



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA
INDUSTRIA

EL TANINO DE TÉ COMO ALTERNATIVA AL
ANHÍDRIDO SULFUROSO

“TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ENOLOGÍA”

Tesista: Bevilacqua Juliana

Director: Ing. Carrion Raúl Orlando

Codirectora: Dra. Cabeza María Silvina

Septiembre 2024



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
CIENCIAS APLICADAS
A LA INDUSTRIA

ACADÉMICA
SECRETARÍA
ACADÉMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA
INDUSTRIA

EL TANINO DE TÉ COMO ALTERNATIVA AL
ANHÍDRIDO SULFUROSO

Bevilacqua Juliana

La presente tesis fue aprobada por:

Nombre y Firma (Evaluador/a 1)	Fecha
Nombre y Firma (Evaluador/a 2)	Fecha
Nombre y Firma (Evaluador/a 3)	Fecha
Director/a de Tesis	Fecha
Codirector/a de Tesis	Fecha

FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA-
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO, SAN RAFAEL, 2024.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
CIENCIAS APLICADAS
A LA INDUSTRIA

ACADÉMICA
SECRETARÍA
ACADÉMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecerle a mi querida Argentina y a la educación pública por haberme dado esta oportunidad.

A mis padre, Cristina y Negro, por su apoyo incondicional y por haberme transmitido el valor de la educación.

A todo el personal docente y no docente de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria por su trabajo, dedicación y predisposición. Un especial agradecimiento a María Silvina Cabeza, a Raúl Carrion y a Santiago Sari, sin cuya ayuda este trabajo no hubiera sido posible.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
**CIENCIAS APLICADAS
A LA INDUSTRIA**

ACADÉMICA
SECRETARÍA
ACADÉMICA

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
DECLARACIÓN.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MARCO TEÓRICO	2
2.1 ANTECEDENTES	2
2.2 DIÓXIDO DE AZUFRE	4
2.2.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS.....	4
2.2.2 ADICIÓN DEL DIÓXIDO DE AZUFRE	4
2.2.3 MARCO LEGAL.....	5
2.2.4 IMPACTO EN LA SALUD.....	6
2.2.5 EQUILIBRIO ENTRE EL ANHÍDRIDO SULFUROSO LIBRE Y COMBINADO	7
2.3 FENÓMENOS DE OXIDACIÓN.....	8
2.3.1 OXIDACIONES DE VENDIMIAS Y VINOS	8
2.3.2 OXIDACIONES ENZIMÁTICAS.....	9
2.3.3 OXIDACIONES NO ENZIMÁTICAS.....	11
2.3.4 PROTECCIÓN CONTRA LAS OXIDACIONES.....	12
2.4 DOSIS DE EMPLEO DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO	13
2.5 LOS COMPUESTOS FENÓLICOS	13
2.5.1 LOS COMPUESTOS NO FLAVONOIDES.....	13
2.5.2 LOS COMPUESTOS FLAVONOIDES	14
2.5.3 LOS FLAVONOLES.....	14
2.5.4 LOS FLAVANONOLES Y FLAVONAS	14
2.5.5 LOS ANTOCIANOS.....	15
2.5.6 LOS TANINOS.....	16
2.6 EL COLOR DEL VINO.....	21
3 METODOLOGÍA.....	26
3.1 ELABORACIÓN DEL VINO	26
3.1.1 COSECHA.....	26
3.1.2 ENCUBADO	27
3.1.3 VASIJA DE FERMENTACIÓN.....	27
3.1.4 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.....	27

3.1.5	DESCUBE	28
3.1.6	FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA	28
3.2	DISEÑO EXPERIMENTAL	28
3.3	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	29
3.4	ANÁLISIS DE COLOR Y TANINOS	29
3.5	EQUIPAMIENTO Y TÉCNICAS	30
3.5.1	ESPECTRÓMETRO DE INFRARROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER FTIR- 30	
3.5.2	ALCOLYZER	30
3.5.3	ESPECTROFOTÓMETRO	31
3.5.4	RANKINE	32
3.5.5	OXÍGENO DISUELTO	36
3.6	DETERMINACIONES DE PARÁMETROS DE COLOR POR CIELAB	36
3.6.1	DIFERENCIAS DE COLOR CIELAB	38
3.7	ANÁLISIS SENSORIAL	38
3.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1	VARIABLES DEPENDIENTES A LO LARGO DEL TIEMPO	40
4.1.1	INTENSIDAD COLORANTE	40
4.1.2	MATIZ	42
4.1.3	OXÍGENO DISUELTO	43
4.1.4	COORDENADAS CIELAB	45
4.2	VARIABLES DEPENDIENTES ÚLTIMO MES	51
4.2.1	INTENSIDAD COLORANTE	51
4.2.2	MATIZ	52
4.2.3	OXÍGENO DISUELTO	52
4.2.4	COORDENADAS CIELAB	53
4.2.5	IPT	57
4.2.6	ANTOCIANOS TOTALES	58
4.2.7	TANINOS TOTALES	58
4.3	ANÁLISIS SENSORIAL	59
4.3.1	Vista	59
4.3.2	Olfato	60
4.3.3	Gusto	61
4.4	RESULTADOS EN EL CONTEXTO DE LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	64
4.5	IMPLICANCIAS PRÁCTICAS DE LOS RESULTADOS	64
4.6	LIMITACIONES EN LA INVESTIGACIÓN	65
5	CONCLUSIONES	65
6	BIBLIOGRAFÍA	67

7	ANEXO.....	71
7.1	FICHA TÉCNICA TANINO DE TÉ.....	71
7.2	CERTIFICADO DE ANÁLISIS INV TANINO DE TÉ.....	72
7.3	FICHA METABISULFITO DE POTASIO.....	73
7.4	FICHA TÉCNICA ÁCIDO TARTÁRICO.....	74
7.5	FICHA TÉCNICA FERMAID K.....	76
7.6	FICHA TÉCNICA FERMAID AT.....	78
7.7	ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de Intensidad Colorante a lo largo del tiempo	40
Tabla 2: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias del Matiz a lo largo del tiempo.....	42
Tabla 3: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias del oxígeno disuelto a lo largo del tiempo	43
Tabla 4: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de L* a lo largo del tiempo.....	45
Tabla 5: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de a* a lo largo del tiempo.....	46
Tabla 6: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de a* a lo largo del tiempo.....	47
Tabla 7: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de H* a lo largo del tiempo.....	48
Tabla 8: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de C* a lo largo del tiempo.....	50
Tabla 9: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de la intensidad colorante en el último mes	51
Tabla 10: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias del matiz en el último mes	52
Tabla 11: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de L* en el último mes.....	53
Tabla 12: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de a* en el último mes.....	53
Tabla 13: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de b* en el último mes.....	54
Tabla 14: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de H* en el último mes.....	55
Tabla 15: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de C* en el último mes.....	56
Tabla 16: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de IPT en el último mes.....	57

Tabla 17: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de los antocianos totales en el último mes	58
Tabla 18: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de los taninos totales en el último mes	58
Tabla 19: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro intensidad de color para el análisis sensorial R.A.T.A	59
Tabla 20: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro matiz violeta para el análisis sensorial R.A.T.A	59
Tabla 21: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro intensidad aromática para el análisis sensorial R.A.T.A	60
Tabla 22: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro fruta fresca para el análisis sensorial R.A.T.A	60
Tabla 23: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro fruta fresca para el análisis sensorial R.A.T.A	61
Tabla 24: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro madera para el análisis sensorial R.A.T.A.....	61
Tabla 25: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro herbáceo para el análisis sensorial R.A.T.A	61
Tabla 26: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro alcohol para el análisis sensorial R.A.T.A.....	62
Tabla 27: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro especiado para el análisis sensorial R.A.T.A.....	62
Tabla 28: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro astringencia para el análisis sensorial R.A.T.A.....	62
Tabla 29: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro concentración para el análisis sensorial R.A.T.A.....	63
Tabla 30: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro amargo para el análisis sensorial R.A.T.A.....	63
Tabla 31: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro acidez para el análisis sensorial R.A.T.A.....	63
Tabla 32: Análisis fisicoquímicos agosto 2023	79
Tabla 33: Análisis fisicoquímicos diciembre 2023.....	79
Tabla 34: Análisis fisicoquímicos marzo 2024	80

Tabla 35: Análisis fisicoquímicos junio 2024.....	80
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Índice de combinación para los vinos normales (Togores, 2011)	8
Figura 2.	Mecanismo de oxidación de polifenoles (Togores, 2011)	9
Figura 3.	Actividades de oxidación de la tirosinasa (Togores, 2011)	10
Figura 4.	Parada de consumo de oxígeno por adición de anhídrido sulfuroso en un mosto (Togores, 2011).....	12
Figura 5.	2 Fenil benzopirona (Flanzy, 2003).....	14
Figura 6.	Los flavonoles de la uva (Flanzy, 2003).....	14
Figura 7.	Los favanonoles de la uva (Flanzy, 2003).....	15
Figura 8.	Estructura de las antocianidinas de la uva y el vino (Ribéreau Gayonetl al., 2002)	15
Figura 9.	Combinación del anhídrido sulfuroso con los antocianos (Togores, 2011)	16
Figura 10.	Estructura de los flavanoles monómeros de la uva (Flanzy, 2003).....	17
Figura 11.	Polimerización ordenada de los taninos (Ribéreau Gayon et al. , 2002)	19
Figura 12.	Polimerización desordenada de los taninos (Ribéreau Gayon et al., 2002)	19
Figura 13.	Esquema de polimerización heterogénea de las procianidinas en presencia de etanal (Ribéreau Gayon et al., 2002)	20
Figura 14.	El color del vino tinto (Zamora Martín, 2013)	21
Figura 15.	Equilibrios de los antocianos en función del pH (Zamora Martín, 2013).....	22
Figura 16.	Mecanismo de la copigmentación (Zamora Martín, 2013)	23
Figura 17.	Principales reacciones químicas de los antocianos (Zamora Martín, 2013).....	24
Figura 18.	Mapa de la finca de donde se obtuvo la uva Malbec. Fotografía propia.....	26
Figura 19.	Línea de molienda de la bodega. Fotografía propia	27
Figura 20.	Equipo WineScan™. Fotografía propia.....	30
Figura 21.	Alcolyzer. (Anton paar, 2024).....	31
Figura 22.	Espectrofotómetro. Fotografía propia	31
Figura 23.	Equipo Rankine (OIV, 2018)	33
Figura 24.	Equipo para medir oxígeno disuelto.....	36
Figura 25.	El espacio de color. (Konica Minolta, 2024)	37
Figura 26.	Cálculo de las coordenadas Cie-Lab. (Casassa & Sari, 2006).....	38
Figura 27.	Evaluación sensorial. Figura propia	39
Figura 28.	Gráfico intensidad colorante a lo largo del tiempo.....	41
Figura 29.	Gráfico que muestra la evolución del matiz a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.....	43
Figura 30.	Gráfico que muestra la evolución del oxígeno disuelto a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.	44
Figura 31.	Gráfico que muestra la evolución de la luminosidad a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.	46
Figura 32.	Gráfico que muestra la evolución de la coordenada a* a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.	47

Figura 33. Gráfico que muestra la evolución de la coordenada b^* a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.	48
Figura 34. Gráfico que muestra la evolución de la tonalidad a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.	49
No se observan diferencias significativas.....	49
Figura 35. Gráfico que muestra la evolución de la saturación a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.....	51
Figura 36. Gráfico que muestra la intensidad colorante para cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	51
Figura 37. Gráfico que muestra el matiz para cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	52
Figura 38. Gráfico que muestra la luminosidad para cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	53
Figura 39. Gráfico que muestra los valores de la coordenada a^* en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	54
Figura 40. Gráfico que muestra los valores de la coordenada b^* en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	55
Figura 41. Gráfico que muestra la tonalidad en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	56
Figura 42. Gráfico que muestra la saturación en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	56
Figura 43. Gráfico que muestra los valores de IPT en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	57
Figura 44. Gráfico que muestra antocianos totales en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	58
No se presentan diferencias significativas.	58
Figura 45. Gráfico que muestra taninos totales en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.	59
Figura 46. Gráfico que muestra los resultados del análisis sensorial llevado a cabo por 29 degustadores, sobre una muestra de cada tratamiento en el último mes del ensayo.....	64

DECLARACIÓN

“Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en esta u otra institución”.

Juliana Bevilacqua

RESUMEN

EL TANINO DE TÉ COMO ALTERNATIVA AL ANHÍDRIDO SULFUROSO

En un mundo globalizado, en el cual la tecnología permite la información a través de distintos dispositivos y del acceso a internet; los consumidores se han tornado más exigentes con respecto a aquello que consumen. Han surgido nuevas reglamentaciones que exigen a las empresas ser aún más claros al informar el contenido del paquete, específicamente a aquello que puede ser perjudicial para la salud. En el caso del vino, los sulfitos han pasado a ser tema de cuestionamiento; dado que se les atribuyen efectos de malestar en el consumidor, tal como fuertes dolores de cabeza, que se padecen al día siguiente de haber bebido el vino. Este efecto ha motivado que el consumidor aspire a la adquisición de vinos sin sulfitos, más allá del incremento en precio que esto implique. El presente trabajo surgió como respuesta al problema de reemplazar una herramienta casi indispensable en la vinificación: el anhídrido sulfuroso. El objetivo del trabajo fue comprobar la efectividad del tanino catéquico extraído de las hojas de té verde para reemplazar al SO_2 en su rol antioxidante. En un experimento llevado a cabo sobre un vino Malbec de Gualtallary, Mendoza, se compararon tres tratamientos realizados al momento de fraccionar el vino: uno con 5 g/hl de tanino de té, otro con 15 g/hl de tanino de té y el último con una adición de anhídrido sulfuroso para llegar a 45 mg/l de anhídrido sulfuroso libre. A lo largo de 12 meses, se llevaron a cabo análisis que permitieron medir el impacto de dicho tanino y compararlo con aquel del SO_2 . Se llegó a la conclusión de que el tanino de té permite al vino tinto conservar su color de mejor manera que el anhídrido sulfuroso. Asimismo, se evaluaron las implicancias organolépticas asociadas a dicho aditivo, concluyendo en que no se presentaron diferencias significativas entre los tres tratamientos. Esta tesis aporta conocimiento y fundamentación; sirviendo como herramienta para el técnico, quien actualmente se enfrenta al desafío de satisfacer a un consumidor exigente, en lo que respecta a la calidad organoléptica del vino, como a aquello que puede impactar en su salud, que demanda productos más naturales con menor uso de sustancias químicas.

Palabras claves: anhídrido sulfuroso – tanino de té – industria vitivinícola - antioxidante

ABSTRACT

TEA TANNIN AS AN ALTERNATIVE TO SULFUR DIOXIDE

In a globalised world, where technology allows access to information through devices and the internet, buyers are demanding more from the products they consume.

New regulations have arisen that oblige companies to be clearer when providing information regarding the content of the products, specifically in terms of those things that can be harmful to their health. As regards wine, sulfites are questioned since they are thought to have side effects on consumers, such as strong headaches the day after drinking wine. This has encouraged the public to look for wines without added sulfites, despite them being more expensive. This investigation has come up as an answer to the problem of replacing an indispensable tool in winemaking: sulfur dioxide. The aim of this paper was to prove the efficacy of tannins extracted from the leaves of green tea as an alternative to sulfur dioxide, in its role as an antioxidant agent. Through an experiment carried out on a Malbec wine from Gualtallary, Mendoza, three treatments were given to a same wine when bottling. The first wine had an addition of 5 g/L of tannin, the second 15 g/L, and the third had an addition of sulfur dioxide with the aim of reaching 45 mg/l of SO₂. The impact of the tannin was studied, and it was compared to that of sulfur dioxide. The conclusion was that tea tannin allows a better conservation of the color of the wine. Moreover, the organoleptic effects of such additive will be evaluated and no significant differences between the three of them were found. This paper provides knowledge and basis, serving as a tool to a winemaker who is currently facing the challenge of satisfying a demanding consumer in what has to do not only with the organoleptic aspect of wines, but also with what has an impact on their health. A consumer that demands more natural foods and beverages.

Key words: sulfur dioxide – tea tannin – winemaker - antioxidant

1 INTRODUCCIÓN

El anhídrido sulfuroso es un compuesto químico formado a partir de azufre y oxígeno, ampliamente utilizado en la industria alimenticia en general y en la vitivinícola en particular. El mismo se emplea en el proceso de la vinificación, ya sea como agente antioxidante, antioxidásico o antiséptico. Al adicionarlo al vino, se acumula, pudiendo ser medido mediante un análisis que determina su presencia total, medida en miligramos por litro.

El agregado de dicho compuesto debe ser llevado a cabo con cautela, no sólo por el riesgo de perjudicar al vino sino también por el impacto negativo en la salud. La legislación establece límites para el SO₂ total en vinos. En Argentina, el Instituto Nacional de Vitivinicultura fija dicho límite en 130 mg/l para vinos tintos, 180 mg/l para vinos blancos y rosados secos, y 210 mg/l para vinos blancos y rosados abocados y dulces. Por otro lado, la adición de SO₂ en altas concentraciones puede alterar el aroma y gusto del vino, además de resultar nocivo para quien lo consume. Es justamente esto último y un consumidor que exige alimentos más saludables lo que ha planteado la necesidad de reemplazarlo en el vino.

Si bien prescindir por completo del anhídrido sulfuroso es casi imposible si se quiere mantener un vino honesto y sin defectos, se puede disminuir la dosis de empleo a través de tecnologías y conservantes alternativos. En lo que respecta al efecto antiséptico del SO₂, se puede usar la pasteurización, o la luz ultravioleta o simplemente filtrar los vinos en un estadio temprano. También se puede usar la lisozima para eliminar bacterias luego de una fermentación maloláctica. En cuanto a su efecto antioxidante, se puede trabajar en pos de una disminución del ingreso de oxígeno al vino, llevando a cabo rellenos cada un mes, chequeando los cierres de los tanques o empleando extractos de taninos catéquicos. Esto último es el foco y motivación del presente trabajo, ya que el cambio de paradigma en cuanto al consumo de alimentos ya comenzó y el vino no está exento. Si bien hay quienes han comenzado a elaborar los llamados “vinos naturales”, para aquellos que eligen intervenir las opciones no son muchas, es decir que el problema no está agotado.

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto del tanino extraído de las hojas de té verde como antioxidante en un vino Malbec de Gualtallary, Mendoza.

A partir de dicho vino se llevaron a cabo tres ensayos. En el primero, se utilizó SO₂ en una dosis de 40 mg/l, en el segundo se empleó el tanino TI PREMIUM® SG del proveedor Vason S.A en una dosis de 5 g/hl y en el tercero se empleó el mismo tanino en una dosis de 15 g/hl. Sobre esos ensayos se llevaron a cabo mediciones de oxígeno disuelto y color mensualmente que ayudaron a determinar la eficacia del tanino. Además, se realizó un análisis sensorial de los vinos para determinar posibles implicancias organolépticas.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Existen varios y diversos compuestos que se utilizan como complemento al anhídrido sulfuroso hace ya algún tiempo y que permiten así disminuir el uso de éste en cuanto a agente antioxidante. Algunos ejemplos son el ácido ascórbico, el glutatión y las levaduras secas inactivas, entre otros.

Tal como se describe en C. Barril, (2016), el ácido ascórbico, también conocido como vitamina C, reacciona con el oxígeno molecular generando ácido dehidroascórbico y peróxido de hidrógeno. Estos dos compuestos reaccionan a su vez con el anhídrido sulfuroso. Es por eso por lo que el ácido no reemplaza por completo al sulfuroso, sino que lo complementa haciendo posible disminuir la cantidad empleada.

En un estudio llevado a cabo por Gimenez (2023) se investiga el uso del glutatión ya sea puro o en la forma de levaduras inactivas, como alternativa al anhídrido sulfuroso, para evitar el pardeamiento enzimático de mostos blancos. Dicho amarronamiento del mosto se produce cuando las enzimas tirosinasa y lacasa (esta última presente en mostos infectado con *Botrytis cinerea*) usan el oxígeno molecular para oxidar difenoles presentes en el mosto, -tales como los ácidos cafeico y cumárico, las catequinas y otros flavanoles- a quinonas, las cuales se polimerizarán a través de varias reacciones, formando pigmentos marrones. Este efecto normalmente se previene con el uso de anhídrido sulfuroso, pero se puede utilizar en su lugar el Glutatión. Este último reacciona con las ortoquinonas producidas por la oxidación enzimática de los ortodifenoles, formando GRP (Grape Reaction Product), y evitando que las mismas se polimericen y den lugar al pardeamiento. El glutatión puede ser adicionado al vino en su forma pura o se pueden utilizar levaduras secas inactivas que lo contienen, una opción menos costosa.

En España, país con la mayor superficie de vid cultivada, un estudio presentó a la madera de poda como una alternativa al dióxido de azufre. La madera de poda, oscilando entre las 2 y las 5 toneladas por hectárea, comprende a los sarmientos que se le quitan a la planta en la época invernal. La misma es rica en estilbenos, compuestos polifenólicos que poseen un importante poder antioxidante. El estudio llevado a cabo por (Rafaela Raposo, 2017) utilizó un extracto comercial de madera de poda llamado Vineatrol, comercializado por la empresa francesa Actichem, sobre un vino de varietal Syrah. Dicho extracto se aplicó a lo largo del proceso de vinificación y una vez embotellado el vino, se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos; se observó una mayor intensidad colorante en los vinos que habían sido adicionados con el extracto de madera de poda.

En Nueva Zelanda, la bodega Loveblock Wines emplea el extracto de tanino de té verde como alternativa al anhídrido sulfuroso en un vino Sauvignon Blanc en cada estadio del proceso

cuando el mosto/vino está expuesto al oxígeno: cosecha, molienda, flotación, trasiegos, filtración y embotellado. La enóloga, Erica Crawford, argumenta que

Typically, when wine does not contain a preservative, it can assume sherry-like flavors and a dark orange or brown color. Green tea tannin extract protects against this oxidation, allowing Loveblock TEE to remain open in the fridge and retain its fresh, intended flavors for five or more days. (Win Advisor, 2023)

Se ha visto también que el extracto de té verde rico en catequina puede tener una influencia positiva sobre el color de vino tinto de la variedad Monastrell. Esto quedó demostrado mediante un ensayo llevado a cabo en un viñedo en Valencia, en el cual se hizo una pulverización foliar con extracto de té verde.

En ensayo se realizó en doce parcelas y se aplicó pulverización foliar con extracto de té verde rico en catequina (0,5 g/L de catequina) en cuatro de las parcelas, en otras cuatro se pulverizó el copigmento mayoritario del extracto (0,5 g/L de catequina pura), y el resto de las parcelas fueron testigos. El extracto de té verde y la catequina pura fueron previamente disueltos en agua, hasta alcanzar la concentración adecuada. (Lizama Abad V., et. al, 2018)

Por un lado, la aplicación foliar del extracto de té verde incrementó la concentración de antocianos totales y de malvidina-3-glucósido. Por otro, la catequina de dicho extracto participó en los fenómenos de copigmentación, evitando la pérdida de antocianos durante la crianza y dando así vinos con mayor intensidad colorante. La microoxigenación tuvo un rol principal en dicho proceso, los efectos de aplicar dicha técnica son bien conocidos. (Lizama Abad V., et. al, 2018)

En el plano de la salud, se ha demostrado asimismo que el consumo de té verde tiene efectos benéficos, atribuidos al potencial antioxidante de las catequinas. Las mismas han mostrado propiedades antiinflamatorias, termogénicas, cardioprotectoras, hepatoprotectoras, entre otras. Son capaces de interactuar directamente con las especies reactivas del oxígeno. Las catequinas que se encuentran en el té verde son: epicatequina, epigalocatequina, epicatequina galato y epigalocatequina galato. La (+)-catequina, catequina galato, galatocatequina y galocatequina galato están también presentes, aunque en menor medida (García-Rodríguez et al., 2022).

2.2 DIÓXIDO DE AZUFRE

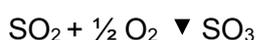
2.2.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

El dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso es un compuesto químico muy utilizado en la industria alimenticia en general y en la enológica en particular, su uso se remonta a fines del siglo XVIII. Por sus propiedades antisépticas, antioxidantes y antioxidásicas, dicho compuesto es un auxiliar indispensable en las prácticas de las bodegas. Si bien algunos vinos se vinifican en ausencia de SO₂, Ribéreau-Gayon et al. (2002) mencionan que

(...) sería presuntuoso pretender vinificar de esta forma todos los vinos producidos en diferentes viñedos del mundo. No se debe olvidar tampoco la formación de cantidades pequeñas de SO₂ por la levadura en fermentación. Las dosis en general son inferiores a 10 mg. L⁻¹, en algunos casos pueden llegar a 30 mg. L⁻¹. En consecuencia, la ausencia total de dióxido de azufre en los vinos es excepcional, incluso en ausencia de todo sulfitado. (p.247)

Como antiséptico, inhibe el desarrollo de bacterias y levaduras, actuando como bacteriostático o bactericida a dosis más bajas y como fungistático o fungicida a dosis más altas. De este modo, su uso impide la formación de turbiedad de las levaduras, la refermentación de vinos dulces, el desarrollo de levaduras de flor, picaduras acéticas y lácticas, entre otras cosas.

Como antioxidante, se combina con la molécula de oxígeno de la siguiente forma:



protegiendo a los vinos de una posible oxidación química de carácter lento (no así a los mostos cuya oxidación enzimática es muy rápida). De esta forma, evita que se oxiden los compuestos polifenólicos y los aromas y contribuye a fijar un nivel de oxidorreducción bajo para una buena conservación durante la crianza.

En las vendimias, actúa inhibiendo las enzimas tirosinasa y lacasa, y en los mostos blancos evita la casse oxidásica.

Por último, durante la crianza, el SO₂ combina el etanal, protegiendo el carácter aromático de los vinos (Ribéreau-Gayon et al., 2002).

2.2.2 ADICIÓN DEL DIÓXIDO DE AZUFRE

Normalmente, el técnico agrega dicho compuesto en distintas etapas: molienda, fin de la fermentación maloláctica, periódicamente durante la crianza y finalmente antes del embotellado. El SO₂ puede ser utilizado en forma de gas licuado a presión, en soluciones acuosas, mediante sales cristalizadas (metabisulfito de potasio), pastillas efervescentes, o por

combustión de las llamadas “pastillas de azufre”. La corrección precisa no es simple ya que la molécula está sometida a equilibrios químicos complejos que dependen de la composición del vino que se trate. En un estudio llevado a cabo por Jackowetz, et al. (2012), se analizó un total de 237 vinos con el fin de encontrar dichos compuestos y se concluyó que

(...) los principales compuestos de unión a SO₂ eran el acetaldehído y los ácidos pirúvico, alfa-cetoglutarico y galacturónico, debido a sus propiedades de unión y sus concentraciones en el vino. En vinos blancos, el acetaldehído suele ser responsable del 70% del SO₂ unido, seguido por el pirúvico (17%) y el alfa-cetoglutarico (8%). En vinos tintos, se ha visto que el acetaldehído es responsable de más del 50% del SO₂ unido, seguido por el alfa-cetoglutarico (>20%), el pirúvico (12%) y el galacturónico (10%). En vinos dulces, la glucosa puede ser también relevante en la unión a SO₂. (Acenología, 2012)

Como resultado de las correcciones, la presencia de SO₂ total en el vino se incrementa en el tiempo.

2.2.3 MARCO LEGAL

La legislación indica las cantidades máximas de anhídrido sulfuroso que un vino puede contener. En Argentina, el Instituto Nacional de Vitivinicultura establece los siguientes límites (con una tolerancia en más de 35 mg/l):

- 130 mg/l para vinos tintos secos
- 180 mg/l para vinos blancos y rosados secos
- 180 mg/l para vinos abocados y dulces
- 210 mg/l para vinos blancos y rosados abocados y dulces

(INV, 2024)

Las recomendaciones de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) van desde 150 mg/l para vinos tintos a 400 mg/l para vinos dulces (OIV, 2024)

Asimismo, de acuerdo con el inciso k de la resolución RESOL-2021-26-APN-INV#MAGYP que trata de las condiciones para el etiquetado “deberá indicarse la presencia de sulfitos para concentraciones iguales o superiores a DIEZ PARTES POR MILLÓN (10 ppm), mediante las siguientes leyendas: "CONTIENE SULFITOS", "CONTIENE DIÓXIDO DE AZUFRE" o expresiones equivalentes” (INV, 2024).

2.2.4 IMPACTO EN LA SALUD

Más allá de los límites legales, la importancia de ser cauteloso a la hora de agregar este producto radica en las implicancias negativas que el mismo puede tener. En principio, una dosis excesiva puede neutralizar el aroma propio del vino e incluso ser el protagonista del bouquet, también puede dar una sensación de quemazón o picazón en el paladar en el momento de la degustación, pero sobre todo lo que exige una disminución en su uso son los efectos adversos que puede tener en determinados consumidores

A pesar de que no se trata de una alergia verdadera, los sulfitos pueden producir en personas sensibles una sintomatología de alergia como enrojecimiento de la cara, dolor de cabeza, picor de garganta, dificultades respiratorias e incluso, en algunos casos, náuseas y vómitos. Los datos indican que un 1% de la población es sensible a los sulfitos mientras que entre la población asmática este porcentaje aumenta hasta el 5%. La dosis necesaria para desencadenar dicha sintomatología es variable ya que depende de la sensibilidad del consumidor. En todo caso, en población asmática la reacción puede ser grave; está descrito en la bibliografía la posibilidad que, en determinadas condiciones excepcionales, los sulfitos activen protooncogenes, inactiven genes supresores de tumores y puedan tener un papel en la patogénesis de ciertos cánceres de pulmón asociados a SO_2 (Acenología, 2019).

El SO_2 es una sustancia capaz de desencadenar una reacción de hipersensibilidad. El efecto en el consumidor dependerá de su nivel de sensibilidad, pudiendo manifestarse como una irritación de la piel, de las membranas mucosas de los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones, ocasionando tos y hasta dificultad para respirar. De acuerdo con la Agency for Toxic Substances and Disease Registry, el dióxido de azufre reacciona con el agua en las vías respiratorias superiores para formar hidrógeno, bisulfito y sulfito, todos los cuales inducen irritación. Como resultado, la broncoconstricción refleja aumenta la resistencia de las vías respiratorias (Cero Accidentes, 2022). “Se estima que cerca de un 1% de la población presenta una sensibilidad elevada a los sulfitos, otros estudios sugieren que el 5% de los asmáticos pueden tener reacciones adversas después de ingerir SO_2 ” (Jackowitz et al., 2012).

Con respecto a su toxicidad en el hombre, los estudios llevados a cabo resaltan la aparición de síntomas de intoxicación (náuseas, vómitos, irritación gástrica), en caso de altas dosis absorbidas (4 g de sulfito de sodio en una sola dosis); ningún efecto secundario se ha observado con 400 mg de dióxido de azufre durante 25 días. La

toxicidad eventual en el hombre ha sido atribuida a menudo a la destrucción conocida de la tiamina o vitamina B₁, para los sulfitos; sin embargo se ha constatado que la reacción correspondiente es pequeña para un pH cercano a 2, correspondiente a la digestión estomacal (...) se han puesto en evidencia reacciones alérgicas a los sulfitos; se dieron con la ingestión de dosis muy bajas (...) y afectaban especialmente a personas asmáticas (4 a 10% de los individuos) a los cuales se recomienda evitar el consumo de vino. (Ribéreau-Gayon et al., 2002, pp 250-251)

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud ha determinado como dosis diaria admisible en 0,7 mg de SO₂ por kilogramo corporal.

Es importante tener en cuenta que a los efectos que pueda causar el dióxido de azufre en el consumidor se suman aquellos que puede tener en los operarios de bodega que lo manipulan. Por ejemplo, tal cual se relata en una noticia del diario Huarpe, dos colaboradores de una bodega en el departamento de San Martín tuvieron que ser hospitalizados luego de ser afectados por una fuga de anhídrido sulfuroso. (Huarpe, 2022)

En el artículo de diario Cuyo (2013) se relata una explosión de un tanque de anhídrido sulfuroso en una bodega en la provincia de San Juan.

Tal como expresa Reyes (2012), su manipulación se considera un riesgo y se establecen pautas para su uso, tales como los siguientes:

- Realizar siempre una aplicación responsable
- Leer atentamente la ficha técnica
- Emplear una máscara con filtro de tipo E1
- Usar guantes de protección frente a productos químicos
- Mantener los recipientes por debajo de 50°C
- No exponer los recipientes al sol
- Prevenir la entrada de agua a su interior

2.2.5 EQUILIBRIO ENTRE EL ANHÍDRIDO SULFUROSO LIBRE Y COMBINADO

Como se mencionó anteriormente, al sulfitar un vino, parte del SO₂ agregado permanecerá en forma libre, mientras que una fracción de éste se combinará con distintas sustancias en el vino. Existe un equilibrio entre ambas formas, libre y combinado que depende del medio y de las distintas constantes de disociación. En los casos en que éstas son más elevadas, se puede

dar una descombinación, aumentando así la fracción del libre. De este modo, cuando se agrega anhídrido sulfuroso a un vino, la fracción libre aumenta y también lo hace la combinada. Cuando, por algún motivo el SO₂ libre disminuye, el combinado también lo hace, reestableciendo el equilibrio.

Existe una relación directa entre el aumento de la temperatura y el aumento del SO₂ libre (se estima que por cada grado centígrado que aumenta la temperatura, el SO₂ libre lo hace en 1,0 y 1,3 mg/l).

Si bien el reparto entre libre y combinado varía en función del vino, en la figura 1 se establece la siguiente tabla de índices de combinación:

Nivel de SO ₂ libre en el vino (mg/litro)	Reparto del SO ₂ añadido	
	SO ₂ libre	SO ₂ combinado
< 30	1/2	1/2
30 a 60	2/3	1/3
60 a 120	3/4	1/4

Figura 1. Índice de combinación para los vinos normales (Togores, 2011)

Esta tabla permite al técnico calcular la cantidad de anhídrido sulfuroso a agregar dependiendo de la cantidad actual. Por ejemplo, si se pretende llevar a 35 mg/l a un vino cuyo SO₂ libre actual es 15 mg/l, la cuenta a realizar es la siguiente:

$$((35-15)) / \frac{1}{2} = 40 \text{ mg/l}$$

Cabe destacar que, en la práctica, la relación entre libre y combinado no es directa, sino que, en proporción, el libre aumenta más cuando las cantidades de sulfuroso añadidas son mayores.

Por último, cabe agregar también que el anhídrido sulfuroso libre se reduce, además de por efecto de las combinaciones, por su oxidación hacia la formación de sulfatos, especialmente en el caso de la crianza en barricas (Togores, 2011).

2.3 FENÓMENOS DE OXIDACIÓN

2.3.1 OXIDACIONES DE VENDIMIAS Y VINOS

Los racimos de uva se encuentran protegidos del oxígeno gracias al hollejo que actúa como barrera, pero una vez cosechados y hasta el final de vida del vino, la acción del oxígeno está presente y es temida dado a que puede perjudicar al producto.

Las oxidaciones pueden darse por mecanismos de carácter enzimático y no enzimático. En el primer caso, las enzimas oxidantes u oxidorreductasas catalizan la oxidación de distintos compuestos del mosto. Se trata de oxidaciones rápidas que se dan principalmente en la fase

prefermentativa. En el segundo caso, la oxidación es de carácter químico y es más lenta, dándose principalmente en el vino elaborado.

Los compuestos fenólicos son los primeros en oxidarse, pudiendo modificar el color, aroma y gusto de mostos y vinos. El mecanismo se desarrolla, tal cual se observa en la figura 2, de la siguiente manera: la función fenol se disocia formando un anión fenolato, el cual se puede oxidar cediendo un electrón, transformándose en una semiquinona. Si el punto de partida es un monofenol, la semiquinona formada puede reaccionar con otro radical, formando otro fenol como nuevo compuesto de acoplamiento. Si el punto de partida es un catecol u orto-difenol, la semiquinona puede perder un segundo electrón, oxidándose y formando una ortoquinona.

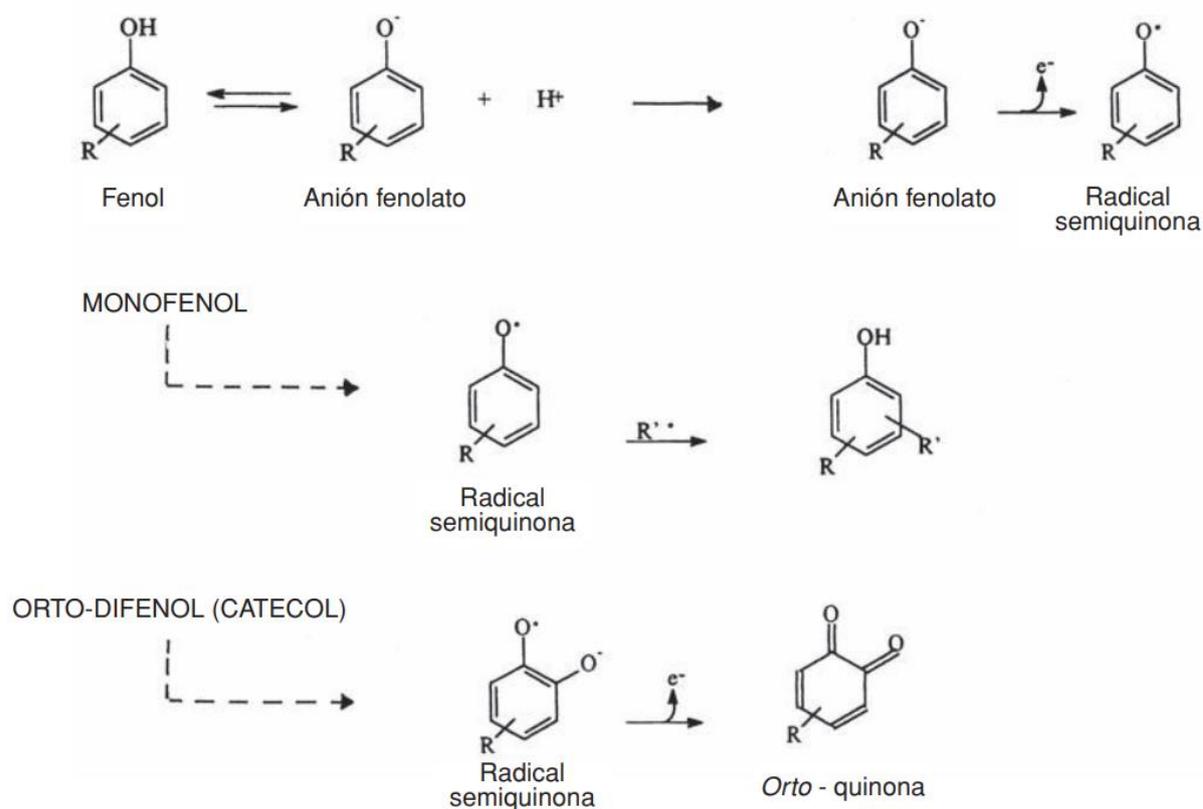


Figura 2. Mecanismo de oxidación de polifenoles (Togores, 2011)

2.3.2 OXIDACIONES ENZIMÁTICAS

Las enzimas polifenolasas se encuentran en la uva en dos tipos: oxidorreductasas y peroxidasas. Estos catalizadores oxidan polifenoles y otros compuestos de las vendimias con la ayuda del oxígeno.

Dentro de las oxidorreductasas se destacan como enzimas principales la tirosinasa, presente en todas las vendimias en mayor o menor medida, y la lacasa, presente únicamente en aquellas vendimias afectadas por el hongo *Botrytis cinerea*.

La **enzima tirosinasa**, como puede observarse en la figura 3, “cataliza la oxidación de los orto-difenoles en orto-quinonas, mediante una llamada actividad catecolasa, e incluso también la hidroxilación de los monofenoles en orto-difenoles previa a la oxidación de éstos, conocida como actividad cresolasa” (Togores, 2011, p. 441).

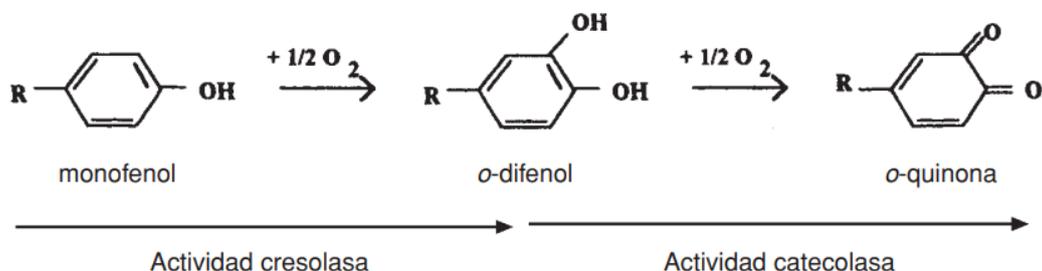


Figura 3. Actividades de oxidación de la tirosinasa (Togores, 2011)

La cantidad de esta enzima que va a ser solubilizada en el mosto dependerá de cómo se elabore el mismo, siendo su presencia mayor en vendimias más estrujadas y siendo a su vez posible su inactivación o eliminación por medio del sulfitado, desfangado y del uso de bentonita.

En aquellas vendimias afectadas por *Botrytis cinerea*, además de la enzima tirosinasa, se encuentra presente la **enzima lacasa**, por lo que el riesgo de oxidaciones en estas vendimias es significativamente elevado. La lacasa, al encontrarse en la parte de afuera del racimo es muy fácilmente extraíble.

La lacasa cataliza la oxidación de una gran cantidad de polifenoles, actuando sobre los para-difenoles, así como también sobre los orto-difenoles, los meta-difenoles, los orto-trifenoles, así como sobre varios monofenoles (...) Además de estos substratos, un gran número de compuestos fenólicos de la vendimia y del vino, no directamente oxidables por la enzima, pueden ser oxidados, tales como: antocianos, catequinas, epicatequinas, procianidoles y ésteres tartáricos de ácidos fenoles. (Togores, 2011, p. 446)

La enzima lacasa es muy resistente a la acción del anhídrido sulfuroso, precisándose dosis muy altas para conseguir su inactivación. Además, su acción no termina con la fermentación alcohólica, sino que perdura en el tiempo, debiéndose conservar los vinos afectados por la podredumbre con dosis más altas de SO_2 .

El segundo tipo de enzimas polifenolasas lo componen las **peroxidases** “especialmente localizadas en las vacuolas de las células de la uva, jugando un papel de importancia en el

metabolismo oxidativo de los polifenoles durante su maduración” (Togores, 2011, p. 448). Las mismas implican un menor riesgo para las vendimias, pero al ser bastante resistentes al anhídrido sulfuroso, se necesitan dosis relativamente elevadas. Su actividad es nula en vinos elaborados.

2.3.3 OXIDACIONES NO ENZIMÁTICAS

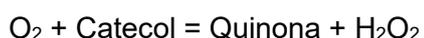
También conocidas como oxidaciones químicas, éstas se dan en el vino terminado y son más lentas que las anteriormente mencionadas. Cabe destacar que no son siempre perjudiciales ya que, siempre y cuando se controlen, pueden impactar positivamente a los compuestos polifenólicos de los vinos tintos durante la crianza, mejorando incluso el carácter sensorial de los vinos.

El mayor sustrato de este tipo de oxidaciones son los polifenoles, siendo los orto-difenoles los más afectados. Existen también otras sustancias capaces de reaccionar con el oxígeno, como el ácido ascórbico, el anhídrido sulfuroso libre, el hierro y el cobre, el alcohol etílico (transformándose en etanal) y el ácido tartárico.

El mecanismo de acción del oxígeno es complejo

(...) el oxígeno molecular es paramagnético y tiene dos electrones no apareados, que le confieren un estado de triplete y un comportamiento de radical doble. Bajo este estado, el oxígeno no puede reaccionar con los compuestos orgánicos en estado simple, porque sería un proceso sin cambio de electrones, existiendo por lo tanto una «barrera cinética» que impide el comienzo de la oxidación, debiendo ser activado o excitado el oxígeno para que ésta se produzca. Esta excitación puede ser producida por la luz o por pigmentos fotosensibles como la vitamina B2 o riboflavina, el caroteno o sus derivados, o bien por acomplejamiento con iones metálicos, como el hierro en estado ferroso. (Togores, 2011, p. 450)

Las reacciones de oxidación en cadena de los polifenoles implican a otros compuestos en el vino y su balance se puede definir de la siguiente manera



El peróxido de hidrógeno formado es el responsable de la oxidación del etanol a acetaldehído.

La oxidación de los polifenoles es más rápida en presencia de catalizadores tales como cobre y hierro, o en vinos con pH más alto en los cuales se forman más fenoles en forma aniónica fenolato, sustrato muy oxidable hacia las quinonas.

2.3.4 PROTECCIÓN CONTRA LAS OXIDACIONES

El consumo químico del oxígeno por el SO₂ es lento y corresponde a la reacción:



En el vino, esta oxidación necesita catalizadores tales como los iones hierro y cobre. En el mosto, en cambio, la oxidación se da de forma rápida (a un ritmo de entre 0,5 a 4,6 mg/l por minuto) y para evitarla, es necesario un rápido y eficaz sulfitado.

Esto quedó demostrado en una experiencia llevada a cabo por Dubernet y Ribéreau- Gayon, (1975) la cual consistió en saturar de oxígeno un mosto de uva blanca y medir la velocidad de desaparición del oxígeno. La misma fue muy rápida y total (de 4 a 20 minutos) en ausencia de sulfitado, mientras que, al agregar anhídrido sulfuroso a la vendimia, el consumo de oxígeno se frenó y la oxidación también, permaneciendo de este modo durante un tiempo dependiendo de la cantidad de SO₂ añadida y de la acidez del mosto (siendo mayor a medida que el pH es más alto). Como puede observarse en la figura 4, dicho tiempo oscila entre 6 y 10 minutos cuando el sulfitado varía de 100 a 10 mg/l:

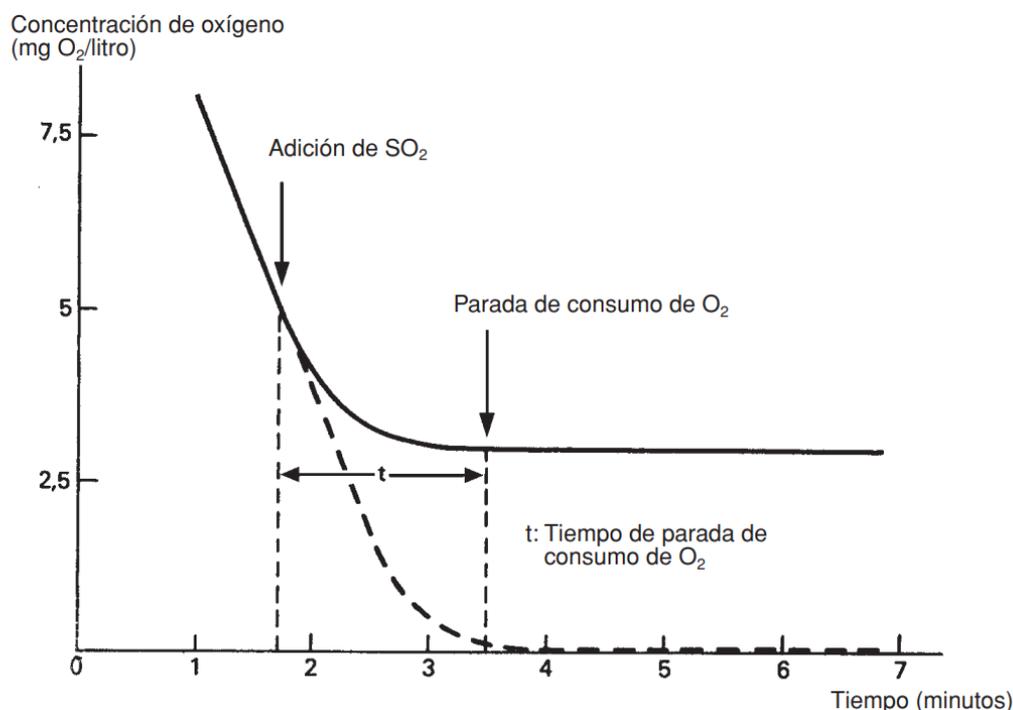


Figura 4. Parada de consumo de oxígeno por adición de anhídrido sulfuroso en un mosto (Togores, 2011)

Dicha experiencia demuestra que el rol del SO₂ se ve reducido durante la vinificación, actuando para proteger a los mostos de las oxidaciones enzimáticas (Togores, 2011).

2.4 DOSIS DE EMPLEO DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO

En las vendimias, tal cual se explicó en el punto anterior, la adición de SO₂ tendrá un efecto antiséptico y antioxidásico, con lo cual dependiendo de factores tales como la sanidad, madurez y acidez de las vendimias, se aconseja adicionar entre 5 y 10 g/hl.

Durante la conservación, los vinos tintos corren riesgo de oxidación cuando el SO₂ libre se encuentra por debajo de los 10 mg/l, mientras que en los blancos esto ocurre por debajo de los 20 mg/l. Para una protección frente a bacterias y levaduras, deberá estimarse el SO₂ activo y en base a eso sulfitar. Se estima entonces que una dosis razonable va de 20 a 30 mg/l en vinos tintos secos, y de 30 a 40 mg/l en vinos blancos secos.

Durante la conservación, al agregar dióxido de azufre se observa una disminución de la fracción libre. Esto se debe a que, durante los primeros 4 o 5 días posteriores, dicho compuesto se combinará con los elementos de vino, una vez transcurrido ese tiempo, el mismo se verá disminuido debido a reacciones de oxidación catalizadas por los iones hierro y cobre. La oxidación sucede sobre el ácido sulfuroso, formando ácido sulfúrico, que al pH del vino se encuentra como sulfato. La formación de sulfatos también es producto del azufrado de barricas y toneles, con lo cual hay que ser cuidadoso en el empleo ya que, los vinos bajo estas condiciones tendrán pH más alto y se percibirán más “duros” (Togores, 2011).

2.5 LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Los constituyentes fenólicos son de gran importancia debido a que impactan de forma directa sobre la calidad de los vinos. En efecto, son el origen del color y la astringencia, siendo atribuida esta última principalmente a los taninos.

Su estructura química consta de un núcleo bencénico que lleva uno o varios grupos hidroxilos. Se dividen en flavonoides y no flavonoides, los primeros encontrándose esencialmente en los hollejos, semillas y raspón, y los segundos en la pulpa de la uva.

2.5.1 LOS COMPUESTOS NO FLAVONOIDES

Esta denominación abarca a los ácidos fenoles, divididos en ácidos benzoicos (C6-C1) y ácidos cinámicos, portadores de una cadena lateral insaturada (C6-C3), pero también a otros derivados fenólicos como los estilbenos.

Si bien estos compuestos no contribuyen de forma directa al color del vino, pueden oxidarse por vía química o enzimática, produciendo tonalidades amarillas/marrones en los vinos blancos, fenómeno conocido con el nombre de pardeamiento. Además, estos compuestos interactúan en un fenómeno llamado copigmentación, contribuyendo así al color del vino (Zamora Martín, 2013).

2.5.2 LOS COMPUESTOS FLAVONOIDES

Como se observa en la figura 5, su esqueleto se compone de 15 átomos de carbono (C6-C3-C6) de tipo 2-fenil benzopirona.

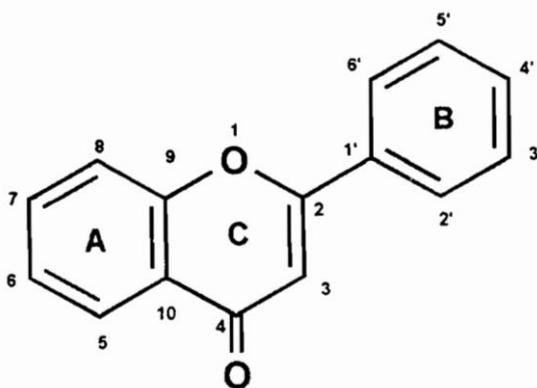


Figura 5. 2 Fenil benzopirona (Flanzy, 2003)

Es una familia compuesta de varias subclases que se distinguen por el grado de oxidación de su grupo pirano. Los flavonoides en sentido estricto están representados por los flavonoles, mientras que los flavonoides en sentido amplio comprenden a los antocianos, flavan-3-oles, flavanonoles, y flavonas (Flanzy, 2003).

2.5.3 LOS FLAVONOLES

Los **flavonoles** se encuentran en el hollejo, bajo la forma de glicósidos, en posición 3. En la figura 6, se observan los cuatro principales flavonoles en su forma aglicona.

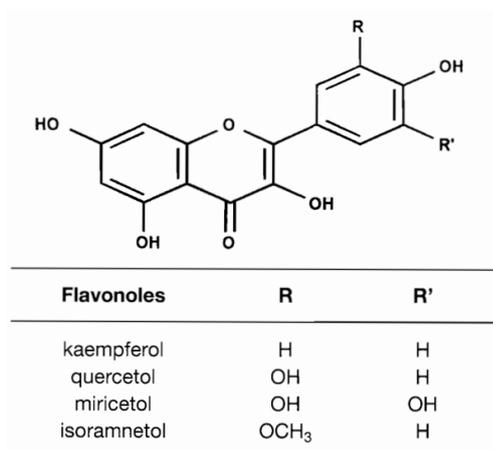


Figura 6. Los flavonoles de la uva (Flanzy, 2003)

2.5.4 LOS FLAVANONOLES Y FLAVONAS

Los **flavanonoles y flavonas** se pueden encontrar en el hollejo de la uva blanca. Los dos flavanonoles presentes en la uva pueden observarse en la figura 7, ellos son la Engeletina y la Astilbina.

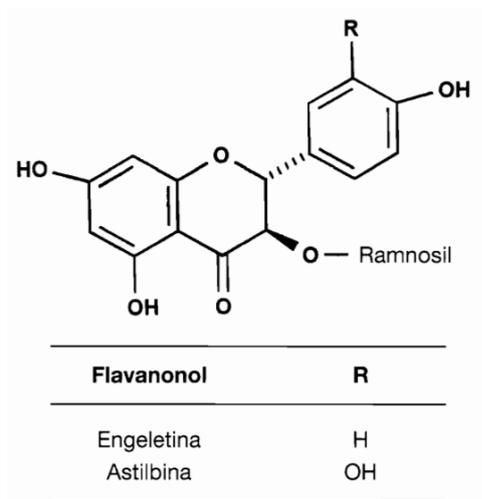


Figura 7. Los flavanones de la uva (Flanzy, 2003)

2.5.5 LOS ANTOCIANOS

Los **antocianos o antocianinas**, son los pigmentos rojos de las uvas, localizados principalmente en el hollejo, y en la pulpa en el caso de las uvas tintoreras. Su estructura consta de dos ciclos bencénicos unidos por un heterociclo oxigenado y catiónico, el catión flavilio. Según la sustitución del núcleo lateral, se pueden distinguir 5 moléculas: Cianidina, Peonidina, Delfinidina, Petunidina y Malvidina. Éstas se pueden observar en la figura 8, en donde se puede ver cómo cambia el nombre la aglicona de acuerdo a la sustitución del núcleo lateral.

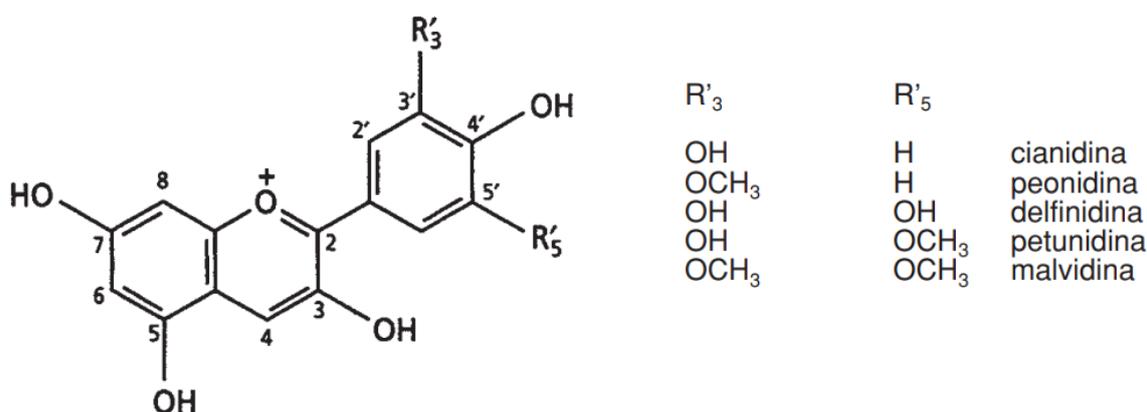


Figura 8. Estructura de las antocianidinas de la uva y el vino (Ribéreau Gayonetl al., 2002)

En su forma heterosídica (es decir, unidas a un azúcar) son mucho más estables que en la forma aglicona. El color que tomen las antocianinas va a depender en gran parte del pH del medio y de la cantidad de SO₂ (Ribéreau Gayon et al., 2002).

Los antocianos pueden combinarse con el anhídrido sulfuroso, sufriendo el vino una decoloración. Esta combinación es reversible, la reacción puede verse en la figura 9.

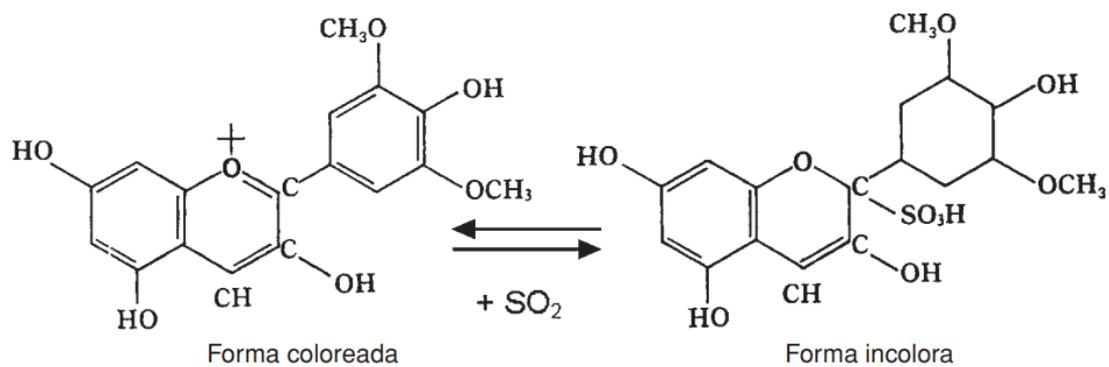


Figura 9. Combinación del anhídrido sulfuroso con los antocianos (Togores, 2011)

2.5.6 LOS TANINOS

Los ***taninos*** son, por definición, sustancias capaces de dar combinaciones estables con proteínas y polisacáridos. Por ejemplo: reaccionan con las glicoproteínas de la saliva (astringencia), reaccionan con las proteínas de los vinos (encolado), y reaccionan con la parte proteica de las enzimas (inhibición enzimática).

Desde el punto de vista químico, los taninos son moléculas fenólicas resultantes de la polimerización de moléculas elementales de función fenol. Los mismos se dividen en dos grandes grupos: taninos *hidrolizables o gálicos* y taninos *condensados o catéquicos*.

Los taninos hidrolizables comprenden a los galotaninos y elagitaninos y se encuentran presentes en la madera, son los que se comercializan y su agregado en el vino está permitido por la legislación.

Los taninos condensados se encuentran en la uva. Se trata de polímeros más o menos complejos de flavan-3-oles o catequinas, los cuales al ser calentados en medio ácido dan la reacción de Bate-Smith, transformándose en cianidinas rojas, por lo que se los denomina también procianidinas (Ribéreau Gayon et al. 2002).

Los principales 3-flavanoles monómeros de la uva son la (+)-catequina y su isómero, la (-)-epicatequina, pudiendo ser encontrado este último bajo la forma de éster gálico (Flanzy, 2003). La estructura de dichas moléculas puede ser observada en la figura 10.

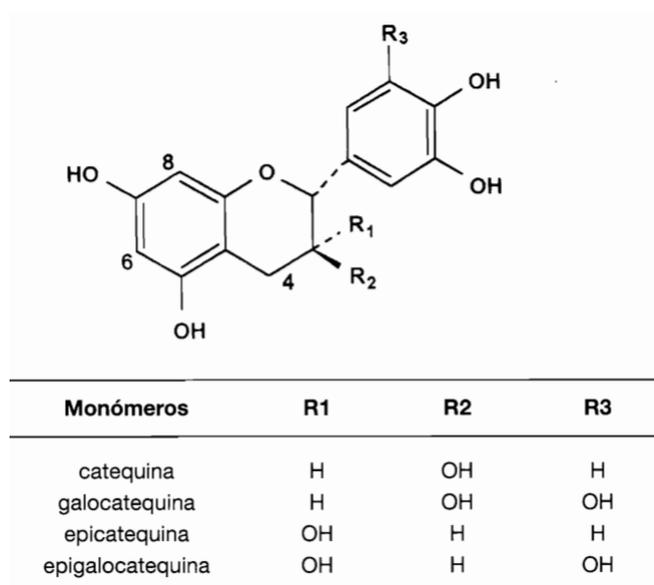


Figura 10. Estructura de los flavanoles monómeros de la uva (Flanzy, 2003)

Las moléculas de los flavanoles se condensan entre sí y si bien no existen bajo formas glicosiladas como las antocianinas, pueden estar unidas, en la uva, a polisacáridos y se extraídas bajo esta forma en el vino.

2.5.6.1 REACCIONES DE OXIDACIÓN DE LAS PROCIANIDINAS

La oxidabilidad es una característica de los fenoles, que les confiere su rol protector contra las oxidaciones, en particular en las vendimias y en los vinos tintos. Tal como fue explicado anteriormente, dicha reacción se puede dar en mostos y vinos por vía química o enzimática.

En salud, cumplen un rol similar al neutralizar los radicales oxigenados responsables de la degradación de tejidos y del eventual desarrollo de tumores.

El oxígeno molecular, O_2 , posee la estructura de un birradical: puede convertirse en un radical hidropéroxido HO_2^{\cdot} o en un anión superóxido $O_2^{\cdot-}$, que originaría la formación de una gran variedad de radicales libres oxigenados. Los peróxidos formados pueden provocar degradación oxidativa de las proteínas y de numerosas otras moléculas (carbohidratos, lípidos insaturados, etcétera). En particular los compuestos fenólicos (taninos) son oxidados prioritariamente y participan en la eliminación de los radicales libres. (Ribéreau Gayon et al., 2002, p. 205)

La oxidación de los taninos en medio ácido conduce a polímeros y a pigmentos amarrados llamados flobafenos. Algunos detalles de esta reacción son:

- Los polímeros proantocianidínicos, que aparecen en las reacciones, oxidan a otros constituyentes del medio, particularmente etanol a etanal
- La oxidación de flavanoles en presencia de catalizadores Fe^{++} y Cu^{++} en un medio donde hay 10% de etanol y un pH 3,2 puede ser total en un tiempo de 20 a 60 días.
- La (-)-epicatequina es más oxidable que la (+)-catequina.
- En el caso de las procianidinas dímeras que presentan una unión interflavano C4-C8 (B1 a B4), la oxidación depende de la naturaleza de una unidad estructural superior. En la unión C4-C6 (B5 a B8), la unidad estructural inferior es la causa de la oxidabilidad. La presencia de (+)-catequina (B3-B4 y B6-B7) confiere a las moléculas una mayor oxidabilidad con relación a la (-)-epicatequina (B1, B2, B6, B8).
- Para una misma unidad base (-)-epicatequina, la oxidabilidad aumenta con el grado de polimerización. El trímero C1 es más oxidable que el dímero B2 y que el monómero, esto se debe a la cantidad de sitios oxidables.
- La oxidabilidad depende también de la naturaleza de la unidad base.

Se concluye que, tanto los flavanoles como las procianidinas y los taninos condensados reaccionan con los radicales libres conduciendo a polímeros marrones que precipitan. En el caso del vino, los fenómenos dependerán de la cantidad de polifenoles presentes.

2.5.6.2 REACCIONES DE POLIMERIZACIÓN DE LAS PROCIANIDINAS

Las soluciones ácidas de procianidinas no son estables, siempre se observa precipitado luego de cierto tiempo. Se observan 3 tipos de reacciones: la polimerización ordenada, la polimerización desordenada y la polimerización heterogénea.

En el primer caso, las procianidinas forman un carbocatión susceptible de reaccionar con las cúspides negativizadas de otra procianidina, dando polímeros ordenados. Esta reacción se da sin dudas en el vino y está representada en la figura 11.

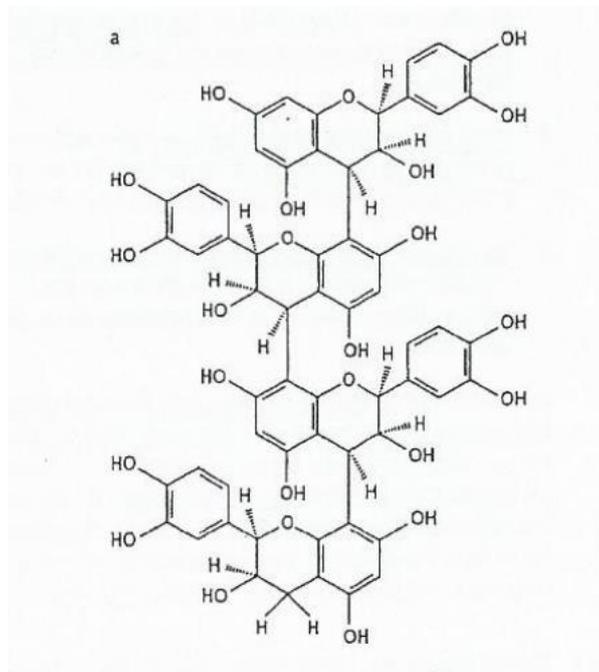


Figura 11. Polimerización ordenada de los taninos (Ribéreau Gayon et al. , 2002)

El segundo caso se da en un medio oxidante fuerte, en donde la formación de radicales libres se acompaña de la polimerización vista anteriormente. Esta polimerización desordenada se observa en la figura 12.

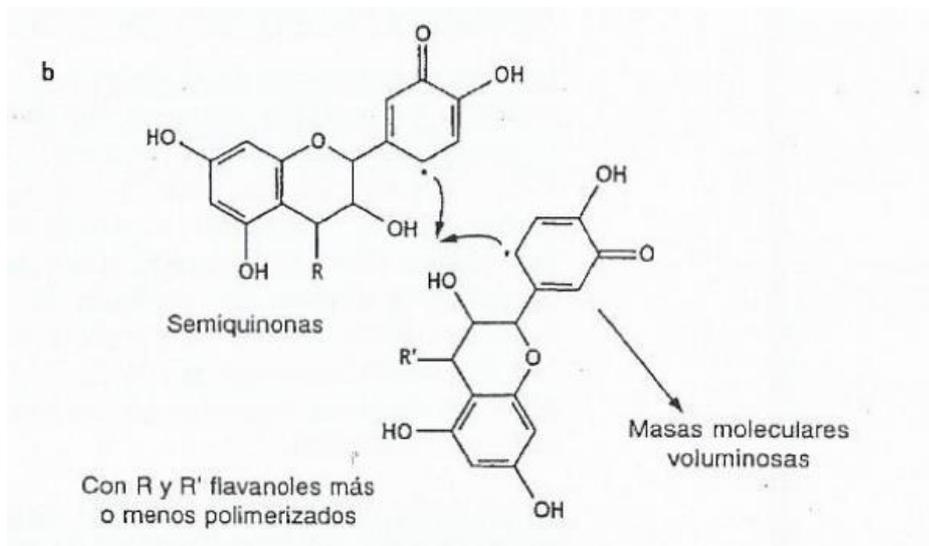


Figura 12. Polimerización desordenada de los taninos (Ribéreau Gayon et al., 2002)

Finalmente, cuando se da una aireación suave, la oxidación de las procianidinas conduce a la formación de etanal a partir de etanol, siendo esa molécula la responsable de la modificación en la estructura de la procianidina y formando polímeros mucho más susceptibles de precipitar.

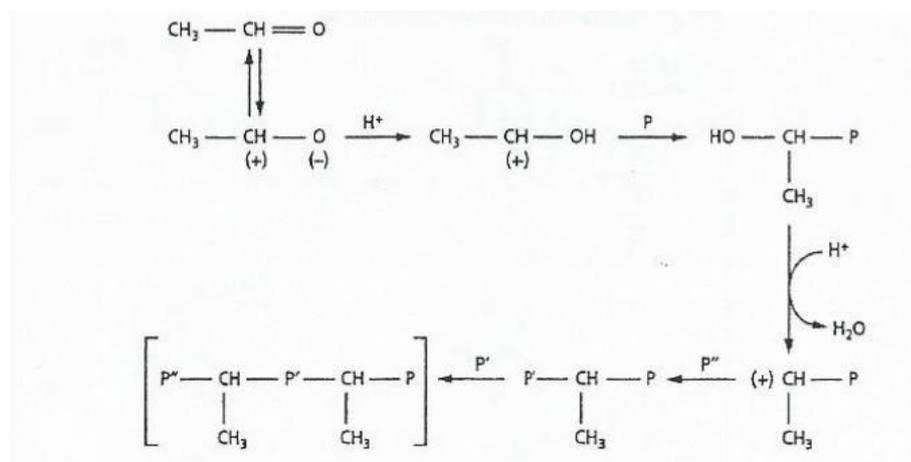


Figura 13. Esquema de polimerización heterogénea de las procianidinas en presencia de etanal (Ribéreau Gayon et al., 2002)

La función aldehído es protonizada, originando un carbocatión el cual, para estabilizarse se fija sobre una de las cúspides 6 u 8 negativizadas de los flavanoles. Se forma así el alcohol bencílico, caracterizado por una unión $\overset{\ominus}{\text{O}}-\text{OH}$ polarizada que se rompe fácilmente en medio ácido y origina otro carbocatión que reacciona con otro flavanol, formando polímeros heterogéneos.

Entonces, de acuerdo con las condiciones de vinificación y crianza de los vinos, la polimerización será distinta e influirá en el carácter gustativo del vino.

2.5.6.3 REACCIONES DE CONDENSACIÓN DE ANTOCIANINAS Y TANINOS

Según lo describen Ribéreau Gayon *et al.* (2002), hay tres tipos de reacciones: Antocianina-Tanino en medio oxidante; Tanino-Antocianina en medio reductor; Antocianina – Etanal – Tanino, en un medio micro oxigenado.

En el primer caso, las antocianinas bajo la forma catiónica reaccionan sobre las cúspides negativas 6 u 8 de las procianidinas, formando un flaveno incoloro que toma color luego de una oxidación.

La segunda reacción se da luego de que una vez formado un carbocatión, éste reacciona con los sitios nucleófilos de una antocianina bajo la forma base carbinol, dando un compuesto incoloro que tomará un color rojo-anaranjado luego de una deshidratación.

Por último, la formación de etanal a partir de la oxidación del etanol produce un carbocatión que reacciona con las cúspides negativas 4 y 8 de los flavanoles (catequinas procianidinas) y de las antocianinas en su forma base carbinol. El etanal actúa de puente. Esta reacción se da en forma paralela a la polimerización heterogénea vista antes, durante la oxidación cuidada que da la crianza en bodega.

2.6 EL COLOR DEL VINO

Transparencia, brillo y color son atributos determinantes de la calidad de un vino, no solo por ser parte de la imagen sino también por ser indicadores de otros aspectos relacionados con su aroma y sabor. Al mirar un vino, podemos deducir su edad, su cuerpo, su estado de conservación, etc. (Martín, 2013).

En la figura 14 se observan 3 muestras. La primera corresponde a un vino joven cuyo espectro presenta un máximo a 520 nm (color rojo) y concentraciones importantes a 420 nm (amarillo) y 620 nm (azul). En la segunda se observa un vino de 5 años con un componente amarillo mayor y rojo menor. La muestra tres, vino de 20 años, presenta un componente rojo pequeño, mientras que el amarillo aumenta significativamente.

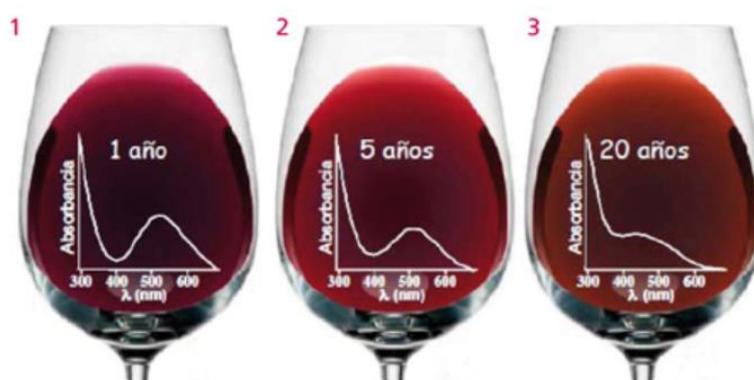


Figura 14. El color del vino tinto (Zamora Martín, 2013)

Si bien la variación del color hacia el teja es un efecto normal del paso del tiempo, el color del vino se encuentra determinado por su composición química, más precisamente por los compuestos polifenólicos explicados anteriormente.

Los flavan-3-oles, una compleja familia compuesta por las formas isoméricas de la catequina y sus polímeros denominados taninos condensado o proantocianidinas, no participan directamente en el color del vino, pero si lo hacen a través de la copigmentación o de la interacción con antocianos.

Los antocianos, responsables directos del color del vino, pueden variar su estructura química en función del pH, lo cual da como resultado un abanico de coloraciones.

La figura 15 muestra el equilibrio entre las distintas formas:

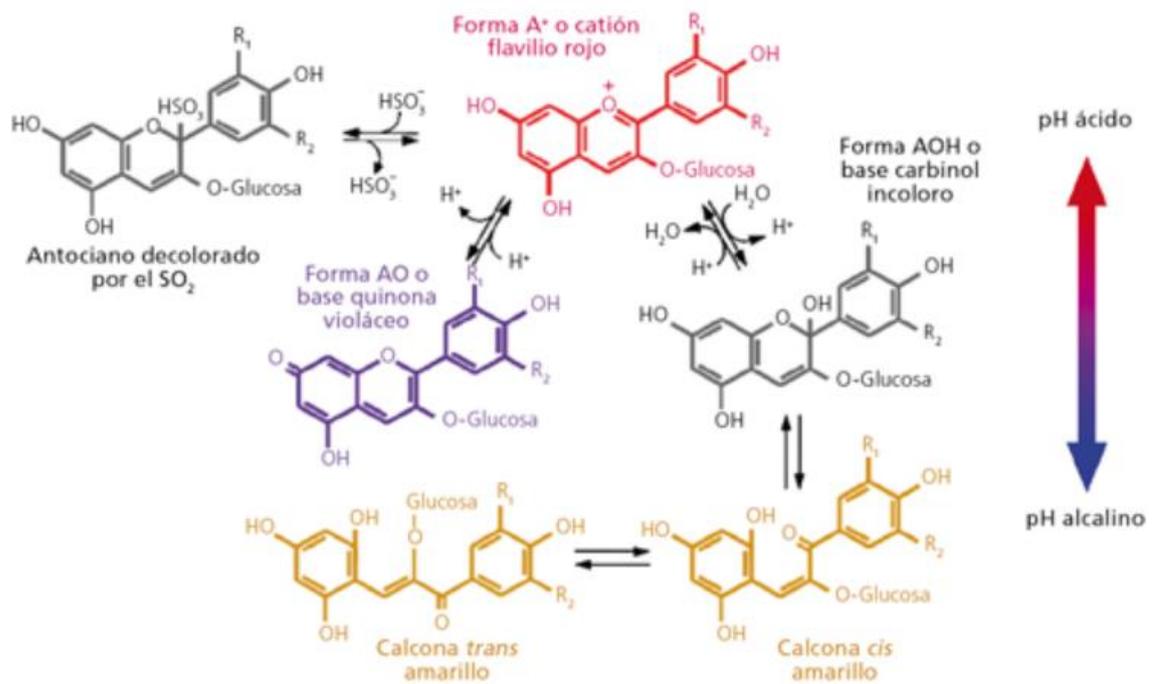


Figura 15. Equilibrios de los antocianos en función del pH (Zamora Martín, 2013)

La forma catión flavilio, de color rojo, se da cuando el pH del medio es muy ácido, en este caso, la deslocalización de la carga es lo que da el color rojo. A medida que el pH aumenta, el equilibrio va hacia las bases quinona (malva) y carbinol (incolores). El equilibrio rojo-malva con la base quinona se hace por una transferencia de protón muy rápida. El equilibrio con la base carbinol es consecuencia de la fijación de una molécula de agua y posterior transferencia de protón (Ribéreau Gayon *et al.*, 2002).

La forma carbinol no es la única que decolora al catión flavilio, sino que lo mismo ocurre cuando, al agregar SO₂ como antioxidante o antiséptico, el anión bisulfito se fija en la molécula, decolorándola.

Las altas temperaturas favorecen la transformación de la base carbinol en chalconas *cis* y *trans*, las cuales presentan un color amarillo. La chalcona *trans* puede ser oxidada dando lugar a ácidos fenólicos, es la única reacción de las vistas que no es reversible.

El vino tinto, a su pH habitual 3,5 – 3,9, debería ser azul pero no lo es. Esto se debe a dos fenómenos: la copigmentación y la reacción de antocianos con otras moléculas y posterior formación de nuevos pigmentos.

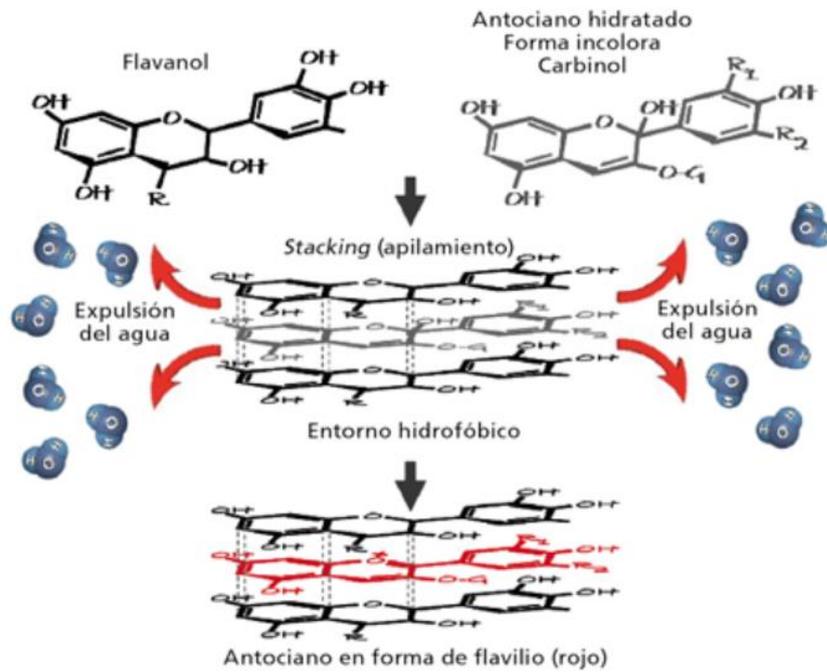


Figura 16. Mecanismo de la copigmentación (Zamora Martín, 2013)

Como se observa en la figura 16, la copigmentación o formación de estructuras tipo sándwich se da porque, al ser planas, las moléculas de antocianos se asocian ya sea entre ellas o con otras moléculas, formando un entorno hidrófobo que impide la formación de la base carbinol (incolora), desplazando así el equilibrio hacia la forma catión flavilio (rojo). Los ácidos fenólicos, los aminoácidos, los flavonoides y polisacáridos son posibles copigmentos de los antocianos.

La copigmentación podría favorecer la condensación antociano-tanino por formar moléculas más estables.

Finalmente, como se observa en la figura 17, los antocianos pueden reaccionar con otras moléculas, dando nuevos pigmentos.

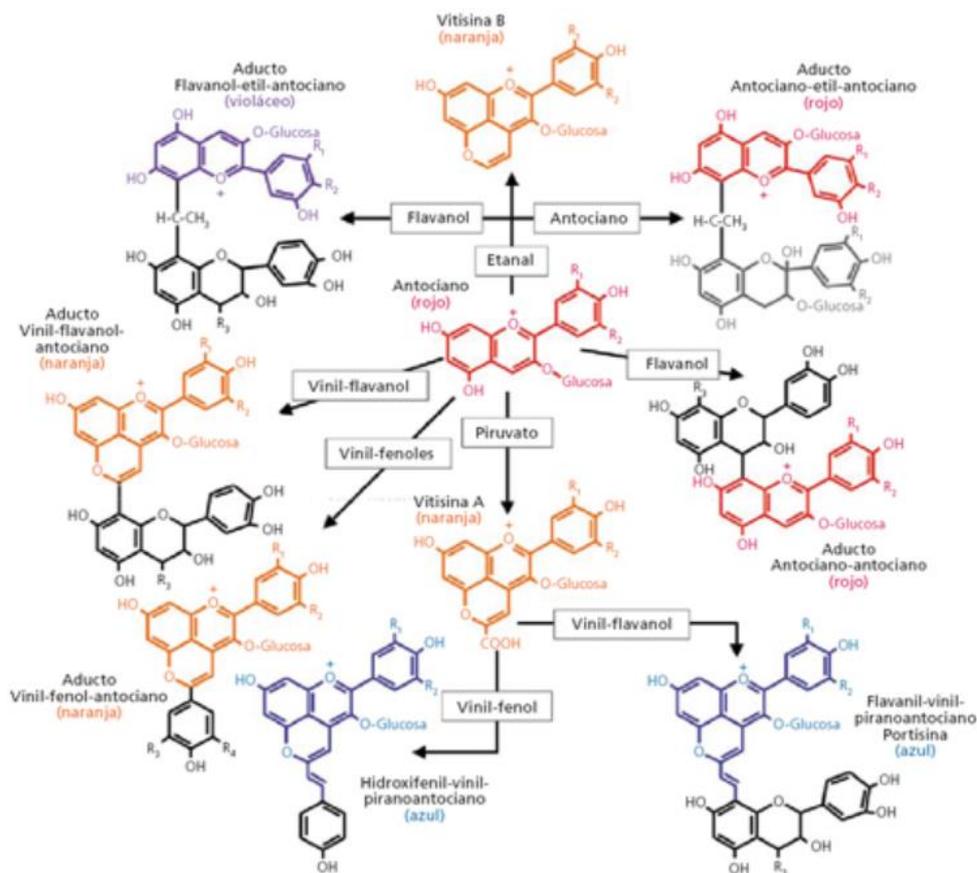


Figura 17. Principales reacciones químicas de los antocianos (Zamora Martín, 2013)

En la figura 17 se observan las siguientes reacciones:

1. Unión directa con flavan-3-oles, formación de un pigmento más estable, mantiene el color rojo.
2. Unión a flavan-3-oles mediante puente etilo (con el etanal), pigmento violáceo.
3. Reacción con el etanal que resulta en polímeros de antocianos unidos por un puente etilo, manteniendo su color rojo, o formando un compuesto llamado Vitisina B de color naranja.
4. Reacción con el ácido pirúvico, dando Vitisina A (anaranjado).
5. La Vitisina A puede reaccionar con un vinil-fenol o un vinil-flavanol originando pigmentos de color azul.
6. Ambas vitisininas forman parte de los piroantocianos, compuestos de color naranja.

Como conclusión, el color de un vino tinto joven depende en gran parte de su composición en antocianos, su pH y de los fenómenos de copigmentación. Durante la crianza en barrica se darán las reacciones mediadas por el etanal, las cuales darán lugar a nuevos pigmentos, por una parte, aductos de antocianos y flavan-3-oles y por otra, piroantocianos. Por tal motivo, el color evolucionará hacia el teja (Zamora Martín, 2013).

Para finalizar, podemos decir que,

Los procesos de oxidación en mostos y vinos pueden ser enzimáticos o químicos. Las primeras son catalizadas por enzimas y se dan principalmente en los mostos, ocasionando el pardeamiento de estos y la caída del color. Las segundas son más comunes en los vinos, se trata de procesos lentos en los que se observan reacción entre los polifenoles y el oxígeno, culminando en una pérdida de color por precipitación de materia colorante. Dentro de los sustratos oxidables se encuentran las catequinas, las cuales son oxidadas por radicales libres formados de acuerdo con la reacción de Fenton (Arriola & Tapia, 2017).

Se puede inferir que, al agregar catequinas al vino, estas se oxidan, sacrificándose para proteger los compuestos polifenólicos que se quieren preservar. Las catequinas se encuentran presentes en numerosas plantas como por ejemplo en la hoja del té verde.

Cabe destacar que, dado a las reacciones de condensación entre antocianinas y taninos, estos últimos además de actuar como antioxidantes, contribuyen a la estabilización del color. Y si bien ese no es el foco de este trabajo, puede ser considerado también como parte del efecto antioxidante en estudio.

3 METODOLOGÍA

3.1 ELABORACIÓN DEL VINO

3.1.1 COSECHA

Se seleccionó una uva Malbec proveniente del cuartel 7A de la finca “El Tomillo” perteneciente a Bemberg Estate Wines, ubicada en la calle La Vencedora en Gualtallary, Valle de Uco, Mendoza. Dicho cuartel consta de 0,9 hectáreas en donde se plantó un total de 7345 plantas, sobre un pie 101_14M, en un sistema de conducción espaldero bajo. En la figura 18 se puede visualizar el cuartel 7A, dentro del mapa de la finca.

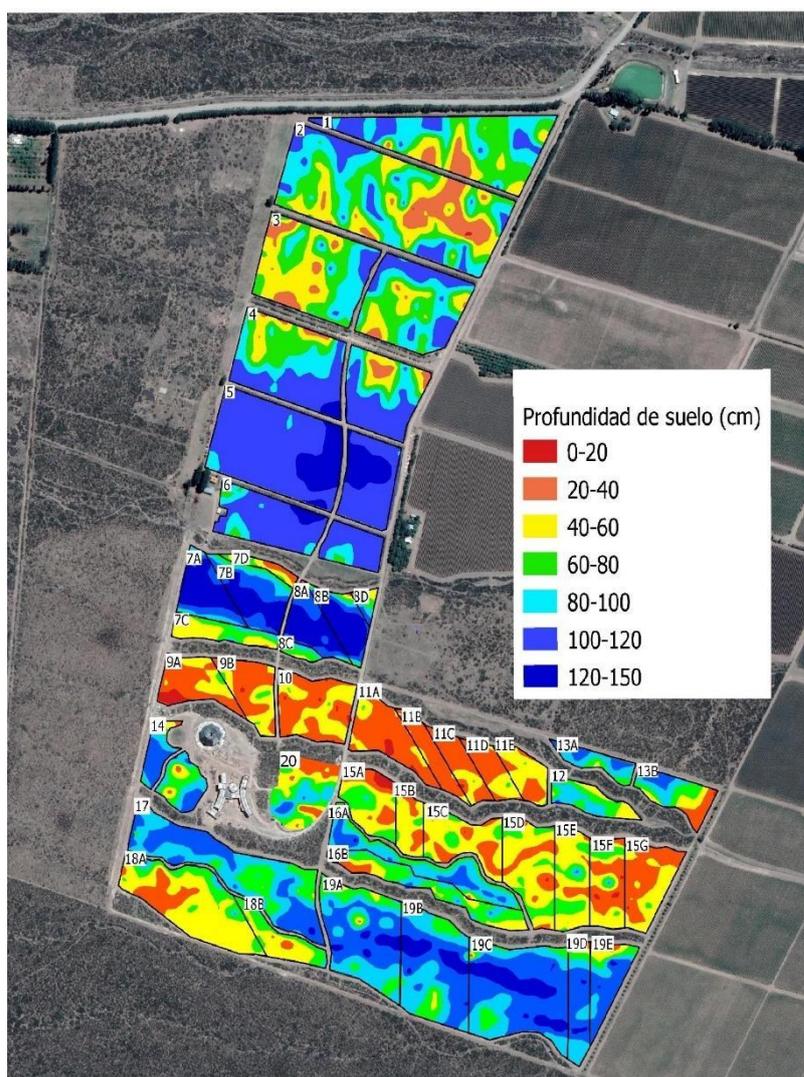


Figura 18. Mapa de la finca de donde se obtuvo la uva Malbec. Fotografía propia.

La uva se cosechó el 17 de febrero del año 2023, de forma manual en cajas de 20 kgs, vertida inmediatamente en bins de 400 kg de capacidad. Fue trasladada inmediatamente a la bodega, la cual se encuentra dentro de la misma finca, en donde fue encubada.

3.1.2 ENCUBADO

La uva fue pesada y posteriormente pasó por un proceso de selección y despalillado. Como se puede ver en la figura 19, la línea de molienda en dicha bodega se compone de una primera mesa en la cual se realiza selección de racimos, una despalilladora marca Pera Pellenc, una segunda mesa de selección en la cual se descartan restos orgánicos indeseados y finalmente una bomba peristáltica que lleva la uva a la vasija destino.



Figura 19. Línea de molienda de la bodega. Fotografía propia.

La vendimia fue dosificada con 20 g/hl de metabisulfito de potasio marca WINY, Enartis y 0,5 g/l de ácido tartárico DERVINSA con el fin de lograr un pH 3,5. En los anexos 7.3 y 7.4 se podrán ver las fichas técnicas del metabisulfito de potasio y del ácido tartárico respectivamente.

3.1.3 VASIJA DE FERMENTACIÓN

La uva se encubó en una vasija de hormigón con capacidad de 45 Hl, y la temperatura de esta fue establecida en 22°C (la vasija posee una chaqueta interna por la cual circula agua a 6°C)

3.1.4 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

3.1.4.1 NUTRICIÓN

La fermentación comenzó de manera espontánea, sin agregado de levaduras comerciales seleccionadas. Los datos analíticos iniciales fueron los siguientes: densidad 1098 g/l (medida tomada con un densímetro), pH: 3,56 (medida tomada con un peachímetro) y acidez total 6,01 g/l (medida obtenida por medio de una titulación ácido-base).

El seguimiento de temperatura, densidad y pH fue diario, a través de una muestra tomada en la mañana, la cual también se degustó con el fin de decidir tratamiento de sombrero.

Una vez que la densidad bajó a 1090 g/l se agregó la primera dosis de nutrición: 20 g/hl de FERMAID® K, de Lallemand. La ficha técnica de este aditivo se puede ver en el anexo 7.5.

Una vez acabado el primer tercio de la fermentación alcohólica, se adicionaron 25 g/hl de FERMAID AT™, Lallemand. La ficha técnica de este aditivo se puede ver en el anexo 7.6.

La fermentación concluyó luego de 21 días.

3.1.4.2 TEMPERATURA Y MANEJO DE SOMBRERO

La temperatura se controló de manera tal que oscile los 22-23°C desde el inicio hasta la mitad de la fermentación. En ese punto se subió a 24°C, temperatura con la cual llegó a su fin.

En cuanto al tratamiento del sombrero, se remontó ½ volumen en la mañana y ½ en la tarde. Durante los 3 primeros días de encubado, estos movimientos fueron cerrados, sin incorporación de aire. Una vez que la densidad bajó a 1090 g/l, uno de los dos remontajes fue abierto para favorecer la incorporación de oxígeno. Cuando el mosto alcanzó la densidad 1070 se realizó un delestaje, el cual se repitió en densidad 1050. Se continuó con suaves mojas de sombrero hasta el final de la fermentación.

Para el tratamiento de sombrero se utilizó una bomba de rotor flexible marca Cazaux, modelo LCM 16/85, con variador de velocidad.

3.1.5 DESCUBE

Luego de 21 días de maceración, se separó el vino del orujo. Este último se prensó, pero no fue utilizado en el ensayo. El desvine se trasegó a un tanque de acero inoxidable de 12 Hl de capacidad, el cual cuenta con una chaqueta que permite enfriar o calentar el vino de acuerdo sea necesario.

3.1.6 FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA

La misma comenzó de manera espontánea, en el tanque de acero inoxidable mencionado en el punto anterior. Tuvo una duración de 12 días, a temperatura constante de 20°C. Al finalizar, los datos analíticos del vino fueron: alcohol 13,77 %, azúcar reductor 1,29 g/l, acidez total 5,92 g/l, acidez volátil 0,44 g/l, pH: 3,67, intensidad colorante 1,985, matiz 0,554, ácido málico 0,4 g/l. Todos los datos fueron obtenidos mediante una medición con un espectrómetro de infrarrojo con transformada de Fourier marca Foss.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Una vez finalizada la fermentación maloláctica, se tomaron 50 litros de la vasija que contenía el vino Malbec descrito anteriormente para llenar tres bidones de quince litros de capacidad. Los mismos fueron tratados de la siguiente forma:

Bidón n°1: se agregó metabisulfito de potasio cuya ficha técnica se encuentra en el anexo 8.3, de manera tal que el vino tuviera 40 mg/l de SO₂ libre.

Bidón n°2: se adicionó el tanino de té Ti Premium, cuya ficha técnica se puede ver en el anexo 7.1, en una dosis de 5 g/hl (dosis mínima recomendada por el proveedor). El uso de dicho aditivo está amparado por la legislación argentina, el análisis de libre circulación correspondiente se encuentra en el anexo 7.2.

Bidón n°3: se adicionó el tanino de té Ti Premium, cuya ficha técnica se puede ver en el anexo 7.1, en una dosis de 15 g/hl (dosis máxima recomendada por el proveedor). El uso de dicho aditivo está amparado por la legislación argentina, el análisis de libre circulación correspondiente se encuentra en el anexo 7.2.

Cada uno de los tres bidones fue homogeneizado y luego fraccionado en botellas de 750 ml de capacidad. Se obtuvo un total de 20 botellas de cada uno.

3.3 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

- Alcohol (alcolyzer)
- Extracto seco (espectrómetro de infrarrojo con transformada de Fourier -FTIR- marca Foss, modelo Wine Scan)
- Densidad (alcolyzer)
- Glucosa+fructosa (espectrómetro de infrarrojo con transformada de Fourier -FTIR- marca Foss, modelo Wine Scan)
- Azúcares reductores (espectrómetro de infrarrojo con transformada de Fourier -FTIR- marca Foss, modelo Wine Scan)
- Acidez total (espectrómetro de infrarrojo con transformada de Fourier -FTIR- marca Foss, modelo Wine Scan)
- Acidez volátil (espectrómetro de infrarrojo con transformada de Fourier -FTIR- marca Foss, modelo Wine Scan)
- pH (espectrómetro de infrarrojo con transformada de Fourier -FTIR- marca Foss, modelo Wine Scan)
- Ácido málico (espectrómetro de infrarrojo con transformada de Fourier -FTIR- marca Foss, modelo Wine Scan)
- SO₂ libre y total (Rankine)
- Oxígeno disuelto (oxímetro)

3.4 ANÁLISIS DE COLOR Y TANINOS

- Intensidad colorante

- Matiz
- Índice de color
- Índice de polifenoles totales (IPT)
- Determinaciones de parámetros de color por CIELAB
- Antocianos totales
- Taninos totales

3.5 EQUIPAMIENTO Y TÉCNICAS

3.5.1 ESPECTRÓMETRO DE INFRARROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER FTIR-

Marca: Foss

Modelo: WineScan



Figura 20. Equipo WineScan™. Fotografía propia.

Técnica: se filtra la muestra para bajar la turbidez y eliminar interferencias (esto se hace con la ayuda de un papel de filtro y un embudo). Se necesitan 10 ml de muestra para colocar en un tubo de ensayo que luego se introduce en el espectrómetro observado en la figura 20. Se realizan dos mediciones, el promedio de ambas es el resultado final.

3.5.2 ALCOLYZER

Marca: ANTON PAAR

El mismo se utiliza para determinar alcohol y densidad. La figura 21 muestra el equipo.

Rango de medición 0 a 20% v/v

Repetibilidad 0,01%v/v

Exactitud $\pm 0,10\%$

Temperatura de medición 20°C

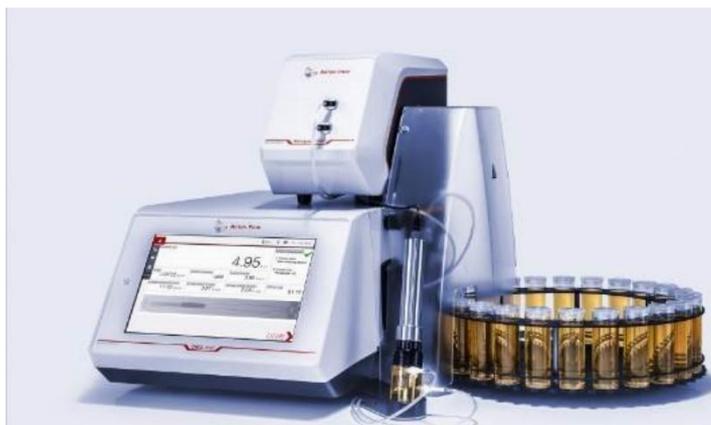


Figura 21. Alcolyzer. (Anton paar, 2024)

Técnica: la muestra se prepara tal cual se hace para foss. El equipo precisa 50 ml para realizar la medición de alcohol, extracto y densidad.

3.5.3 ESPECTROFOTÓMETRO

Marca-modelo: Shimadzu UV 1900. El equipo se puede ver en la figura 22.



Figura 22. Espectrofotómetro. Fotografía propia.

TÉCNICA PARA MEDICIÓN DE IPT, TANINOS TOTALES, ANTOCIANOS TOTALES, INDICE DE COLOR Y MATIZ

Estimación de polifenoles basada en Puissant-Leon para la determinación de antocianos. El dosaje de taninos es una estimación a partir del cálculo del IPT y deducción de la contribución a la absorbancia de los antocianos y los ácidos fenólicos (como las dos familias más contributivas al IPT, junto con los taninos). La técnica subestima levemente la concentración de antocianos, pero es de alta repetibilidad y considerablemente fácil. Permite apreciar la evolución de la composición polifenólica a través del tiempo y antes y después de aplicación de técnicas enológicas en bodega.

MATERIALES

- HCl al 1% P/V.

- Matraz 10 ml o similar
- Pipetas graduadas o automáticas
- Espectrofotómetro.
- Filtro de 0,45 μ
- Cubeta de cuarzo 1 cm

MÉTODO

✓ Clarificar la muestra por centrifugación (máxima velocidad 5') o filtración por tierra ✓ Diluir la muestra a 100x con la solución de HCl.

✓ Filtrar por membrana 0,45 μm

✓ Medir las absorbancias a 280, 320 y 520 nm en cubeta de cuarzo de 1 cm

Cálculos:

$$\text{IPT} = A_{280} \times 100$$

$$\text{ANTOCIANOS TOTALES (mg/L)} = A_{520} \times 100 \times 22,76$$

$$\text{TANINOS (mg/l)} = 100 \times 76 \times (A_{280} - 0.4 \times (A_{320} - 0.2 \times A_{520}) - 0.6 \times A_{520})$$

INTENSIDAD DE COLOR

Para determinarla, se tomaron las lecturas a 420 nm y 520 nm y se sumaron los valores.

MATIZ

Para determinarlo, se realizó el cociente entre la lectura a 420 nm y aquella a 520 nm.

3.5.4 RANKINE

Este método permite determinar anhídrido sulfuroso libre y total sin que la presencia de polifenoles altere el resultado.

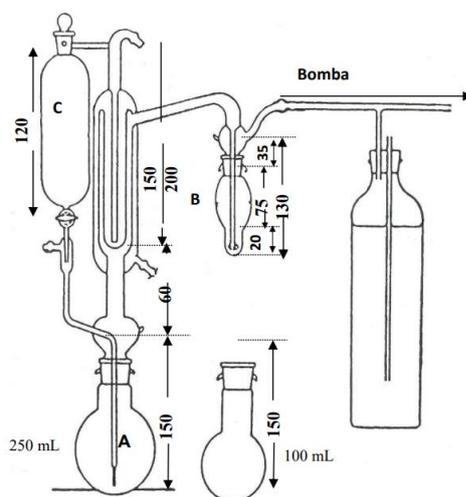


Figura 23. Equipo Rankine (OIV, 2018)

3.5.4.1 SO₂ LIBRE

Fundamento

Arrastre del dióxido de azufre con una corriente de aire o de nitrógeno; fijación y oxidación por borboteo en una solución diluida y neutra de peróxido de hidrógeno. Valoración del ácido sulfúrico formado con una solución de hidróxido de sodio de concentración conocida.

Reactivos

Ácido fosfórico

Reactivo indicador:

Rojo de metilo 100 mg

Azul de metileno 50 mg

Etanol (≥ 95 %) 50 mL

Enrasar a 100 mL con agua para uso en análisis de laboratorio. Para preparar un volumen distinto de 100 mL, respetar las proporciones

Hidróxido de sodio 0,01M

Peróxido de hidrógeno 3 volúmenes

Procedimiento

- Conectar el refrigerante a la toma de agua.
- Regular la temperatura del laboratorio o preparar un baño a entre 18 y 24 °C.

- En el borboteador B del sistema de arrastre, introducir 2-3 mL de la solución de peróxido de hidrógeno, 2 gotas del reactivo indicador y neutralizar con la solución de hidróxido de sodio 0,01 M (el color verde indica pH neutro).
- Ajustar el borboteador al sistema.
- Introducir 50 mL de muestra en el matraz A de 250 mL y fijarlo al sistema.
- Introducir 15 mL de ácido fosfórico en el dosificador C.
- Abrir el grifo para añadir el ácido a la muestra y, al mismo tiempo, poner en marcha la corriente de gas y el temporizador (15 minutos). El dióxido de azufre libre arrastrado se oxida a ácido sulfúrico.
- Pasados 15 minutos, quitar el borboteador B y limpiar con agua el tubo conductor de gases (por la parte esmerilada).
- Valorar el ácido formado con la solución de hidróxido de sodio 0,01 M (4.5) hasta el viraje del indicador a verde. Sea n los mililitros de solución consumidos en la valoración.

Cálculo y expresión de los resultados

Dióxido de azufre libre en miligramos por litro: $6,4n$

El resultado se expresa en mg/L

(OIV, 2018)

3.5.4.2 SO₂ TOTAL

Fundamento

Arrastre del dióxido de azufre con una corriente de aire o de nitrógeno; fijación y oxidación por borboteo en una solución diluida y neutra de peróxido de hidrógeno. Valoración del ácido sulfúrico formado con una solución de hidróxido de sodio de concentración conocida. El dióxido de azufre total se extrae del vino por arrastre en caliente (aprox. 100 °C).

Reactivos

Ácido fosfórico

Reactivo indicador:

Rojo de metilo 100 mg

Azul de metileno 50 mg

Etanol (≥ 95 %) 50 mL

Enrasar a 100 mL con agua para uso en análisis de laboratorio. Para preparar un volumen distinto de 100 mL, respetar las proporciones

Hidróxido de sodio 0,01M

Peróxido de hidrógeno 3 volúmenes

Procedimiento

- Conectar el refrigerante a la toma de agua.
- En el borboteador B del sistema de arrastre, introducir 2-3 mL de la solución de peróxido de hidrógeno, 2 gotas del reactivo indicador y neutralizar con la solución de hidróxido de sodio 0,01 M (el color verde indica pH neutro). Ajustar el borboteador al sistema.
- En el matraz A, introducir: 50 mL de la muestra (si se sospecha que su concentración es < 50 mg/L de SO₂ total), ó 20 mL de la muestra (si se sospecha que su concentración es ≤ 50 mg/L de SO₂ total), y fijarlo al sistema.
- En el dosificador C, introducir: 15 mL de ácido fosfórico (si se sospecha que la concentración de la muestra es < 50 mg/L de SO₂ total), ó 5 mL de ácido fosfórico (si se sospecha que la concentración de la muestra es ≥ 50 mg/L de SO₂ total)
- Abrir el grifo para añadir el ácido a la muestra, encender la fuente de calor y, al mismo tiempo, poner en marcha la corriente de gas y el temporizador (15 minutos). Mantener en ebullición durante el paso de la corriente de gas. El dióxido de azufre total arrastrado se oxida a ácido sulfúrico.
- Pasados 15 minutos, apagar la fuente de calor, quitar el borboteador B y limpiar con agua el tubo conductor de gases (por la parte esmerilada).
- Valorar el ácido formado con la solución de hidróxido de sodio 0,01 M hasta el viraje del indicador a verde.

Cálculo y expresión de los resultados

Muestras con bajo contenido en dióxido de azufre (50 mL de muestra): $6,4n$

Otras muestras (20 mL de muestra): $16n$

El resultado se expresa en mg/L

(OIV, 2018)

3.5.5 OXÍGENO DISUELTO

La medición se lleva a cabo mediante el instrumento de medición en la figura 24. Se trata de un equipo WTW Multi 3510 IDS con una sonda Sentix FDO 925 la cual se coloca adentro de la botella y luego de unos segundos arroja el resultado, medido en mg/l.



Figura 24. Equipo para medir oxígeno disuelto.

3.6 DETERMINACIONES DE PARÁMETROS DE COLOR POR CIELAB

En la figura 25 se aprecia el espacio CIELAB. Se trata de un método para expresar el color de un objeto de manera objetiva. El mismo fue desarrollado por la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE, de ahí las primeras tres letras del nombre, L, A y B corresponden a coordenadas), una organización considerada mundialmente como la autoridad de la luz y el color. Considerado como uno de los espacios más populares y uniformes para evaluar el color de un objeto, este espacio correlaciona valores numéricos de color con la percepción visual humana.

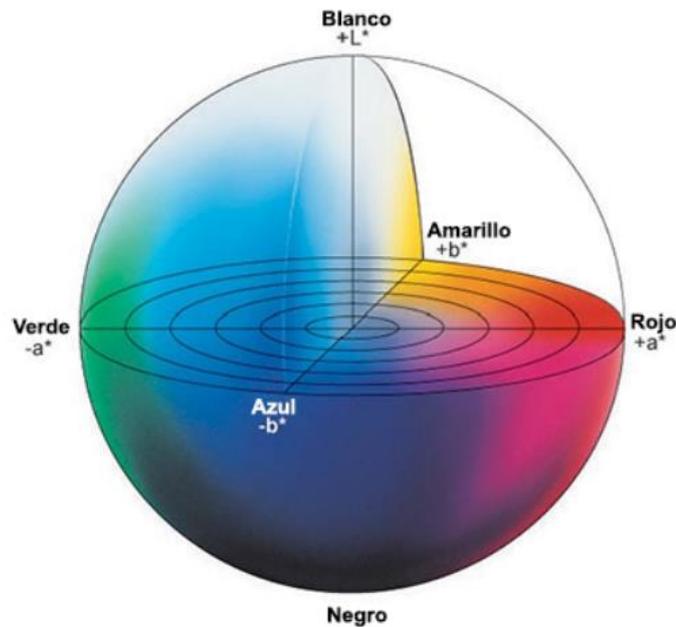


Figura 25. El espacio de color. (Konica Minolta, 2024)

El color puede ser expresado en términos de matiz (color), luminosidad (brillo) y saturación (vividez). La base del espacio CIE Lab es el concepto de que un color no puede ser rojo y verde al mismo tiempo ni amarillo y azul al mismo tiempo. De este modo: a^* expresa las coordenadas rojo/verde, siendo $+a$ =rojo y $-a$ =verde; b^* expresa las coordenadas amarillo/azul, siendo $+b$ =amarillo y $-b$ =azul; L^* hace referencia a la luminosidad.

El espacio de color CIE Lab se compone de tres ejes:

1. **L***: Representa la luminosidad o claridad del color. El valor de L^* varía de 0 (negro) a 100 (blanco).
2. **a***: Representa la posición del color en el eje verde-rojo. Los valores negativos indican más verde, y los valores positivos indican más rojo.
3. **b***: Representa la posición del color en el eje azul-amarillo. Los valores negativos indican más azul, y los valores positivos indican más amarillo.

A partir de las mismas coordenadas, tal como se ve en la figura 26, es posible determinar la tonalidad (H^*) y la saturación o croma (C^*).

La tonalidad es medida como un ángulo entre 0 y 360° (...) si dos muestras llamadas A y B tienen una tonalidad de 1 y 358 respectivamente (...) la diferencia en el ángulo de tonalidad es de solo 3°, por lo que se puede considerar que estas muestras presentan solo pequeñas diferencias de tonalidad (...) La saturación o croma (C^*), indica la contribución de a^* (color rojo) y b^* (color amarillo), al color total del vino; valores de C^* cercanos o superiores a 50 indican colores vívidos (...) En el año 2001,

el grupo de color del laboratorio de la Universidad de la Rioja (...) propuso como método usual de determinación del color de los vinos, la toma y registro de valores de absorbancia a 4 longitudes de onda: 450, 520, 570 y 630 nm, para calcular los valores triestímulo X, Y y Z. (Casassa & Sari, 2006, pág. 3)

$$\begin{aligned}
 X &= 19,717 A_{450} + 1,884 A_{520} + 42,539 A_{570} + 32,474 A_{630} - 1,841 \\
 Y &= 7,950 A_{450} + 34,764 A_{520} + 42,736 A_{570} + 15,759 A_{630} - 1,180 \\
 Z &= 103,518 A_{450} + 4,190 A_{520} + 0,251 A_{570} + 1,831 A_{630} - 0,818 \\
 \\
 \text{Luminosidad (L}^*) &= 116 (Y/100)/3 \\
 (a^*) &= 500 [(X/94,825)/3 - (Y/100)/3] \\
 (b^*) &= 200 [(Y/100)/3 - (Z/107,383)/3] \\
 \text{Tonalidad (H}^*) &= \text{arc tg } (b^*/a^*) \\
 \text{Saturación o Chroma (C}^*) &= (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}
 \end{aligned}$$

Figura 26. Cálculo de las coordenadas Cie-Lab. (Casassa & Sari, 2006)

3.6.1 DIFERENCIAS DE COLOR CIELAB

Una vez determinados los parámetros CIELab, se puede calcular la diferencia de color CIELab, que

$$\Delta E_{A,B}^* = [(L^*_A - L^*_B)^2 + (a^*_A - a^*_B)^2 + (b^*_A - b^*_B)^2]^{1/2},$$

siendo L^* , a^* y b^* las coordenadas CIELab y el subíndice A corresponda a la vinificación con SO_2 y el subíndice B a la vinificación con té (tratamiento 1: 5 g/hL ó tratamiento 2: 15 g/hL)

Cuando un degustador observa un vino a través de una copa, aún en condiciones normalizadas, puede determinar que existen características cromáticas diferenciales cuando el valor de $\Delta E_{A,B}^* = 2,7$ unidades (Casassa & Sari, 2006)

3.7 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se llevó a cabo con el fin de descartar una posible influencia negativa por parte del tanino de té en las características organolépticas del vino, que impidiera su uso.

Se utilizó el método RATA (Rate All That Apply), una variante del método CATA (Check All That Apply) que no requiere de panelistas entrenados sino consumidores de vino en este caso.

Se presentaron a los distintos degustadores 3 copas

Se definieron los siguientes atributos para analizar:

- Vista: intensidad de color y matiz violeta.
- Olfato: intensidad aromática, fruta fresca, fruta madura, madera y herbáceo.
- Boca: alcohol, especiado, astringencia, concentración, amargo y acidez.

En todos los casos, la escala utilizada fue: ausencia, bajo, medio, alto.

Los resultados se ingresaron en una planilla de documentos de Google, ilustrada en la figura 27.

Marca solo un óvalo por fila.

	Ausencia	Bajo	Medio	Alto
Int. Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matiz Violeta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Int. Aromática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fruta Fresca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fruta Madura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Madera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Herbáceo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alcohol	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Especiado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Astringencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Concentración	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Amargo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acidez	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 27. Evaluación sensorial. Figura propia

Lo que se muestra en la figura 35 es la evaluación para una copa, la misma fue llevada a cabo 3 veces, una por copa. Las copas fueron numeradas 1, 2 y 3 correspondían a los tratamientos Té 5 g/hl, té 15 g/hl y 45 mg/l SO₂ respectivamente.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tal como fue mencionado anteriormente, los tratamientos fueron 3: 5 g/HL de tanino de té, 15 g/hl de tanino de té y 45 mg/l SO₂. El vino fue embotellado en julio del año 2023 y las muestras fueron analizadas en agosto y diciembre del mismo año, y luego en marzo y julio de 2024. Es decir que, cada tratamiento fue analizado en 4 tiempos. Para cada mes (tiempo) y cada tratamiento, los análisis fueron llevados a cabo por triplicado.

El análisis estadístico fue realizado mediante el programa Infostat, versión estudiantil. En cada caso, se llevó a cabo un análisis de la varianza seguido de una prueba de Tukey con nivel de significación $p < 0.05$.

Para graficar los resultados se utilizaron gráficos tipo BOXPLOT también conocidos como gráficos de bigotes. Los mismos permiten visualizar la distribución de un conjunto de datos, destacando su mediana, cuartiles y outliers (valores atípicos). En dicho gráfico, la caja

representa el 50% central de los datos. Dentro de la caja, hay una línea horizontal que indica la mediana, y un punto indicando la media. También se utilizaron gráficos de barras.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos a través del análisis sensorial fue llevado a cabo con el programa Infostat, versión estudiantil. En este caso el número de muestras fue 29 ya que 29 fueron los degustadores. Para la interpretación de los resultados se llevó a cabo un análisis de la varianza seguido de una prueba de Tukey con nivel de significación $p < 0.05$. Los mismos fueron acompañados de un gráfico tipo telaraña.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se expresan por separado los resultados obtenidos de los datos analíticos de cada una de las variables dependientes: intensidad colorante, matiz, oxígeno disuelto y coordenadas CIELAB, a lo largo del tiempo. Los tratamientos se identifican con la letra “T”, seguida de los números 1, 2, 3 y 4 de acuerdo se trate de agosto, diciembre, marzo o julio. En el último mes del ensayo se analizaron también antocianos totales y taninos totales.

Además de las variables mencionadas, cada mes se llevaron a cabo análisis físicoquímicos cuyos valores se encuentran en el anexo 8.7.

4.1 VARIABLES DEPENDIENTES A LO LARGO DEL TIEMPO

4.1.1 INTENSIDAD COLORANTE

Tabla 1: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de Intensidad Colorante a lo largo del tiempo

ID	Medias	n	E.E.					
SO ₂ L 45 mg/l T3	1.38	3	0.04	A				
Té 15 g/hl T2	1.44	3	0.04	A	B			
SO ₂ L 45 mg/l T4	1.45	3	0.04	A	B	C		
SO ₂ L 45 mg/l T1	1.53	3	0.04	A	B	C	D	
SO ₂ L 45 mg/l T2	1.55	3	0.04	A	B	C	D	
Té 15 g/hl T3	1.56	3	0.04	A	B	C	D	
Té 5 g/hl T3	1.58	3	0.04		B	C	D	
Té 5 g/hl T2	1.64	3	0.04			C	D	
Té 15 g/hl T4	1.65	3	0.04				D	
Té 5 g/hl T4	1.65	3	0.04				D	
Té 5 g/hl T1	1.90	3	0.04					E
Té 15 g/hl T1	2.02	3	0.04					E

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

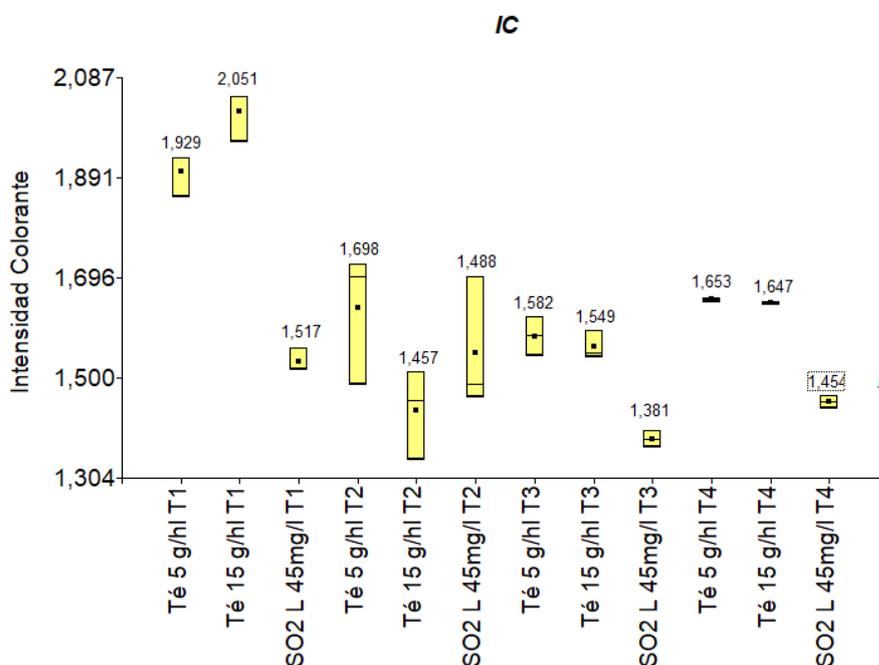


Figura 28. Gráfico intensidad colorante a lo largo del tiempo.

El análisis de la varianza seguido por la prueba de Tukey arroja un p-valor menor a 0.05, indicando que existen diferencias significativas y agrupa los resultados en diferentes grupos, incluyendo las letras A, B, C, D, E.

Las medias más altas (E) corresponden a los tratamientos 5 y 15 g/hl tanino de té en el mes de agosto, es decir un mes después de embotellado el vino. Esto indica que la intensidad del vino fue mayor cuando éste fue más joven. Además, el tratamiento 45 mg/l SO₂L en ese momento arroja datos agrupados en A,B,C,D, con valores menores de intensidad, indicando una disminución en el parámetro analizado debida a la adición de anhídrido sulfuroso.

Incluyendo las medias más bajas (A) se encuentran los tratamientos 45 mg/l SO₂L en todas las etapas del ensayo, así como también los tratamientos con 15 g/hl de tanino de té en los meses de diciembre y marzo.

El gráfico de cajas muestra que no hay valores extremos y que no hay mucha variabilidad dentro de los tratamientos. Se observa a simple vista la diferencia entre los valores del tiempo 1 en los tratamientos de té y los valores de todos los tratamientos una vez transcurrido cierto tiempo.

En el tiempo 2 de los 3 tratamientos se observa mayor dispersión de datos y una distribución asimétrica. En el tiempo 4 de los tres tratamientos, la distribución es menos extensa y hay simetría, además de que media y mediana coinciden.

4.1.2 MATIZ

Tabla 2: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias del Matiz a lo largo del tiempo

ID	Medias	n	E.E.					
Té 5 g/hl T1	0,53	3	0,01	A				
Té 15 g/hl T1	0,57	3	0,01		B			
Té 15 g/hl T2	0,57	3	0,01		B			
SO ₂ L 45 mg/l T1	0,58	3	0,01		B	C		
Té 5 g/hl T2	0,59	3	0,01		B	C		
SO ₂ L 45 mg/l T2	0,59	3	0,01		B	C		
Té 15 g/hl T3	0,60	3	0,01		B	C	D	
Té 5 g/hl T3	0,60	3	0,01		B	C	D	E
SO ₂ L 45 mg/l T3	0,62	3	0,01			C	D	E
Té 5 g/hl T4	0,62	3	0,01				D	E
Té 15 g/hl T4	0,63	3	0,01				D	E
SO ₂ L 45 mg/l T4	0,64	3	0,01					E

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

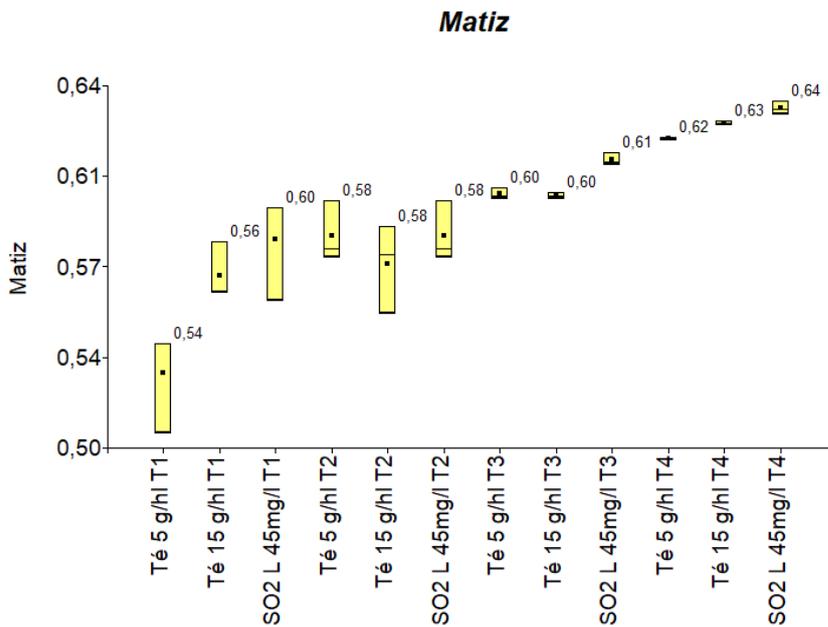


Figura 29. Gráfico que muestra la evolución del matiz a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.

El p-valor menor a 0,05 indica que existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos a lo largo del tiempo. Los valores extremos agrupados en A y E corresponden a los extremos en tiempo para el ensayo, es decir, el tiempo 1 (agosto 2023) y el tiempo 4 (julio 2024). Esto indica que el matiz fue aumentando a medida que transcurrieron los meses. La media para el tratamiento 15 g/hl té T1 arroja un valor inesperado ya que lo lógico hubiera sido que se agrupe junto a 5 g/hl té T1, teniendo en cuenta que el matiz se vio afectado por el agregado del anhídrido sulfuroso.

Como se observa en la figura 29, el gráfico de cajas permite ver cuan alejados del resto se encuentran los valores correspondientes al tratamiento 5 g/hl té T1, y aquellos correspondientes a 45 mg/l SO₂L T4, sin superponerse la caja de este último con ninguno de los anteriores.

4.1.3 OXÍGENO DISUELTO

Tabla 3: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias del oxígeno disuelto a lo largo del tiempo

ID	Medias	n	E.E.		
Té 15 g/hl T2	0,20	3	0,02	A	
SO ₂ L 45 mg/l T2	0,23	3	0,02	A	B
Té 15 g/hl T1	0,27	3	0,02	A	B
Té 5 g/hl T2	0,27	3	0,02	A	B

Té 5 g/hl T1	0,27	3	0,02	A	B
Té 5 g/hl T3	0,30	3	0,02		B
Té 5 g/hl T4	0,30	3	0,02		B
Té 15 g/hl T4	0,30	3	0,02		B
SO ₂ L 45 mg/l T3	0,30	3	0,02		B
SO ₂ L 45 mg/l T4	0,30	3	0,02		B
SO ₂ L 45 mg/l T1	0,30	3	0,02		B
Té 15 g/hl T3	0,30	3	0,02		B

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

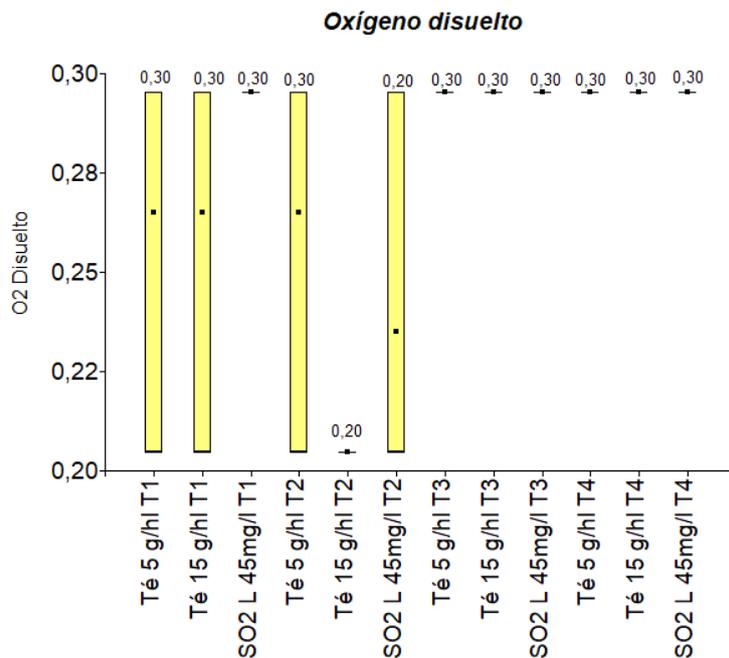


Figura 30. Gráfico que muestra la evolución del oxígeno disuelto a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.

Las medias en este caso tuvieron un mínimo en 0,2 mg/l y un máximo en 0,3 mg/l. Si bien de acuerdo con la prueba de Tukey las diferencias son significativas, una variación tal no se considera que pueda tener un impacto significativo en el vino.

4.1.4 COORDENADAS CIELAB

4.1.4.1 L* (luminosidad)

Tabla 4: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de L* a lo largo del tiempo

ID	Medias	n	E.E.			
Té 5 g/hl T1	47,93	3	0,78	A		
Té 15 g/hl T1	49,47	3	0,78	A	B	
Té 15 g/hl T4	50,43	3	0,78	A	B	C
SO ₂ L 45 mg/l T1	50,83	3	0,78	A	B	C
SO ₂ L 45 mg/l T2	50,93	3	0,78	A	B	C
Té 5 g/hl T3	51,87	3	0,78	A	B	C
SO ₂ L 45 mg/l T4	52,13	3	0,78		B	C
Té 5 g/hl T2	52,43	3	0,78		B	C
Té 15 g/hl T3	52,73	3	0,78		B	C
Té 5 g/hl T4	52,80	3	0,78		B	C
SO ₂ L 45 mg/l T3	53,63	3	0,78			C
Té 15 g/hl T2	54,30	3	0,78			C

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

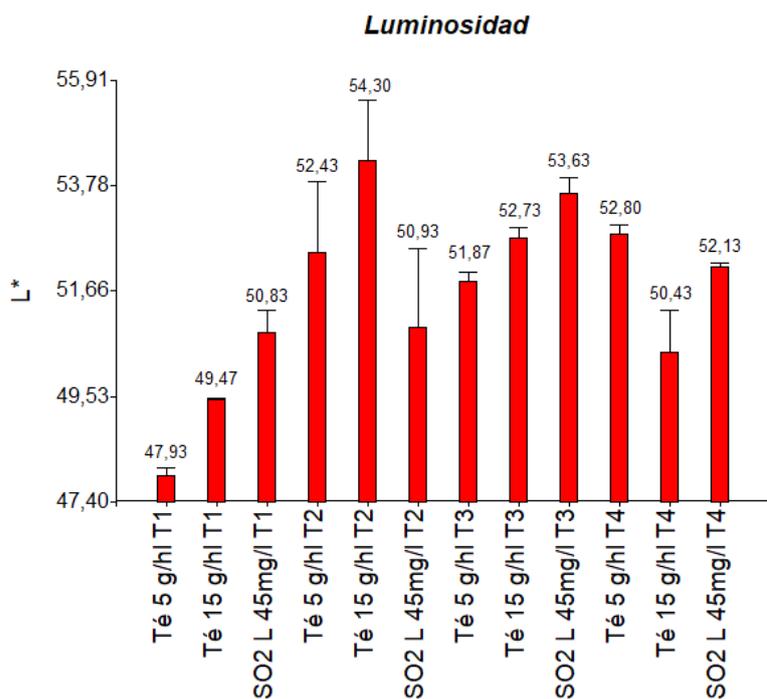


Figura 31. Gráfico que muestra la evolución de la luminosidad a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.

La luminosidad presenta medias significativamente diferentes, pero con 10 de los 12 valores agrupados dentro de la misma letra en dos casos. El valor mínimo (correspondiente a la mínima luminosidad) lo tiene el tratamiento té 5 g/hl T1, a partir de ahí los valores se acrecientan, aunque no de manera constante, sino que aumentan y disminuyen.

4.1.4.2 a* (Representa la posición del color en el eje verde-rojo. Los valores negativos indican más verde, y los valores positivos indican más rojo.)

Tabla 5: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de a* a lo largo del tiempo

ID	Medias	n	E.E.					
SO ₂ L 45 mg/l T4	35,59	3	1,17	A				
Té 15 g/hl T2	35,99	3	1,17	A				
SO ₂ L 45 mg/l T1	36,02	3	1,17	A				
Té 15 g/hl T4	38,27	3	1,17	A	B			
SO ₂ L 45 mg/l T3	38,59	3	1,17	A	B			
SO ₂ L 45 mg/l T2	39,06	3	1,17	A	B			
Té 5 g/hl T3	42,31	3	1,17		B	C		
Té 15 g/hl T1	43,48	3	1,17		B	C	D	
Té 15 g/hl T3	44,05	3	1,17		B	C	D	
Té 5 g/hl T2	45,40	3	1,17			C	D	
Té 5 g/hl T4	49,30	3	1,17				D	E
Té 5 g/hl T1	53,33	3	1,17					E

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

Eje verde-rojo

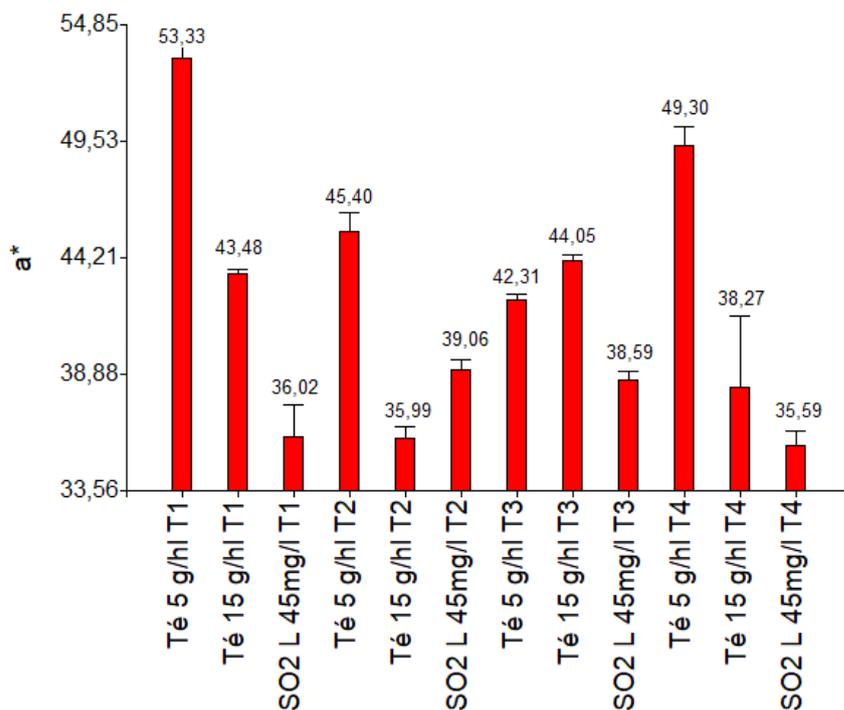


Figura 32. Gráfico que muestra la evolución de la coordenada a^* a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.

Todas las medias de a^* son valores positivos, es decir que no hay tonalidades verdes. El valor máximo en los tiempos 1,2 y 4 los tiene el tratamiento Té 5 g/hl. Por lo contrario, el valor mínimo en los tiempos 1, 3 y 4 los tiene el tratamiento SO₂L 45 mg/l. Esto indica que, la mayor presencia de color rojo se da en la muestra con tratamiento Té 5 g/hl mientras que la menor presencia de dicho color la tiene el tratamiento SO₂L 45 mg/l.

4.1.4.3 b^* (Representa la posición del color en el eje azul-amarillo. Los valores negativos indican más azul, y los valores positivos indican más amarillo)

Tabla 6: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de a^* a lo largo del tiempo

ID	Medias	n	E.E.				
Té 5 g/hl T4	-18,74	3	1,38	A			
Té 15 g/hl T4	-13,04	3	1,38	A	B		
SO ₂ L 45 mg/l T4	-12,50	3	1,38	A	B		
Té 15 g/hl T3	-9,65	3	1,38		B	C	
SO ₂ L 45 mg/l T1	-7,40	3	1,38		B	C	D
Té 15 g/hl T2	-7,34	3	1,38		B	C	D

Té 5 g/hl T1	-5,38	3	1,38		C	D	E
SO ₂ L 45 mg/l T2	-4,97	3	1,38		C	D	E
Té 15 g/hl T1	-3,94	3	1,38		C	D	E
Té 5 g/hl T2	-2,22	3	1,38			D	E
Té 5 g/hl T3	-1,88	3	1,38			D	E
SO ₂ L 45 mg/l T3	-0,03	3	1,38				E

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

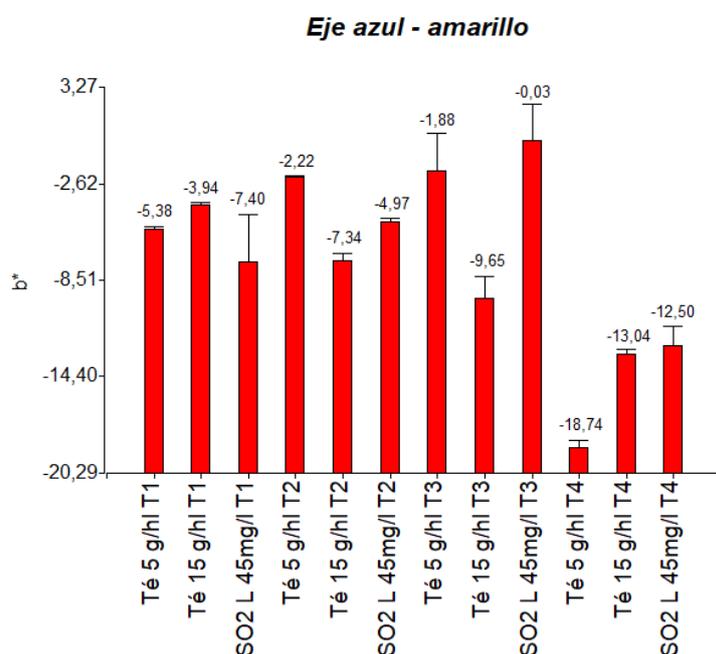


Figura 33. Gráfico que muestra la evolución de la coordenada b^* a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.

Se observan medias significativamente diferentes. La letra A, correspondiente a las medias más bajas, es decir los valores negativos más altos, agrupa los valores de los tres tratamientos en el último tiempo. Esto indicaría que, con el paso del tiempo, el color de los 3 vinos fue aumentando la cantidad de azul y disminuyendo la cantidad de amarillo.

4.1.4.4 H* (tonalidad) 4.1.4.4

Tabla 7: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de H* a lo largo del tiempo

ID	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl T3	117,49	3	47,70	A

SO ₂ L 45 mg/l T3	120,02	3	47,70	A
Té 5 g/hl T4	339,17	3	47,70	A
SO ₂ L 45 mg/l T4	340,73	3	47,70	A
Té 15 g/hl T4	341,03	3	47,70	A
Té 15 g/hl T3	347,67	3	47,70	A
Té 15 g/hl T2	348,47	3	47,70	A
SO ₂ L 45 mg/l T1	348,73	3	47,70	A
SO ₂ L 45 mg/l T2	352,77	3	47,70	A
Té 5 g/hl T1	354,23	3	47,70	A
Té 15 g/hl T1	354,83	3	47,70	A
Té 5 g/hl T2	357,17	3	47,70	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

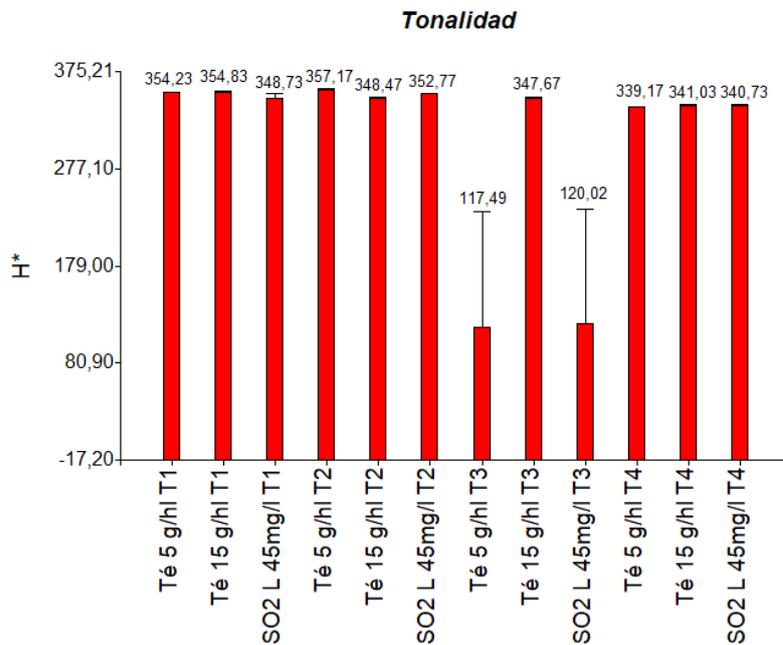


Figura 34. Gráfico que muestra la evolución de la tonalidad a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.

No se observan diferencias significativas.

4.1.4.5 C* (saturación)

Tabla 8: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de C* a lo largo del tiempo

ID	Medias	n	E.E.				
Té 15 g/hl T2	36,74	3	1,24	A			
SO ₂ L 45 mg/l T1	36,95	3	1,24	A			
SO ₂ L 45 mg/l T4	37,74	3	1,24	A	B		
SO ₂ L 45 mg/l T3	38,72	3	1,24	A	B		
SO ₂ L 45 mg/l T2	39,38	3	1,24	A	B	C	
Té 15 g/hl T4	40,44	3	1,24	A	B	C	
Té 5 g/hl T3	42,48	3	1,24	A	B	C	
Té 15 g/hl T1	43,66	3	1,24		B	C	
Té 15 g/hl T3	45,13	3	1,24			C	
Té 5 g/hl T2	45,45	3	1,24			C	
Té 5 g/hl T4	52,75	3	1,24				D
Té 5 g/hl T1	53,60	3	1,24				D

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

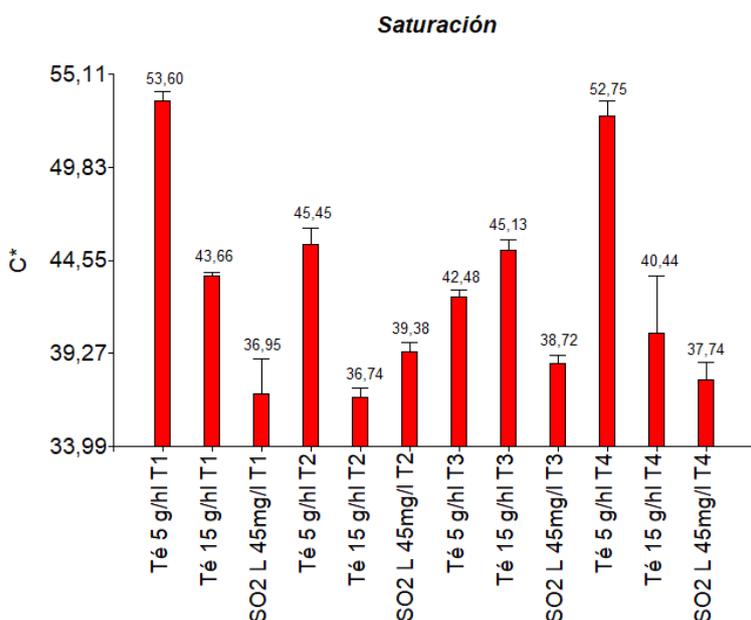


Figura 35. Gráfico que muestra la evolución de la saturación a lo largo del tiempo, en cada uno de los tres tratamientos.

Se observan diferencias significativas. Los tratamientos con SO₂ presentan las medias más bajas en las 4 etapas de análisis, indicando menor saturación en los vinos correspondientes. Los valores más altos los arrojan los tratamientos con la dosis mínima de tanino de té, al principio y al final del período de ensayo, indicando mayor saturación de esos vinos.

4.2 VARIABLES DEPENDIENTES ÚLTIMO MES

A continuación, se muestran los resultados de las variables dependientes más antocianos totales, taninos totales e índice de polifenoles totales en cada uno de los tres tratamientos para Julio 2024, final del período de ensayo.

4.2.1 INTENSIDAD COLORANTE

Tabla 9: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de la intensidad colorante en el último mes

ID	Medias	n	E.E.		
SO ₂ L 45 mg/l	1.45	3	4.6E-03	A	
Té 15 g/hl	1.65	3	4.6E-03		B
Té 5 g/hl	1.65	3	4.6E-03		B

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

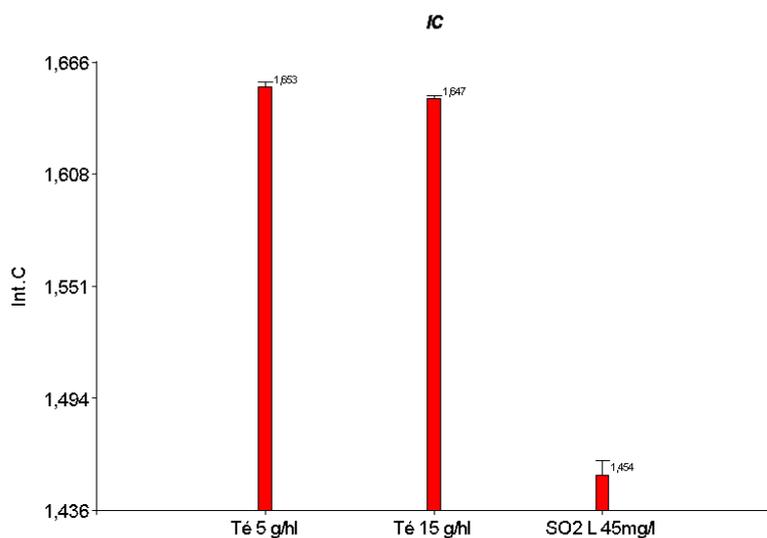


Figura 36. Gráfico que muestra la intensidad colorante para cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

Como se observa en la figura 36, los tratamientos con tanino de té presentan las medias más elevadas sin ser significativamente diferentes entre ellos.

4.2.2 MATIZ

Tabla 10: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias del matiz en el último mes

ID	Medias	n	E.E.			
Té 5 g/hl	0.62	3	8.8E-04	A		
Té 15 g/hl	0.63	3	8.8E-04		B	
SO ₂ L 45 mg/l	0.64	3	8.8E-04			C

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

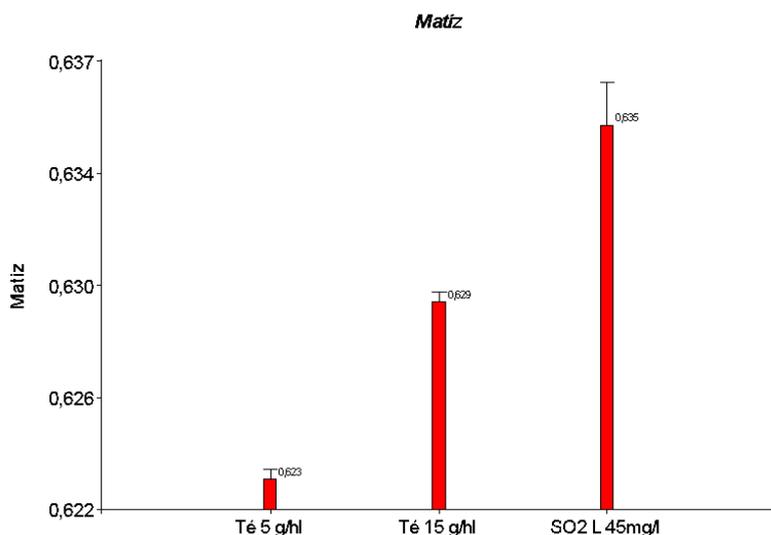


Figura 37. Gráfico que muestra el matiz para cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

Considerando el p-valor, las 3 medias son significativamente diferentes. Dentro de las 3, la que corresponde al tratamiento con SO₂L 45 mg/l es la más elevada, mientras que la correspondiente al tratamiento Té 5 g/hl es la más baja. En el gráfico de barras de la figura 37 también se puede apreciar la diferencia significativa entre los tres tratamientos.

4.2.3 OXÍGENO DISUELTO

No hubo diferencia entre los tratamientos.

4.2.4 COORDENADAS CIELAB

4.2.4.1 L* (luminosidad)

Tabla 11: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de L* en el último mes

ID	Medias	n	E.E.		
Té 15 g/hl	50,43	3	0,50	A	
SO ₂ L 45 mg/l	52,13	3	0,50	A	B
Té 5 g/hl	52,80	3	0,50		B

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

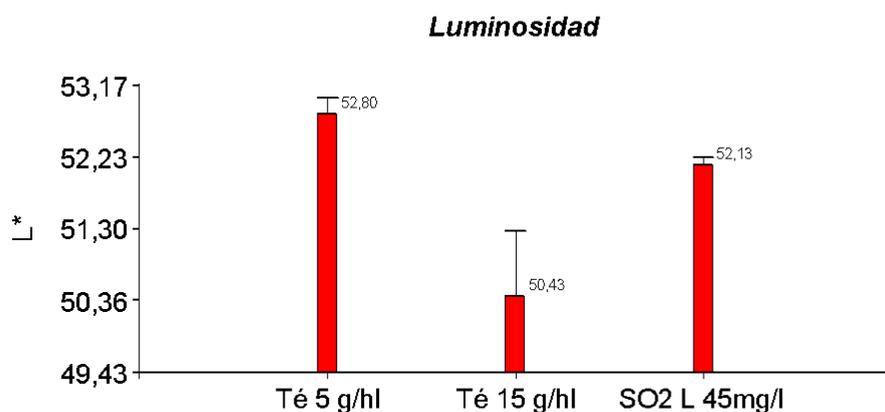


Figura 38. Gráfico que muestra la luminosidad para cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

Hay diferencias significativas, el tratamiento con la dosis mínima de tanino presenta el valor más alto (es decir, más luminosidad), mientras que el tratamiento con la dosis máxima presenta el valor mínimo. El tratamiento con SO₂ arroja un dato que no es estadísticamente diferente de los otros dos.

4.2.4.2 a* (Representa la posición del color en el eje verde-rojo. Los valores **negativos** indican más verde, y los valores **positivos** indican más rojo.)

Tabla 12: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de a* en el último mes

ID	Medias	n	E.E.		
SO ₂ L 45 mg/l	35,59	3	2,01	A	

Té 15 g/hl	38,27	3	2,01	A	
Té 5 g/hl	49,30	3	2,01		B

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

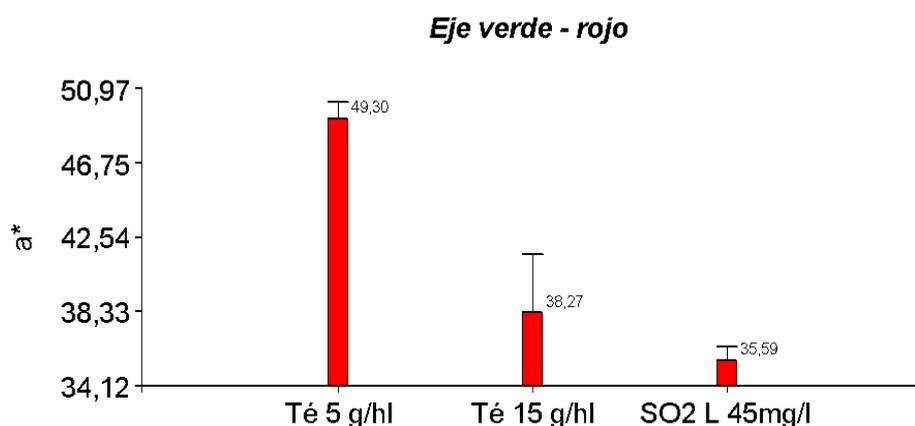


Figura 39. Gráfico que muestra los valores de la coordenada a* en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

Se observan diferencias significativas. El tratamiento con dosis mínima de tanino de té presenta el valor mayor mientras que el tratamiento con SO₂ arroja el menor valor. Esto indica que, en la muestra tratada con dicho tanino, hay mayor presencia de color rojo y en aquella tratada con SO₂ hay menor presencia de tonalidades rojas y mayor presencia de verdes. El tratamiento con dosis máxima de té se agrupa junto con el tratamiento con SO₂ de acuerdo con el test de Tukey.

4.2.4.3 b* (Representa la posición del color en el eje azul-amarillo. Los valores negativos indican más azul, y los valores positivos indican más amarillo)

Tabla 13: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de b* en el último mes

ID	Medias	n	E.E.		
Té 5 g/hl	-18,74	3	0,76	A	
Té 15 g/hl	-13,04	3	0,76		B
SO ₂ L 45mg/l	-12,50	3	0,76		B

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

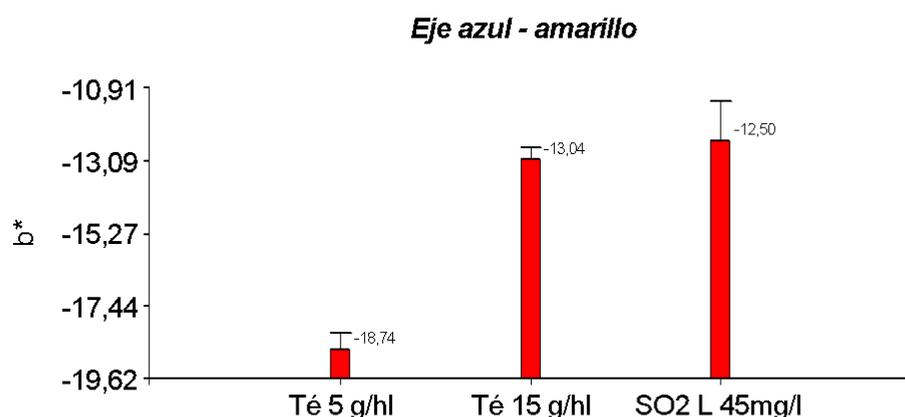


Figura 40. Gráfico que muestra los valores de la coordenada b^* en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

Se observan diferencias significativas. El tratamiento con dosis mínima de tanino de té presenta el resultado menor (el más negativo de los tres), y se agrupa separado de los otros dos tratamientos, dentro de los cuales, es tratamiento con SO_2 presenta el valor más alto. Esto indica que el vino adicionado con tanino de té tiene en su composición de color más cantidad de azul. De forma opuesta, el tratado con SO_2 tiene más amarillo en su composición.

4.2.4.4 H^* (tonalidad)

Tabla 14: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de H^* en el último mes

ID	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl	339,17	3	1,10	A
SO_2 L 45 mg/l	340,73	3	1,10	A
Té 15 g/hl	341,03	3	1,10	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

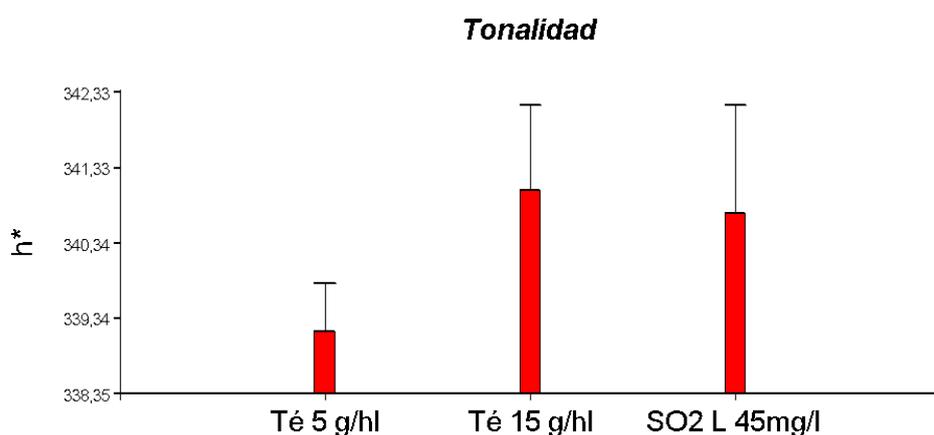


Figura 41. Gráfico que muestra la tonalidad en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

No se detectan diferencias significativas.

4.2.4.5 C* (saturación)

Tabla 15: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de C* en el último mes

ID	Medias	n	E.E		
SO ₂ L 45 mg/l	37,74	3	2,01	A	
Té 15 g/hl	40,44	3	2,01	A	
Té 5 g/hl	52,75	3	2,01		B

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

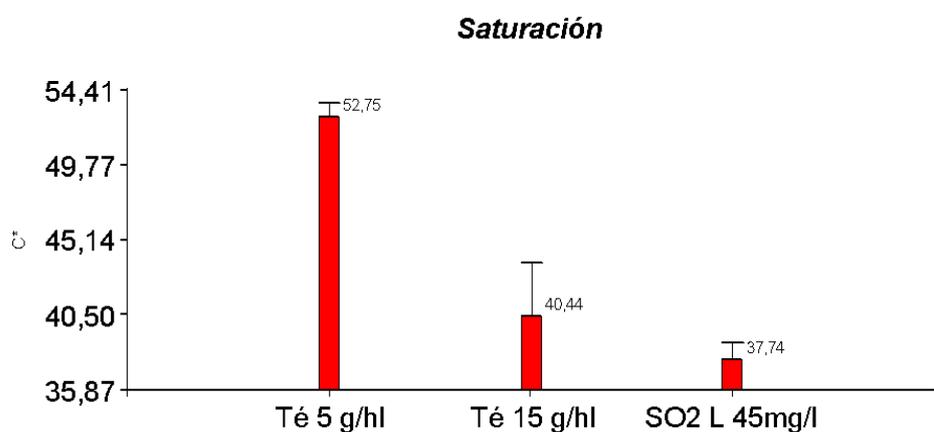


Figura 42. Gráfico que muestra la saturación en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

El tratamiento con la dosis mínima de tanino de té presenta un valor significativamente mayor a los otros dos tratamientos, indicando mayor saturación. El valor mínimo lo arroja el tratamiento con SO₂, indicando menor saturación.

4.2.4.6 DIFERENCIAS DE COLOR CIELAB

Siendo A= tratamiento 45 mg/l SO₂ y B= tratamiento 5 g/hl tanino de té

$$\Delta E_{A,B}^* = [(L^*_A - L^*_B)^2 + (a^*_A - a^*_B)^2 + (b^*_A - b^*_B)^2]^{1/2}$$

$$\Delta E_{A,B}^* = [(52,13 - 52,8)^2 + (35,59 - 49,3)^2 + (-12,5 - (-18,74))^2]^{1/2}$$

$$\Delta E_{A,B}^* = (0,4489 + 187,96 + 38,9376)^{1/2}$$

$$\Delta E_{A,B}^* = (227,3465)^{1/2}$$

$$\Delta E_{A,B}^* = 15,108$$

El valor obtenido luego de realizar el cálculo de diferencias de color CIELAB indicó que las dos muestras comparadas deberían ser distintas a la vista observadas en una copa.

4.2.5 IPT

Tabla 16: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de IPT en el último mes

ID	Medias	n	E.E.	
SO ₂ L 45 mg/l	52.00	3	0.27	A
Té 5 g/hl	52.67	3	0.27	A
Té 15 g/hl	52.67	3	0.27	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

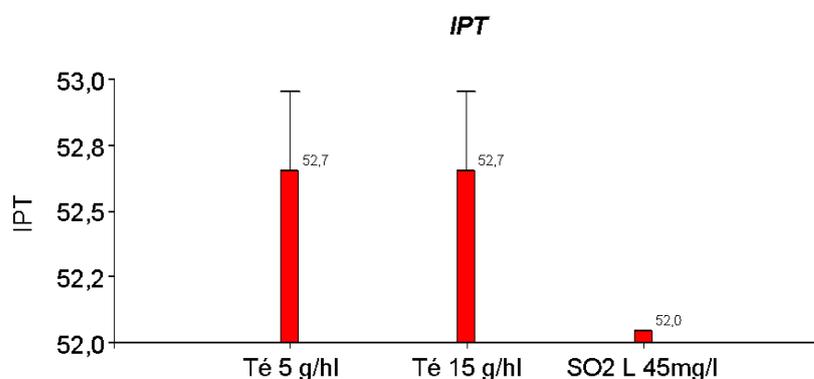


Figura 43. Gráfico que muestra los valores de IPT en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

No se presentan diferencias significativas.

4.2.6 ANTOCIANOS TOTALES

Tabla 17: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de los antocianos totales en el último mes

ID	Medias	n	E.E.	
SO ₂ L 45 mg/l	149.31	3	3.40	A
Té 15 g/hl	154.88	3	3.40	A
Té 5 g/hl	162.27	3	3.40	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

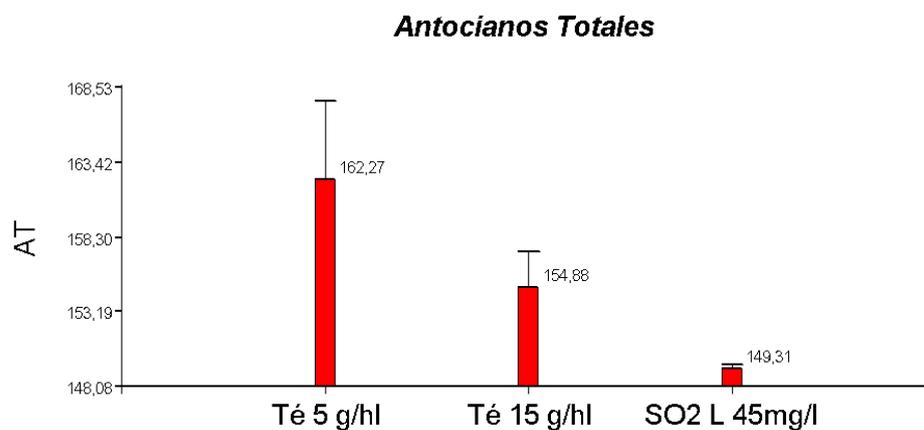


Figura 44. Gráfico que muestra antocianos totales en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

No se presentan diferencias significativas.

4.2.7 TANINOS TOTALES

Tabla 18: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias de los taninos totales en el último mes

ID	Medias	n	E.E.	
SO ₂ L 45 mg/l	4312.67	3	86.57	A
Té 15 g/hl	4368.33	3	86.57	A
Té 5 g/hl	4408.67	3	86.57	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas y E.E es el error estándar.

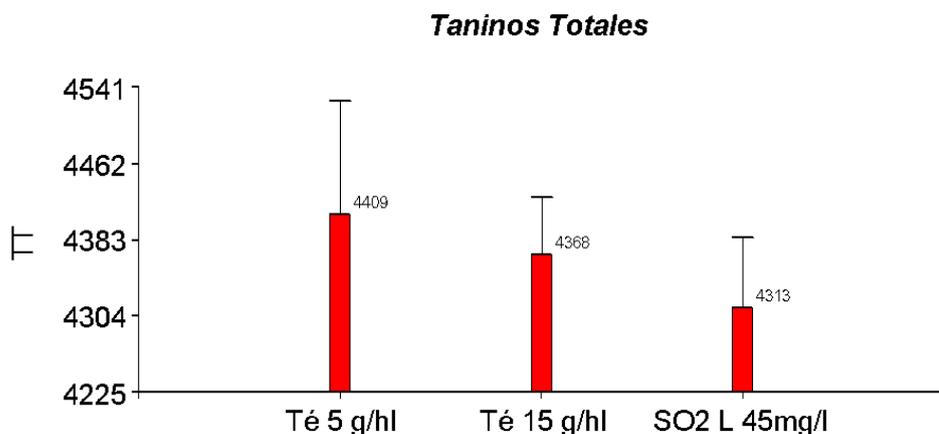


Figura 45. Gráfico que muestra taninos totales en cada uno de los tres tratamientos, en el último mes del ensayo.

No se presentan diferencias significativas

4.3 ANÁLISIS SENSORIAL

4.3.1 Vista

4.3.1.1 Intensidad de color

Tabla 19: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro intensidad de color para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
45 mg SO ₂ L	2,34	29	0,12	A
Té 5 g/hl	2,38	29	0,12	A
Té 15 g/hl	2,52	29	0,12	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.1.2 Matiz violeta

Tabla 20: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro matiz violeta para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl	2,03	29	0,16	A
Té 15 g/hl	2,17	29	0,16	A
45 mg SO ₂ L	2,17	29	0,16	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.2 Olfato

4.3.2.1 Intensidad aromática

Tabla 21: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro intensidad aromática para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl	1,66	29	0,16	A
45 mg SO ₂ L	1,79	29	0,16	A
Té 15 g/hl	1,96	28	0,16	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.2.2 Fruta Fresca

Tabla 22: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro fruta fresca para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 15 g/hl	1,45	29	0,17	A
45 mg SO ₂ L	1,62	29	0,17	A
Té 5 g/hl	1,69	29	0,17	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.2.3 Fruta Madura

Tabla 23: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro fruta fresca para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl	1,34	29	0,16	A
45 mg SO ₂ L	1,38	29	0,16	A
Té 15 g/hl	1,69	29	0,16	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.2.4 Madera

Tabla 24: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro madera para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Té 5 g/hl	0,66	29	0,19	A	
45 mg SO ₂ L	1,00	29	0,19	A	B
Té 15 g/hl	1,31	29	0,19		B

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.3 Gusto

4.3.3.1 Herbáceo

Tabla 25: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro herbáceo para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 15 g/hl	1,10	29	0,17	A
45 mg SO ₂ L	1,17	29	0,17	A
Té 5 g/hl	1,31	29	0,17	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.3.2 Alcohol

Tabla 26: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro alcohol para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
45 mg SO ₂ L	1,17	29	0,18	A	
Té 15 g/hl	1,28	29	0,18	A	B
Té 5 g/hl	1,82	28	0,18		B

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.3.3 Especiado

Tabla 27: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro especiado para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl	0,93	29	0,17	A
Té 15 g/hl	1,03	29	0,17	A
45 mg SO ₂ L	1,03	29	0,17	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.3.4 Astringencia

Tabla 28: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro astringencia para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl	1,41	29	0,15	A
45 mg SO ₂ L	1,62	29	0,15	A
Té 15 g/hl	1,93	29	0,15	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.3.5 Concentración

Tabla 29: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro concentración para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl	1,64	28	0,16	A
45 mg SO ₂ L	1,71	28	0,16	A
Té 15 g/hl	1,93	29	0,16	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.3.6 Amargo

Tabla 30: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro amargo para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl	1,34	29	0,18	A
45 mg SO ₂ L	1,45	29	0,18	A
Té 15 g/hl	1,48	29	0,18	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

4.3.3.7 Acidez

Tabla 31: Valores arrojados por Infostat® correspondientes a las medias en el parámetro acidez para el análisis sensorial R.A.T.A

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Té 5 g/hl	1,66	29	0,17	A
Té 15 g/hl	1,69	29	0,17	A
45 mg SO ₂ L	1,76	29	0,17	A

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). ID hace referencia a la muestra, la media es el promedio del conjunto de los datos obtenidos, n es el número de muestras analizadas, que corresponde a los 29 degustadores y E.E es el error estándar.

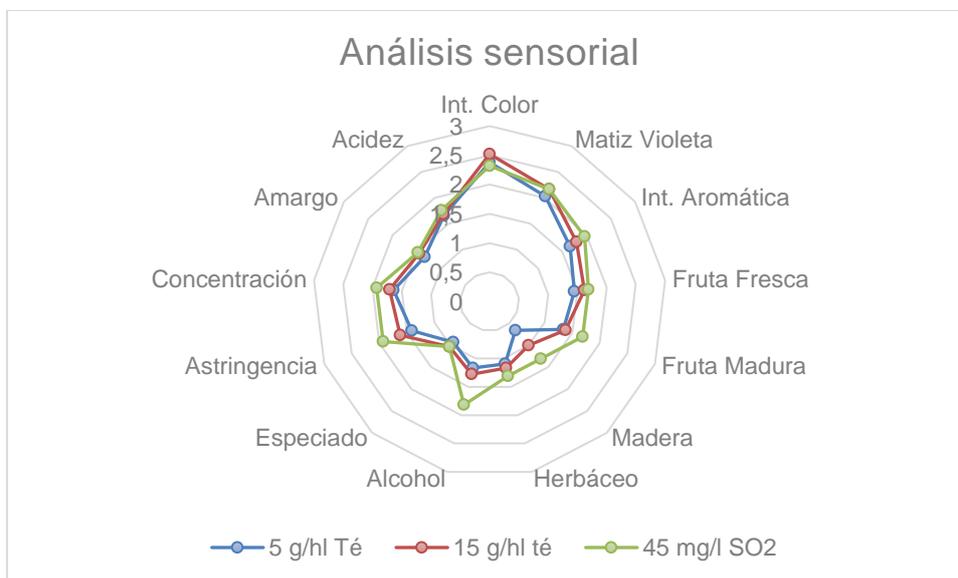


Figura 46. Gráfico que muestra los resultados del análisis sensorial llevado a cabo por 29 degustadores, sobre una muestra de cada tratamiento en el último mes del ensayo.

El análisis de la varianza seguido de una prueba de Tukey muestra ausencia de diferencias significativas en todos los parámetros evaluados, excepto por la percepción de madera y alcohol. Es decir que, de 13 parámetros evaluados, solo en dos se registraron diferencias significativas.

4.4 RESULTADOS EN EL CONTEXTO DE LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que es posible emplear el tanino de té como una alternativa al anhídrido sulfuroso en lo que respecta a su rol como agente antioxidante. Además, dada la caída en intensidad colorante que se da al agregar anhídrido sulfuroso (algo que no sucede al emplear el tanino de té), podemos decir que es más conveniente optar por el tanino de té para conservar las características positivas de color del vino. Esto se suma a los estudios mencionados anteriormente que demuestran los beneficios de usar este aditivo.

Asimismo, el análisis sensorial deja de lado cualquier impacto negativo en el aspecto sensorial a causa del agregado del tanino de té, con lo cual el técnico estaría en condiciones de emplearlo.

4.5 IMPLICANCIAS PRÁCTICAS DE LOS RESULTADOS

El empleo de este antioxidante natural puede tener múltiples implicancias. En primer lugar, ofrece una alternativa para quienes quieren llevar a cabo la enología de la manera más natural posible. Al mismo tiempo, el tanino presentaría una alternativa para aquellos que certifican

prácticas orgánicas. Además, reduciría el uso de un insumo que, al ser un alérgeno, puede ser perjudicial para quienes lo manipulan. Algo no menor es notar que, en un mundo donde la tendencia es hacia la sustentabilidad, dicho aditivo sería un plus para aquellos que utilizan los relatos relacionados a los sustentable como estrategias de venta. Por último, la incorporación de este aditivo significaría un gran avance en la investigación y abriría una puerta para seguir investigando en un camino que al parecer nunca termina.

4.6 LIMITACIONES EN LA INVESTIGACIÓN

Los ensayos se llevaron a cabo sobre un vino elaborado en su estadio post fermentación maloláctica, siendo una sola la aplicación de tanino de té llevada a cabo, justo antes de fraccionar el vino. No hubo un estudio sobre el vino durante la etapa de crianza que muestre si el mismo efecto se puede dar mientras el vino reposa en barrica o vasijas vinarias. En este sentido, queda pendiente realizar una investigación similar, aplicando el tanino en las distintas etapas de la vinificación, desde la fermentación hasta su fraccionamiento.

Asimismo, el presente ensayo se ha llevado adelante en una sola cosecha y con una sola variedad de uva, por lo que sería pertinente continuar los estudios para afirmar los posibles beneficios encontrados en esta tesis.

Este ensayo deja de lado todo aspecto microbiológico ya que no tiene en cuenta las posibles consecuencias de no adicionar anhídrido sulfuroso. Dicho aspecto es tan importante como el estudiado ya que el desarrollo de microorganismos puede derivar en la aparición de defectos que afectan la calidad del vino. Por tal motivo, es importante considerar que, si se quiere emplear el tanino de té, hay que buscar alternativas que aseguren la sanidad del vino.

5 CONCLUSIONES

En este trabajo se evaluó el efecto del tanino de té como antioxidante en un vino Malbec de Gualtallary, producto de una fermentación espontánea.

El oxígeno disuelto se mantuvo igual en todos los tratamientos a lo largo del tiempo, debido a que el vino se fraccionó con los cuidados pertinentes (inertización de la botella con nitrógeno) y se tapó con tapa a rosca. Razón por la cual esta variable no fue tomada en cuenta para sacar conclusiones.

Por el contrario, los resultados que arrojaron las mediciones de los distintos parámetros que definen el color del vino (matiz, intensidad colorante y CIELAB) permitieron ver de manera clara el efecto del uso del tanino de té y la posterior comparación de éste con aquel del anhídrido sulfuroso. El color fue de este modo un indicador de oxidación.

Matiz e intensidad de color evolucionaron del mismo modo en los tres tratamientos, el primer parámetro mostró un comportamiento de aumento normal “esperable” y el segundo una baja

debida a la caída del color, también esperable. En el resultado final obtenido en el último análisis, el tratamiento con adición de SO₂ es el que muestra más evolución del color ya que el matiz es el mayor de los tres y la intensidad la menor. Esto se debe no a una caída del color mayor en el tratamiento con sulfuroso, sino a que el punto de partida no fue el mismo para los tres porque al agregar sulfuroso, el color disminuyó de entrada. Esto develó un hallazgo paralelo que tuvo esta investigación demostrando que el tanino estudiado puede no solo reemplazar al sulfuroso, sino que es mejor en términos de conservación del color.

Los datos obtenidos en el análisis de coordenadas CieLab para el último mes del ensayo fue asimismo determinante en la investigación.

- La luminosidad fue significativamente mejor en el tratamiento con 5 g/hl de tanino de té.
- La posición en el eje a* develó mayor presencia de color rojo en la muestra tratada con tanino de té que en aquella adicionada con sulfuroso.
- La posición en el eje b* mostró mayor presencia de color azul en las muestras tratadas con tanino de té que en aquella con sulfuroso.
- La saturación, siendo mayor en los tratamientos con tanino de té, demuestra resultados más favorables en estos tratamientos.

Todo lo analizado antes permite concluir que efectivamente se puede utilizar el tanino extraído de las hojas de té como agente antioxidante y reemplazar de este modo al anhídrido sulfuroso (con ese fin), al menos desde el punto de vista de los parámetros aquí ensayados.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Abad, V. L., Martínez, J. A., Cano, M. Á., Esparza, M. G., & Benavent, J. A. (26 de junio de 2018). Incidencia de la aplicación foliar de catequina y extracto de té verde en viñedo en el color de los vinos de Monastrell. *Infowine*.
https://www.infowine.com/es/art%C3%ADculos_t%C3%A9nicos/incidencia_de_la_aplicaci%C3%B3n_foliar_de_catequina_y_extracto_de_t%C3%A9_verde_en_vi%C3%B1edo_en_el_color_de_los_vinos_de_monastrell_sc_17320.htm
- Alba Martín-García, M. R.-A.-T. (19 de diciembre de 2019). Azufre, seguridad alimentaria y vinos ecológicos. *Acenología, revista de enología científica y profesional*.
https://www.acenologia.com/azufre_seguridad_vinos_ecologicos_cienc173_1219/
- Anton paar. (22 de agosto de 2024). <https://www.anton-paar.com/es-es/productos/detalles/alcolyzer-sistema-de-analisis/?prd=35473>
- Arriola, A., & Tapia, M. L. (2017). *Análisis de oxidaciones controladas en mostos y vinos*. Tesis, San Rafael. <https://bdigital.uncu.edu.ar/9825>
- C. Barril, D. R. (2016). Ascorbic acid and white wine production: a review of beneficial versus detrimental impacts. *Australian Journal of Grape and Wine Research*.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ajgw.12207>
- Caravanserai. Maison Francaise de Thé. Polifenoles.
<https://www.caravanserai.com.mx/polifenoles-o-taninos.html#:~:text=Polifenoles%20o%20Taninos&text=Los%20taninos%20que%20encontramos%20en,de%20las%20transformaciones%20que%20experimentaron>
- Casassa, F., & Sari, S. (2006). Aplicación del sistema CIE-Lab a los vinos tintos. Correlación con algunos parámetros tradicionales. *Revista Enología, Vol. 5, N°III*, 56-62.
- Cero Accidentes. (1 de diciembre de 2022). *ceroaccidentes.pe*.
<https://www.ceroaccidentes.pe/dioxido-de-azufre-efectos-en-la-salud/>

Cuyo, C. d. (03 de 01 de 2013). Bodega: tras la explosión, el miedo de volver a casa. *Diario de Cuyo*. <https://www.diariodecuyo.com.ar/noticias/bodega-tras-la-explosion-el-miedo-de-volver-a-casa-736270.html>

Flanzy, C. (2003). *Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos*. Madrid: AMV Ediciones, Mundi-Prensa.

INV. (26 de enero de 2024). *Argentina.gob.ar*.
<https://www.argentina.gob.ar/inv/consultas/manual-de-etiquetado-de-productos-vitivincolas>

INV. (26 de enero de 2024). *Argentina.gob.ar*.
<https://www.argentina.gob.ar/inv/vinos/consultas/tolerancias-analiticas>

Jackowetz, N., Li, E., & Mira de Orduña, R. (21 de Febrero de 2012). Niveles de SO₂ como conservante: revisión de los compuestos ligados a SO₂ y papel relevante de la fermentación maloláctica. *Acenología, revista de enología científica y profesional*.
https://www.acenologia.com/compuestos_so2_fml_cienc1211/

OIV. (26 de enero de 2024). <https://www.ceroaccidentes.pe/dioxido-de-azufre-efectos-en-la-salud/>

Konica Minolta. (29 de 05 de 2024). *sensing.konicaminolta.us*. Obtenido de
<https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>

María del Carmen García-Rodríguez, L. M.-C.-H. (2022). Catequinas del té verde: efectos antigenotóxicos y genotóxicos. *archivos latinoamericanos de nutrición*, 72(3).
Obtenido de <http://www.alanrevista.org/ediciones/2022/3/art-6/>

Martín, F. Z. (2013). La química del color del vino. *Acenología, revista de enología científica y profesional*. https://www.acenologia.com/quimica_color_vino_cienc1213/

Organización Internacional de la Vid y el Vino. Obtenido de <https://www.oiv.int/es/que-hacemos/normas>

- Patrucei, A. (26 de Agosto de 2022). Dos operarios de una bodega se intoxicaron con anhídrido sulfuroso. *Huarpe*. <https://www.diariohuarpe.com/nota/dos-operarios-de-una-bodega-se-intoxicaron-con-anhidrido-sulfuroso-20228262350>
- Gimenez, P., Arnau J., Pons, P., Gombau, J., Heras, J., Siczkowski, N., Canals, J., Zamora, F. Biotechnological tools for reducing the use of sulfur dioxide in white grape must and preventing enzymatic browning: glutathione; inactivated dry yeasts rich in glutathione; and bioprotection with *Metschnikowa pulcherrima*. *Researchgate*. https://www.researchgate.net/publication/369476182_Biotechnological_tools_for_reducing_the_use_of_sulfur_dioxide_in_white_grape_must_and_preventing_enzymatic_browning_glutathione_inactivated_dry_yeasts_rich_in_glutathione_and_bioprotection_with_Metschnikowa_pulcherrima
- Rafaela Raposo, M. J.-M.-C.-D.-R.-V. (2017). Madera de poda como alternativa al anhídrido sulfuroso en la elaboración de vinos tintos. *Interempresas*. <https://www.interempresas.net/Vitivinicola/Articulos/167847-Madera-de-poda-como-alternativas-al-anhidrido-sulfuroso-en-la-elaboracion-de-vinos-tintos.html>
- Reyes, E. B. (29 de Enero de 2012). *Principales riesgos laborales en el sector vitivinícola de la Comunidad de Madrid*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM019005.pdf>
- Ribéreau Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2002). *Tratado de Enología, Tomo II: Química del vino. Estabilización y tratamiento de los vinos*. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2002). *Tratado de Enología, Tomo I*. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.
- Togores, J. H. (2011). *Tratado de Enología, Tomo I*. Madrid: Ediciones Mundi .
- wineindustriadvisor.com. (31 de Julio de 2023). New Zealand Winery Loveblock Is First in World to Use Green Tea Tannin Extract as Natural Wine Preservative.

<https://wineindustryadvisor-com.cdn.ampproject.org/c/s/wineindustryadvisor.com/2023/07/31/loveblock-first-in-world-use-green-tea-tannin-extract-natural-wine-preservative/amp>

Zamora Martín, F. (2013). La química del color del vino. *Acenología*.

https://www.acenologia.com/quimica_color_vino_cienc1213/

7 ANEXO

7.1 FICHA TÉCNICA TANINO DE TÉ



TANNINI

FICHA TÉCNICA DEL: 26/11/2019 ■

TI PREMIUM® SG

PRODUCTO GRANULADO A BASE DE TANINO CATEQUÍNICO
EXTRAÍDO DE TÉ VERDE PARA USO ENOLÓGICO



COMPOSICIÓN

TI PREMIUM® SG es un producto granulado de origen tánico. La materia prima se obtiene mediante un delicado proceso de extracción de las mejores selecciones orientales de té verde; las hojas, una vez recogidas, son tratadas con vapor y rápidamente secadas con el fin de mantener inalteradas las características originarias de las catequinas y de los polifenoles. TI PREMIUM® SG es un producto con elevado tenor de catequinas cuya composición es muy parecida a la de la uva.



CARACTERÍSTICAS

TI PREMIUM® SG es fruto de una cuidadosa y plurianual selección de materias primas vegetales llevado a cabo por el departamento de Investigación y Desarrollo de Enológica Vason, todas de gran interés por su composición procianidinica y catequinica. La composición de este producto se destaca por la presencia de vollosos elementos altamente reactivos con respecto a los de las antocianinas y de las enzimas oxidásicas (lisa y polifenol oxidasa). TI PREMIUM® SG confiere al producto mayor duración en el tiempo y resistencia a las oxidaciones, así pues, indirectamente, permite limitar las cantidades de anhídrido sulfuroso necesarias para la estabilidad del vino. TI PREMIUM® SG es altamente reactivo frente a las proteínas. Los vinos tratados con TI PREMIUM® SG evidencian una mayor suavidad, redondez y aromas más frescos. No se verifican las interacciones sensoriales presentes con otros taninos catequínicos no derivados de la uva (ej: quebracho). A través de una técnica de producción especial denominada "instantaneización", TI PREMIUM® SG adquiere la cualidad específica de extrema solubilidad, manteniendo inalteradas las características organolépticas propias.



APLICACIONES

El uso de TI PREMIUM® SG sobre mostos y vinos jóvenes ayuda a prevenir los procesos oxidativos y está especialmente recomendado, sobre todo, en uvas con estado sanitario comprometido. Posee acción clarificante. En el caso de los vinos encuentra aplicación tanto en las fases de post-fermentación como durante el afinamiento: en particular, en el transcurso de la vinificación en tinto, su aplicación en el prensado y durante el desborre permite la fijación de las fracciones antocianicas extraídas de los orujos. En el tratamiento de los vinos blancos, el uso de TI PREMIUM® SG es de gran interés puesto que favorece la estabilización proteica: las dosificaciones escalonadas durante la fase de refinamiento permiten disminuir las cantidades de bentonita que hay que añadir, salvaguardando la integridad del producto. El uso de TI PREMIUM® SG también resulta provechoso en aquellos vinos que tienden a la reducción, gracias a su reactividad frente a los mercaptanos y a los sulfuros. asimismo, TI PREMIUM® SG está indicado en el tratamiento de los destilados.

Para el uso de TI PREMIUM® SG atenerse a las normas de ley vigentes.



Enologica Vason S.p.A.
Via Nassar, 37 | 37049 S. Pietro in Cariano (VR) - Italy | Tel. +39 045 6859017 | Fax +39 045 7725188
info@vason.com | www.vason.com

7.2 CERTIFICADO DE ANÁLISIS INV TANINO DE TÉ



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

I.N.V D-0002059145
Fecha de Certificado: 18 DE ENERO DE 2024

MUESTRA MANIFESTADA: 3088-TANINO ENOLOGICO (TI PREMIUM SG)

OBJETO DE ANALISIS: LIBRE CIRCULACION (1010)

Numero de Muestra: 233-233-1078861-2024 Presentada: 18/01/2024 Analisis de Origen: D-0001893642
De la partida de: Cien (100.00)
Tipo de Envase: *
Pertenece a: CABO SOUNION S.A. - C88015 -
Domiciliado en: R.DE ESCALADA DE S.MARTIN 3026-MENDOZA-GUAYMALLEN-CORONEL DORREGO

Comprobada la integridad de los elementos de seguridad se procede al análisis con los resultados que se detallan:

Características:	Polvo marrón finamente dividido de sabor astringente, soluble o parcialmente soluble en agua.
Pérdida por desecación:	4,78 %.
Cenizas:	1,75 %.
Identificación por espectroscopia de IR:	Positiva.
pH de una solución al 1% (p/v):	3,2.
Hierro:	Menos de 50 ppm.
Metales pesados (expresados en plomo):	Menos de 50 ppm.
Ensayos de coloración en vinos blancos:	No colorea.
--:	País de Origen del Producto: Italia.
--:	CERTIFICADO VALIDO SIN FIRMA.
--:	-

Observaciones:

De estos datos se deduce que la muestra analizada se clasifica como:

Clasificación:
2015-PRODUCTO APTO PARA USO ENOLOGICO
1-LIBRE CIRCULACION
2010-VALIDO HASTA 360 DIAS DE LA FECHA
3191-RESOL-2018-136-APN-INV#MA

7.3 FICHA METABISULFITO DE POTASIO



FICHA TÉCNICA

SULFITANTES WINY

	COMPOSICIÓN E224 de metabisulfito de potasio.
	CARACTERÍSTICAS GENERALES Aditivo indispensable en la enología por sus múltiples funciones. En mostos y vinos WINY: <ul style="list-style-type: none">actúa como antioxidante, evitando el pardeamiento, la pérdida de aromas, y la aparición de gustos amargos y herbáceos;bloquea la acción de los enzimas oxidasas inactivándolas;ejerce como antimicrobiano impidiendo y ralentizando el desarrollo de la microflora no deseada;desempeña una acción solvente sobre las células de las uvas acelerando los procesos de extracción de las sustancias fenólicas y de la materia colorante.
	APLICACIONES Protección antioxidante y antimicrobiana de mostos y vinos.
	DOSIS El Reg. (UE) 2019/934 especifica los siguientes límites, expresados en SO ₂ total: A. CONTENIDO DE ANHÍDRIDO SULFUROSO DE LOS VINOS El contenido total de anhídrido sulfuroso de los vinos distintos de los vinos espumosos y de licor no pueden exceder, en el momento de su comercialización para consumo humano directo: <ul style="list-style-type: none">150 mg/L en vinos tintos;200 mg/L en vinos blancos y rosados. Para vinos con un contenido de azúcares igual o superior a 5 g/L, por favor consultar la Parte B del reglamento citado. B. CONTENIDO DE ANHÍDRIDO SULFUROSO DE LOS VINOS DE LICOR El contenido total de anhídrido sulfuroso de los vinos de licor no puede superar, en el momento de su comercialización para consumo humano directo: <ul style="list-style-type: none">150 mg/L si el contenido de azúcares sea inferior a 5 g/l,200 mg/L si el contenido de azúcares sea superior o igual a 5 g/l. C. CONTENIDO DE ANHÍDRIDO SULFUROSO DE LOS VINOS ESPUMOSOS El contenido total de anhídrido sulfuroso de los vinos espumosos no puede superar, en el momento de su comercialización para consumo humano directo: <ul style="list-style-type: none">185 mg/L en todas las categorías de vinos espumosos de calidad,235 mg/L en los demás vinos espumosos. En algunos Países pueden existir diferentes límites legislativos. 1 g de WINY libera cerca de 0,56 g de SO ₂ .
	MODO DE EMPLEO Disolver el producto en poca agua o vino, y adicionar a la masa a tratar de forma homogénea.

Las indicaciones proporcionadas en esta ficha representan el estado actual de nuestros conocimientos y experiencias, sin embargo, no eximen al usuario del cumplimiento de las normas de seguridad y protección o del uso inadecuado del producto.

Enartis S.r.l. – Società Unipersonale
Via San Cassiano 99
28069 San Martino, Trecale NO, Italia
Tel. +39 0321 790 300
vino@enartis.it

Revisión: n°1 02.2024

www.enartis.com

7.4 FICHA TÉCNICA ÁCIDO TARTÁRICO



DERVINSA
DERIVADOS VINICOS S.A.

ESPECIFICACIÓN

Doc.: ESPEC DVSA AT
Revisión: 6
Fecha: Junio 2018

PRODUCTO

Ácido Tartárico 100 % Natural

CARACTERÍSTICAS

ESPECIFICACIONES	VALORES LIMITE		MÉTODOS DE ANÁLISIS
	MIN.	MAX.	
Pureza	99.8 %	////	IRAM 41162
Identificación	Positiva		BP 2007
Color	Blanco		////
Rotación Específica	+ 12.0	+ 12.8	IRAM 41162
Humedad	////	0.2 %	IRAM 41162
Cenizas Sulfatadas (Residuo por Ignición)	////	0.05 %	IRAM 41162
Sulfatos	////	<150 ppm	IRAM 41162
Oxalatos	////	Cumple / Complies	IRAM 41162
Hierro	////	<1 ppm	IRAM 41162
Calcio	////	<200 ppm	IRAM 41162
Cloruros	////	<100 ppm	IRAM 41162



DERVinsa
DERIVADOS VINICOS S.A.

ESPECIFICACIÓN

Doc.: ESPEC DVSA AT
Revisión: 6
Fecha: Junio 2018

Arsénico	////	<1 ppm	IRAM 21304
Plomo	////	<2 ppm	IRAM 21304
Mercurio	////	<1 ppm	IRAM 21304

Tiempo de conservación	3 años
------------------------	--------

Complies with the regulations of the Argentine Food Code, British Pharmacopoeia, NF, USP, FCC, Euro Pharmacopoeia, Commission Regulation (EU No 231/2012)



FERMAID® K

NUTRIENTE COMPLEJO DE LEVADURA

Descripción

FERMAID® K es un nutriente de levadura complejo apropiado para el uso en la fermentación alcohólica del mosto de uva, pulpa de frutas o pulpa de cereales. Desarrollado por Clayton Cone de Lallemand, el uso apropiado de **FERMAID® K** reduce la aparición de fermentaciones lentas y detenidas.

Aplicación y resultados.

• Activación de la levadura

En todas las fermentaciones alcohólicas el crecimiento de levadura debe ocurrir antes que la fermentación alcohólica o anaeróbica comience. En la mayoría de las aplicaciones enológicas, la tasa de inoculación usual es de 25gr por hectólitro (250 ppm o 2 libras por 1000 galloones), lo cual resulta en una concentración inicial celular de 3 a 4 millones de células de levadura viables por mililitro de mosto. Bajo condiciones normales para virtualmente todos los tipos de medios de fermentación la población celular aumentará de 100 a 150 millones de células viables de levadura por mililitro antes de que el crecimiento se detenga y la fermentación alcohólica se produzca.

FERMAID® K ayuda a que esta densidad celular máxima pase por la fase estacionaria y complete la fermentación alcohólica tan rápido y en forma tan eficiente como sea posible especialmente bajo condiciones difíciles de nitrógeno disponible. El tiempo para acabar las fermentaciones pueden prolongarse muchos días e incluso semanas si no se tienen en cuenta una nutrición apropiada y una estrategia de aeración. Las fermentaciones lentas ocupan mucho más espacio de tanque por periodos prolongados, y más importante aún, ellas crean condiciones que permiten la proliferación de levaduras indígenas y bacterias.

• Fermentaciones lentas

Como se dijo previamente, las fermentaciones lentas son microbiológicamente inestables y pueden llevar al crecimiento de organismos no deseados, tanto de levaduras como bacterias, resultando en productos no deseados tales como ácido acético, acetaldehído, y diacetilo para nombrar algunos pocos. Las razones para fermentaciones lentas son muchas. Unos pocos ejemplos comunes son:

- Deficiencias de nutrientes o desequilibrios en la composición del mosto.
- Mostos excesivamente clarificados.
- Sustancias inhibitorias de levaduras tales como Fungicidas, ácidos grasos, A.V, y Antibióticos.
- Alto contenido de azúcar
- Shock de temperatura

La fermentación saludable de levadura tomará una prioridad preferencial por encima de la fermentación bacteriana y tendrá un reducido requerimiento de SO_2 . Para facilitar un final de fermentación rápido y eficiente, **FERMAID® K** suplementa una serie de importantes nutrientes y bio-factores. Ellos son:

- Fosfato Di-Amonio
- Sulfato de Magnesio
- Levadura Inactivada
- Tiamina, Ácido Fólico, Niacina y Pantotenato de Calcio

Durante la fase estacionaria de la fermentación, una célula de levadura necesita consumir nitrógeno hasta y mantener un metabolismo saludable. Bajo condiciones limitantes de nitrógeno asimilable de levadura (YAN) inferior a 225 mgN/L, la fermentación se puede volver muy lenta y puede aún detenerse. Además, la utilización de nitrógeno en mostos con pH bajo puede ser sólo 70% eficiente. La levadura utiliza el balance de nitrógeno asimilable de levadura de los ácidos alfa amino contribuido por la levadura inactiva y del fosfato di-amonio (DAP). Se demostró que este nitrógeno disponible balanceado es más efectivo sobre la cinética fermentativa que el suplemento de Fosfato Di-Amonio (DAP) solo. La célula usa el fósforo en el Fosfato di amonio para ATP y fosfo-lípidos.

El magnesio es un factor co-enzimático importante y ayuda a la levadura a desarrollar tolerancia al alcohol (G.Walker 2000). Tiamina, niacina, ácido fólico y pantotenato de calcio (C.Edwards 2001) son bio-factores importantes para el buen crecimiento de la levadura y la fermentación. Las deficiencias de tiamina pueden resultar en un crecimiento pobre, el sulfuro de hidrógeno incrementado, como también en niveles superiores de ácidos acéticos y pirúvicos. Las deficiencias de Pantotenato resultan en niveles aumentados de acidez volátil. Bajo el medio anaeróbico de fermentaciones de vino, la levadura no puede sintetizar la niacina.

Bajo condiciones de oxígeno restringido, la producción ergo-esterol por la levadura virtualmente no existe; aún, es un regulador de crecimiento importante. Eso también mejora la tolerancia al alcohol de la levadura. En mosto fermentándose, la levadura inactivada adsorbe inhibidores naturales y provee lípidos y esteroides. La porción de pared celular de la levadura contiene cantidades significantes de polisacáridos incluyendo quitina, la cual incrementa el área de superficie en el mosto y reduce el nivel de inhibidores naturales.

LALLEMAND



FERMAID® K

NUTRIENTE COMPLEJO DE LEVADURA

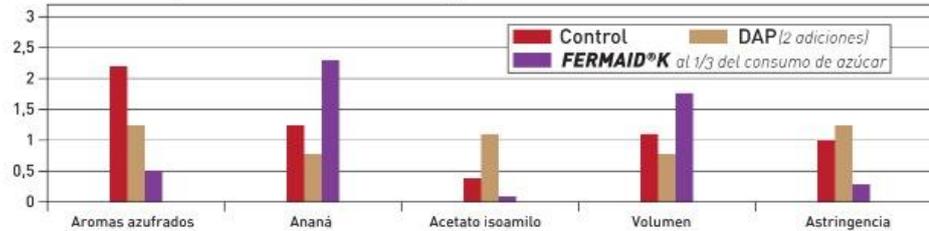
• Efecto sensorial del FERMAID® K

Sobre vinos de alta calidad

El balance nutricional en FERMAID® K provee las condiciones nutricionales óptimas para la levadura durante la fase estacionaria, teniendo en cuenta la máxima intensidad aromática y la complejidad de los precursores del mosto.

Notar que las uvas que crecen en climas más cálidos o de alta madurez son más deficientes de nutriente. El fosfato de amonio (DAP) solo no provee las mejores condiciones para fermentaciones limpias y saludables.

CUADRO1 Intensidad del análisis sensorial (1995 Departamento I+D ICV experimento en Chardonnay, 80 NTU en inoculación, fermentado a 18°C con ICV D47).



En jugo o mosto con deficiencia de nutriente, cuando el YAN es menor a 125 mgN/L, las cinéticas óptimas de fermentación son obtenidas por suplemento de un YAN adicional 100-200 mgN/L, el cual corresponde a 50-100 g/hl de Fosfato de Amonio. Aunque las cinéticas de fermentación sean favorables, los vinos en forma frecuente son amargos y duros. En estos casos el suplemento de Fosfato de Amonio (DAP) con 25 g/hl de FERMAID® K resultará en mejor sensación en boca y un vino de calidad y equilibrado.

Dosis e instrucciones de empleo

• Dosis recomendada: 35-40 g/hl

• Dosis máxima (CEE): 40 g/hl

• Adicionar al mosto durante la fermentación alcohólica

Para aplicaciones enológicas, la dosis recomendada es 20 a 40 g/hl. Se recomienda dividir la adición de FERMAID® K al final de la fase de latencia y nuevamente al tercio del consumo de azúcares especialmente para mosto limitado en nitrógeno disponible y azúcares elevados.

Por favor referirse a las recomendaciones de los distribuidores cuando estén tratando paradas de fermentación, FERMAID® K puede ser adicionado al cúmulo del cultivo starter de levadura y también al mosto bajo condiciones seguras.

El suplemento de corteza de levadura puede ser hecho simultáneamente.

Para mosto que ha sido altamente clarificado, o medio de fermentación pobre (jarabe de maíz, miel, etc), 40 g/hl FERMAID® K puede ser suplementado con corteza de levadura adicional 20 g/hl y 60 g/hl de Fosfato de Amonio (DAP). Para mejores resultados nutrir en forma incremental los suplementos totales comenzando en la inoculación de la levadura hasta la 1/2 del consumo de azúcar.

Presentación y almacenamiento

• Bolsas de 2.5kg y cajas de 10 kg.

• Almacenar en lugar fresco y seco.

• El tiempo de caducidad en la temperatura de conservación recomendada es 4 años desde la fecha de producción.

En ninguna parte en la producción de FERMAID® K se ha utilizado UREA.

La información aquí presente es cierta y procede de lo mejor de nuestro conocimiento. Sin embargo, esta ficha técnica no debe ser considerada como una garantía expresa o que implique o sea condición de venta de este producto.

Distribuidor

BL-25/04/2012

Lallemand S.A.S - B.P. 59 - 31702 Blagnac Cedex - France / Tel : +33(0)5 62 74 55 55 / fax : +33(0)5 62 74 55 00
Lallemand Enología: Un mundo de soluciones naturales para añadir valor a tus vinos. www.lallemandwine.com

LALLEMAND



FERMAID® AT

NUTRIENTE COMPLEJO DE LEVADURA

Descripción

FERMAID®AT es un nutriente complejo de levadura especial apropiado para el uso en la fermentación alcohólica del mosto/uva y vinos espumosos. Desarrollado por Lallemand, el uso de **FERMAID®AT** reduce el riesgo de fermentaciones lentas o paradas.

FERMAID®AT ayuda a la máxima población celular de levadura a superar la fase estacionaria y completar la fermentación alcohólica tan rápido y de manera tan eficiente como sea posible, especialmente bajo condiciones limitantes de nitrógeno disponible.

FERMAID®AT es un nutriente complejo que aporta un buen equilibrio de nitrógeno inorgánico (DAP) y nitrógeno orgánico (levadura inactiva específica) completado con tiamina (Vitamina B1).

Aplicaciones y resultados

En caso de deficiencias elevadas en nitrógeno, se recomienda la adición de FERMAID AT en dos fases:

- **FERMAID®AT** está concebido para asegurar un crecimiento sano de la levadura durante la fase exponencial cuando se añade al inicio de la fermentación.
- Para mantener la población total de levadura en buen estado durante la fase estacionaria cuando se añade a 1/3 de fermentación.

Dosis e instrucciones de empleo

	NFA (Nitrógeno Fácilmente Asimilable) en mg/L	
	30 g/hL de producto añadido	40 g/hL de producto añadido
FERMAID®AT	36 mg/L	48 mg/L
Fosfato diamónico (DAP)	63 mg/L	84 mg/L

- Dosis recomendada: 30-40 g/hL
- **Dosis máxima (EEC): 40 g/hL**
- Adicionar al mosto durante la fermentación alcohólica.

Presentación y almacenamiento

- Bolsas de 2,5 kg ó 1 kg.
- Almacenar en lugar seco y fresco evitando exposición directa al sol y aromas fuertes por debajo de 25°C.
- La fecha de caducidad respetando la temperatura de almacenamiento recomendada es 4 años desde la fecha de producción.

La información aquí presente es cierta y procede de lo mejor de nuestro conocimiento. Sin embargo, esta ficha técnica no debe ser considerada como una garantía expresa o que implique o sea condición de venta de este producto. Esta ofrecida sin compromiso ó garantía en la medida que las condiciones de aplicación están fuera de nuestro control. Esto no libera al usuario de respetar la legislación vigente y normas de seguridad y salud en vigor.

Distribuido por:

Abril 2015

7.7 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla 32: Análisis fisicoquímicos agosto 2023

ID	Eth	Ext	Dens	Az.red	Ac.T	Ac.V	pH	Ac.Mal	SO ₂ L	SO ₂ T
Té 5 g/hl A	13,72	26,6	0,99064	1,2	5,54	0,49	3,67	0,35	15	35
Té 5 g/hl B	13,68	26,5	0,99064	1,15	5,5	0,49	3,67	0,35	15	35
Té 5 g/hl C	13,72	26,7	0,99064	1,2	5,54	0,49	3,67	0,35	15	35
Té 15 g/hl A	13,73	26,7	0,99066	1,29	5,39	0,52	3,68	0,34	14	29
Té 15 g/hl B	13,72	26,6	0,99066	1,25	5,4	0,52	3,67	0,34	14	29
Té 15 g/hl C	13,68	26,6	0,99066	1,29	5,39	0,52	3,68	0,34	14	29
SO ₂ L 45mg/l A	13,67	26,7	0,99076	1,04	5,5	0,51	3,67	0,32	45	64
SO ₂ L 45mg/l B	13,7	26,5	0,99076	0,98	5,45	0,51	3,66	0,32	45	64
SO ₂ L 45mg/l C	13,7	26,6	0,99076	1,04	5,5	0,51	3,66	0,32	45	64

Nota: en la primera columna se enlistan los distintos tratamientos, las letras A, B y C corresponden a la cantidad de muestras analizadas por tratamiento (tres). En las siguientes columnas se pueden ver los valores de alcohol, extracto seco, densidad, azúcares reductores, acidez total, acidez volátil, pH, ácido málico, anhídrido libre y total para cada muestra analizada.

Tabla 33: Análisis fisicoquímicos diciembre 2023

ID	Eth	Ext	Dens	Az.red	Ac.T	Ac.V	pH	Ac.Mal	SO ₂ L	SO ₂ T
Té 5 g/hl A	13,62	26,7	0,99054	1,35	5,32	0,45	3,62	0,34	15	22
Té 5 g/hl B	13,76	26,6	0,99059	1,33	5,28	0,45	3,62	0,32	10	24
Té 5 g/hl C	13,62	26,7	0,99080	1,27	5,4	0,44	3,63	0,36	14	26
Té 15 g/hl A	13,74	26,6	0,99062	1,39	5,36	0,43	3,62	0,31	12	24
Té 15 g/hl B	13,65	26,5	0,99084	1,33	5,32	0,43	3,61	0,33	9	26
Té 15 g/hl C	13,65	26,7	0,99087	1,51	5,47	0,44	3,63	0,33	9	18
SO ₂ L 45mg/l A	13,63	26,7	0,99077	1,12	5,28	0,41	3,61	0,31	28	37
SO ₂ L 45mg/l B	13,63	26,4	0,99066	1,27	5,34	0,44	3,61	0,37	23	42
SO ₂ L 45mg/l C	13,72	26,5	0,99086	1,24	5,43	0,45	3,61	0,35	27	37

Nota: en la primera columna se enlistan los distintos tratamientos, las letras A, B y C corresponden a la cantidad de muestras analizadas por tratamiento (tres). En las siguientes columnas se pueden ver los valores de alcohol, extracto seco, densidad, azúcares reductores, acidez total, acidez volátil, pH, ácido málico, anhídrido libre y total para cada muestra analizada.

Tabla 34: Análisis fisicoquímicos marzo 2024

ID	Eth	Ext	Dens	Az.red	Ac.T	Ac.V	pH	Ac.Mal	SO ₂ L	SO ₂ T
Té 5 g/hl A	13,66	28,9	0,99120	1,35	5,25	0,49	3,62	0,31	13	14
Té 5 g/hl B	13,64	28,7	0,99120	1,25	5,26	0,48	3,63	0,33	14	19
Té 5 g/hl C	13,63	28,7	0,99140	1,42	5,26	0,5	3,63	0,33	18	18
Té 15 g/hl A	13,67	28,7	0,99110	1,16	5,3	0,47	3,63	0,32	10	18
Té 15 g/hl B	13,69	28,7	0,99130	1,34	5,3	0,47	3,62	0,33	10	17
Té 15 g/hl C	13,70	28,5	0,99110	1,25	5,26	0,49	3,63	0,34	14	23
SO ₂ L 45mg/l A	13,66	28,1	0,99110	1,09	5,28	0,48	3,62	0,33	26	38
SO ₂ L 45mg/l B	13,63	28,3	0,99110	1,07	5,25	0,45	3,62	0,31	27	44
SO ₂ L 45mg/l C	13,67	28,0	0,99110	0,99	5,26	0,48	3,62	0,37	26	33

Nota: en la primera columna se enlistan los distintos tratamientos, las letras A, B y C corresponden a la cantidad de muestras analizadas por tratamiento (tres). En las siguientes columnas se pueden ver los valores de alcohol, extracto seco, densidad, azúcares reductores, acidez total, acidez volátil, pH, ácido málico, anhídrido libre y total para cada muestra analizada.

Tabla 35: Análisis fisicoquímicos junio 2024

ID	Eth	Ext	Dens	Az.red	Ac.T	Ac.V	pH	Ac.Mal	SO ₂ L	SO ₂ T
Té 5 g/hl A	13,62	28,2	0,99120	1,6	5,34	0,54	3,6	0,16	10	19
Té 5 g/hl B	13,61	28,1	0,99110	1,32	5,33	0,52	3,6	0,15	10	19
Té 5 g/hl C	13,61	28,1	0,99120	1,46	5,33	0,53	3,6	0,15	10	19
Té 15 g/hl A	13,54	28,1	0,99120	1,28	5,35	0,51	3,6	0,11	8	19
Té 15 g/hl B	13,50	28,2	0,99110	1,27	5,34	0,51	3,59	0,13	8	19
Té 15 g/hl C	13,52	28,1	0,99110	1,27	5,35	0,51	3,59	0,12	8	19

SO₂ L 45mg/l A	13,57	27,7	0,99120	1,2	5,19	0,47	3,58	0,12	28	39
SO₂ L 45mg/l B	13,57	27,8	0,99110	1,17	5,25	0,5	3,58	0,1	28	39
SO₂ L 45mg/l C	13,57	27,8	0,99110	1,18	5,22	0,48	3,58	0,11	28	39

Nota: en la primera columna se enlistan los distintos tratamientos, las letras A, B y C corresponden a la cantidad de muestras analizadas por tratamiento (tres). En las siguientes columnas se pueden ver los valores de alcohol, extracto seco, densidad, azúcares reductores, acidez total, acidez volátil, pH, ácido málico, anhídrido libre y total para cada muestra analizada.