

# ESTRATEGIA COMBINADA GLUCOSA OXIDASA-CATALASA Y SCHIZOSACCHAROMYCES POMBE PARA REDUCCIÓN DEL GRADO ALCOHÓLICO DE VINOS

UVA



Escuela Técnica Superior  
de Ingenierías Agrarias Palencia

Josefina Vila Crespo<sup>2</sup>, David del Bosque Fernández<sup>1</sup>, José M. Rodríguez Nogales<sup>1</sup>, Encarnación Fernández Fernández<sup>1</sup>, Violeta Ruipérez Prádanos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Ingeniería Agrícola y Forestal, Área de Tecnología de Alimentos, Universidad de Valladolid, Campus de Palencia, ETS de Ingenierías Agrarias, Avda. Madrid 50, 34004 Palencia, España.

<sup>2</sup> Área de Microbiología, ETS de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Avda. Madrid 50, 34004 Palencia, España.

e-mail: josefinavila@uva.es

**ENOBIOTEC**  
Universidad de Valladolid

## Resumen

El tratamiento prefermentativo de un mosto de uva Verdejo con cápsulas de un hidrogel de sílice-calcio-alginato con las enzimas glucosa oxidasa (GOX) y catalasa (CAT) inmovilizadas en su interior (GOX-CAT cápsulas) permitió reducir su concentración de glucosa consiguiendo vinos con menor grado alcohólico. La composición de las cápsulas favoreció la acumulación en su interior del ácido glucónico generado en la reacción de oxidación de la glucosa, proporcionando una disminución moderada del pH de 3,80 a 3,46, un valor más idóneo, para llevar a cabo la fermentación alcohólica y el control microbiológico del mosto y los vinos resultantes.

Se utilizó una cepa seleccionada de *Schizosaccharomyces pombe* (SP3) para fermentar el mosto tratado enzimáticamente (GOX-MUST), tanto en una inoculación única como en una inoculación secuencial con *Saccharomyces cerevisiae* (WAM). SP3 posee un metabolismo singular capaz de aportar valor tecnológico y una composición volátil característica en la vinificación gracias a (i) su alto poder fermentativo, (ii) bajo consumo de ácido málico y (iii) una elevada capacidad para degradar ácido glucónico.

Los vinos obtenidos a partir del mosto tratado enzimáticamente (GOX-MUST) y fermentados con SP3 (GOX-SP3 y GOX-SP3+WAM) mostraron, respecto del vino control (CT-WAM), un grado alcohólico reducido (entre 1,15-1,38 % v/v), un pH equilibrado (entre 3,38-3,40), niveles exigüos de ácido glucónico (0,42-0,31 g/L), una mayor concentración de glicerina y un perfil volátil característico.

## Introducción

El aumento acelerado y sostenido de la temperatura, generado por el calentamiento global, puede causar un desequilibrio en la composición química de las uvas dando lugar a mostos con una alta concentración de azúcares fermentables y una pérdida de acidez, lo que deriva en vinos desequilibrados con mayor contenido alcohólico, pérdida de frescura, un perfil sensorial con menor tipicidad aromática y una mayor tendencia a la oxidación y a la alteración microbiológica debido al aumento de pH.

Para reducir el contenido de azúcar del mosto, permitiendo disminuir el grado alcohólico, reequilibrar el pH e incluso añadir singularidad sensorial al vino, puede aplicarse una innovadora estrategia que combina (i) un tratamiento prefermentativo enzimático y (ii) un tratamiento fermentativo incluyendo la levadura *S. pombe* (SP3) (Del-Bosque et al., 2023a, 2023b, 2025, 2026).

## Materiales y métodos

Las enzimas coinmovilizadas en las cápsulas de sílice-calcio-alginato fueron GOX (Gluzyme®Fortis, Novozymes®) y CAT (Catazyme® Novozymes®).

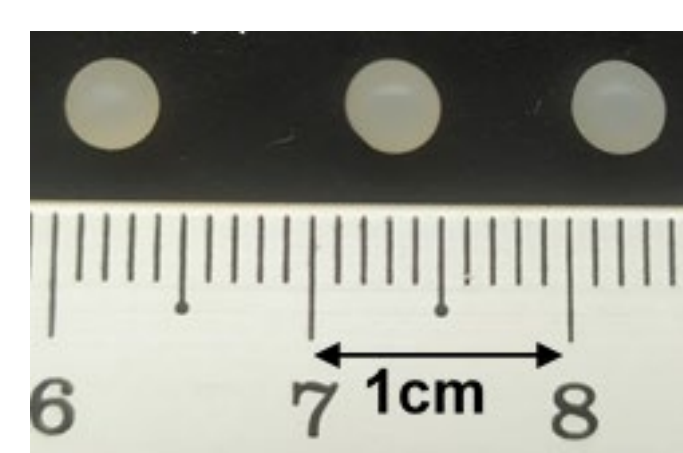


Figura 1. Cápsulas GOX-CAT antes del tratamiento enzimático del mosto

Figura 2. Cepa de *Schizosaccharomyces pombe* (SP3)

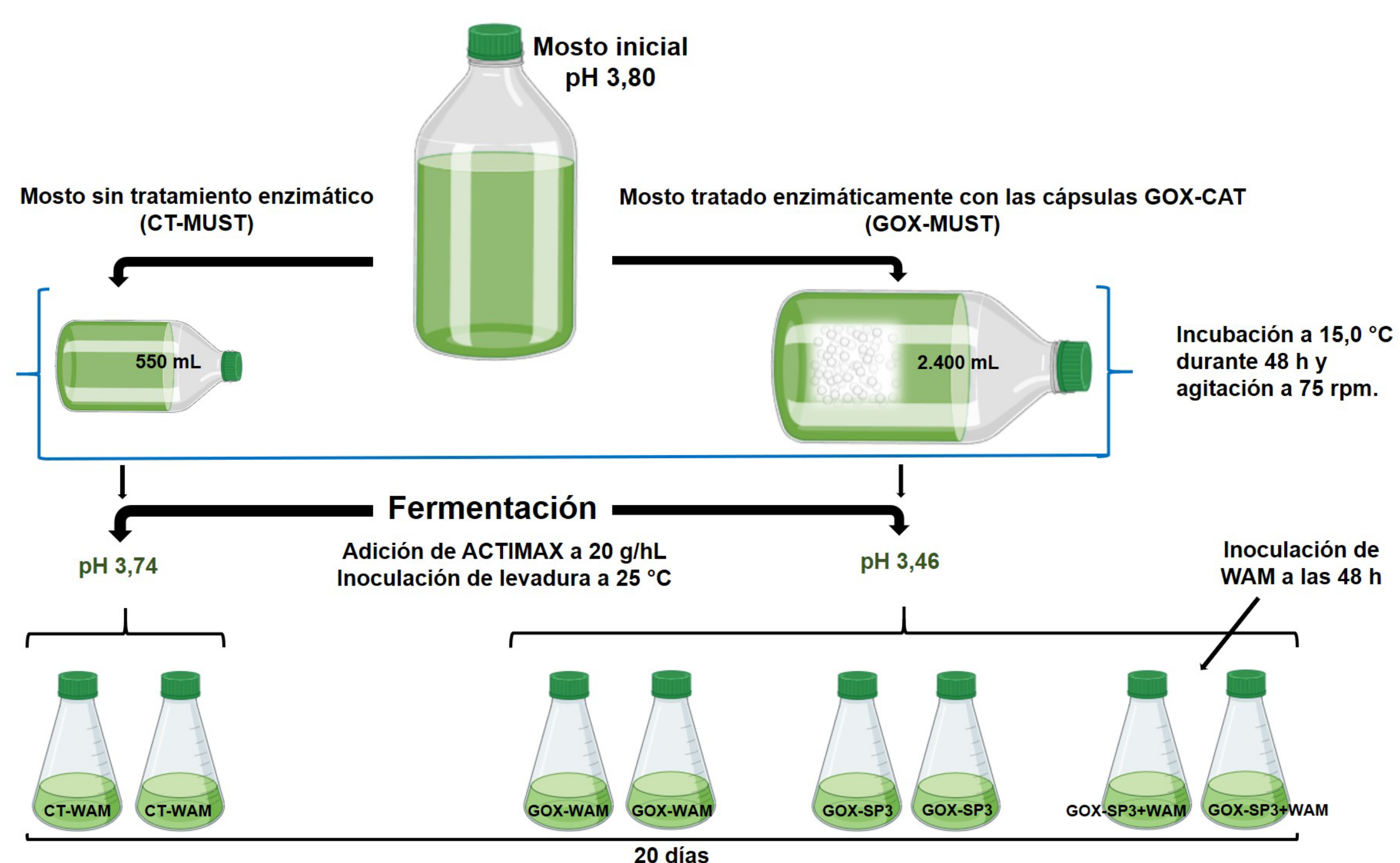


Figura 3. Diseño experimental de la fase prefermentativa de tratamiento enzimático con las cápsulas GOX-CAT y la fase de fermentación del mosto control (CT-MUST) con la cepa *S. cerevisiae* (WAM) y el mosto tratado enzimáticamente (GOX-MUST) con las cepas *S. cerevisiae* (WAM) y *S. pombe* (SP3)

## Resultados

### TRATAMIENTO ENZIMÁTICO DEL MOSTO

- ✓ En una etapa prefermentativa de 48 h a 15 °C, el tratamiento con las cápsulas GOX-CAT redujo en 18,2 g/L la concentración de glucosa del mosto.
- ✓ El 90,01 % del ácido glucónico que se produce por la oxidación de la glucosa quedó retenido en las cápsulas GOX-CAT, hallándose en el mosto tratado tan solo 2,18 ± 0,2 g/L, lo que permitió la bajada moderada de pH de 3,80 a 3,46.

### FERMENTACIÓN DE LOS MOSTOS E INCUBACIÓN DURANTE 20 DÍAS

- ✓ Todas las fermentaciones, tanto la de CT-MUST con WAM como la de GOX-MUST con WAM, SP3 y SP3+WAM(48h), se completaron al 100 % sin incidencias. La cepa SP3 consumió entre el 80,8-85,8 % del ácido glucónico restante liberado en el mosto (no retenido en las cápsulas).

Parámetros	VINOS*			
	CT-WAM	GOX-WAM	GOX-SP3	GOX-SP3+WAM
% Consumo de glucosa	100,0 ± 2,3 <sup>a</sup>	100,0 ± 2,3 <sup>a</sup>	100,0 ± 2,3 <sup>a</sup>	100,0 ± 2,3 <sup>a</sup>
Grado alcohólico (% v/v)	11,88 ± 0,18 <sup>a</sup>	10,80 ± 0,10 <sup>b</sup>	10,73 ± 0,04 <sup>b</sup>	10,50 ± 0,71 <sup>b</sup>
Glicerina (g/L)	5,53 ± 0,04 <sup>c</sup>	5,67 ± 0,16 <sup>c</sup>	7,06 ± 0,11 <sup>a</sup>	6,67 ± 0,08 <sup>b</sup>
Ácido glucónico (g/L)	N.d.	2,11 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,2 <sup>b</sup>	0,31 ± 0,2 <sup>b</sup>
% Consumo de ácido glucónico	N.c	3,0 ± 2,8 <sup>b</sup>	80,8 ± 4,3 <sup>a</sup>	85,8 ± 4,3 <sup>a</sup>
Malic acid (g/L)	3,5 ± 0,2 <sup>a</sup>	3,2 ± 0,2 <sup>a</sup>	2,7 ± 0,2 <sup>b</sup>	2,0 ± 0,2 <sup>c</sup>
% Consumo de ácido málico	1,2 ± 2,5 <sup>c</sup>	6,4 ± 2,6 <sup>c</sup>	25,5 ± 2,6 <sup>b</sup>	41,6 ± 2,6 <sup>a</sup>
pH	3,71 ± 0,01 <sup>a</sup>	3,43 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,40 ± 0,01 <sup>c</sup>	3,38 ± 0,01 <sup>c</sup>

Tabla 1. Parámetros físico-químicos de los vinos obtenidos. \* Se muestran los valores promedios ± desviación estándar. Diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas entre vinos con un nivel de confianza del 95,0 %.

- ✓ Se obtuvieron ligeras diferencias de color entre el vino control (CT-WAM) y los vinos procedentes del mosto tratado enzimáticamente (GOX-WAM, GOX-SP3 y GOX-SP3+WAM). Por un lado, sin diferencias discernibles en copa entre CT-WAM y GOX-WAM y por otro, un color con una componente más amarilla y saturada en los vinos fermentados con SP3.

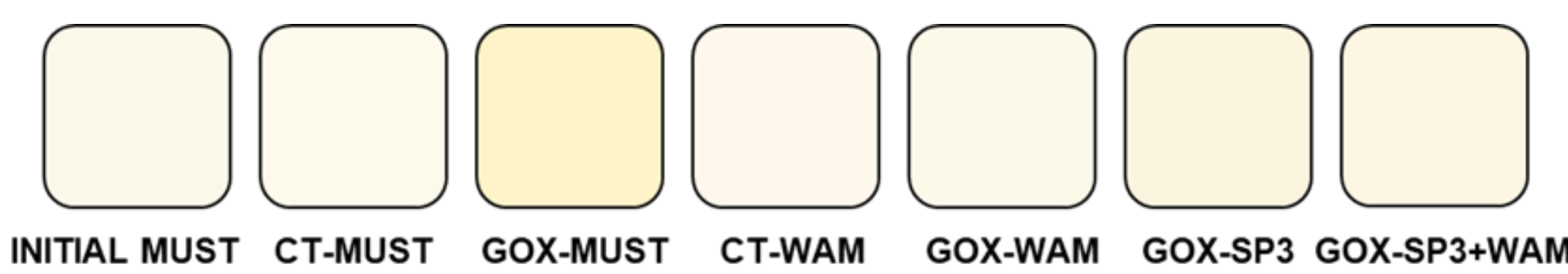
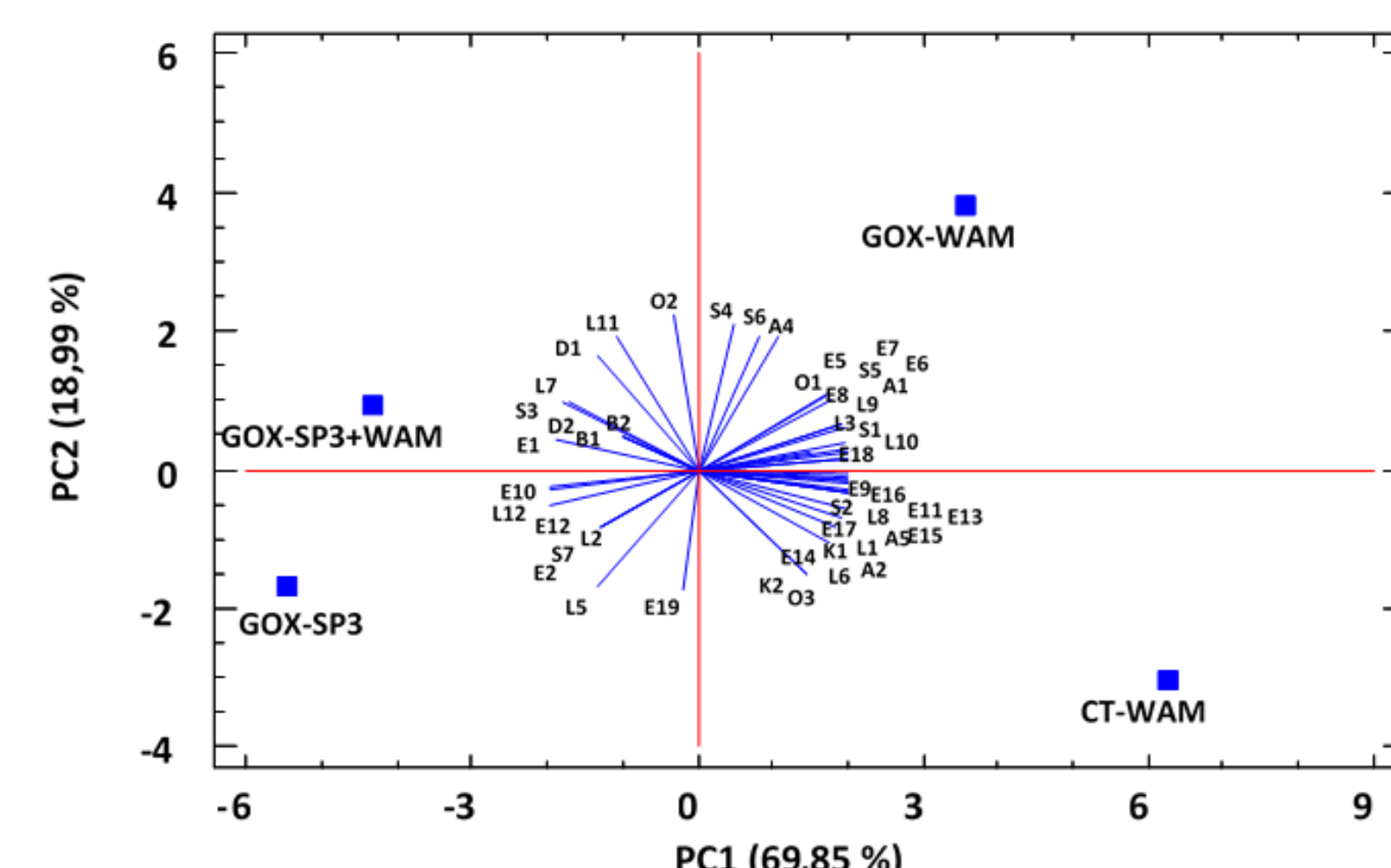


Figura 4. Colores de cada mosto y vinos obtenidos en el modelo RGB a partir de las correspondientes coordenadas CIELAB.

- ✓ Se identificaron y cuantificaron 52 compuestos orgánicos volátiles en los vinos, obteniéndose diferencias significativas debidas al tratamiento enzimático y al régimen de inoculación.

Figura 5. Análisis de componentes principales para identificar los compuestos orgánicos volátiles primordiales que caracterizan el perfil aromático de cada uno de los vinos.



## Conclusiones

- El tratamiento prefermentativo del mosto procedente de uva Verdejo con las cápsulas GOX-CAT redujo su concentración de glucosa. Esto permitió reducir el grado alcohólico de los vinos resultantes entre el 1,08 y 1,38 % vol (v/v), respecto del vino control sin tratamiento enzimático. Gracias a la presencia del hidrogel de sílice-calcio-alginato, la mayor parte del ácido glucónico generado en la oxidación de la glucosa fue retenido en las cápsulas GOX-CAT permitiendo reequilibrar apropiadamente el pH del mosto.
- La fermentación alcohólica del mosto tratado empleando las cepas WAM y SP3 dió lugar a vinos con diferencias significativas, tanto en sus parámetros fisicoquímicos (acidez, color, glicerina y composición fenólica) como en los compuestos orgánicos volátiles que influyen en su perfil aromático, destacando una menor concentración de alcoholes superiores y ésteres etílicos de cadena larga (con notas jabonosas y enmascaramiento del aroma varietal) en los vinos fermentados con la cepa SP3.

## Referencias

- Del-Bosque, D., Vila-Crespo, J., Ruipérez, V., Fernández-Fernández, E., & Rodríguez-Nogales, J.M. (2023a). Silica-calcium-alginate hydrogels for the co-immobilization of glucose oxidase and catalase to reduce the glucose in grape must. *Gels*, 9(4), 320. <https://doi.org/10.3390/gels9040320>.
- Del-Bosque, D., Vila-Crespo, J., Ruipérez, V., Fernández-Fernández, E., & Rodríguez-Nogales, J.M. (2023b). Entrapment of glucose oxidase and catalase in silica-calcium-alginate hydrogel reduces the release of gluconic acid in must. *Gels*, 9(8), 622. <https://doi.org/10.3390/gels9080622>.
- Del-Bosque, D., Vila-Crespo, J., Ruipérez, V., Fernández-Fernández, E., Benito, S., Calderón, F., Tesfaye, W., & Rodríguez-Nogales, J.M. (2025). Use of *Schizosaccharomyces pombe* to consume gluconic acid in grape must in unique and sequential inoculations with *Saccharomyces cerevisiae*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2025(1). <https://doi.org/10.1155/ajgw/5569178>.
- Del-Bosque, D., Vila-Crespo, J., Ruipérez, V., Fernández-Fernández, E., & Rodríguez-Nogales, J.M. (2026). Integrated enzymatic-yeast biotechnology to obtain reduced-alcohol wine. *Food Research International*, 231, 118699. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2026.118699>

