

ORIGINAL

Estudio preliminar: orujo liofilizado de myrtia como coadyuvante natural en la elaboración de vinos de monastrell

Juan Daniel Moreno-Olivares^{1*}; María José Giménez-Bañón¹, Ana Cebrián-Pérez¹, José Cayetano Gómez-Martínez¹, María Isabel Quílez-Pérez¹, Diego José Fernández-López², Luis Javier Pérez-Prieto¹, Juan Antonio Bleda-Sánchez¹, Leonor Ruiz-García² y Rocío Gil-Muñoz¹.

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA). C/ Mayor s/n La Alberca (30150) Murcia. Equipo de Enología y Viticultura¹

Equipo de Mejora Genética Molecular²

**Correo electrónico de contacto: juand.moreno5@carm.es*

Recibido 30 de abril de 2026 / Aceptado 17 de junio de 2026 / Publicado 1 de septiembre de 2026

RESUMEN

La valorización de subproductos vitivinícolas constituye una línea prioritaria en modelos de producción sostenible y economía circular. El orujo procedente de la elaboración de un vino destaca por su elevado contenido fenólico y su potencial aplicación tecnológica. Este trabajo evalúa el uso de orujo liofilizado de la variedad myrtia, una nueva variedad descendiente de monastrell caracterizada por su alta concentración en antocianos, como posible coadyuvante natural que mejore el color durante la vinificación de vinos tintos de monastrell. Se aplicaron dos dosis de orujo (50 y 100 g/kg) durante la fermentación alcohólica, comparándose con un vino control elaborado bajo las mismas condiciones. Tras la fermentación maloláctica se determinaron los siguientes parámetros: polifenoles totales (IPT), intensidad de color, taninos y antocianos totales. Además, se realizó un análisis sensorial con el fin de estudiar la calidad enológica en los vinos elaborados. Los resultados mostraron como la adición de orujo incrementó el contenido fenólico total, la intensidad cromática y además mejoró la calidad sensorial de los vinos. Este estudio tiene carácter preliminar y se desarrolló en condiciones experimentales controladas, por lo que los resultados que se presentan tienen fines científicos y no implican recomendaciones de aplicación industrial en el contexto normativo actual. No obstante, los datos obtenidos sugieren que la valorización del orujo podría constituir en el futuro, una estrategia de interés dentro de enfoques de economía circular aplicados al sector vitivinícola.

PALABRAS CLAVE

Polifenoles, subproductos vitivinícolas, nuevas variedades, cruzamientos dirigidos, cambio climático, economía circular.

ABSTRACT

The valorization of winery by-products is a priority within sustainable production and circular economy models. Grape pomace is particularly relevant due to its high phenolic content and potential technological applications. This study evaluates the use of pomace from the myrtia variety, a new cross derived from monastrell, as a natural winemaking aid during monastrell red wine vinification. Freeze-dried myrtia pomace was incorporated during alcoholic fermentation at 50 and 100 g/kg. Wines were compared with a control produced under identical conditions. After malolactic fermentation, IPT, color intensity, tannins and anthocyanins were determined, together with sensory evaluation. Pomace addition increased total phenolic content and color intensity, with associated modifications in chromatic parameters. The incorporation of myrtia pomace may represent a strategy for by-product valorization within sustainable winery practices. However, this work constitutes a preliminary experimental study and does not imply recommendations for industrial application under the current regulatory framework. Nevertheless, the data obtained suggest that the valorization of grape pomace could, in the future, represent a strategy of interest within circular economy approaches applied to the wine sector.

KEYWORDS

Polyphenols, winemaking by-products, new varieties, direct crossbreeding, climate change, circular economy.

INTRODUCCIÓN

La producción vitivinícola genera subproductos sólidos cuya gestión supone un desafío ambiental y productivo. El orujo obtenido tras el proceso de elaboración de los

vinos, el cual está compuesto por pieles, semillas y restos de pulpa, representa una fracción significativa de estos residuos (Karastergiou *et al.*, 2024). Tradicionalmente, entre otros, el orujo se ha destinado a la obtención de alcohol, y tras su procesado se ha utilizado para compostaje o alimentación animal, y de este modo, en los últimos años, su valorización ha adquirido relevancia dentro de estrategias de economía circular (Lopes *et al.*, 2025). Desde el punto de vista tecnológico, se están impulsando investigaciones sobre la recuperación y reutilización del orujo, debido a que presenta un elevado contenido en compuestos fenólicos, responsables de características cromáticas y estructurales del vino (Delić *et al.*, 2024; Lingua *et al.*, 2016). Paralelamente, el cambio climático está modificando los patrones de maduración y el equilibrio tecnológico-fenólico de la uva, condicionando la calidad final de los vinos (Aloy *et al.*, 2024; Rouxinol *et al.*, 2023). En este contexto se han desarrollado estrategias adaptativas que incluyen tanto la optimización de prácticas enológicas como programas de mejora genética varietal (Baltazar *et al.*, 2025). En esta línea, el IMIDA inició un programa de mejora genética de monastrell mediante cruzamientos dirigidos con otras variedades *premium*, obteniéndose así nuevas variedades de uva. Por ejemplo, la variedad myrtia procedente de un cruzamiento entre monastrell y syrah, destaca por su alto potencial fenólico y su gran adaptación a condiciones cálidas (Jackson, 2020; Moreno-Olivares, 2022) y, por tanto, su orujo podría constituir una fuente funcional de compuestos fenólicos si se incorpora de forma controlada durante la fermentación alcohólica de otros vinos.

Por ende, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de orujo liofilizado de myrtia durante la fermentación alcohólica de monastrell, analizando su influencia sobre los parámetros cromáticos, la composición fenólica y el perfil sensorial tras la fermentación maloláctica. En el contexto del marco regulatorio vigente, esta práctica no se encuentra actualmente contemplada en la normativa enológica, por lo que los resultados se presentan exclusivamente con fines científicos y experimentales, no como recomendación enológica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

El experimento se llevó a cabo durante la campaña 2025 en un viñedo de la variedad monastrell plantado en nuestra finca experimental “Finca Hacienda Nueva”, situada en la zona de “El Chaparral”, en el término municipal de Cehegín (Murcia), en el sureste de España (38,11° N; -1,68° O). Las viñas están dispuestas sistemáticamente en espaldera, con un marco de plantación de 3 × 1,25 m y regadas con riego por goteo, con un máximo de 0,665 m³/año por planta, dependiendo de las precipitaciones anuales.

Obtención y preparación del orujo

El orujo procedente de la vinificación de la variedad myrtia fue separado tras la fermentación alcohólica y sometido directamente a un proceso de liofilización durante 48 horas mediante un Liofilizador Cryodos Telsar 50 (Terrasa, España). No se realizó separación previa de pepitas ni raspones, ya que uno de los objetivos del tra-

Análisis - Innovación - Tradición

Desde 1933, al servicio de la excelencia enológica

Acreditados por ENAC desde 1999.
La acreditación garantiza la competencia técnica, el cumplimiento de normas internacionales y reconocimiento de los resultados a nivel nacional e internacional.

Con más de 90 años de experiencia somos referencia en análisis de vinos, bebidas espirituosas y vinagres.

- ✓ Análisis físico-químico y microbiológico.
- ✓ Control de calidad y asesoramiento técnico.
- ✓ Estudios de estabilidad y envejecimiento.
- ✓ Especialistas en extractos naturales y aromas.



M.REAL
LABORATORIO ENOLÓGICO DESDE 1933



C/ Armas de Santiago, 17. Jerez de la Fra.
956 185 171 | contacto@laboratoriomreal.com
@laboratoriomreal | laboratoriomreal.com



bajo fue evaluar una metodología sencilla y fácilmente transferible a nivel de bodega, evitando etapas adicionales de procesamiento. Posteriormente, el material liofilizado fue triturado hasta obtener un polvo homogéneo para su dosificación. La molienda se realizó mediante el uso de una Thermomix, obteniéndose una granulometría adecuada para su incorporación al vino. El orujo fue caracterizado mediante cromatografía líquida según la metodología de (Pérez-Porras *et al.*, 2022) para determinar su composición fenólica.

Se evaluaron diferentes dosis de orujo liofilizado con el objetivo de estudiar su influencia sobre la composición y las características sensoriales del vino. Dado que se trata de un estudio preliminar y de una primera aproximación experimental a la utilización de este material, se seleccionaron una dosis intermedia (50 g/kg) y otra más elevada (100 g/kg) con el fin de maximizar la capacidad de detección de posibles efectos tecnológicos y organolépticos.

Vinificación

Las vinificaciones se llevaron a cabo en la Estación Enológica de Jumilla siguiendo un protocolo tradicional y utilizando depósitos de acero inoxidable de 10 L. Tras el despalillado y estrujado, se inocularon levaduras *Saccharomyces cerevisiae* (Zymaflore FX10) (20 g/100 kg). A los dos días de adición de las levaduras, se añadieron los tratamientos con orujo liofilizado en dos dosis diferentes (50 y 100 g/kg), manteniéndose un lote control sin adición. Al finalizar la fermentación alcohólica, los azúcares residuales fueron inferiores a 2 g L⁻¹ y la densidad <0,995 g mL⁻¹. A continuación, se llevó a cabo la fermentación maloláctica (FML) a 20°C utilizando para ello bacterias lácticas (*Oenococcus oeni*, Lactoenos 450 PreAc 1g/hl). Finalizada ésta, los vinos se sulfitaron y conservaron en *bag-in-box* para minimizar la exposición al oxígeno. Todas las determinaciones analíticas se realizaron por triplicado al mes de la finalización de la fermentación maloláctica.

Análisis físicoquímicos

El grado alcohólico de los vinos se midió con un analizador Alcolyzer Wine (Anton Paar® GmbH, Graz, Austria) mediante espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR). La acidez volátil se determinó mediante un analizador de flujo continuo. La acidez total y pH de los vinos se analizó con un equipo Flash automatic titrator (Esteroglass, San Martino, Italy). Finalmente, el ácido tartárico se midió con un equipo multiparamétrico CETLab 600 (Microdom,

Taverny, Francia). Los análisis se realizaron siguiendo la metodología oficial (OIV, 2021).

Análisis espectrofotométricos

Los parámetros espectrofotométricos se midieron en un espectrofotómetro Shimadzu 1600-UV (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japón). Para medir los IPT (índice de polifenoles totales) se utilizaron cubetas de 1 cm de paso óptico. El vino fue diluido 100 veces con agua destilada y posterior medida a 280 nm. El contenido de taninos en los vinos, se midió por el método de precipitación de metilcelulosa (Sarneckis *et al.*, 2006). Además, se determinó la intensidad de color, midiendo el vino directamente en cubetas de 0.1 cm de paso óptico, sumando las absorbancias a 620 nm (componente azul), 520 (componente roja) y 420 nm (componente amarillo) (Glories, 1984).

Finalmente, los antocianos totales se analizaron con el equipo multiparamétrico CETLab 600 (Microdom, Taverny, Francia) utilizando el kit colorimétrico de antocianos de TDI (Roma, Italia) siguiendo el método de Puisse-Léon propuesto por Ribereau-Gayon *et Peynaud*, (1972).

Análisis sensorial

La evaluación sensorial de los vinos se realizó mediante un panel de cata entrenado integrado por catadores de la Estación Enológica de Jumilla.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para determinar si existían diferencias significativas entre las medias de los diferentes parámetros evaluados usando el test "LSD" con el programa estadístico R Studio 1.1.453 (Boston, MA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos físicoquímicos vinos

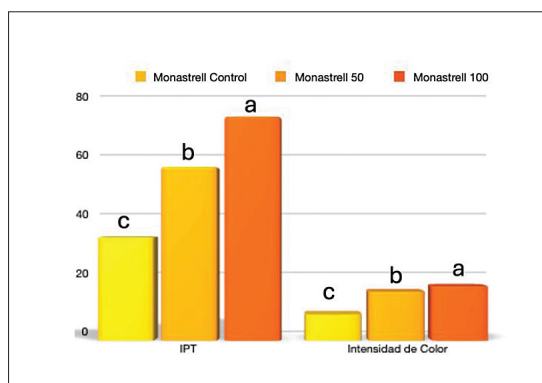
Desde el punto de vista físicoquímico (Tabla 1), en relación con el grado alcohólico, aunque el tratamiento Monastrell con dosis 50 presentó el valor más alto (14,07%), no se detectaron diferencias atribuibles a la adición de orujo. En general, los valores oscilaron entre 13,5% y 14%. Del mismo modo, no se observaron incrementos sistemáticos en acidez volátil asociados al tratamiento, lo que sugiere que, bajo las condiciones ensayadas, la adición del orujo no incrementó el riesgo de desviaciones fermentativas.

	MON ¹ Control	MON + orujo 50 g/kg	MON + orujo 100 g/kg
Alcohol (% vol)	13,51 ± 0,22 b	14,07 ± 0,23 a	13,71 ± 0,36 b
A ² .Volátil (g/L)	0,61 ± 0,06 a	0,65 ± 0,07 a	0,67 ± 0,05 a
pH	3,42 ± 0,04 c	3,50 ± 0,06 b	3,64 ± 0,04 a
A. Total (g/L) ³	6,42 ± 0,23 a	6,32 ± 0,17 a	5,80 ± 0,19 b
Ác ⁴ . Tartárico (g/L)	2,60 ± 0,23 a	2,32 ± 0,24 b	2,07 ± 0,18 b

¹MON (monastrell), ²A (Acidez), ³Acidez total expresada en g/L de ácido tartárico, ⁴Ác (Ácido).

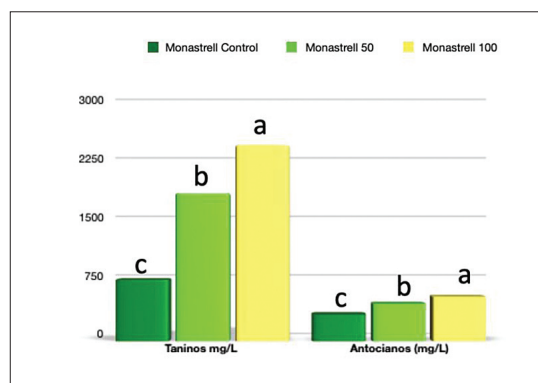
Los datos representan las medias ± desviación estándar. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas de acuerdo al test de LSD ($p < 0.05$).

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos en los vinos de monastrell a final de fermentación maloláctica.



Diferentes letras indican diferencias significativas según el test LSD ($p < 0.05$).

Figura 1. Composición de IPT e IC en los vinos al final de fermentación maloláctica.



Diferentes letras indican diferencias significativas según el test LSD ($p < 0.05$).

Figura 2. Composición de taninos y antocianos en los vinos de monastrell.

No obstante, se observaron diferencias en la acidez de los vinos, especialmente en el tratamiento con 100 g/kg, que presentó valores superiores de pH (3,64) y menores de acidez total (5,80 g/L) y ácido tartárico (2,07 g/L) respecto al vino control. Dado que la madurez de la uva y las posibles correcciones enológicas pueden influir en estos parámetros, no puede atribuirse de forma concluyente este comportamiento a la adición de orujo.

Datos espectrofotométricos

Los resultados obtenidos (Figura 1) muestran que la adición de orujo liofilizado de myrtia durante la fermentación alcohólica modificó significativamente la composición fenólica y el perfil cromático del vino de monastrell en los vinos analizados a final de fermentación maloláctica, observándose un efecto claramente dosis-dependiente. Tal como se observa en la Figura 1, el tratamiento con orujo incrementó de manera significativa el IPT, con valores crecientes desde el vino control hasta los tratamientos de 50 y 100 g/kg respectivamente. Este aumen-

to podría explicarse por la transferencia de compuestos fenólicos desde el orujo al vino. Este fenómeno ha sido descrito previamente en estudios de reutilización de subproductos procedentes de la variedad *frontenac gris* en la elaboración de sidras (Wang et al., 2025). Paralelamente, la intensidad colorante (IC) también se incrementó significativamente con la dosis aplicada, siendo el tratamiento de 100 g/kg el que presentó los valores más elevados. No obstante, aunque se observó un incremento al pasar de 50 a 100 g/kg, este fue de menor magnitud en comparación con el aumento registrado respecto al vino control, lo que podría indicar la existencia de un efecto límite en la extracción o estabilización de los compuestos fenólicos, posiblemente asociado a fenómenos de adsorción, precipitación o establecimiento de equilibrios sólido-líquido (Jackson, 2020). En relación con la fracción tánica, la Figura 2 mostró un incremento significativo de los taninos totales, observándose diferencias claras entre los tres tratamientos. El tratamiento de 100 g/kg alcanzó los valores más altos,

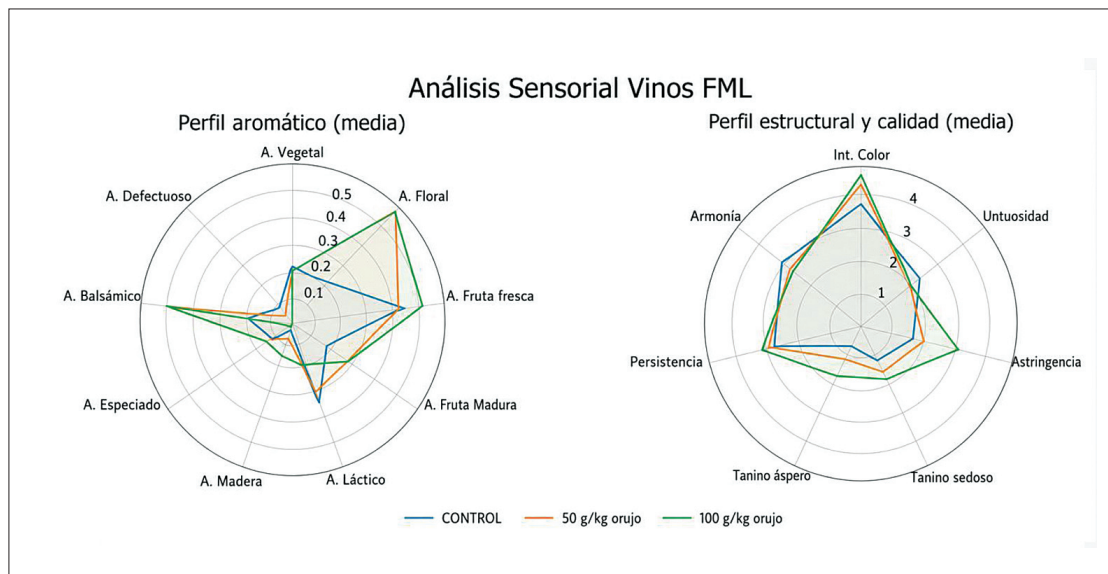


Figura 3. Perfil aromático y estructural de los vinos elaborados.

seguido por el de 50 g/kg, mientras que el vino control presentó los valores más bajos. Este resultado sugiere que la adición del orujo no solo aumentaría el contenido fenólico total, sino que también podría incrementar de forma marcada la fracción relacionada con parámetros sensoriales que tienen que ver con la estructura y astringencia del vino (Shi *et al.*, 2023).

En relación a los antocianos totales (Figura 2) se siguió la misma tendencia creciente observada para IPT e IC. En la variedad monastrell, la aplicación del tratamiento a 50 y 100 g/kg promovió un incremento significativo en la concentración de antocianos respecto al vino control. El vino elaborado con 100 g/kg presentó los valores más elevados de antocianos, en concordancia con el aumento registrado en la intensidad de color y en el índice de polifenoles totales (IPT). Estos resultados evidencian una mayor extracción y/o estabilización de compuestos fenólicos, lo que sugiere una mejora en la estructura y en el potencial de estabilidad cromática del vino. En conjunto, el tratamiento a mayor dosis favoreció la obtención de vinos con mayor carga fenólica y mayor intensidad visual, atributos clave para la calidad enológica de la monastrell. Además, la mayor concentración de antocianos podría contribuir a una mayor estabilidad cromática durante el envejecimiento de estos vinos (Yue *et al.*, 2021)

Análisis sensorial

La Figura 3 muestra el análisis sensorial realizado en los vinos elaborados. El análisis mostró que la

adición de orujo liofilizado modificó ligeramente el perfil aromático de los vinos respecto al vino control. Los tratamientos con 50 y 100 g/kg presentaron una mayor intensidad de las notas florales y de fruta fresca, mientras que las notas vegetales y los aromas defectuosos permanecieron en niveles bajos y sorprendentemente similares a los observados en el vino control. Asimismo, se observó una ligera intensificación de los matices balsámicos en los vinos tratados con orujo, especialmente en la dosis más elevada.

En cuanto al perfil estructural, la incorporación de orujo liofilizado produjo un incremento de la intensidad colorante, la persistencia y la sensación de estructura en boca. Aunque se registró un aumento de la astringencia en el tratamiento de 100 g/kg, los valores de tanino áspero se mantuvieron reducidos. Estos resultados sugieren que la utilización de orujo liofilizado puede mejorar determinados atributos de calidad sensorial sin generar incrementos significativos de caracteres vegetales o desequilibrios organolépticos.

CONCLUSIONES

La incorporación de orujo liofilizado de la variedad myrtia durante la fermentación alcohólica en vinos tintos de monastrell produjo modificaciones significativas en la composición fenólica y en el perfil cromático del vino final, observándose un efecto dependiente de la dosis aplicada. Estos resultados sugieren que el orujo liofilizado

de myrtia podría actuar como fuente fenólica natural para mejorar el potencial cromático de vinos de monastrell. Por otra parte, la incorporación de orujo liofilizado se presenta como una estrategia prometedora para incrementar la complejidad sensorial y la calidad percibida del vino, manteniendo un adecuado equilibrio organoléptico.

No obstante, el presente trabajo constituye un estudio preliminar desarrollado en condiciones experimentales controladas y a escala reducida. Son necesarias investigaciones adicionales que evalúen un rango más amplio de dosis, especialmente concentraciones intermedias o inferiores, así como profundizar en su viabilidad técnica y regulatoria en el contexto normativo actual.

BIBLIOGRAFÍA

- Aloy, K. G., Bergmann, A. R., Costa, V. B., & Malgarim, M. B. (2024). Impact of climate change on grape composition: a review. *Ciência e Natura*, 46. <https://doi.org/10.5902/2179460x75359>
- Baltazar, M., Castro, I., & Gonçalves, B. (2025). Adaptation to climate change in viticulture: the role of varietal selection—A Review. *Plants*, 14 (1). <https://doi.org/10.3390/plants14010104>
- Delić, K., Milinčić, D. D., Pešić, M. B., Lević, S., Nedović, V. A., Gancel, A. L., Jourdes, M., & Teissedre, P. L. (2024). Grape, wine and pomace anthocyanins: winemaking biochemical transformations, application and potential benefits. *Oeno One*, 58 (4). <https://doi.org/10.20870/oenoone.2024.58.4.8039>
- Glories, Y. (1984). La couleur des vins rouges. 1 repartie: les équilibres des anthocyanes et des tanins. *Oeno One*, 18(3), 195. <https://doi.org/10.20870/oenoone.1984.18.3.1751>
- Jackson, R. S. (2020). *Wine science: principles and applications* (5th ed). Academic Press.
- Karastergiou, A., Gancel, A. L., Jourdes, M., & Teissedre, P. L. (2024). Valorization of grape pomace: a review of phenolic composition, bioactivity, and therapeutic potential. *Antioxidants*, 13 (9). <https://doi.org/10.3390/antiox13091131>
- Lingua, M. S., Fabani, M. P., Wunderlin, D. A., & Baroni, M. V. (2016). From grape to wine: changes in phenolic composition and its influence on antioxidant activity. *Food Chemistry*, 208, 228–238. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.009>
- Lopes, J. da C., Madureira, J., Margaça, F. M. A., & Cabo Verde, S. (2025). Grape pomace: a review of its bioactive phenolic compounds, health benefits and applications. *Molecules*, 30 (2). <https://doi.org/10.3390/molecules30020362>
- Moreno-Olivares, J. D. (2022). *Selección de cruzamientos dirigidos de Monastrell para una adaptación al cambio climático* (Tesis Doctoral) Universidad de Murcia.
- Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. (2021). *Compendio de los métodos internacionales de análisis de los vinos y de los mostos*. <https://congress.oiv.int/es/normasydocumentostecnicos/metodosdeanalisis/compendiodelosmetodosinternacionalesdeanalisisdelosvinosydelosmostos>
- Pérez-Porras, P., Gómez-Plaza, E., Muñoz-García, R., Díaz-Maroto, M., Moreno-Olivares, J.D. & Bautista-Ortín, A.B. (2022). Prefermentative grape microwave treatment as a tool for increasing red wine phenolic content and reduce maceration time. *Applied Sciences*, 12 (16), 8164. <https://doi.org/10.3390/app12168164>
- Ribéreau-Gayon J. et P., Peynaud É., S. P. (1972). Dosage des anthocyanes dans les vins rouges. *Sciences et techniques du vin* (Tome 1: Analyse et contrôle des vins, 497–499). Dunod.
- Rouxinol, M. I., Martins, M. R., Barroso, J. M., & Rato, A. E. (2023). Wine grapes ripening: a review on climate effect and analytical approach to increase wine quality. *Applied Biosciences*, 2 (3), 347–372. <https://doi.org/10.3390/applbiosci2030023>
- Sarneckis, C. J., Dambergs, R. G., Jones, P., Mercurio, M., Herderich, M. J., & Smith, P. A. (2006). Quantification of condensed tannins by precipitation with methylcellulose: development and validation of an optimized tool for grape and wine analysis. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 12(1), 39–49. <https://doi.org/10.1111/j.17550238.2006.tb00042.x>
- Shi, N., Li, H. Q., Lu, H. C., Tian, M. B., Han, X., He, F., & Wang, J. (2023). Adjusting the pomace ratio during red wine fermentation: effect so fading white grape pomace and juice run off on wine flavoromics and sensory qualities. *Food Chemistry X*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100939>
- Wang, Z., Svyantek, A., & Miller, Z. (2025). Apple and grape waste pomace fermentation and ferment product chemistry. *Fermentation*, 11 (3). <https://doi.org/10.3390/fermentation11030126>
- Yue, X. F., Jing, S. S., Ni, X. F., Zhang, K. K., Fang, Y. L., Zhang, Z. W., & Ju, Y. L. (2021). Anthocyanin and phenolic acids contents influence the color stability and antioxidant capacity of wine treated with mannoprotein. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.691784>