

Estrategias combinadas para la obtención de un vino Tannat con un contenido moderado de alcohol

B. Listur¹, G. Baldivia¹, A. Coniberti², V. Martín¹, E. Boido¹, K. Medina¹, F. Carrau¹, E. Dellacassa³ y L. Fariña¹

¹Área de Enología y Biotecnología de Fermentaciones

²Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Las Brujas

³Laboratorio de Biotecnología de Aromas, DQO, Facultad de Química

Resumen. En este trabajo se buscó a través de la combinación de 2 estrategias reducir el contenido de alcohol en vinos de la variedad Tannat. La primera estrategia consistió en el screening dentro de clones uruguayos de Tannat. Con este fin se muestrearon durante tres vendimias consecutivas 10 clones uruguayos de Tannat y se utilizó como referencia el clon francés 717 en viñedos. De los clones estudiados 4 presentaron durante la vendimia 2023 un contenido significativamente inferior de alcohol que el clon 717, manteniendo los componentes responsables de su calidad sensorial (aromas glicosidados, antocianos totales). Mientras que la segunda estrategia fue realizar un screening de levaduras no-*Saccharomyces* nativas aisladas de viñedos uruguayos para utilizar en conjunto con la cepa *Saccharomyces cerevisiae* Lalvin BM4x4 Lalleman (utilizada como referencia para vinificar vino Tannat). Se estudió el comportamiento de 4 géneros de levaduras (*Candida zemplinina*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Metschnikowia fructicola* y *Hanseniaspora uvarum*), en microvinificaciones en símil vino. Estas estrategias fueron seleccionadas por que además de permitir la reducción de alcohol en vinos Tannat en forma conjunta le aportan una identidad propia de nuestro país.

Abstract. The aim of this study was to reduce the alcohol content of Tannat wines through a combination of two strategies. The first strategy consisted of screening within Uruguayan Tannat clones. To this purpose, 10 Uruguayan Tannat clones were sampled during three consecutive vintages and the French clone 717 was used as a reference in vineyards. Of the clones studied, 4 showed significantly lower alcohol content than clone 717 during the 2023 vintage, while maintaining the components responsible for their sensory quality (glycosidic aromas, total anthocyanins), while the second strategy was to screen native non-*Saccharomyces* yeasts isolated from Uruguayan vineyards for use in conjunction with the *Saccharomyces cerevisiae* Lalvin BM4x4 Lalleman strain (used as a reference for vinifying Tannat wine). The behaviour of 4 yeast genera (*Candida zemplinina*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Metschnikowia fructicola* and *Hanseniaspora uvarum*) was studied in wine-like microvinifications. These strategies were selected because they allow the reduction of alcohol in Tannat wines and, together, they give the wine a unique character of our country.

1 Introducción

En Uruguay la viticultura que apunta a la producción de vinos de calidad ha evolucionado pasando a concentrar su producción en predios pequeños y a mejorar la calidad de las uvas mediante la aplicación de distintas prácticas a nivel de viñedo. Los viñedos manejados para obtener menores rendimientos permiten obtener uvas de mayor calidad concentrando los metabolitos secundarios, que luego van a ser claves en la calidad organoléptica del vino. El alto contenido de etanol en vinos Tannat es un problema típico Uruguay, el problema radica en que para lograr madurar los polifenoles de esta variedad (mayormente los de la

semilla), se retrasa la fecha de cosecha y se alcanzan niveles de grado alcohólico elevados (hasta 16% vol.)

El contenido elevado de alcohol en vinos es un problema a nivel mundial, puede diferir la causa de esta problemática según la zona vitivinícola. De un tiempo a esta parte se han reportado múltiples estrategias para mitigar esta problemática y poder disminuir el grado alcohólico en vinos las cuales se esquematizan en la Fig. 1. Dichas estrategias apuntan a distintos eslabones de la secuencia biotecnológica que implica la elaboración del vino y se pueden dividir en cuatro grandes etapas: actuar a

nivel del viñedo, o actuar en las etapas prefermentativa, fermentativa o postfermentativa [1].



Figura 1. Estrategias para disminuir el grado alcohólico en vinos según la etapa del proceso de vinificación (adaptado de Varela et al. (2015) [1] & Ozturk and Anli, (2014) [2]).

El grado alcohólico elevado en vinos conlleva inconvenientes de distinta índole que implica tanto a productores como a consumidores. En la Fig. 2 se esquematizan los principales perjuicios que tiene la producción y consumo de vinos con elevado grado alcohólico [3,4,5].



Figura 2. Perjuicios de la producción y consumo de vinos con elevado grado alcohólico.

Este trabajo buscó a través de la combinación de 2 estrategias reducir el contenido de alcohol en vinos de la variedad Tannat. Cuando se aplica una única estrategia la disminución puede no ser significativa o en contraposición cuando se logra una disminución muy significativa a través de un único procedimiento esto conlleva impactos negativos en las características organolépticas del vino. Por eso la combinación de estrategias es una opción recomendada [1,2].

Como primera estrategia se trabajó a nivel de viñedo en la selección de clones uruguayos de Tannat, considerando que clones de una misma variedad de uva pueden diferir en sus características productivas y en su habilidad de producir vinos con distintas propiedades organolépticas [6, 7]. A partir de esta premisa, se han realizado estudios para

variedades de interés comercial como es el caso de Cabernet Sauvignon [8], Monastrell y Albariño [9] entre otras. En este sentido se realizó en nuestro país la selección de plantas candidatas a cabeza de clon de acuerdo a los protocolos europeos, partiendo de antiguos viñedos (mayores a 50 años) existentes en distintas zonas del país [10]. El proceso de selección se comenzó a realizar durante las temporadas 2002 – 2003 y el viñedo definitivo utilizado en este trabajo se plantó durante el año 2018, en el mismo viñedo y como referencia se plantó el clon 717 (ENTAV-INRA).

La segunda estrategia fue el trabajo con fermentaciones mixtas que utilizan la inoculación controlada de cultivos iniciadores de *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) y levaduras nativas no-*Saccharomyces*, la cual ha sido reportada como una buena alternativa para disminuir el contenido alcohólico [4, 5, 11]. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la selección de levaduras nativas no-*Saccharomyces* (aislada de viñedos uruguayos) para llevar a cabo fermentaciones mixtas junto con una cepa *S. cerevisiae* comercial de referencia.

2 Materiales y métodos

2.1 Viñedo clones uruguayos de Tannat

Los viñedos se encuentran ubicados en la estación experimental INIA “Las Brujas” en el Departamento de Canelones situado al sur de Uruguay. El primer viñedo fue plantado en el año 2017 y está formado por los clones CU028, CU033 y el clon francés ENTAV-INRA 717 (referencia). El segundo viñedo fue plantado en el año 2018 y está formado por los clones CU002, CU022, CU026, CU027, CU034, CU035, CU036, CUINA y el clon francés ENTAV-INRA 717 (referencia).

El seguimiento de la maduración: se realizó mediante la medida de parámetros físico químicos clásicos (pH, acidez, alcohol probable, tamaño y peso promedio de granos). Una vez determinada la fecha óptima, la uva cosechada se almacenó en el freezer a -20 °C hasta su análisis.

2.2 Parámetros fisicoquímicos

Se realizó el seguimiento de maduración de las uvas a través de la medida de acidez total, pH, densidad, ácido málico, ácido tartárico y nitrógeno asimilable mediante equipo FOSS. Se estudió en la fecha de cosecha la extractibilidad de antocianos, madurez polifenólica, antocianos totales por decoloración por SO₂ e índice de polifenoles totales (IPT).

2.3 Análisis de precursores aromáticos

Los precursores aromáticos glicosilados de las bayas fueron extraídos mediante SPE y posteriormente se realizó la hidrólisis enzimática con la enzima poligalacturonasa donde el extracto obtenido se analizó por cromatografía gaseosa acoplada a masa (GC-MS) siguiendo las condiciones descritas por Boido et al. [12]. Como estándar

interno se utilizó nonil glucósido para cuantificar los componentes volátiles.

2.4 Cepas de levaduras y medios de cultivo

En este estudio se utilizaron 15 cepas de levaduras no-*Saccharomyces* (Tabla 1), seleccionadas de la colección de levaduras nativas del Área Enología y Biotecnología de las Fermentaciones (Facultad de Química-UdelaR, Montevideo, Uruguay). Esta colección contiene levaduras *Saccharomyces* y no-*Saccharomyces* provenientes de aislamientos de uvas de distintos viñedos de Uruguay y fermentaciones de vinos. Cada cepa no-*Saccharomyces* de esta colección se encuentra identificada genéticamente mediante el análisis de secuencias del dominio variable D1/D2 en el extremo 5' del gen de la subunidad 26S del ADNr. Se consideró que, en cepas de levaduras de una misma especie, las diferencias nucleotídicas en la región D1/D2 fueron $\leq 1\%$ [13].

Se utilizó la levadura comercial Lalvin BM 4x4 de Lallemand (*S. cerevisiae*) como cepa de referencia, ya que esta es utilizada frecuentemente en la vinificación de uvas Tannat.

Todos los microorganismos se conservaron criogénicamente a $-80\text{ }^\circ\text{C}$ en glicerol al 20%, y se repicaron en el medio de cultivo WL Nutrient Agar (Oxoid, Hampshire, Reino Unido) para su uso.

2.5 Microvinificaciones

Con el fin de evaluar la fermentación de cada cepa se realizaron microvinificaciones a escala de laboratorio. Estas se llevaron a cabo semi-anaeróbicamente (con agitación diaria) a $20\text{ }^\circ\text{C}$, en matraces de 125 mL que contenían 60 mL de un mosto sintético químicamente definido, realizado según Martín et al., [14] (100 g/L glucosa, 100 g/L fructosa, 150 mg N/L de nitrógeno asimilable, pH 3,5), y cerrados con capilares. Los preinóculos se realizaron en el mismo sustrato, incubándose durante 24 horas a $25\text{ }^\circ\text{C}$ y 125 rpm. Posteriormente se inoculó a cada matraz con 1×10^6 células/mL. Para cada cepa se realizaron fermentaciones por triplicado, y se utilizó como control en cada ensayo la cepa comercial de referencia BM 4X4.

El seguimiento de la fermentación alcohólica se realizó monitoreando la pérdida de peso diaria producida por el desprendimiento de CO_2 , hasta obtener peso constante. Al finalizar, las fermentaciones se filtraron a través de una membrana de celulosa de $0,22\text{ }\mu\text{m}$ (Sartorius), y se fraccionaron 50 mL de la muestra para análisis sensorial y el resto para análisis fisicoquímico.

2.6 Análisis sensorial

La evaluación de los aromas fue realizada por el panel de del laboratorio de Enología y Biotecnología de las Fermentaciones. Las muestras de 50 mL se presentaron en copas estandarizadas a una temperatura de $20\text{ }^\circ\text{C}$, cubiertas con una tapa de vidrio y con un código aleatorio. Cada juez tuvo la libertad de registrar los descriptores aromáticos que

percibió. Solo se consideraron aceptables aquellas muestras con ausencia de defectos aromáticos.

2.7 Análisis fisicoquímico

Se determinó la concentración de glucosa, fructosa, glicerol y etanol por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) utilizando un sistema Shimadzu, conectado a un detector de índice de refracción (RID-10 A). Los componentes se separaron en una columna SUPELCOGEL C-610H (Supelco) de 30 cm x 7,8mm y $5\text{ }\mu\text{m}$, a $55\text{ }^\circ\text{C}$ con H_2SO_4 5mN como fase móvil, y un flujo de 0,5mL/min. El análisis de los resultados se realizó en el paquete de software LabSolutions. *Starmerella bacillaris*

Tabla 1. Especie y código de las cepas utilizadas en el estudio. Se incluyó la levadura comercial de referencia (negrita). El resto son levaduras nativas de Uruguay.

Especie	Código
<i>Starmerella bacillaris</i>	M10_02G
<i>Starmerella bacillaris</i>	C10_46F
<i>Starmerella bacillaris</i>	CF10_31F
<i>Starmerella bacillaris</i>	T10_25F
<i>Starmerella bacillaris</i>	T10_20F
<i>Starmerella bacillaris</i>	A10_74F
<i>Metschnikowia fructicola</i>	T11_193F
<i>Metschnikowia fructicola</i>	A10_77F
<i>Metschnikowia fructicola</i>	M11_56F
<i>Metschnikowia fructicola</i>	T11_191F
<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	M00_19G
<i>Metschnikowia fructicola</i>	M12_01G
<i>Hanseniaspora uvarum</i>	M18_161F
<i>Hanseniaspora uvarum</i>	C12_203G
<i>Hanseniaspora uvarum</i>	T18_147G
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	BM 4X4

2.8 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a los datos obtenidos utilizando el software InfoStat versión 2020. Las diferencias significativas se determinaron mediante la prueba de LSD Fisher. En todos los casos las diferencias se consideraron estadísticamente significativas con valores de $p \leq 0,05$.

3 Resultados y Discusión

3.1 Clones uruguayos composición fisicoquímica y precursores aromáticos

Desde el punto de vista del clima las vendimias estudiadas se pueden describir de la siguiente forma: la vendimia 2021 se caracterizó por una temperatura inferior a la media (10 años), y un nivel de precipitaciones en la última etapa de maduración de la uva (enero febrero) superior a la media (10 años). La vendimia 2022 se caracterizó por un período prolongado de lluvias durante el mes de febrero que acarrió problemas de sanidad a nivel de viñedo. Mientras que la vendimia 2023 fue dentro del período de sequía, con el mayor déficit hídrico de los últimos 44 años, un acumulado de lluvias que es la tercera parte del promedio anual histórico.

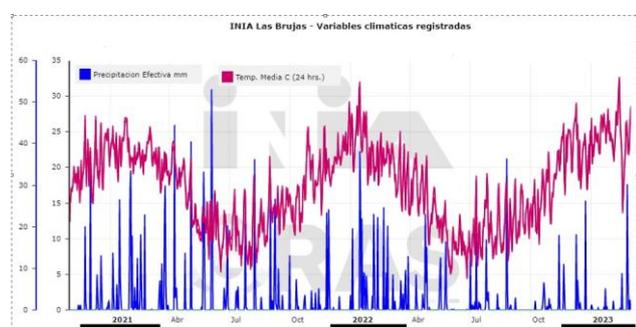


Figura 1. Temperatura y precipitaciones en el período de las vendimias 2021 a 2023.

Para seleccionar los clones de Tannat se tomó como referencia el clon 717 ya que este ha sido destacado entre los otros clones franceses existentes tanto desde el punto de vista de sus características agronómicas como enológicas [15]. La variedad Tannat se destaca por su alto contenido de polifenoles, pero desde el punto de vista del aroma, resulta una variedad neutra pero capaz de aportar precursores aromáticos que son de interés en los vinos de guarda. Por lo antes mencionado se estudiaron además de la composición fisicoquímica básica de los vinos el perfil y contenido de precursores aromáticos de los distintos clones uruguayos. En las uvas de los clones uruguayos de Tannat se identificaron y cuantificaron mediante extracción con SPE y posterior análisis por GC-MS 36 precursores glicosídicos agrupados en 4 familias de compuestos, norisoprenoides, terpenos, compuestos fenólicos y compuestos de 6 átomos de carbono. En la Fig. 2 se muestra el contenido de precursores glicosidados vs alcohol probable y el contenido de antocianos totales vs alcohol probable (Fig. 3) para el viñedo plantado en el año 2018 resultados obtenidos durante la vendimia 2021. El análisis estadístico de este viñedo no arrojó diferencias significativas en el alcohol probable entre los clones uruguayos respecto al clon de referencia 717 durante la vendimia 2021, pero si se obtuvieron diferencias significativas en los parámetros de calidad (precursores glicosidados, polifenoles totales, antocianos totales) entre algunos de los clones uruguayos y el clon francés 717. En

el caso del viñedo plantado en el año 2017, los clones uruguayos no se destacaron respecto al clon 717 respecto al contenido de precursores glicosidados ni el contenido de antocianos, aunque el clon uruguayo 028 tuvo un alcohol probable significativamente menor que el clon de referencia.

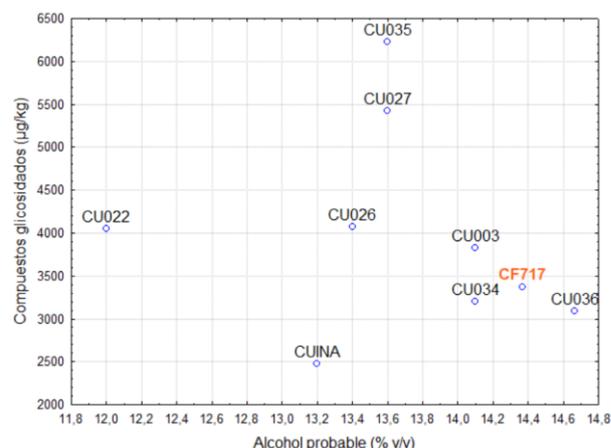


Figura 2. Contenido de precursores glicosidados vs alcohol probable para los clones uruguayos plantados en el año 2018 durante la vendimia 2021.

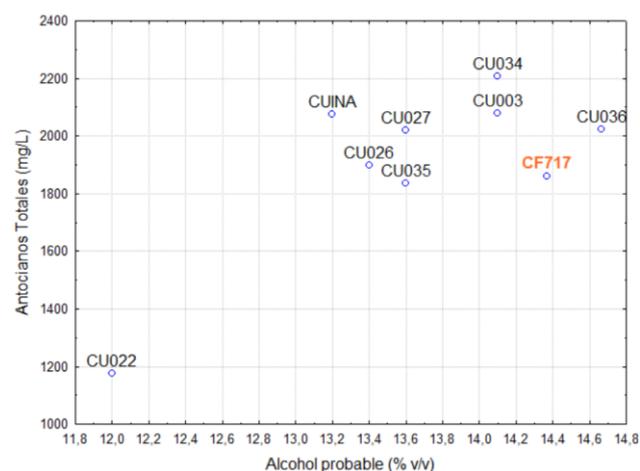


Figura 3. Contenido de antocianos totales vs alcohol probable para los clones uruguayos plantados en el año 2018 durante la vendimia 2021.

La vendimia 2022 que se caracterizó por las precipitaciones durante el último período de madurez de la uva, no fue la más adecuada para llevar a cabo la selección con los fines del proyecto, igual permitió evaluar desde el punto de vista sanitario los clones de Tannat en comparación con el seleccionado como referencia. En el contenido de alcohol solo el clon 003 del plantado en el 2018 presentó diferencias significativas con el clon 717. En la Fig. 4 se muestran el contenido de precursores aromáticos glicosidados vs alcohol probable, destacándose el clon CU026 por su contenido de precursores glicosidados significativamente superior que el clon 717. Mientras que en la Fig. 5 muestra el contenido de antocianos totales vs alcohol probable.

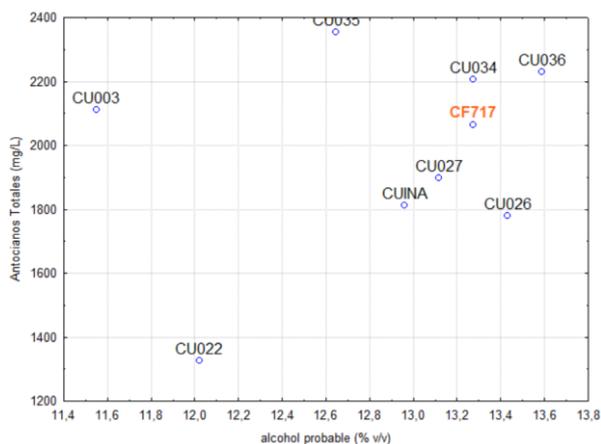


Figura 4. Contenido de precursores glicosidados vs alcohol probable para los clones uruguayos plantados en el año 2018 durante la vendimia 2022.

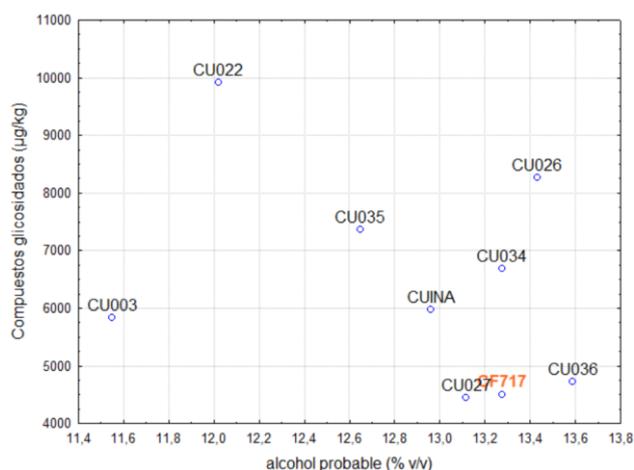


Figura 5. Contenido de antocianos totales vs alcohol probable para los clones uruguayos plantados en el año 2018 durante la vendimia 2022.

La vendimia 2023 presentó condiciones climáticas extremas pero resulta un buen escenario para la selección de clones con los fines de este proyecto. En la Fig. 6 se muestran los contenidos de alcohol probable para los clones uruguayos donde 4 de los clones uruguayos presentan diferencias significativas con el contenido de alcohol de clon francés 717.

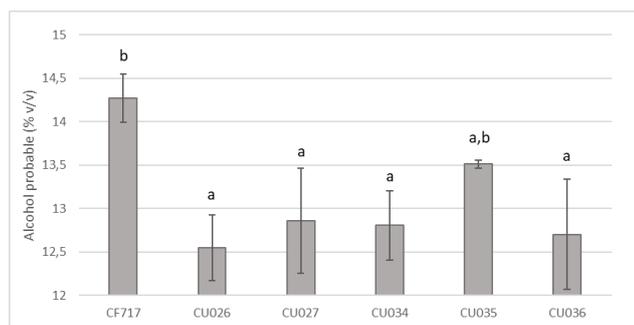


Figura 6. Contenido de alcohol probable durante la vendimia 2023 en clones uruguayos y el clon francés 717.

3.2 Selección de levaduras no- *Saccharomyces*

En este trabajo se evaluaron 15 levaduras no-*Saccharomyces* de los géneros *Starmerella*, *Metschnikowia* y *Hanseniaspora*, en cuanto su perfil sensorial y características fermentativas primarias en un mosto sintético químicamente definido, con la finalidad de encontrar cepas candidatas a utilizar en un cultivo mixto con la levadura comercial BM 4X4 para disminuir el contenido de etanol de un vino Tannat.

Los resultados obtenidos del análisis sensorial para las 15 cepas utilizadas (Tabla 2), muestran que las cepas T10_20F, A10_74F y M00_19G presentaron defectos aromáticos, y por esa razón fueron descartadas para las etapas siguientes del trabajo.

Todas las cepas estudiadas presentaron una menor capacidad fermentativa, consumo de azúcares y producción de etanol que la BM 4X4 (Tabla 3). Por otra parte, se observaron distintas capacidades fermentativas entre las distintas especies estudiadas, estando en el rango de 1,4 a 4,47 g CO₂/100 mL respectivamente. Por otro lado, el consumo promedio de azúcares varió dependiendo de la especie, observándose un consumo del 51%, 36% y 27%, para los géneros *Starmerella*, *Hanseniaspora* y *Metschnikowia* respectivamente. Para la cepa BM 4X4 se observó en todos los ensayos una concentración de azúcar residual mayor a los 2 g/L. Esto seguramente es consecuencia de la baja concentración de nitrógeno utilizado en el símil mosto (150 mg N/L), ya que esta levadura, al igual que muchas de las levaduras comerciales, tiene requerimientos nutricionales más altos. Para el contenido de etanol, el rango obtenido fue de 5,61 - 6,50% (v/v) para las especies del género *Starmerella*; 2,93 - 3,45% (v/v) para las especies del género *Metschnikowia*; y 4,27 - 4,72% (v/v) para las especies del género *Hanseniaspora*.

Las cepas M10_02G y CF10_31F presentaron un rendimiento de etanol más bajo que BM 4X4 y, a su vez, un consumo de azúcares alto, con respecto a la totalidad de cepas estudiadas. Además, el mayor azúcar consumido por estas fue la fructosa, lo cual muestra el carácter fructofílico de estas levaduras. Este resultado coincide con lo reportado por varios autores [16-17], donde confirman la naturaleza fructofílica de la especie *S. bacillaris*, haciéndola una buena candidata para utilizarse en cultivos mixtos con cepas *S. cerevisiae* debido a su naturaleza glucofílica. Por otra parte, la mayoría de las cepas de este género produjeron mayor concentración de glicerol que BM 4X4.

Todas las cepas del género *Metschnikowia* fueron menos eficientes en la producción de etanol respecto a la levadura comercial (Tabla 3). Sin embargo, el consumo de azúcares y la producción de glicerol fue el más bajo, en comparación con las otras especies estudiadas.

Varios estudios han reportado cepas de *H. uvarum* con bajo rendimiento de etanol. En este sentido, M. Gobbi et al. [18] evaluó el rendimiento de etanol de 32 cepas pertenecientes a 8 especies diferentes, en comparación con una cepa control de *S. cerevisiae*, y encontraron que la especie *H. uvarum* mostró el rendimiento más bajo. Por otro lado, D. Rossouw et al., [19] estudió un total de 17 cepas, de las cuales 7 presentaron un rendimiento menor que las cepas control. Sin embargo, ambos autores destacan

la variabilidad intraespecie de *H. uvarum* en cuanto al rendimiento de etanol. En este sentido, las dos cepas utilizadas en este estudio no mostraron diferencias significativas con la levadura de referencia, por lo que sería conveniente aumentar el número de cepas de esta especie para futuros estudios.

Tabla 2. Resultados del análisis sensorial para cada especie de levadura estudiada. Las muestras que se consideraron aceptables se indican como Si, y las no aceptables como No.

Especie	Código	Aceptación de la calidad sensorial
<i>S. bacillaris</i>	M10 02G	Si
<i>S. bacillaris</i>	C10 46F	Si
<i>S. bacillaris</i>	CF10 31F	Si
<i>S. bacillaris</i>	T10 25F	Si
<i>S. bacillaris</i>	T10 20F	No
<i>S. bacillaris</i>	A10 74F	No
<i>M. fructicola</i>	T11 193F	Si
<i>M. fructicola</i>	A10 77F	Si
<i>M. fructicola</i>	M11 56F	Si
<i>M. fructicola</i>	T11 191F	Si
<i>M. pulcherrima</i>	M00 19G	No
<i>M. fructicola</i>	M12 01G	Si
<i>H. uvarum</i>	M18 161F	Si
<i>H. uvarum</i>	C12 203G	Si
<i>H. uvarum</i>	T18 147G	Si

4 Conclusiones

4.1 Selección de clones uruguayos de Tannat

En base a los resultados obtenidos algunos de los clones destacaron por su contenido de polifenoles evaluados mediante antocianos totales y el índice polifenoles totales así como su contenido de precursores glicosidados. Durante la vendimia 2023 los clones CU026, CU027, CU034 y CU036 presentaron un contenido significativamente inferior de alcohol probable (% v/v) respecto al clon Francés 717.

4.2 Selección de levaduras no- *Saccharomyces*

Dentro de las levaduras evaluadas se encontraron cepas de las especies *S. bacillaris* y *M. fructicola* con perfiles sensoriales aceptables, y con rendimientos de etanol por

debajo al de la cepa comercial *S. cerevisiae* de referencia. En cuanto a la producción de glicerol, el género *Starmerella* presentó la mayor producción, seguido por las cepas del género *Hanseniaspora*, y finalmente las del género *Metschnikowia*.

Proyecto CSIC- Udelar I+D - 2020 “Estrategias para la obtención de un vino Tannat con un contenido moderado de alcohol”.

Beca de Maestría de la Comisión Académica de Posgrado de Lic. Belén Listur.

Bodega Bouza por el uso de winescan –FOSS.

Referencias

- J. Varela, C. Varela. Curr. Opin. Biotechnol **56**, 88 (2019)
- B Ozturk, E. Anli. Bio web of Conf **3**, 02012 (2014)
- A. Contreras, C. Hidalgo, P.A. Henschke, P. J. Chambers, C. Curtin, C. Varela. Appl. Environ. Microbiol. **80**, 1670–1678 (2014)
- M. Quirós, V. Rojas, R. Gonzalez, P. Morales. Int. J. Food Microbiol. **181**, 85–91 (2014)
- OMS. Global status report on alcohol and health. (2018)
- Versini, G. De Micheli, L. Bogoni, M. Tedesco, G. Scienza, A. Vignevini **12**, 49-53 (1993)
- B. Prévède, A. Oliveira, E. de Purgatto, F.M. de Medeiros Câmara, I. Peregrino, M. de Albuquerque R. da Mota. OENO One **56**(4), 117–124 (2022)
- V. Burin, L. Costa, J. Rosiere, M. Bordignon-Luiz, LWT - Food Sci. Technol. **44**, 1931-1938 (2011)
- S. Zamuz, M. Martinez, M. Vilanova, J Food Compost Anal **20**, 591–595 (2007)
- E. Disegna, A. Coniberti, V. Ferrari, Clones de Tannat. Revista INIA **109** 1-6 (2014)
- M. Ciani, P. Morales, F. Comitini, J. Tronchoni, L. Canonico, J.A. Curiel, L. Oro, A.J. Rodrigues, R. Gonzalez. Front. Microbiol. **7**, 1–13 (2016)
- E. Boido, L. Fariña, F. Carrau, E. Dellacasa, D. Cozzolino. Food Anal. Methods **6**, 100–111 (2013)
- C.P. Kurtzman, C.J. Robnett. Antonie Van Leeuwenhoek. **73**, 331-371 (1998)
- V. Martin, E. Boido, F. Giorello, E. Albert Mas, D. Dellacassa, F. Carrau. Yeast. **33**, 323–328 (2016)
- E. Disegna, V. Ferrari, A. Coniberti, Agrociencia Uruguay **22**, 33-42 (2017)
- I. Magyar, T. Tóth. Food Microbiol. **28**, 94-100 (2011)
- W.J.F. Lemos, C. Nadai, L.T. Crepalde, V. Sales de Oliveira, A. Dupas de Matos, A. Giacomini, V. Corich. Int. J. Food Microbiol. **303**, 1–8 (2019)
- M. Gobbi, L. De Vero, L. Solieri, F. Comitini, L. Oro, P. Giudici, M. Ciani. Eur Food Res Technol. **239**, 41–48 (2014)
- D. Rossouw, F.F. Bauer. Food Microbiol. **55**, 32–46 (2016)

n.º Ensayo	Especie	Código	CF (gCO ₂ /100mL)	Etanol (%v/v)	Rendimiento (g/g)	% Azúcar consumido	Glicerol (g/L)	Glucosa (g/L)	Fructosa (g/L)
1	<i>S. cerevisiae</i>	BM 4X4	9,24 ± 0,13 ^a	12,55 ± 0,26 ^a	0,53 ^a	94,22 ^a	3,54 ± 0,09 ^a	2,35 ± 0,21 ^a	9,22 ± 1,61 ^a
	<i>S. bacillaris</i>	M10_02G	4,03 ± 0,25 ^b	5,61 ± 0,26 ^b	0,43 ^b	51,41 ^b	4,48 ± 0,61 ^b	84,58 ± 6,11 ^b	12,59 ± 2,92 ^{a,b}
	<i>S. bacillaris</i>	CF10_31F	4,15 ± 0,28 ^b	5,87 ± 0,26 ^b	0,45 ^b	50,87 ^b	4,62 ± 0,13 ^b	84,90 ± 2,24 ^b	13,35 ± 4,68 ^b
	<i>S. bacillaris</i>	C10_46F	4,47 ± 0,40 ^b	6,50 ± 0,31 ^b	0,48 ^{a,b}	53,11 ^b	4,31 ± 0,35 ^{a,b}	80,93 ± 3,75 ^b	12,84 ± 0,70 ^{a,b}
2	<i>S. cerevisiae</i>	BM 4X4	8,90 ± 0,60 ^a	12,39 ± 0,36 ^a	0,51 ^a	94,26 ^a	3,62 ± 0,09 ^a	2,13 ± 0,29 ^a	8,01 ± 0,29 ^a
	<i>S. bacillaris</i>	T10_25F	3,88 ± 0,61 ^b	6,37 ± 0,38 ^b	0,50 ^a	49,46 ^b	5,25 ± 0,18 ^b	87,98 ± 0,57 ^b	13,10 ± 1,16 ^a
3	<i>S. cerevisiae</i>	BM 4X4	8,75 ± 0,16 ^a	12,57 ± 0,02 ^a	0,52 ^a	95,51 ^a	4,03 ± 0,02 ^a	2,29 ± 0,30 ^a	6,69 ± 0,19 ^a
	<i>M. fructicola</i>	T11_193F	2,56 ± 0,93 ^b	2,99 ± 0,11 ^b	0,43 ^b	27,41 ^b	1,71 ± 0,06 ^b	69,7 ± 0,64 ^b	75,48 ± 0,34 ^b
	<i>M. fructicola</i>	A10_77F	2,26 ± 0,03 ^b	3,45 ± 0,05 ^c	0,44 ^b	30,69 ^c	1,58 ± 0,06 ^c	63,41 ± 0,28 ^c	75,21 ± 0,33 ^b
	<i>M. fructicola</i>	M11_56F	2,06 ± 0,04 ^b	3,17 ± 0,02 ^d	0,43 ^b	29,23 ^d	1,94 ± 0,05 ^d	64,27 ± 0,43 ^d	77,28 ± 0,45 ^c
4	<i>S. cerevisiae</i>	BM 4X4	8,87 ± 0,15 ^a	13,48 ± 0,12 ^a	0,55 ^a	96,53 ^a	4,06 ± 0,05 ^a	2,28 ± 0,01 ^a	4,67 ± 1,22 ^a
	<i>M. fructicola</i>	T11_191F	1,41 ± 0,09 ^b	2,93 ± 0,06 ^b	0,49 ^b	23,88 ^b	1,59 ± 0,01 ^b	73,74 ± 0,47 ^b	78,51 ± 0,37 ^b
	<i>M. fructicola</i>	M12_01G	1,82 ± 0,34 ^b	3,26 ± 0,07 ^c	0,48 ^b	26,68 ^c	1,49 ± 0,06 ^b	68,42 ± 0,96 ^c	78,23 ± 0,49 ^b
5	<i>S. cerevisiae</i>	BM 4X4	9,81 ± 0,09 ^a	12,58 ± 0,08 ^a	0,50 ^a	98,36 ^a	3,77 ± 0,07 ^{a,b}	2,27 ± 0,81 ^a	2,00 ± 0,80 ^a
	<i>H. uvarum</i>	M18_161F	3,94 ± 0,40 ^b	4,72 ± 0,21 ^b	0,51 ^a	36,13 ^b	4,32 ± 0,29 ^a	51,79 ± 3,53 ^b	75,95 ± 1,23 ^b
	<i>H. uvarum</i>	C12_203G	3,70 ± 0,29 ^b	4,27 ± 0,32 ^b	0,48 ^a	35,15 ^b	3,60 ± 0,47 ^b	53,00 ± 2,38 ^b	76,71 ± 1,61 ^b