxidación. Este comportamiento fue consistente en todas las longitudes de onda analizadas, **lo que confirma el efecto dominante de la temperatura de almacenamiento sobre la estabilidad cromática del producto.**

Por el contrario, los tratamientos conservados a **3 °C y -17 °C** mostraron pendientes marcadamente menores, evidenciando una ralentización significativa de los procesos

oxidativos. Asimismo, la **adición de ácido ascórbico** a dos de las muestras conservadas a 25 °C redujo la pendiente de las curvas respecto de los tratamientos sin antioxidante a la misma temperatura, **lo que sugiere un efecto protector frente a la oxidación, especialmente a temperaturas elevadas.**

En conjunto, los resultados confirman que la **temperatura de almacenamiento es el principal factor determinante de la velocidad de oxidación del mosto concentrado**, mientras que la pasteurización presenta un efecto secundario en comparación con la temperatura. La adición de ascórbico contribuye a mejorar la estabilidad oxidativa del producto, aunque su eficacia se ve limitada cuando el almacenamiento se realiza a temperaturas elevadas.

10.6 Comparación general y conclusiones parciales

Los resultados obtenidos en el presente ensayo evidencian que el proceso de pasteurización ejerce una influencia directa sobre la estabilidad cromática del mosto concentrado blanco, manifestándose en una disminución del color asociada al sometimiento del producto a altas temperaturas. En todas las muestras, el proceso de pasteurización tiene una afeción directa a la caída del color debido al sometimiento del producto a las altas temperatura. La misma muestra conservada bajo las mismas condiciones otorga una caída de 2 % en valores de transmitancia.

Estos resultados se encuentran en concordancia con lo informado por Rojo *et al.* (2019), quienes evaluaron el efecto de la pasteurización térmica sobre jugos de uva concentrados con el objetivo de reducir la población de *Zygosaccharomyces rouxii*. Dichos autores observaron que, si bien el tratamiento térmico resulta eficaz desde el punto de

vista microbiológico y permite extender la vida útil del producto hasta aproximadamente 50 días, también puede inducir modificaciones fisicoquímicas, entre ellas cambios en el color, atribuibles a reacciones térmicamente inducidas como la degradación de compuestos fenólicos y reacciones de pardeamiento no enzimático. La caída de la transmitancia observada en el estudio es más notable en las muestras sometidas a 25°C luego sigue las muestras correspondientes a la temperatura de 3°C con datos muy similares a las muestras sometidas a 25°C con el uso de Ác. Asc. y finalmente las muestras menos afectadas en cuanto a la caída de la transmitancia son las conservadas a -17°C: La transmitancia observada en el presente estudio se encuadra dentro de los efectos esperables del tratamiento térmico reportados en la bibliografía.

Por otra parte, las muestras almacenadas a -17 °C presentaron los niveles más bajos de absorbancia y una cinética más lenta de oxidación, evidenciando que la temperatura de conservación es un factor determinante en la evolución del color del mosto concentrado. A menor temperatura, la alteración cromática fue significativamente menor, observándose una relación directamente proporcional entre el aumento de la temperatura de almacenamiento y la intensidad de los cambios de color. Este comportamiento concuerda con los principios cinéticos de las reacciones de oxidación y con lo establecido en el Protocolo de Calidad de Mostos Concentrados (2018), donde se destaca que las bajas temperaturas de conservación contribuyen a preservar las características sensoriales y cromáticas del producto, prolongando su vida útil dentro de los parámetros de calidad aceptables.

En todos los tratamientos evaluados, el valor de absorbancia a 420 nm fue el más elevado respecto de las restantes longitudes de onda analizadas (430,440, 520 y 625 nm).

Este resultado es consistente con la bibliografía, dado que la absorbancia a 420 nm se asocia a la presencia de pigmentos marrones derivados de la oxidación de compuestos fenólicos y productos de reacciones de pardeamiento. En contraste, los valores obtenidos a 520 nm y 625 nm fueron muy bajos, lo cual confirma que la presencia de materia colorante de tonalidades rojas o violáceas en el mosto concentrado blanco es prácticamente despreciable. Esto coincide con los resultados de Capanoglu *et al.* (2013), quienes reportaron una disminución significativa de polifenoles coloreados durante las etapas de procesamiento del mosto concentrado, especialmente como consecuencia de la clarificación, filtración y concentración, lo que repercute directamente en la reducción de la absorbancia en longitudes de onda asociadas a los pigmentos antocianos.

En relación con el uso de ácido ascórbico, los datos experimentales demostraron que su presencia disminuye los efectos oxidativos, reflejándose en una evolución del color similar a la observada en las muestras conservadas por refrigeración a 3 °C, aun cuando estas se encontraban almacenadas a una temperatura considerablemente superior (25 °C). Este comportamiento puede explicarse por la acción antioxidante del ácido ascórbico, que actúa como agente reductor, retardando la oxidación de los compuestos fenólicos.

Estos resultados se alinean con lo informado por Rojo *et al.* (2015), quienes demostraron que determinados conservantes químicos, entre ellos el ácido ascórbico, pueden contribuir a la estabilidad del medio en sistemas de alta concentración de azúcares, disminuyendo procesos oxidativos y microbiológicos. No obstante, tal y como se menciona en la bibliografía y en la normativa vigente, su utilización depende del destino final del producto, dado que su empleo se encuentra restringido o prohibido en diversos mercados internacionales, lo que limita su aplicación industrial.

Al comparar los resultados obtenidos con la tabla de vida útil de referencia incluida en el Protocolo de Calidad de Mostos Concentrados (2018), se observa que las condiciones de conservación a bajas temperaturas y/o mediante pasteurización permiten mantener la estabilidad cromática del producto dentro de los rangos aceptables durante períodos compatibles con los establecidos por la normativa. Por el contrario, las condiciones de almacenamiento a temperaturas más elevadas favorecen una evolución más acelerada del color, lo que podría comprometer la calidad del producto antes de alcanzar la vida útil de referencia.

Conclusiones:

- La temperatura de almacenamiento resultó ser el factor más determinante en la evolución del color y en la velocidad de oxidación del mosto concentrado, independientemente del tratamiento térmico aplicado. Las reacciones de formación de melanoidinas fueron más intensas en las muestras conservadas a 25 °C en comparación con aquellas almacenadas a 25°C con la adición de ácido ascórbico, así como con las conservadas a 3 °C y -17 °C.
- La pasteurización del mosto concentrado no fue suficiente para contrarrestar el efecto negativo de una temperatura de almacenamiento elevada, ya que tanto los mostos pasteurizados como los no pasteurizados conservados a 25 °C superaron el umbral de absorbancia establecido por la especificación del cliente en tiempos significativamente menores a los esperados.
- El almacenamiento a temperaturas de refrigeración (3 °C) y congelación (-17 °C) permitió una mayor estabilidad cromática del mosto concentrado, evidenciando una reducción marcada en la velocidad de oxidación y un mejor mantenimiento de los parámetros de calidad a lo largo del período de ensayo.
- La adición de ácido ascórbico al 1 % (v/v) a 25 °C ejerció un efecto antioxidante positivo, disminuyendo la velocidad de oxidación del mosto concentrado. No obstante, este efecto resultó insuficiente para garantizar la estabilidad del producto bajo condiciones de almacenamiento prolongado a temperatura elevada. Estos resultados indican que la combinación de control de temperatura y adición de antioxidante puede resultar una estrategia complementaria, cuya aplicación dependerá de los requerimientos regulatorios y comerciales de cada mercado.

- Los modelos estadísticos aplicados (LM, LOESS y RLM) permitieron caracterizar la cinética de cambio de color a 420 nm, realizar predicciones de absorbancia en los días críticos de transporte (45 días), estimar la vida útil extendida (60 días) y determinar el momento en que cada tratamiento cruza el umbral de especificación del cliente (0,090).

- El análisis de la evolución temporal de la absorbancia a distintas longitudes de onda (430nm, 440nm, 520nm y 625nm) permitió confirmar de manera consistente los patrones observados, validando el uso de las pendientes de los modelos de regresión lineal como indicadores de la velocidad de oxidación del mosto concentrado.

- En función de los resultados obtenidos, se concluye que las condiciones de almacenamiento a 25 °C no permiten garantizar la estabilidad del mosto concentrado durante el transporte de larga distancia, como el trayecto Mendoza–Shanghái, aun cuando se apliquen tratamientos de pasteurización o la adición de antioxidantes. La información generada en este estudio resulta de especial relevancia práctica para la empresa Bodega y Viñedos Benedetti SRL.

- Los resultados obtenidos son coherentes con los rangos de vida útil establecidos en el Protocolo de Calidad de Mostos Concentrados (MinAgro, 2018), lo que refuerza la importancia del control de la temperatura como estrategia clave para preservar la calidad y estabilidad del producto durante su almacenamiento y transporte.

-

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Destinos Internacionales del Mosto Concentrado (Elaboración Propia). Datos obtenidos de CAFEM-COVIAR año 2023.	Página 16
Figura 2: Colección de Uvas Criollas del INTA (Enolife, 2020).	Página 28
Figura 3: a) Lagar de recepción Bodega y Viñedos Benedetti. Fotografía propia; b) Esquema de Escurridor dinámico con prensa continua. Adaptado de <i>Enología. Teórico-Práctica. Volumen I</i> (Oreglia, 1979).	Página 28
Figura 4: Prensa Neumática de Bodega y Viñedos Benedetti (Fotografía propia).	Página 28
Figura 5: a) Equipos pre concentradores de Bodega y Viñedos Benedetti. b) Concentrador de cuatro efectos y película descendente de Bodegas y Viñedos Benedetti (Fotografías propias).	Página 30
Figura 6: a) Pasteurizador, b) Tanques de acero inoxidable para conservación de mosto concentrado y c) Tanques de acero inoxidable con cámaras de refrigeración de Bodegas y Viñedos Benedetti (Fotografías Propias)	Página 34
Figura 7: a) Bolsas con válvulas utilizadas para el ensayo; b) Envasado de producto en bolsas de PE y tambores metálicos; C) Logística de despacho de tambores. Bodegas y Viñedos Benedetti (Fotografías Propias).	Página 35
Figura 8: Fórmula química del HMF (Rada <i>et al.</i> , 2002).	Página 43
Figura 9. Distribución de Mosto Concentrado. (Elaboración propia con datos de Bodega y Viñedos Benedetti).	Página 45
Figura 10. Transporte marítimo en contenedores. Empresas navieras a) Grupo Marítima y b) MSC naviera.	Página 46
Figura 11. Temperaturas promedio de regiones climáticas que atraviesa un buque en tránsito. Extraído de METERORED	Página 47
Figura 12: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a -17 °C durante los 90 días del ensayo	Página 64
Figura 13: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado pasteurizada y conservada a -17 °C durante los 90 días del ensayo.	Página 65
Figura 14: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar y conservada a 3 °C durante los 90 días del ensayo.	Página 66
Figura 15: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado pasteurizada y conservada a 3 °C durante los 90 días del ensayo.	Página 67

- Figura 16: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a 25 °C durante los 90 días del ensayo. Página _____ 69
- Figura 17: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C durante los 90 días del ensayo. Página _____ 70
- Figura 18: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar y conservado a 25 °C con el agregado de ácido ascórbico (1 % v/v) durante los 90 días del ensayo. Página 71
- Figura 19: Evolución de la transmitancia a 420, 430, 440, 520 y 625 nm de la muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C con el agregado de ácido ascórbico (1 % v/v) durante los 90 días del ensayo. Página _____ 72
- Figura 20: Evolución de la absorbancia a 420 nm del mosto concentrado bajo las ocho condiciones de tratamiento durante los 90 días del ensayo, con ajustes lineales (LM) y LOESS. Gráfico elaborado en R por la tutora metodológica a partir del análisis estadístico de los datos aportados por este estudio. Página _____ 74
- Figura 21: Cinética de oxidación del mosto concentrado evaluada mediante la evolución temporal de la absorbancia a distintas longitudes de onda (420, 430, 440, 520 y 625 nm) para los ocho tratamientos de conservación durante los 90 días del ensayo. Gráfico elaborado en R por la tutora metodológica a partir del análisis estadístico de los datos aportados por este estudio. Página _____ 75

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1: Parámetros de trabajo del Concentrador Buccolini (**Geankoplis,2006**). Página __31
- Tabla 2: Restricciones y Limitaciones a nivel Mundial (Elaboración Propia con datos de FDA, 2025 y O.I.V,2016). Página _____ 45
- Tabla 3- Escalas del buque durante el transporte del producto y temperaturas promedios de las distintas zonas de recorrido. (Información proporcionada por Bodega y Viñedos Benedetti). Página _____ 55

Tabla 4: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a -17 °C. Página _____64

Tabla 5: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado pasteurizada y conservada a -17 °C. Página _____65

Tabla 6: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a 3 °C. Página _____66

Tabla 7: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado pasteurizada y conservada a 3 °C. Página_____67

Tabla 8: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar conservada a 25 °C. Página 68

Tabla 9: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C. Página_____ 70

Tabla 10: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado sin pasteurizar y conservado a 25 °C con el agregado de ácido ascórbico (1 % v/v). Página _____71

Tabla 11: Variación del color en transmitancias y absorbancia medido a distintas longitudes de onda en la muestra de mosto concentrado pasteurizado y conservado a 25 °C con el agregado de ácido ascórbico (1 % v/v). Página _____72

ANEXOS

Tipos de concentradores:

a- Batea al vacío. Es el tipo más básico de evaporador utilizado en la industria. El área de transferencia de calor por unidad de volumen es baja, por lo que el tiempo necesario para alcanzar el contenido de sólidos deseado puede llegar a ser excesivamente largo. El calentamiento se produce por convección natural. Sin embargo, se puede introducir un agitador de impulsor para aumentar la circulación y reducir el ensuciamiento. Son útiles para producciones con cambios frecuentes de producto, pero da rendimientos bajos o variables.

b- Evaporador de tubos cortos con vacío. Consta de una calandria formada por un haz de tubos verticales cortos rodeados por una camisa de vapor, ubicada cerca del fondo de un recipiente grande. Los tubos suelen tener entre 25 y 75 mm de diámetro y entre 0,5 y 2,0 m de largo. El líquido que se concentra normalmente cubre la calandria. El vapor condensado en el exterior de los tubos calienta el líquido haciendo que ascienda por convección natural. Parte del agua se evapora y fluye hacia el condensador. El líquido circula hacia abajo a través del tubo más grande y frío en el centro del paquete, conocido como tubo de bajada. Este tipo de evaporador es adecuado para líquidos de viscosidad baja a moderada, que no son muy sensibles al calor. Con líquidos viscosos, las tasas de transferencia de calor son bajas, por lo que los tiempos de residencia son relativamente largos y hay un alto riesgo de carbonización.

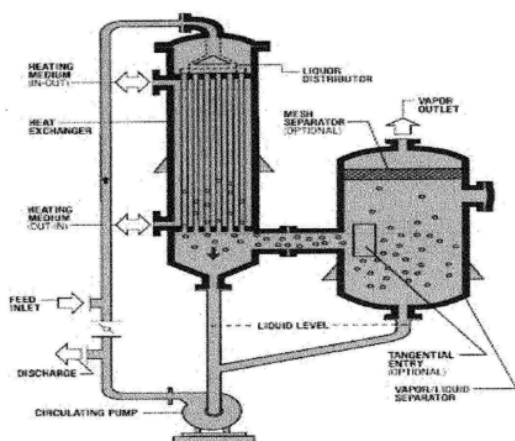
c- Evaporador de tubos largos. Estos consisten en haces de tubos largos, de 3 a 15 m de largo y de 25 a 50 mm de diámetro, contenidos dentro de una carcasa vertical en la que se introduce vapor. Hay tres patrones de flujo del líquido a través de dichos evaporadores. 1. En el evaporador de película ascendente o climbing film, la alimentación precalentada se introduce en el fondo de los tubos. La evaporación comienza cerca de la base de los tubos. A medida que el vapor se expande, idealmente hace que una fina película de líquido se eleve rápidamente por las paredes

internas de los tubos alrededor de un núcleo central de vapor. El líquido se vuelve más concentrado a medida que sube. En la parte superior, la mezcla de líquido y vapor ingresa a un separador ciclónico. El líquido concentrado se puede retirar como producto, reciclar a través de la calandria o alimentar a otra calandria, en un sistema de efectos múltiples. El tiempo de residencia del líquido en los tubos es relativamente corto. Se pueden lograr altas tasas de transferencia de calor en este tipo de evaporador, siempre que haya un gradiente importante de temperatura entre el medio de calentamiento y el líquido que se concentra. Este tipo de evaporador es adecuado para productos con baja viscosidad y sensibles al calentamiento

d- **Evaporador de película descendente o falling film**, la alimentación precalentada se introduce en la parte superior del haz de tubos y se distribuye a los tubos de modo que una película delgada del líquido fluya por la superficie interna de cada tubo, evaporándose a medida que desciende. La distribución uniforme del líquido para que las superficies internas de los tubos se humedezcan uniformemente es vital para el funcionamiento exitoso de este tipo de evaporador. Las altas tasas de flujo de líquido por los tubos se logran mediante una combinación de la gravedad y la expansión del vapor, lo que da como resultado tiempos de residencia cortos. Estos evaporadores son capaces de operar con pequeñas diferencias de temperatura entre el medio de calentamiento y el líquido y pueden hacer frente a materiales viscosos. En consecuencia, son adecuados para concentrar alimentos sensibles al calor y se usan mucho en las secciones de procesamiento de jugos de frutas y lácteos de la industria alimentaria actual. Hay otros tipos de evaporadores de menor importancia a nivel de la industria del mosto como: - Evaporadores de platos. Apropriados para productos de viscosidad moderada y sensibles a los procesos térmicos - Evaporadores de película delgada con agitación. Apropriados para productos muy viscosos o para concentración final de productos son altas concentraciones de sólidos - Evaporadores centrífugos. Adecuado para materiales sensibles al calor y viscosos En todos los casos los evaporadores pueden ser simples o formar parte de un conjunto de equipos, para poder hacer el proceso continuo. En este caso el

conjunto se denomina múltiples efectos, siendo cada efecto un evaporador. Es decir, si el evaporador es de tres efectos, quiere decir que el equipo cuenta con tres fases, cada una con un evaporador abocado a una fase de la concentración. Debemos recordar, que a pesar de que las nuevas tecnologías mejoran la eficiencia del proceso, disminuyendo los tiempos de residencia y las temperaturas de trabajo, todos los procesos térmicos producen en mayor o menor cuantía las reacciones de Maillard. Por el contrario, las reacciones oxidativas se pueden controlar eliminando el oxígeno disuelto en el producto previo al tratamiento térmico, ya que la solubilidad baja, pero la reactividad de este aumenta con la temperatura.

Diagrama de un evaporador de película descendente



Nota. Buflovak.es (fabricantes de maquinaria industrial)

Figura 24: Concentrador por película descendente (Angelelli, María Agustina, 2022).

Tipos de envases:

Tipo de línea	Espesor	Uso recomendado	Tipo de tambor
Flat bag (plano)	60–150 μm	Mosto concentrado estándar	Tambores metálicos o HDPE (~200 L, grado alimenticio)
Welded round bottom (con fondo soldado)	150–200 μm	Mayor resistencia mecánica	Tambores HDPE o metálicos similares
Deep-drawn round bottom (formado)	~1 mm (1 000 μm)	Mezclas dentro del tambor	Tambores robustos y de volumen estándar

Oxidaciones parciales de materia colorante:

Se da en antocianos y taninos (colores rojos y violáceos) por exposición del producto al aire, lo que se traduce en formación de compuestos amarronados.

Algunas propiedades fisicoquímicas de los antocianos influyen sobre su estructura, y, en consecuencia, sobre su coloración, por lo que deben ser tenidas en cuenta para entender las variaciones del color que puede experimentar el mosto.

Se ha demostrado que en presencia de oxígeno la ruptura de los antocianos depende de pH. De esto depende la importancia que tiene el pH del mosto para la estabilidad del color.

Cuando ocurre la oxidación en el mosto, las quinonas que así se forman se polimerizan y dan lugar a compuestos de color marrón que caracterizan la modificación del color de los jugos al oxidarse. (Badui Dergal, 2006).

La destrucción oxidativa de los antocianos en los mostos se favorece en presencia de Fe, Cu o por efectos de la luz y las temperaturas elevadas de conservación (20 a 35°C.) (Hodge, 1953; Laidler, 1966).

Técnica de determinación de color en mostos concentrado

- Realizar una dilución del producto a 16°Brix con agua destilada
- Filtrar la dilución por un filtro de membrana de 0,45 micrones con ayuda de una jeringa.
- Colocar el filtrado en una cubeta de cuarzo de 1 cm perfectamente limpia.
- Enjuagar la cubeta con agua destilada por las paredes exteriores y secar bien.
- Colocar la cubeta en el espectrofotómetro calibrado y realizar la medición a la longitud de onda correspondiente, la técnica se realiza midiendo en absorbancia y transmitancia.

Metodología de Control:

Se utilizó una heladera setead a 3°C, un freezer a -17°C y una estufa de cultivo a 25°C respectivamente. Las temperaturas fueron controladas y reguladas colocando un termómetro de mercurio en su interior.

Identificación	Fecha	Heladera	Freezer	Estufa de Cultivo
Control 1	30-5-2025	3°C	-17°C	25°C
Control 2	13-6-2025	4°C	-17°C	25°C

Control 3	30-6-2025	3°C	-18°C	25°C
Control 4	16-7-2025	3°C	-17°C	25°C
Control 5	01-8-2025	3°C	-17°C	25°C
Control 6	17-8-2025	3°C	-17°C	25°C

Calibración del Refractómetro:

Ponga a cero la escala de absorbancia a una longitud de onda de 420nm utilizando una celda con un recorrido óptico de 1 cm que contenga agua destilada previamente filtrada. En el caso de la transmitancia se realiza el mismo procedimiento shif-7- una vez que el equipo indica 0% está listo para utilizar.

Clarificación de los Mostos

La clarificación del mosto consiste en incorporar agentes capaces de coagular y formar grumos que, al sedimentar, arrastran las partículas responsables del enturbiamiento. Entre los clarificantes empleados habitualmente se encuentran la gelatina, la bentonita, la caseína y la albúmina.

El proceso se desarrolla en dos fases principales: primero, el clarificante reacciona con los polifenoles del mosto —como los leucoantocianinos y los taninos— generando compuestos insolubles; luego, estos complejos floculan y sedimentan, facilitando la separación de las impurezas. Desde un punto de vista físico-químico, la clarificación ocurre porque las proteínas con carga positiva neutralizan la carga negativa de las partículas en suspensión, promoviendo su unión y posterior caída. Asimismo, las propias partículas coloidales contribuyen al proceso al acelerar la formación y depósito de los flóculos.

La temperatura del mosto es un factor determinante: a valores más bajos, la eficiencia del tratamiento aumenta (Oreglia, 1979).

Clarificación por flotación en mostos vírgenes

La flotación se aplica como alternativa para clarificar mostos vírgenes, utilizando dosis habituales de 5 a 10 g/hl de clarificantes y realizando remontajes para favorecer el contacto entre

fases. Este método permite remover sólidos y partículas procedentes de la uva y del proceso de decoloración mediante la adhesión de estas a burbujas de gas inyectado. Al formar complejos sólido-gas de menor densidad que el mosto, dichos agregados ascienden a la superficie, donde luego pueden ser retirados mediante un rascador.

Para que el sistema funcione adecuadamente, las burbujas deben presentar una alta superficie de interacción y el mosto debe haber sido previamente tratado con enzimas pectolíticas, que disminuyen su viscosidad. La flotabilidad mejora además con la adición de coadyuvantes floculantes, como gelatina (1 g/hl) y bentonita (75 g/hl), que favorecen la formación de agregados de menor polaridad y mayor capacidad ascensional (Oreglia, 1979).

El proceso con aire aporta entre 50 y 60 mg/l de oxígeno, cantidad insuficiente para saturar el medio, pero suficiente para inducir oxidaciones que pueden modificar el color y el contenido de polifenoles. Por este motivo, en ciertos casos se utiliza una mezcla de aire con gases inertes o sulfurosos para minimizar estas reacciones. Se ha observado que, luego de la flotación, las catequinas y proantocianidinas disminuyen entre un 10 y un 15 % respecto de sus valores iniciales (Rodríguez, 1996).

REFERENCIAS

Acevedo, H., Ayres, C., Bochicchio, R. A., Davighi, M., Gatto Pesce, G., Gioscia, D., Moyano, C., & Scarone Tiscornia, R. (1991). *Mosto concentrado de uva para exportación* (Informe técnico, 157 págs.). Montevideo, Uruguay: Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) e Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI).

Acosta, A. (2017, junio 16). *Estudio de diversidad genética y potencial enológico sin explotar*. Diario de Cuyo. <https://ddc-site.s3.us-east-2.amazonaws.com/noticias/estudio-de-diversidad-genetica-y-potencial-enologico-sin-explotar-397887.html>

Ailer, Š.; Jakabová, S.; Benešová, L.; Ivanova-Petropulos, V. Wine Faults: State of Knowledge in Reductive Aromas, Oxidation and Atypical Aging, Prevention, and Correction Methods. *Molecules* 2022, 27, 3535. <https://doi.org/10.3390/molecules27113535>

Association Internationale de la Jus de Fruits [AIJN] – European Fruit Juice Association. (2016). *Reference Guidelines, AIJN Code of Practice* (Revised January 2016). Tetrapak. Recuperado de <https://orangebook.tetrapak.com/chapter/standards-and-regulations>.

Ayranci, E., & Ayranci, G. (1997). Kinetics of nonenzymatic browning in apple juice concentrate during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 21(6), 457–475. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.1997.tb00791.x>

Angelelli, M. A. (2022). *Conocimiento de la microflora básica presente en las diferentes etapas de elaboración del mosto concentrado, en relación a la tecnología aplicada en una empresa*. <https://drive.google.com/file/d/1CwLQu3sX6qCnXlJuggwiyzi-1KNfyETT/view>

Badui Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos*. Revisado por Héctor Cejudo Gomez. (4ta ed.). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.

Barresi, S. D. (2022). *Pardeamiento no enzimático en mosto concentrado de uva, desde una perspectiva de parámetros de calidad*. Mendoza, Argentina: Universidad Católica Argentina, Facultad Don Bosco.

Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2012). *Química de los alimentos* (3.ª ed.). Editorial Acribia. <https://dspace-uh-tmp.igniteonline.la/handle/123456789/6867>

Bonnin, E. A. (2023). *Evaluación de la Influencia de los metales, en el pardeamiento no oxidativo de mostos durante almacenamiento y procesos térmicos*. Mendoza: Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación de la Universidad Católica de Cuyo.

Boulton, R., Singleton, V. L., Bisson, L. F., & Kunkee, R. E. (1996). *Principles and practices of winemaking*. Springer.

Cabrera, N. (2024, marzo 13). *No todo es vino: cuál fue el nivel de producción y exportación de mosto y otros derivados de la uva*. Uvas Argentinas. https://uvasargentinas.com.ar/no-todo-es-vino-cual-fue-el-nivel-de-produccion-y-exportacion-de-mosto-y-otros-derivados-de-la-uva/?utm_source

Capanoglu, E., de Vos, R. C. H., Hall, R. D., Boyacioglu, D., & Beekwilder, J. (2013). Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. *Food Chemistry*, 139(1–4), 521–526. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.023>

Căpruciu, R. (2025). Resveratrol in Grapevine Components, Products and By-Products—A Review. *Horticulturae*, 11(2), 111. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11020111>

Cheynier, V., Fulcrand, H., Guyot, S., Oszmianski, J., & Moutounet, M. (1995). Reactions of enzymically generated quinones in relation to browning in grape musts and wines. En C. Y. Lee & J. R. Whitaker (Eds.), *Enzymatic browning and its prevention* (pp. 130–143). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/bk-1995-0600.ch010>

Cheynier, V. (2005). Polyphenols in foods are more complex than often thought. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1 Suppl), 223S-229S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.223S>

Codex Alimentarius (2001). Norma revisada del Codex para la miel (Codex Stan 12:1982). En https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012s.pdf

Código Alimentario Argentino (CAA). (1969/2025). *Capítulo X – Alimentos azucarados* (Actualización abril 2025, Ley 18.284, Decreto 35/2025). Gobierno de la Nación Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_x_azucaradosactualiz_2025-04.pdf

Composition of Grape Must. (2012). En *Enological Chemistry* (pp. 13–22). Elsevier.

Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR). (2021, noviembre 30). *Mosto argentino: 30 años aportando valor a la vitivinicultura*. Covi.ar. <https://covi.ar/mosto-argentino-30-anos-aportando-valor-a-la-vitivinicultura/>

Dey, T. B., Kuhad, R. C., & Banerjee, R. (2014). Application of decolourized and partially purified polygalacturonase from *Bacillus* sp. in apple juice clarification. *Journal of Food Science and Technology*, 51(3), 594–600. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0536-0>

Díaz Neira, L. S. (2010). Principios básicos de la Química y Bioquímica de alimentos . ebooks Patagonia - Universidad de La Serena. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/uccuyo/titulos/190632>. Enolife. (2020, diciembre 22). *El INTA presentó en una cata microvinificaciones de las uvas criollas que estudia hace 9 años.* <https://enolife.com.ar/es/los-vinos-de-uvas-criollas-cotizan-cada-vez-mas-y-protagonizaran-un-encuentro-en-el-inta-el-20-11/>

Flanzy, C. (Coord.). (2003). *Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos*. (2.ª ed., p. 704). Capítulo: La elaboración de productos de diversificación y su evolución. Mundi-Prensa Libros; A. Madrid Vicente, Ediciones.

Freese, H. L. (2014). Evaporation. En *Fermentation and Biochemical Engineering Handbook* (pp. 239–265). Elsevier. Freese, H. L. (2014). Evaporation. En *Fermentation and Biochemical Engineering Handbook* (pp. 239–265). <https://doi.org/10.1016/b978-1-4557-2553-3.00011-8>.

García-Estévez, I., Alcalde-Eon, C., Puente, V., & Escribano-Bailón, M. T. (2017). Enological tannin effect on red wine color and pigment composition. *Molecules*, 22(12), 2046. <https://doi.org/10.3390/molecules22122046>

Geankoplis, C. J. (2006). *Procesos de transporte y principios de procesos de separación: (incluye operaciones unitarias)* (4.ª ed.). Compañía Editorial Continental. ISBN 9789702408567.

Gutierrez, s., & Ricagno, N. (2010). Trabajo de Investigación Monográfico: Comercialización de Mosto de Uva. Montevideo, Uruguay: UR. FCEA.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/309/1/M-CD4105.pdf>

He, F., Mu, L., Liang, N., & Pan, Q. (2012). *Antocianinas y su variación en vinos tintos* [Anthocyanins and their variation in red wines]. *Molecules*, *17*, 1433–1450.
<https://doi.org/10.3390/molecules17021433>

Hodge, J. E. (1953). Chemistry of browning reactions in model systems. *Agric. Food Chem*, 928-943.

Honorable Congreso de la Nación argentina. (1959). *Ley Nº 14.878/1959 — Ley General de Vinos*. Recuperado de
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-14878-15764/actualizacion>

International Federation of Fruit Juice Processors (IFFJP). (2006). *Standards for 5-HMF in fruit juices and concentrates*. En *Food & Feed Magazine*. Recuperado de
<https://foodandfeed.fins.uns.ac.rs/index.php>

Instituto Nacional de Vitivinicultura 2023. (en línea). Comercialización de Vinos y Mostos en el Mercado Externo INV-[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/10/comercializacion_mercado_externo_abril_2023.pdf?utm_source]

Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Departamento de Estadísticas y Estudios de Mercado, Subgerencia de Estadísticas y Asuntos Técnicos Internacionales. (2019, febrero). *INFORME VARIEDAD CRIOLLA GRANDE*. Argentina.gob.ar.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/criolla_grande.pdf

ICMSF-Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas de Alimentos, (1980). Bebidas no alcohólicas, zumos de frutas naturales, concentrados y mermeladas. En: *Ecología Microbiana de los Alimentos* (págs. 652–677). Zaragoza: Acribia.
<https://ifu-fruitjuice.com/ifu-methods/>

International Fruit Juice Union. (2018). *IFU Method No. 80: Colour measurement of fruit and vegetable juices*.

International Fruit Juice Association (IFU). *Method No. 80: Measurement of the Colour of Clear and Hazy Juices*.
https://www.researchgate.net/profile/Ehsan_Elahi13/post/Hi_can_anybody_help_me_to_understand_what_this_sentence_mean/attachment/5b506a994cde265cb65020d2/AS%3A650055954472961%401531996825665/download/80%2BSpectrophotometric%2Bcolour%2Bmeasurement.pdf?utm_source

International Organization for Standardization [ISO]. (2018). *Título de la norma* (Número de norma). Editorial. URL (si corresponde)

Jeuring, H. J., & Koppers, F. J. (1980). High performance liquid chromatography of furfural and hydroxymethylfurfural in spirits and honey. *Journal of Official Association Agricultural Chemists*, 63(6), 1215-1218.

Jiménez, L. F. (2010). *Manual de tecnología de alimentos: fundamentos de operaciones y procesos en tecnología de alimentos*. Facultad de Ciencias de la Alimentación, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Católica de Cuyo.

Kern, D. Q. (1999). *Transferencia de calor* (2.ª ed., trad. al español). McGraw-Hill Interamericana.
https://studylib.net/doc/26350258/procesos-de-transferencia-de-calor-don-al?utm_source

Kuczyński, A., Grzegory, S., & Wójcik, W. (2006). Dynamics of browning in stored apple pulp. *Acta Agrophysica*, 7(2), 409–419. <https://www.acta-agrophysica.org>

Laidler, K.J.1966. Cinética de las Reacciones. ED. Alambra. Madrid España.

Labuza, Theodore. 1982. Shelf-Life Dating of Foods. Food and Nutrition Press, Westpot, Connecticut 06880, EUA.

Li, H., Guo, A., & Wang, H. (2008). Mechanisms of oxidative browning of wine. *Food Chemistry*,108(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.065>

MacKinney, G. & Little, A. C. (1962). *Color of Foods*. Westport, Ed: AVI Publishing Company, Inc.

MERCOSUR/GMC/RES.

N°

22/20.

https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-22-2021-353315/texto?utm_source

Meteored, 2025. Garavaglia Cristian- Mapas Satelitales y Meteorológicos <https://www.meteored.com.ar/mapas-meteorologicos/temp2m-ar.html>

Ministerio de Agroindustria de la República Argentina, Secretaría de Alimentos y Bioeconomía. (2018). *Protocolo de calidad para mosto concentrado de uva* (Código SAA 057, Versión 05, 15 de enero de 2018; oficializado 16 de abril de 2018). https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Sello/sistema_protocolos/Protocolo_Mosto_de_Uva.pdf

Moreno, J., & Peinado, R. (2012). *Enological chemistry*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-69661-9>

Observatorio Vitivinícola Argentino, (O.V.A.). (2025a). *2024 cierra con crecimiento en todos los productos exportables de la vitivinicultura argentina.*

<https://www.observatoriova.com/2025/02/2024-cierra-con-crecimiento-en-todos-los-productos-exportables-de-la-vitivinicultura-argentina/>

Observatorio Vitivinícola Argentino, (O.V.A.). (2025b). *2024 cierra con crecimiento en todos los productos exportables de la vitivinicultura argentina.*

<https://www.observatoriova.com/2025/02/2024-cierra-con-crecimiento-en-todos-los-productos-exportables-de-la-vitivinicultura-argentina/>

Oreglia, F. (1979). *Enología Teórico-Práctica*. Volumen I y II. Instituto Salesiano de Artes gráficas. Buenos Aires, Argentina.

Oreglia, F. (1984). Estudio sobre Mosto Sulfitado y Concentrados en la provincia de Mendoza y San Juan. Instituto de Investigaciones Dr. Francisco Oreglia.

Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). (2025). *Código internacional de prácticas enológicas* (Ed. 2025/01). En *Sección Normas: Resoluciones oficiales y publicaciones codificadas*. Organización Internacional de la Viña y el Vino.

<https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/2025-04/CPO%202025%20EN.pdf>

Organización Internacional de la Viña y el Vino. (OIV) (2006). Método OIV-MA-AS2-07B: Determinación de las características cromáticas (Compendio de métodos internacionales de análisis de vinos y mostos) – Anexo A - Métodos de análisis de vinos y mostos- [SECCIÓN 2 - ANÁLISIS FÍSICO](#)(p.1624). Recuperado de

<https://www.oiv.int/standards/compendium-of-international-methods-of-wine-and-must-analysis/annex-a-methods-of-analysis-of-wines-and-musts>

International Organisation of Vine and Wine. (2015). *OIV Methods of Analysis for Wines and Musts: Compendio de métodos internacionales de análisis – Anexo A: Métodos de análisis de vinos y mostos* (Vol. 1). Organización Internacional de la Viña y el Vino.

Recuperado de

<https://www.oiv.int/standards/compendium-of-international-methods-of-wine-and-must-analysis>

Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). (2011). *Método OIV-MA-F1-08: Propiedades cromáticas (Método de tipo IV)*. En Compendio de Métodos Internacionales de Análisis de Vinos y Mostos – Anexo F: Métodos específicos para el análisis de azúcares de uva (p.1624). Recuperado de:

<https://www.oiv.int/standards/compendium-of-international-methods-of-wine-and-must-analysis/annex-f/annex-f-specific-methods-for-the-analysis-of-grape-sugar/chromatic-properties-%28type-iv%29>

Oszmiáński, J. (1996). Iron-catalyzed oxidation of (+)-catechin in model systems [Journal of Agricultural and Food Chemistry]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf9507710?utm_source

Prieto, J. A., Sari, S., Fanzone, M., Aliquó, G., Torres, R., Aruani, C., Tornello, S., Palazzo, M. E., Mastropietro, M., & Zandomeni, A. y. M. (2020). Caracterización agronómica de Variedades Criollas de Vid. *Revista Jornadas de Investigación – UMaza*, 11(11), 26. https://repositorio.umaza.edu.ar/bitstream/handle/00261/2606/Prieto_Caracterización%20Agronómica%20de%20Variedades%20Criollas%20de%20Vid_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rada Mendoza M., Olano A, Villamiel M, 2002. Determination of hydroxymethylfurfural in commercial jams and in fruit based infant foods. *Food Chem* 79: 513-516.

<https://web.archive.org/web/19991009094322/http://www.xs4all.nl/~jtemp/hmf.html>

República Argentina. (1959). *Ley General de Vinos N° 14.878*, sancionada el 23 de octubre de 1959, promulgada el 6 de noviembre de 1959. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-14878-15764/texto>

Ribeiro Moreira, A. S. (2018). Hidroximetilfurfural en vinos y el efecto de la técnica en su concentración. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Porto, Porto. Recuperado el 2022 de 11 de 20.

Ribereau-Gayon, P. (2003). Tratado de Enología. Tomo I. Microbiología del vino. Vinificaciones. Buenos Aires: Hemisferio Sur.

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of enology. Volume 2: The chemistry of wine stabilization and treatments* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Rojas-Graü, M. A., Odriozola-Serrano, I., & Martín-Belloso, O. (2008). Enzymatic browning in apple and avocado slices treated with high-intensity pulsed electric fields. *International Agrophysics*, 22(2), 189–194. <https://www.international-agrophysics.org>

Rojo, M. C., Arroyo López, F. N., Lerena, M. C., Mercado, L., Torres, A., & Combina, M. (2015). Evaluation of different chemical preservatives to control *Zygosaccharomyces rouxii* growth in high sugar culture media. *Food Control*, 50, 349–355. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.09.014>

Rojo, M. C., Cristiani, M., Szerman, N., Gonzalez, M. L., Lerena, M. C., Mercado, L. A., & Combina, M. (2019). Reduction of *Zygosaccharomyces rouxii* population in concentrated grape juices by thermal pasteurization and hydrostatic high-pressure processing. *Food and Bioprocess Technology*, 12(5), 781–788. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02251-9>

Sánchez Mantica, Damián Gabriel (2019), Informe Final de Investigación: Evaluación de la calidad en mieles comerciales de la Provincia de Mendoza. file:///C:/Users/Laura%20Stornini/Downloads/=UTF-8Q Evaluaci=C3=B3n del contenido de e_Hidroximetilfurfural.pdf=.pdf

Sergio Colombo DeCepas- 10 dic (2021)- miembro fundador y ex gerente de la Cámara Argentina del Mosto- https://decepas.com/economia/mosto-crece-la-produccion-y-argentina-es-el-principal-exportador-20211210-1632?utm_source

Togores, J. H. (2011)- Tratado de Enología. Tomo I. Capitulo XXVI. Subproductos Vitivinícolas. Pág. 1655.

Uvas de Argentina. (10 de 6 de 2022). Uvas de Argentina. Recuperado el 8 de 10 de 2022, de <https://uvasargentinas.com.ar/este-fue-el-resultado-oficial-de-la-cosecha-2022/>

Uvas Argentinas, Portal de Noticias. (2024, marzo 13). *No todo es vino: cuál fue el nivel de producción y exportación de mosto y otros derivados de la uva.* https://uvasargentinas.com.ar/no-todo-es-vino-cual-fue-el-nivel-de-produccion-y-exportacion-de-mosto-y-otros-derivados-de-la-uva/?utm_source

U.S. Food and Drug Administration (FDA). (2025). *Ascorbic Acid – Food Additive Status.* Recuperado de <https://hfpappexternal.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?id=ASCORBICACID&set=FoodSubstances>

Zoecklein, B. W., Fugelsang, K. C., Gump, B. H., & Nury, F. S. (1999). *Wine analysis and production.* Springer.