

# Empleo de mostos Ugni blanc para reducir el contenido de alcohol y el pH de los vinos Tannat

## Reduction of the alcohol content and pH of Pinot noir and Tannat red wines using grapes with different maturation level

D. Piccardo<sup>1,\*</sup>, G. González-Neves<sup>1</sup>, A. Clara<sup>1,2</sup>, V. Cazola<sup>1</sup>, G. Favre<sup>1</sup>, and M. Fourment<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Tecnología de los Alimentos, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Garzón 780, Montevideo, Uruguay

<sup>2</sup>Departament de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Garzón 780, Montevideo, Uruguay

**Resumen.** El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la sustitución de mosto Tannat por mosto Ugni Blanc, sobre el contenido de alcohol, pH, color y composición fenólica de los vinos. Para ello, se realizaron vinificaciones por triplicado de mostos Tannat (VT) y mostos Tannat sustituidos con un 20% de mosto Ugni blanc (SM) en tres temporadas consecutivas. Se realizó un análisis climático de la región durante la maduración. Se evaluó la composición de la uva en cosecha y el color y la composición de los vinos a los cuatro meses del descube. Las características climáticas de las temporadas fueron contrastantes debido a la cantidad y distribución de las precipitaciones. Las uvas Tannat cosechada en el 2020 presentaron mayor concentración de azúcares, pH y riqueza fenólica. Las lluvias durante la temporada 2022 provocaron una mayor incidencia de *Botrytis* spp., afectando su potencial enológico. Los vinos SM presentaron menor contenido de etanol respecto a los VT. Los vinos SM y VT elaborados en la vendimia 2020, no presentaron diferencias en el pH, en tanto que para las demás temporadas los resultados fueron discordantes. La sustitución de mostos no afectó el color del vino, en tanto que las concentraciones de polifenoles totales, antocianos y taninos de los vinos SM fueron iguales o superiores a la de los vinos VT. La sustitución de mosto, parece ser una alternativa válida para la elaboración de vinos tintos con menos contenidos de alcohol, sin afectar negativamente su color ni su composición fenólica.

**Abstract.** The aim of this research was to evaluate the effect of substituting Tannat must for Ugni Blanc must, on the alcohol content, pH, color, and phenolic composition of the wines. For this, vinifications were made in triplicate of Tannat (VT) musts and Tannat musts substituted with 20% Ugni blanc (SM) must in three consecutive seasons. Climatic analysis of the region was carried out during ripening. The composition of the grapes at harvest and the color and composition of the wines four months after discovery was evaluated. The climatic characteristics of the seasons were contrasting due to the amount and distribution of rainfall. The Tannat grapes harvested in 2020 presented a higher concentration of sugars, pH, and phenolic richness. The rains during the 2022 season caused a higher incidence of *Botrytis* spp., increasing its oenological potential. SM wines had lower ethanol content compared to VT. The SM and VT wines made in the 2020 vintage did not show differences in pH, while for the other seasons, the results were discordant. The substitution of musts did not affect the color of the wine, while the concentrations of total polyphenols, anthocyanins, and tannins of the SM wines were equal to or higher than that of the VT wines. The substitution of must seems to be a valid alternative for the elaboration of red wines with lower alcohol content, without negatively affecting its color or its phenolic composition.

## 1 Introducción

Uruguay es un país caracterizado por su variabilidad climática inter-anual. En los últimos años, varias sequías han afectado los agro-eco-sistemas de producción debido al impacto de La Niña en la región, sin precipitaciones importantes para recargar agua en los suelos ni las fuentes de agua [1]. Si bien la sequía

pronunciada no es un resultado del cambio climático, si lo es el aumento de temperaturas. Esto significa que el cambio climático probablemente está reduciendo la disponibilidad de agua y agrava los impactos de la sequía en la agricultura al generar estrés por calor además del estrés hídrico en los cultivos [1]. Las altas

\*Corresponding author: [dpiccardo@fagro.edu.uy](mailto:dpiccardo@fagro.edu.uy)

temperaturas y el déficit hídrico afectan la vid, y por tanto la composición de la uva teniendo consecuencias en la elaboración y composición del vino. Algunos de los impactos de estas condiciones climáticas en la uva se detallan a continuación.

1. *Uvas con elevada concentración de azúcares* - Cosechar uvas con altas concentraciones de azúcar puede ocasionar problemas durante la vinificación. En primer lugar, una elevada concentración de azúcares determinará una elevada producción de alcohol, lo que puede provocar el enlentecimiento y/o la parada de la fermentación alcohólica, ya que las levaduras están expuestas al estrés de la acumulación de elevados contenidos de etanol y otras sustancias tóxicas [2]. En segundo lugar, las necesidades nutricionales, particularmente de nitrógeno, se acentúan cuando las concentraciones de azúcares de la uva son altas ya que se necesitan más generaciones de levaduras para consumir los azúcares. Adicionalmente, el alcohol también tiene un impacto en las características sensoriales del vino, particularmente en la percepción del aroma. Por un lado, aumenta la solubilidad de los odorantes en agua y disminuye su presión de vapor, mientras que por otro contribuye a la evaporación de otros compuestos odoríferos volátiles [3]. Finalmente, la aplicación de políticas públicas y la concientización sobre la salud de los consumidores ha llevado a una disminución en el consumo de bebidas con alto contenido de alcohol. Aunque el consumo moderado de vino tinto puede tener efectos beneficiosos para la salud debido a su importante contenido en compuestos bioactivos, el vino contiene importantes valores de alcohol [4].
2. *Uvas con pH elevado* - Las altas temperaturas y la sequía durante la maduración pueden determinar que las uvas presenten baja acidez y alto pH en la cosecha. Esto, sumado a la extracción de cationes durante la maceración que contribuyen a neutralizar parte del ácido tartárico, determinan vinos con menor acidez y pH elevado. En vinos con pH alto, la eficacia del anhídrido sulfuroso es menor y aumenta la susceptibilidad al desarrollo de microorganismos no deseados [5]. Además, el incremento en el pH de los vinos puede ocasionar una disminución de la intensidad del color [6].
3. *Dificultad para definir la fecha de cosecha*. Para producir vinos con cuerpo y color intenso, es necesario cosechar las uvas en un avanzado estado de maduración y realizar una intensa extracción de los compuestos fenólicos durante la vinificación. La pulpa de uva generalmente madura más rápido que la piel y las semillas y da como resultado un alto pH y concentraciones de azúcar en el mosto [7]. Este efecto se acentúa cuando se presentan altas temperaturas y déficit hídrico durante la maduración de la uva. En estas circunstancias, los enólogos pueden elegir entre dos opciones para definir la cosecha. Cosechar uvas con un contenido de azúcar y un pH adecuados, pero con una maduración inadecuada de la piel y la semilla, lo que

probablemente dará como resultado vinos poco coloreados, amargos, astringentes y herbáceos. O esperar a la madurez fenólica completa y suponer que darán uvas con un pH y un contenido de azúcar muy altos [8], con una muy probable pérdida de rendimiento (las uvas continúan deshidratándose bajo esas condiciones climáticas). En ambos casos se asumen riesgos que se deben trabajar durante la vinificación si el objetivo es producir un vino de calidad.

Una técnica enológica que ha sido propuesta para disminuir el contenido de alcohol y el pH del vino sin afectar su color y composición fenólica es la sustitución de mosto de uva madura por mosto de uva inmadura. Esta técnica ha sido evaluada en diferentes cultivares y condiciones agroclimáticas, empleando mosto del propio cultivar con diferentes grados de maduración o de diferentes cultivares.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de mosto de uvas maduras de Tannat por mosto de uvas de Ugni Blanc, sobre el contenido de alcohol, pH, color y composición fenólica de los vinos obtenidos en tres temporadas consecutivas. Ugni blanc es el principal cultivar blanco cultivado en Uruguay; representa un 10.4% de la superficie total cultivada y un 14.5% de la producción de uva [9]. Es un cultivar muy productivo, cuyas uvas presentan baja concentración de azúcares con elevada acidez titulable en cosecha y su cosecha coincide con la del Tannat en Uruguay.

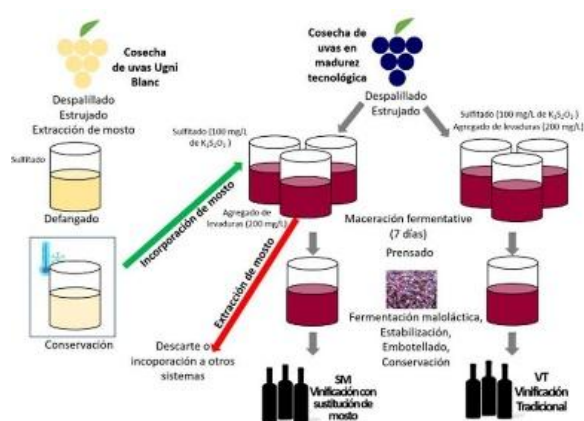
## 2 Materiales y métodos

### 2.1 Cosecha y vinificaciones

Los vinos se elaboraron durante las vendimias 2020, 2021 y 2022 con uvas del cultivar Tannat y Ugni blanc cosechadas en viñedos comerciales ubicados en la principal región vitivinícola, al sur del Uruguay (Las Piedras, Canelones).

Se cosecharon 40 kg de uvas Ugni blanc, 7 días previos a la cosecha de uvas Tannat (Grados brix:  $16.0 \pm 1.0$ , acidez total:  $6.55 \pm 0.35$  g/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, pH:  $3.04 \pm 0.22$ ). Las uvas se despalillaron, estrujaron (Alfa 60 R, Italcom, Piazzola Sul Brenta, Italia) para obtener 20 L de mosto, el cual se sulfito con 100 mg/L de K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, y conservó a 4 °C hasta su uso.

La cosecha de las uvas de Tannat se realizó procurando alcanzar la madurez tecnológica y considerando los criterios definidos por el viticultor. Se cosecharon 60 kg de uva que fueron distribuidos aleatoriamente en seis lotes de 9 kg. Las uvas se despalillaron, estrujaron (Alfa 60 R, Italcom, Piazzola Sul Brenta, Italia), y el mosto se sulfito con 100 mg/L de K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, y distribuyó en seis recipientes de 10 L de capacidad. Tres recipientes fueron considerados testigos (VT) y en los tres restantes se sustituyó un 20% de mosto Tannat por mosto de uva Ugni blanc (SM) (Fig. 1).



**Figura 1.** Diseño experimental de las vinificaciones realizadas.

Los mostos de ambos tratamientos fueron sometidos a una maceración fermentativa de 7 días. Todos los tanques se inocularon con 200 mg/L de levadura seca activa (*Saccharomyces cerevisiae* ex bayanus Natuferm 804; Oenobiotech, Paris, Francia). Durante la maceración, se realizó un remontaje diario a fin de favorecer la extracción de polifenoles. La temperatura de fermentación estuvo comprendida entre 24 y 28 °C. Después de 7 días de maceración, el vino se extrajo por gravedad y los orujos se prensaron ligeramente en una prensa manual. El vino se mantuvo en recipientes de 5 L de capacidad a temperatura ambiente. Finalmente, los vinos fueron embotellados y almacenados hasta su análisis.

## 2.2 Caracterización de las condiciones climáticas de cada temporada

Desde la brotación a la cosecha, se realizó un análisis climático de la región como factor determinante de la calidad final de la uva. Se utilizaron los datos observados diarios de precipitaciones (mm) de la estación agro- meteorológica del INIA Las Brujas [1]. Para cada temporada se calculó la acumulación de precipitaciones durante el ciclo vegetativo del cultivo (1<sup>o</sup> setiembre al 15 de marzo) y durante cada fase fenológica (floración, cuajado, cierre de racimo y envero, según escala de Eichhorn y Lorenz [10]. Se consideró la variable climática precipitaciones por ser la variable que presenta mayor variabilidad inter-anual, determinante de la calidad final de las uvas.

## 2.3 Análisis de la composición de las uvas en cosecha

Se emplearon los métodos analíticos recomendados por la Organización Internacional de la Viña y el Vino [11] para determinar la concentración de azúcares, el pH y la acidez titulable de los mostos. Estas determinaciones se realizaron sobre el mosto obtenido luego de procesar 250 bayas con un extractor de jugo.

La riqueza fenólica y el potencial en antocianos totales se determinó de acuerdo con el método de Glories y Augustin [12] modificado por González-Neves et al. [13] sobre una muestra de 200 bayas.

## 2.4 Análisis de la composición y el color de los vinos elaborados

Los vinos fueron analizados por duplicado a los 4 meses del descube.

El contenido de etanol, acidez titulable, pH, acidez volátil y concentración de azúcares residuales de los vinos se determinaron utilizando el analizador de infrarrojos Winescan TM Autosampler 79000 (Foss, EE. UU.) y el software Foss Integrator versión 154 (Foss, Dinamarca).

La composición polifenólica se evaluó utilizando índices clásicos espectrofotométricos. La concentración de polifenoles totales se determinó de acuerdo con el método propuesto por Singleton y Rossi [14]. La concentración de antocianos fue analizada según Ribéreau-Gayon y Stonestreet [15]. El contenido de flavan-3-oles reactivos a *p*-dimetilaminocinamaldehído se determinó a través del índice Dmach propuesto por Vivas et al. (1994). La concentración de taninos se determinó mediante precipitación con Metilcelulosa de acuerdo con Sarneckis et al. [16]. Adicionalmente se determinó el color debido a antocianos copigmentados, antocianos libres y antocianos polimerizados siguiendo el método propuesto por Boulton [6].

Los parámetros de color se determinaron directamente en las muestras de vino colocadas en una cubeta de 1 mm de recorrido óptico. Las coordenadas CIELAB, luminosidad ( $L^*$ ), cromaticidad ( $C^*$ ) y tono ( $H^*$ ), se determinaron de acuerdo con el método propuesto por Ayala et al. [17] y los datos fueron procesados empleando el software MSCV [18].

## 2.5 Análisis estadístico

Todos los datos se expresan como el promedio aritmético  $\pm$  desviación estándar de tres repeticiones. Las diferencias estadísticas entre los tratamientos en las vinificaciones fueron determinadas aplicando análisis de varianza multivariados. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software Infostat versión 2015 [19].

## 3 Resultados y Discusión

### 3.1 Características climáticas de las temporadas

Las características climáticas de las tres temporadas estudiadas fueron contrastantes desde el punto de vista hídrico. En la temporada 2019-20, la acumulación de precipitaciones desde setiembre a marzo fue de 565 mm, en donde 380 mm ocurrieron entre brotación y floración. En la temporada 2021, la acumulación de precipitaciones fue de 520 mm, de los cuales 273 mm (52%) ocurrieron en la etapa de maduración de la uva (desde el estado fenológico de envero hasta la cosecha). En la temporada 2022, la acumulación fue de 522 mm (similar a 2021), endonde 315 mm (el 60%) ocurrió en la etapa de la maduración de la uva.

Estas características climáticas durante el ciclo de la vid son las que definen globalmente el potencial enológico de las uvas a cosechar. Las precipitaciones

intensas que suceden en la etapa de maduración de la uva provocan mayor incidencia de enfermedades criptogámicas (como las causada por *Botrytis spp* lo que afecta la composición y por tanto su calidad. Las precipitaciones también causan que la planta continúe su crecimiento vegetativo, provocando un enlentecimiento en la acumulación de compuestos de la uva.

### 3.2 Composición de la uva en cosecha

La Tabla 1 muestra la composición de las uvas Ugni blanc y Tannat cosechadas en las temporadas 2020, 2021 y 2022.

**Table 1.** Composición de la uva de Tannat y Ugni blanc en cosecha para las vendimias 2020, 2021 y 2022.

Temporada Cultivar	2020		2021		2022	
	<i>Ugni Blanc</i>	<i>Tannat</i>	<i>Ugni Blanc</i>	<i>Tannat</i>	<i>Ugni Blanc</i>	<i>Tannat</i>
Azúcares (g/l)	162,0 ± 2,0	251,0 ± 2,5	151,0 ± 0,1	236,2 ± 2,3	138,0 ± 2,0	186 ± 1,5
Alcohol probable (g/L)	9,00 ± 0,10	13,90 ± 0,10	8,40 ± 0,10	13,11 ± 0,09	7,67 ± 0,11	10,33 ± 0,08
Acidez titulable (g/L)	5,69 ± 0,03	4,61 ± 0,02	6,15 ± 0,07	5,29 ± 0,02	6,81 ± 0,01	7,50 ± 0,01
pH	3,08 ± 0,01	3,33 ± 0,01	2,80 ± 0,01	3,12 ± 0,02	3,23 ± 0,01	2,95 ± 0,02
Riqueza fenólica (A280)	-	81,2 ± 2,0	-	81,4 ± 3,0	-	63,6 ± 8,6
Potencial en antocianos totales (mg/L)	-	2452 ± 30	-	1869 ± 9	-	642 ± 17

Medias con distinta letra indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). La acidez titulable esta expresada en g/L de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. El potencial en antocianos totales (Aph1) está expresado en mg de mv-3-G/L.

La cosecha de las uvas Ugni blanc se realizó 7 días antes que la cosecha de las uvas Tannat a fin de realizar la extracción del mosto y el desfangado previo a la sustitución. Al momento de cosecha, las uvas Ugni blanc presentaron menor concentración de azúcares y, por ende, menor alcohol probable que las uvas Tannat. En las vendimias 2020 y 2021, la acidez titulable fue superior y el pH inferior al de las uvas Tannat, en tanto que para la vendimia 2022 las uvas Tannat presentaron mayor acidez total y menor pH.

La riqueza fenólica se determinó únicamente en las uvas Tannat. Esto se debe a que Ugni blanc es una variedad blanca que se empleó únicamente el mosto para realizar una sustitución parcial y, además, solo los hollejos y semillas de las uvas Tannat fueron empleadas durante la maceración fermentativa.

El potencial enológico de las uvas fue diferente de acuerdo con las condiciones de maduración de cada temporada. Tanto las uvas Tannat como Ugni blanc cosechadas en la temporada 2020 presentaron mayor concentración de azúcares. Adicionalmente, las uvas.

Tannat cosechadas en esta misma temporada presentaron mayor riqueza fenólica y mayor potencial de antocianos totales. En contrapartida, la menor concentración de azúcares en las uvas de ambos cultivares se registró en la temporada 2022, al igual que la menor riqueza fenólica y el menor potencial en antocianos totales de las uvas Tannat. Las uvas cosechadas en la temporada 2021 presentaron una composición similar a las uvas cosechadas en la temporada 2020. Estos resultados están asociados a las condiciones climáticas que ocurrieron durante la maduración de la uva. En la temporada 2020, las precipitaciones se concentraron en el período comprendido entre brotación y envero, seguido de un período de sequía moderada, que permitió una mayor acumulación de azúcares y síntesis de metabolitos secundarios. En la vendimia 2022, las precipitaciones

se concentraron durante el período de maduración de la uva, fundamentalmente sobre la cosecha, lo que ocasionó un retraso en la maduración y la ocurrencia de podredumbres de racimos. Debido a esto, el criterio de cosecha para la temporada 2022 estuvo definido por el estado sanitario de la uva y no por su composición.

Investigaciones realizadas en nuestras condiciones climáticas por Ferrer et al. [20] demuestran que los compuestos relacionados con la calidad de la uva se ven favorecidos por la acumulación de temperaturas durante las primeras etapas del ciclo de cultivo, mientras que las altas temperatura y la disponibilidad hídrica durante la maduración los afectan negativamente. Estas condiciones son muy variables entre años, lo cual explicaría las diferencias registradas en el potencial enológico de las uvas entre diferentes temporadas.

### 3.3 Composición de los vinos

La Tabla 2 muestra el color y la composición de los vinos Tannat elaborados por vinificación tradicional (VT) y a partir de mostos sustituidos con un 20% de mosto Ugni blanc (SM), en las temporadas 2020, 2021 y 2022.

El contenido de etanol de los vinos SM fue significativamente menor que los vinos VT en todas las temporadas de estudio. (6, 12 y 5% respecto a los vinos VT, para las temporadas 2020, 2021 y 2022 respectivamente). La sustitución de mosto de Tannat por mosto de uva Ugni blanc, con menores concentraciones de azúcares (Tabla 1) implica una disminución en el contenido de alcohol del vino. Estos resultados están de acuerdo con los trabajos de Kontoudakis et al. [21] y Rolle et al. [22] y Piccardo et al. [23, 24, 25] donde emplearon diferentes técnicas de sustitución de mosto de uvas maduras con resultados similares.

En Uruguay, se distingue entre la categoría de vino común (contenido de alcohol igual o superior a 10.5% v/v) y vino de calidad preferente (contenido de alcohol igual o superior a 12% v/v). Considerando esto, los vinos SM elaborados en la vendimia 2021 quedan enmarcados en la categoría de vino común, lo que determina una pérdida de valor comercial. Se debe considerar la aplicación de esta técnica a temporadas donde las uvas presentan elevadas concentraciones de azúcares considerando que los vinos elaborados con sustitución de mosto presenten un contenido de alcohol superior a los 12% (v/v). Los vinos VT y SM elaborados en la vendimia 2022 presentan contenido de alcohol inferior a 12% (v/v) debido a la concentración de azúcares de la uva, por lo que la sustitución de mosto en estas condiciones podría no ser necesaria.

Los azúcares residuales representan la cantidad total de azúcar remanente en el vino, que no fueron fermentada por las levaduras. Parte de esos azúcares son pentosas, presentes en concentraciones cercanas a 1 g/L [26]. Se considera que un vino terminó la fermentación

alcohólica cuando la concentración de azúcares residuales es inferior a 2 g/L. En general, los vinos SM presentaron menor concentración de azúcares residuales que los vinos VT. Para los vinos VT y SM elaborados en la temporada 2020, la concentración de azúcares residuales fue superior a 2 g/L, lo que podría indicar que la fermentación alcohólica de los azúcares no fue completa. Una elevada concentración de azúcares determinará una elevada producción de alcohol, lo que puede provocar enlentecimiento e incluso la detención de la fermentación alcohólica [2]. Resultados similares se observaron en los vinos VT elaborados a partir de la vendimia 2021, con la diferencia que en los vinos SM, la sustitución de mosto redujo sustancialmente la concentración de azúcares y, en consecuencia, el contenido de etanol, obteniendo vinos con menos de 2 g/L de azúcares residuales. El contenido de alcohol de los vinos elaborados durante la temporada 2022 fue menor en comparación con las demás temporadas, lo que determinó vinos con menor contenido de azúcares residuales.

**Table 2.** Composición de los vinos con vinificación tradicional (VT) y vinos con sustitución de un 20% de mostos de uvas de Tannatpor Ugni blanc (SM) para las vendimias 2020, 2021 y 2022.

Temporada Tratamiento	2020		2021		2022	
	VT	SM	VT	SM	VT	SM
Alcohol (% v/v)	13,5 ± 0,02 a	12,6 ± 0,04 b	13,2 ± 0,02 a	11,6 ± 0,04 b	10,0 ± 0,13 a	9,5 ± 0,12 b
Azúcares residuales (g/L)	3,19 ± 0,12 a	2,10 ± 0,08 b	2,15 ± 0,15 a	1,79 ± 0,15 b	0,99 ± 0,14 a	0,82 ± 0,06 a
Acidez titulable (g/L)	4,11 ± 0,07 a	3,82 ± 0,03 b	4,43 ± 0,15 a	3,34 ± 0,08 b	4,90 ± 0,84 a	4,4 ± 0,05 a
pH	3,59 ± 0,03 a	3,61 ± 0,03 a	3,61 ± 0,09 b	3,79 ± 0,05 a	3,45 ± 0,02 a	3,39 ± 0,01 b
Acidez volátil (g/L)	0,39 ± 0,03 a	0,36 ± 0,04 a	0,32 ± 0,02 b	0,49 ± 0,01 a	0,63 ± 0,19 a	0,34 ± 0,02 b
Polifenoles totales (mg/L)	1346 ± 29 b	1401 ± 10 a	1101 ± 91 b	1281 ± 62 a	1307 ± 112 a	1196 ± 46 a
Antocianos (mg/L)	517 ± 26 a	574 ± 14 a	396 ± 19 b	496 ± 22 a	429 ± 29 a	357 ± 17 a
Taninos (mg/L)	1333 ± 62 a	1417 ± 36 a	893 ± 146 a	1128 ± 90 a	274 ± 88 a	243 ± 28 a
Índice D-mach	85,0 ± 3,93 a	92,5 ± 3,52 a	54,0 ± 3,69 a	47,1 ± 3,51 a	60,1 ± 6,34 a	57,2 ± 5,33 a
L*	34,6 ± 1,5 a	34,6 ± 1,0 a	40,5 ± 1,6 a	40,9 ± 0,9 a	66,4 ± 2,3 a	65,1 ± 5,1 a
C*	54,9 ± 2,3 a	54,3 ± 1,2 a	55,8 ± 1,3 a	51,2 ± 0,22 b	39,0 ± 3,1 a	39,3 ± 5,5 a
H*	11,59 ± 1,34 a	8,89 ± 0,76 b	9,44 ± 3,39 a	5,56 ± 0,61 a	2,61 ± 0,68 a	1,81 ± 1,17 a
Color debido a antocianos libres	61,4 ± 1,2 a	61,7 ± 0,3 a	51,7 ± 3,5 b	64,2 ± 1,3 a	74,4 ± 2,4 a	71,1 ± 2,8 a
Color debido a antocianos copigmentados	26,6 ± 0,9 a	27,8 ± 0,7 a	25,3 ± 2,2 a	24,2 ± 0,7 a	17,2 ± 2,4 a	17,1 ± 1,7 a
Color debido a polímeros	12,0 ± 1,2 a	10,5 ± 0,2 a	22,9 ± 5,6 a	11,6 ± 2,0 b	8,4 ± 4,2 a	11,8 ± 4,1 a

Medias con distinta letra indican diferencias significativas (p<0.05).

La acidez titulable de los vinos SM fue menor respecto a la de los vinos VT, sin embargo, estos resultados no se vieron reflejados en el pH. Considerando la acidez titulable y el pH de las uvas Ugni blanc (Tabla 1) se esperaba que los vinos SM elaborados en las temporadas 2020 y 2021 presentaron mayor acidez titulable y menor pH. Este efecto solo fue significativo en los vinos elaborados en la temporada 2020. En este sentido, se debe considerar que el pH depende no solo de la concentración de los ácidos provienen de la uva sino también de los ácidos

formados durante la fermentación alcohólica y maloláctica, su aporte a la acidez total y la concentración de cationes disueltos en el medio que pueden ocasionar su precipitación [26].

La acidez volátil, está compuesta por todas las formas libres y salificadas de los ácidos volátiles, siendo el ácido acético el principal componente de esta acidez del vino. De acuerdo con el Reglamento Vitivinícola del Mercosur [27] se considera que el vino es inapto para su consumo cuando presentan una acidez volátil superior a 1.0g/l de H2SO4 en vinos jóvenes y

1.3 g/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en vinos de guarda. En general, los vinos elaborados presentaron valores inferiores a 0.65 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/L, sin observar una tendencia clara entre los tratamientos. Los vinos SM presentaron una acidez volátil superior a la de los vinos VT únicamente en la vendimia 2021, mientras que para el resto de las temporadas la acidez volátil de los vinos SM fue menor. Los mayores valores de acidez volátil se registraron en los vinos VT elaborados en la temporada 2022, lo cual puede estar asociado al estado sanitario de la uva Tannat empleada en la vinificación.

Los vinos SM elaborados en las temporadas 2020 y 2021 presentaron mayor concentración de polifenoles totales y antocianos respecto a los vinos VT. No se observaron diferencias en la concentración de compuestos fenólicos totales y antocianos entre los vinos VT y SM elaborados en la temporada 2022. Con la sustitución de mosto se podría esperar una menor concentración de antocianos ya que se eliminó una porción de mosto de uva tinta (Tannat). Además, los antocianos se extraen fácilmente de los hollejos durante el procesamiento de la uva, por lo que la fracción eliminada de mosto de uva Tannat podría contener una cantidad considerable de pigmentos. Sin embargo, los resultados obtenidos sugieren que la sustitución de un 20% de mosto de uva Tannat por mosto de Ugni blanc no disminuye la concentración de antocianos en el vino, ya que la mayor extracción ocurre durante la maceración fermentativa. Los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos en los trabajos realizados por Kontoudakis et al. [21], Rolle et al. [22] y Piccardo et al. [23, 24, 25] aplicando diferentes técnicas de sustitución de mosto comparables a la evaluada en esta investigación.

La concentración de taninos fue superior en los vinos SM en relación con los VT, aunque las diferencias no fueron significativas no difirió entre los vinos de los distintos tratamientos. Estos resultados concuerdan con los reportados en otros estudios [20, 35]. Sin embargo, Role et al. [20] encontraron que en los vinos en los que se redujo el contenido de alcohol sustituyendo mosto de uva madura por mosto de la misma uva tratado por osmosis inversa, los flavonoles de alto peso molecular disminuyeron. La menor concentración de etanol podría dificultar la extracción de flavonoles polimerizados de las uvas durante la fermentación [28]. Por otra parte, de acuerdo con los resultados obtenidos por Gil et al. [29], y Piccardo et al. [23, 24, 25] no observaron efecto sobre la concentración de proantocianidina ni su grado medio de polimerización.

No se observaron diferencias entre la claridad de los vinos VT y SM elaborados en una misma temporada. La cromaticidad de los vinos VT fue superior a los vinos SM únicamente en la vendimia 2021, en tanto que la tonalidad fue significativamente diferente únicamente en la temporada 2020. Los vinos elaborados en las temporadas 2020 fueron más oscuros y con mayor cromaticidad, en tanto que los vinos elaborados durante la temporada 2022 fueron más claros, menos puros y con menor tonalidad.

En general no se observaron diferencias significativas en el color debido a antocianos libres, copigmentados y polimerizados en los vinos entre los vinos VT y SM. Únicamente los vinos VT elaborados en la temporada 2021 presentaron menor color debido a antocianos libres y mayor debido a antocianos polimerizados que los vinos SM. Por otra parte, los vinos elaborados en las temporadas 2020 y 2021 presentaron mayor color debido a antocianos copigmentados y polimerizados que los vinos elaborados en la temporada 2022. Estos resultados sugieren una mayor estabilidad de los pigmentos y están asociados al potencial enológico de la uva en cada temporada [30].

## 4 Conclusiones

La técnica de sustitución de un 20% de mosto de uva Tannat por mosto de uva Ugni blanc permitió elaborar vinos con menor contenido de alcohol y acidez titulable. No se observó un efecto claro de la sustitución de mosto sobre el pH del vino.

La concentración de azúcares residuales fue menor en los SM, permitiendo una fermentación completa de los azúcares, sobre todo en las vendimias de uvas con elevadas concentraciones de azúcares.

Los vinos elaborados por sustitución de mosto presentaron contenidos superiores de antocianos y polifenoles totales, sin diferenciarse en la concentración de taninos. En consecuencia, la sustitución de mosto de uvas Tannat por mostos de uva Ugni blanc no implica una dilución de estos compuestos. La composición de la uva en cada temporada determina la concentración de estos compuestos en el vino.

Los parámetros cromáticos y el color debido a antocianos libres, copigmentados y polimerizados no fueron afectados sustancialmente por la sustitución de mosto. Sin embargo, se observó que en temporadas donde el potencial enológico de las uvas es mayor, el porcentaje de antocianos copigmentados y polimerizados fue mayor indicando una mayor estabilidad del color.

El año de vendimia tuvo un impacto muy importante en la composición y el color de los vinos en tanto que la composición del mosto impactó más fuertemente en la composición básica (contenido de alcohol, acidez total, azúcares residuales). En consecuencia, el impacto de la técnica está fuertemente determinado por el potencial enológico de la uva en cada temporada, por tanto, su aplicabilidad está restringida a temporadas donde las uvas alcancen concentraciones de azúcares elevadas. Adicionalmente, a la hora de definir el empleo de esta técnica se debe considerar los aspectos legales que rigen la comercialización del vino de cada país a fin de no afectar negativamente el valor comercial del vino.

Finalmente, el empleo de Ugni blanc, para la elaboración de vino tinto puede ser una estrategia para la revalorización de una de los cultivares más plantados del país.

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Vitivinicultura (I.N.A.VI.), a la Asociación Nacional de Bodegueros y a Bodega Colorado Chico por el apoyo en la ejecución del proyecto.

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto CSIC 2485 del programa Vinculación Universidad Sector Productivo 2019 (CSIC Udelar).

## Referencias

1. INIA GRAS. Banco de datos agroclimáticos de INIA - GRAS, estación Las Brujas. Disponible en: <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico> (consultado el 20 April 2023)
2. Z. Salvadó, R. Chiva, S. Rodríguez-Vargas, F. Rández-Gil, A. Mas, J.M. Guillamon. *FEMS Yeast Res* **8**, 1137–1146 (2008)
3. J. Cacho. ACEnología. Available in: [https://www.acenologia.com/perfil\\_sensorial\\_vino\\_cien0409/#:~:text=El%20etanol%20ejerce%20un%20papel,evaporar%20otros%20compuestos%20vol%C3%A1tiles%20odor%C3%ADferos](https://www.acenologia.com/perfil_sensorial_vino_cien0409/#:~:text=El%20etanol%20ejerce%20un%20papel,evaporar%20otros%20compuestos%20vol%C3%A1tiles%20odor%C3%ADferos) (2009)
4. J. Labanda, S. Vichi, J. Llorens, E. Lopez-Tamames. *Food Sci Technol* **42**, 1390–1395 (2009)
5. R. Mira de Orduña. *Food Res Int* **43**, 1844–1855 (2010)
6. R. Boulton, *Am. J. Enol. Vitic.* **52**(2), 67-87 (2001)
7. M.C. Llaudy, R. Canals, J.M. Canals, F. Zamora. *Eur Food Res Technol* **226**, 337–344 (2008)
8. F.W. Beech, L.F. Burroughs, C.F. Timberlake, G.F. Whiting. *BullOIV* **52**, 1001–1022(1979)
9. INAVI. Estadísticas de viñedo y bodega. Disponible en: <https://www.inavi.com.uy/estadisticas/> (consultado el 20 de abril de 2023)
10. B.G. Coombe. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **1**, 100-110 (1995)
11. OIV. Vol. 1. Paris, France: Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (2018)
12. Y. Glories, M. Augustin. In: C. R. *Colloque Journée Techn. CIVB, Bordeaux*, pp. 56-61 (1993)
13. G. González-Neves, L. Barreiro, G. Gil, J. Franco, A. Carbonneau, M. Moutounet. *Bull. OIV.* 887- 888, 30-44 (2005)
14. V. Singleton, J. Rossi. *Am. J. of Enol. and Vitic.* **16**, 144-158 (1965)
15. P. Ribéreau-Gayon, E. Stonestreet. *Chimie Analytique* **48**, 188 – 196 (1966)
16. C.J. Sarneckis, R.G. Dambergs, P. Jones, M. Mercurio, M.J. Herderich, P.A. Smith. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **12** 39-49 (2006)
17. F. Ayala, J.F. Echávarri, A.I. Negueruela. *Am. J. of Enol. and Vitic.* **48**(3), 357-363 (1997)
18. F. Ayala, J.F. Echávarri, A.I. Negueruela. *MSCVes.zip*. URL <http://www.unizar.es/negueruela/MSCV.es> (2001)
19. J.A. Di Rienzo, F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C.W. Robledo. *InfoStat versión 2015*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
20. M. Ferrer, G. Echeverría, M. Miras-Avalos. *IJOEAR* **8**(3), 16-27 (2017)
21. N. Kontoudakis, M. Esteruelas, F. Fort, J.M. Canals, V. De Freitas, F. Zamora. *Food Chemistry* **124**, 767–774 (2011)
22. L. Rolle, V. Englezos, F. Torchio, F. Cravero, S. Río Segade, K. Rantsiou, S. Giacosa, A. Gambuti, V. Gerbi, L. Coccolin. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **24**(1) 62-74 (2018)
23. D. Piccardo, G. Favre, O. Pascual, J.M. Canals, F. Zamora, G. González. *European Food Research and Technology* **245**(6), 1321-1335 (2019)
24. D. Piccardo, G. Gonzalez-Neves, G. Favre, O. Pascual, J.M. Canals, F. Zamora. *Fermentation* **5** (80), 1-17 (2019)
25. D. Piccardo, J. Gombau, O. Pascual, A. Vignault, P. Pons, J.M. Canals, G. González-Neves, F. Zamora. *Vitis* **58**, 59–67 (2019)
26. P. Ribéreau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdieu D (eds) *Handbook of enology. The chemistry of wine stabilisation and treatments*, vol 2. Wiley, Chichester, pp 141–203
27. Reglamento Vitivinícola del Mercosur. Disponible en <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-internacional/325-1997> (consultado 10 de mayo de 2023)
28. R. Canals, M.C. Llaudy, J. Valls, J.M. Canals, F. Zamora., *J. Agric. Food Chem.* **53**, 4019–4025 (2005)
29. M. Gil, N. Kontoudakis, E. González, M. Esteruelas, F. Fort, J.M. Canals, F. Zamora. *Agricultural Food Chemistry* **60**, 7988–8001 (2012)
30. M.T. Escribano-Bailón, J.C. Rivas-Gonzalo, I. García-Estévez. Chapter 13 - Wine Color Evolution and Stability en *Red Wine Technology*, Academic Press, 195-205 (2019)