

## INÉDITO

# Alcoholes alternativos para la fortificación: impacto en el velo de flor y perfil sensorial de vinos finos de la DO Jerez-Xérès-Sherry

Antonio Florido-Barba<sup>1,2</sup>, Gustavo Cordero-Bueso<sup>1\*</sup>, Jesús Manuel Cantoral<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biomedicina, Biotecnología y Salud Pública, Universidad de Cádiz (España)

<sup>2</sup> Bodegas Fundador SLU Departamento de Enología, C/ San Ildefonso 3, Jerez de la Frontera (Cádiz), España

\*Autor de contacto: [gustavo.cordero@uca.es](mailto:gustavo.cordero@uca.es)

Recibido 28 de septiembre de 2023 / Aceptado 2 de octubre de 2023 / Publicado 1 de noviembre de 2023

## RESUMEN

Según establece el marco legislativo, los vinos fortificados de la DO Jerez-Xérès-Sherry, pueden ser sometidos a un incremento de grado alcohólico mediante el uso de alcohol de vino con graduación adquirida comprendida entre 95,0% y 96,0%(v/v). En el presente trabajo se ha estudiado el efecto de la fortificación sobre vinos sometidos a crianza biológica mediante el uso de alcoholes de vino destilados a graduaciones alcohólicas diferentes a las fijadas en la legislación, así como el uso de alcoholes alternativos de diferentes orígenes, como malta, orujo de uva, agave, caña de azúcar y cereal. Se llevó a cabo un seguimiento periódico del desarrollo morfológico del velo de flor en cada una de las condiciones de crianza caracterizado por técnicas moleculares. Además, el vino base fortificado con los diversos alcoholes se monitorizó y analizó fisicoquímica y sensorialmente a lo largo del proceso de crianza.

## PALABRAS CLAVE

Velo de flor, fortificación, alcohol de vino, PCR, cromatografía de gases, monocultivo de levaduras.

## RESUMEN

As stipulated by the legislative framework, fortified wines from the Jerez-Xérès-Sherry designation of origin (DO) may undergo an increase in alcohol content by using wine alcohol with an acquired graduation ranging from 95.0% to 96.0% (v/v). This study investigates the impact of fortification on wines undergoing biological aging by employing distilled wine alcohols at alcohol content levels different from those specified in the legislation. Additionally, alternative alcohols from various sources, such as malt, grape pomace, agave, sugar cane, and cereal, were explored. A periodic monitoring of the

morphological development of the flor veil was conducted under each aging condition and characterized using molecular techniques. Furthermore, the base fortified wine with various alcohols was continuously monitored and analyzed for physicochemical and sensory changes throughout the aging process.

## KEYWORDS

Veil of Flor, fortification, wine alcohol, PCR, gas chromatography, yeast culture.

## INTRODUCCIÓN

El Reglamento 1308/2013 de la Unión Europea define a los vinos de licor como aquellos con un grado alcohólico adquirido comprendido entre 15 y 22% (v/v), obtenidos a partir de mosto de uva fermentado, vino, o una mezcla de ambos. A su vez, el Reglamento 934/2019 dicta la lista de vinos de licor con denominación de origen protegida en cuya elaboración se añade alcohol de vino o alcohol de uvas pasas, y cuyo grado alcohólico es igual o superior al 95% v/v e igual o inferior al 96% (v/v), entre los cuales se encuentran los vinos generosos, vinos generosos de licor y vinos dulces naturales amparados bajo la Denominación de Origen Protegida Jerez-Xérès-Sherry.

En el caso de vinos Fino y Manzanilla, además de la fortificación con alcohol vínico, requieren de la crianza biológica, la cual requiere del desarrollo de una película de levaduras en la superficie del vino conocida como velo de flor. Estudios fisiológicos y moleculares confirman que las levaduras de velo de flor difieren de las levaduras de fermentación, mostrando rasgos heterogéneos caracterizados por la variabilidad del contenido de ADN y de sus perfiles cromosómicos [1,2]. Aunque el encabezado inicial de los vinos Finos o Manzanillas se haya hecho al nivel que posibilita la crianza biológica 15,0-

15,5% (v/v), el mantenimiento del velo de flor precisa del periódico aporte de nutrientes que supone refrescar la bota con vino más joven. Este *biofilm* confiere a estos vinos blancos sus apreciadas y particulares características sensoriales. Durante el proceso de envejecimiento biológico, ocurren cambios importantes en la composición del vino debido al metabolismo oxidativo de las levaduras de velo de flor, que utilizan y transforman compuestos como el etanol, glicerol, ácido acético y aminoácidos produciendo acetaldehído, 2,3-butandiol y acetoína [3]. De esta forma, vino adquiere un perfil aromático característico, conocido comúnmente como pujanza, acrecentándose su finura y manteniéndose su palidez cromática [4,5].

Se ha observado en diversos estudios que, durante la crianza biológica, las levaduras de velo de flor del género *Saccharomyces* son las más comunes [6,7], si bien estas muestran una considerable variabilidad intraespecífica que ha sido determinada a través de técnicas de amplificación simultánea de determinados *locis* de microsatélites [8]. No obstante, la composición de este *biofilm* puede no ser exclusiva en determinadas escalas de envejecimiento de ciertos solerajes, pudiendo aparecer levaduras del género no-*Saccharomyces* [9,10] coexistiendo y aportando matices al vino que pueden ser determinantes en su calidad final.

Para la fortificación, encabezado o enriquecimiento de los vinos protegidos por la D.O. Jerez-Xérès-Sherry se utiliza alcohol de vino con grado alcohólico comprendido entre 95,0 y 96,0 % (v/v), tal y como establece la legislación de referencia. Sin embargo, se desconoce la influencia del uso de alcoholes diferentes al alcohol de vino obtenidos de diversas materias primas sobre las poblaciones microbianas presentes en vinos envejecidos bajo crianza biológica (Finos), así como la repercusión que tiene sobre la generación de componentes volátiles y su influencia en el perfil sensorial de los mismos. Por ello, se propone el uso alternativo para la fortificación de vinos de alcoholes obtenidos de malta, orujo de uva, agave, caña de azúcar y cereal, así como alcoholes de vino obtenidos a través de diversas técnicas de destilación. Los resultados pueden mostrar alternativas al actual uso de alcohol vitivinícola con impacto en la calidad del producto y en el coste económico de este.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Caracterización de levaduras de velo de flor de diversos solerajes de Fino

Se tomaron muestras de velo de flor en tres solerajes de vinos bajo crianza biológica ubicados en la bodega La Mezquita (Bodegas Fundador S.L.U.), que fueron identificados como Fino A, Fino C y Fino E (Fino Viejo).

Las levaduras aisladas fueron identificadas por técnicas de biología molecular PCR de la región ITS del ADN ribosómico [11] y, en el caso concreto de levaduras *S. cerevisiae*, se aplicó el análisis de microsatélites multiplex o SSR [12].

Para los ensayos de influencia de los diversos alcoholes en el desarrollo del velo de flor se trabajó, inicialmente, a escala laboratorio empleando para ello un vino base de la variedad Palomino Fino con 12,38% (v/v), que fue fortificado con los diversos alcoholes hasta obtener una graduación alcohólica final de 15,5 +0,3% (v/v). Los alcoholes empleados fueron alcohol rectificado de vino 95,9% (v/v) (ARV), empleado como control, alcohol neutro de vino 96,3% (v/v) (ANV), aguardiente de vino 77,0% (v/v) (AV), Holanda alquitara de vino 65,0% (v/v) (HA), aguardiente de orujo de uva 64,5% (v/v) (ADO), alcohol neutro de grano 96,3% (v/v) (ANG), aguardiente de caña 68,0% (v/v) (AC), aguardiente de malta 68,0% (v/v) (AM) y aguardiente de agave -o tequila- 55,0% (v/v) (TA).

Los 9 vinos fortificados se añadieron a frascos de cultivo celular con cuello inclinado de 25 cm<sup>2</sup> (Sigma Aldrich), destinando 9 frascos a cada tipo de vino para inocular tres de ellos con levaduras identificadas previamente como *S. cerevisiae*, 3 frascos con monocultivos no-*Saccharomyces* y los tres restantes con una mezcla 1:1 con cada tipo de levadura. Se procedió a un seguimiento visual diario de la formación y evolución del biofilm formado hasta la cobertura total de la superficie del vino, registrándose datos de tiempo de formación, consistencia y morfología.

La distribución poblacional del velo de flor formado de los cultivos 1:1, se evaluó mediante las técnicas de biología molecular descritas con anterioridad, al final del proceso para comparar la competencia y supervivencia de ambas levaduras.

Por último, se llevaron a cabo pruebas a nivel de bodega, utilizando en este caso un vino base a 11,06% (v/v). Dicho vino se caracterizó fisicoquímicamente, determinándose parámetros como SO<sup>2</sup>L, SO<sup>2</sup>T, pH, acidez total, acidez volátil, alcoholes superiores y ésteres. De igual forma, preliminarmente los 8 destilados utilizados para la fortificación de dicho vino base fueron analizados (grado alcohólico, alcoholes superiores y ésteres).

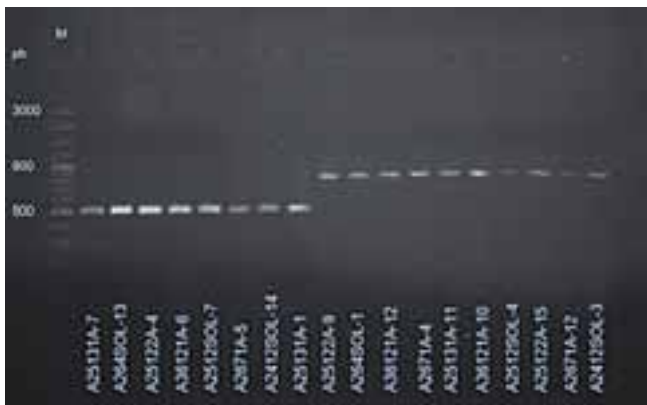
Los vinos fortificados con los diferentes alcoholes se introdujeron por triplicado en barriles de roble americano de 8 litros de volumen hasta completar las 5/6 partes de su volumen. Todos ellos fueron inoculados con un cultivo de las levaduras de velo de flor obtenido en laboratorio de un muestreo previo y representativo. Como prueba alternativa para evaluar el comportamiento del velo de flor a menor graduación alcohólica, se destinaron



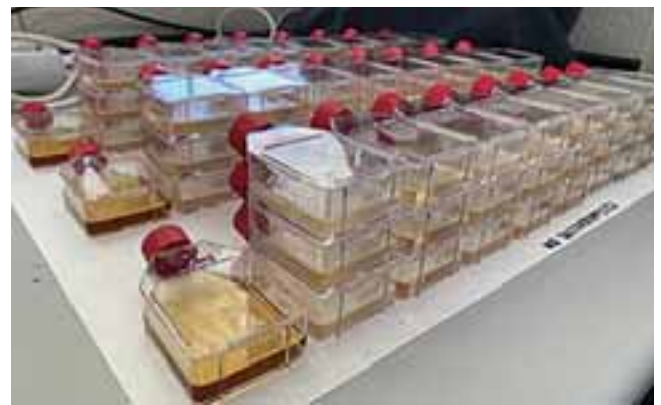
**Figura 1.** Distribución en andana de las diferentes pruebas de fortificación de vinos



**Figura 2.** Imagen de la disposición de los barriles de 8 litros en primer y tercer nivel de la andana



**Figura 3.** Ejemplo de electroforesis de algunas de las colonias aisladas. Las primeras ocho presentan un tamaño de 500pb mientras que las siguientes diez, tienen un tamaño de 855 pb



**Figura 4.** Velo de flor formado por la mezcla de *S. cerevisiae* + *P. kudriavzevii*

tres de los barriles a contener vino base alcoholizado a 13,5+0,3% (v/v) con alcohol rectificado de vino 95,9% (v/v) (ARV135), las cuales fueron inoculadas con las levaduras de velo de flor (Fig. 1, Fig. 2).

La evolución de la crianza biológica de cada una de las pruebas se llevó a cabo mensualmente durante 3 meses, para lo cual se extrajo 250 mL de cada barril y se sometió a un control morfológico y poblacional mediante las técnicas de biología molecular referidas con anterioridad, así como a un seguimiento analítico y sensorial mediante paneles de cata homologados.

Para el análisis de alcoholes superiores y ésteres, se procedió a la destilación de cada uno de los tipos de vinos fortificados obtenidos en cada control periódico para, posteriormente, inyectar en un cromatógrafo de gases Agilent 7890B Series GC equipado con detector de Ionización de llamas e inyector *Split/Splitless* fin de determinar acetaldehído, acetoina, lactato de etilo, succinato de etilo, 2-feniletanol, metanol, 1-propanol, isobutanol, 2-metil-1-butanol y 3-metil-1-butanol.

## RESULTADOS

En los ensayos de laboratorio, de las 7 botas muestreadas se aislaron un total de 133 colonias, 58 pertenecientes al Fino A, 37 al Fino C y 28 al Fino E.

Tras el análisis de los ITS por PCR, se obtuvieron dos perfiles diferenciados (Fig. 3), un 60% de ellos con un tamaño de 500 pb, mientras que un 40% lo hacía a un tamaño próximo a los 850-860 pb.

Posteriormente, tras la secuenciación se determinó que los dos perfiles electroforéticos obtenidos pertenecían a las especies *S. cerevisiae* y *Pichia kudriavzevii*. En el caso de las colonias identificadas como como *S. cerevisiae* se amplificaron los loci de polimorfismos de microsatélites y se obtuvo sólo un patrón indicando que sólo existía una cepa entre las muestras de levadura aisladas.

Una vez inoculadas las dos especies de levaduras en los frascos de cultivos celulares se procedió al seguimiento visual del velo de flor formado en cada caso, observándose una generación más lenta en el caso de monocultivo de *P. kudriavzevii*, aunque más consistente y grueso

# innovación enolviz

## Nuestras herramientas te ayudan. Natural.



### FILTRACIÓN LIMPIEZA

Parker

PALL

### PRODUCTOS ENOLÓGICOS



### PRENSAS BOMBAS

BUCHER  
vaslin

CEZEL DE  
ROTORFLEX

### BARRICAS TAPONES

NADALIE  
TONNELERIE



NOMACORC

## INSTALACIÓN INTEGRAL DE BODEGAS

INSTALACIÓN Y EQUIPAMIENTO  
VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIA



 **enolviz**  
productos enológicos

944 445 249 

### Nuestro conocimiento y experiencia

Contamos con décadas elaborando con distintas uvas, distintos estados madurez y estados sanitarios. Conocemos nuestras herramientas y los resultados que venimos obteniendo y que nos hacen confiar en nuestras propuestas. Estamos a su disposición para cualquier proyecto enológico. Nuestros técnicos están a su disposición para cualquier consulta.

 **enolviz**  
bio-vino

Enolviz bio-vino es la respuesta a una creciente demanda de productos naturales y saludables, manteniendo sus propiedades y características organolépticas.

[enolviz.com](http://enolviz.com)



#### ENOLVIZ S.L.

• Alhóndiga de Gaztelondo,  
2ª planta oficina 3ª  
48002 Bilbao / Bizkaia  
Tel. 944 445 249  
• [enolviz@enolviz.es](mailto:enolviz@enolviz.es)

#### Sucursales

• PENAFLOR / Valladolid  
Tel. 983 880 028  
• FUENMAYOR / La Rioja  
Tel. 941 400 838

#### Síguenos





Alcoholes alternativos para la fortificación: impacto en el velo de flor y perfil sensorial de vinos finos de la DO Jerez-Xérès-Sherry

Compuesto (mg/L)	<i>S. cerevisiae</i>	<i>P. kudriavzevii</i>	Mezcla 1:1	F
<b>Alcohol rectificado de Vino</b>				
Acetaldehído <sup>1</sup>	786,2 ± 1,70 <sup>a</sup>	86,1 ± 0,28 <sup>a</sup>	702,4 ± 3,68 <sup>b</sup>	53215
Acetoina <sup>2</sup>	2,1 ± 0,14 <sup>ab</sup>	2,4 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>	13
Lactato de etilo <sup>1,2</sup>	6,35 ± 0,07 <sup>b</sup>	49,1 ± 0,14 <sup>a</sup>	5,25 ± 0,07 <sup>a</sup>	129053
Succinato de dietilo <sup>1,4</sup>	19,7 ± 0,71 <sup>b</sup>	27,55 ± 0,07 <sup>a</sup>	20,95 ± 0,21 <sup>b</sup>	194,1
2-Fenilmetanol <sup>4</sup>	24,55 ± 0,92 <sup>b</sup>	29,2 ± 0,14 <sup>a</sup>	25,95 ± 0,07 <sup>b</sup>	39,25
Metanol <sup>1,2,3</sup>	72 ± 0,14 <sup>a</sup>	73,4 ± 0,14 <sup>a</sup>	68,55 ± 0,78 <sup>b</sup>	57,96
1-propanol <sup>1,2</sup>	44,8 ± 0,14 <sup>a</sup>	26,9 ± 0,14 <sup>a</sup>	39,85 ± 0,21 <sup>b</sup>	6031
Acetato de etilo <sup>1,2,3</sup>	23,9 <sup>b</sup>	39,5 <sup>a</sup>	23,05 ± 0,07 <sup>c</sup>	102937
Isobutanol <sup>2</sup>	57,95 ± 0,21 <sup>b</sup>	46,15 ± 0,21 <sup>b</sup>	41,05 ± 0,07 <sup>c</sup>	4746
2-Pentanol <sup>1</sup>	1	1	1	-
3-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	203,35 ± 0,07 <sup>b</sup>	202,15 <sup>a</sup>	223,15 ± 0,21 <sup>a</sup>	8784
2-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	47,75 ± 0,35 <sup>a</sup>	45,95 ± 0,21 <sup>b</sup>	48 <sup>a</sup>	44,15
<b>Aguardiente de Orujo</b>				
Acetaldehído <sup>1</sup>	325,15 ± 1,63 <sup>b</sup>	83,2 ± 0,14 <sup>c</sup>	343,1 <sup>a</sup>	52519
Acetoina <sup>2</sup>	2,1 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	-
Lactato de etilo <sup>1,2</sup>	33,3 ± 1,41 <sup>b</sup>	38,9 ± 0,14 <sup>a</sup>	34,3 <sup>b</sup>	26,5
Succinato de dietilo <sup>1,4</sup>	11,25 ± 0,07 <sup>b</sup>	21,3 <sup>a</sup>	11,25 ± 0,07 <sup>b</sup>	20200
2-Fenilmetanol <sup>4</sup>	23,15 ± 0,21 <sup>b</sup>	27,25 ± 0,07 <sup>a</sup>	23,3 <sup>b</sup>	6241
Metanol <sup>1,2,3</sup>	78,65 ± 0,07 <sup>a</sup>	78,178 ± 0,14 <sup>b</sup>	78,65 ± 0,07 <sup>a</sup>	20,17
1-propanol <sup>1,2</sup>	41,55 ± 0,07 <sup>a</sup>	21,55 ± 0,07 <sup>b</sup>	41,5 <sup>a</sup>	79800
Acetato de etilo <sup>1,2,3</sup>	60,25 ± 0,21 <sup>a</sup>	40,25 ± 0,21 <sup>b</sup>	60,25 ± 0,21 <sup>a</sup>	5926
Isobutanol <sup>2</sup>	65,75 ± 0,64 <sup>a</sup>	36,25 ± 0,07 <sup>b</sup>	66,25 ± 0,07 <sup>a</sup>	4266
2-Pentanol <sup>1</sup>	1	1	1	-
3-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	219,9 ± 0,71 <sup>a</sup>	199,75 ± 0,49 <sup>b</sup>	220,4 <sup>a</sup>	1118
2-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	49,65 ± 0,07 <sup>a</sup>	39,65 ± 0,07 <sup>b</sup>	49,7 <sup>a</sup>	20100
<b>Aguardiente de Vino</b>				
Acetaldehído <sup>1</sup>	355,35 ± 0,35 <sup>a</sup>	85,35 ± 0,35 <sup>c</sup>	340,25 ± 0,35 <sup>b</sup>	368272
Acetoina <sup>2</sup>	1,85 ± 0,7 <sup>b</sup>	2,1 <sup>a</sup>	1,7 <sup>b</sup>	49
Lactato de etilo <sup>1,2</sup>	41,7 ± 0,28 <sup>a</sup>	29,65 ± 0,21 <sup>c</sup>	39,7 ± 0,28 <sup>b</sup>	1221
Succinato de dietilo <sup>1,4</sup>	20,2 ± 0,57 <sup>c</sup>	30,3 ± 0,14 <sup>a</sup>	22,15 ± 0,07 <sup>b</sup>	499,2
2-Fenilmetanol <sup>4</sup>	23,9 ± 0,14 <sup>a</sup>	30,4 <sup>a</sup>	20,85 ± 0,21 <sup>c</sup>	2196
Metanol <sup>1,2,3</sup>	78,5 ± 0,28 <sup>b</sup>	78,3 <sup>b</sup>	80,75 ± 0,35 <sup>a</sup>	54,17
1-propanol <sup>1,2</sup>	41,75 ± 0,07 <sup>b</sup>	21,7 ± 0,14 <sup>b</sup>	41,75 ± 0,07 <sup>a</sup>	26800
Acetato de etilo <sup>1,2,3</sup>	61,2 <sup>a</sup>	41,1 ± 0,14 <sup>b</sup>	61,2 <sup>a</sup>	40401
Isobutanol <sup>2</sup>	66,05 ± 0,07 <sup>a</sup>	26,15 ± 0,07 <sup>c</sup>	60,1 ± 0,42 <sup>b</sup>	7911
2-Pentanol <sup>1</sup>	1	1	1	-
3-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	220,55 ± 0,07 <sup>b</sup>	200,55 ± 0,07 <sup>a</sup>	211,25 ± 0,21 <sup>b</sup>	10927
2-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	49,3 ± 0,28	41,25 ± 0,07	49,55 ± 0,64	273
<b>Tequila</b>				
Acetaldehído <sup>1</sup>	551,8 ± 1,98 <sup>b</sup>	83 ± 1,41 <sup>c</sup>	584,05 ± 0,07 <sup>a</sup>	79640
Acetoina <sup>2</sup>	1,9 ± 0,14 <sup>a</sup>	1,4 <sup>b</sup>	2,1 ± 0,14 <sup>b</sup>	19,5
Lactato de etilo <sup>1,2</sup>	26,15 ± 0,21 <sup>b</sup>	29,6 ± 0,14 <sup>a</sup>	25,95 ± 0,07 <sup>b</sup>	360,9
Succinato de dietilo <sup>1,4</sup>	28,6 ± 0,14 <sup>b</sup>	11,35 ± 0,07 <sup>c</sup>	29,95 ± 0,35 <sup>a</sup>	4302
2-Fenilmetanol <sup>4</sup>	27,1 ± 0,14 <sup>b</sup>	17,5 ± 0,28 <sup>c</sup>	31,4 <sup>a</sup>	3039
Metanol <sup>1,2,3</sup>	71,9 <sup>b</sup>	74,05 ± 0,49 <sup>a</sup>	75,2 ± 0,28 <sup>a</sup>	51,8
1-propanol <sup>1,2</sup>	37,4 ± 0,14 <sup>a</sup>	27,65 ± 0,07 <sup>c</sup>	33,1 ± 0,28 <sup>b</sup>	1364
Acetato de etilo <sup>1,2,3</sup>	38,7 ± 0,28 <sup>c</sup>	42,05 ± 0,78 <sup>b</sup>	51,45 ± 0,07 <sup>a</sup>	379,9
Isobutanol <sup>2</sup>	52,6 ± 0,28 <sup>b</sup>	45,55 ± 0,35 <sup>c</sup>	62,3 ± 0,14 <sup>a</sup>	1886
2-Pentanol <sup>1</sup>	1	1	1	-
3-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	219,1 ± 0,14 <sup>b</sup>	198,6 ± 0,14 <sup>a</sup>	222 ± 0,28 <sup>a</sup>	8135
2-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	50,95 ± 0,07 <sup>a</sup>	45,15 ± 0,35 <sup>b</sup>	51,95 ± 0,35 <sup>a</sup>	317,2

**Tabla 1 a.** Datos analíticos para la evaluación del perfil aromático de las pruebas de fortificación con diferentes alcoholes e inoculación con monocultivos de *Saccharomyces*, no-*Saccharomyces* y consorcio de ambas

que en el caso de *S. cerevisiae*. De los tres tipos de inóculos, el que presentaba velocidad de formación más rápida era el consorcio 1:1. En cuanto al tipo de vino, el fortificado con aguardiente de caña fue el que presentó mejor comportamiento en cuanto a formación de velo, presentando resultados

desde el día 15. Para evaluar el perfil aromático de los vinos Finos tras el proceso de crianza biológica se procedió a análisis por cromatografía de gases (Tabla 1) encontrándose diferencias en el perfil de sustancias volátiles en las pruebas realizadas. Pudo comprobarse que el acetaldehído fue el componente mayoritario en

Antonio Florido-Barba, Gustavo Cordero-Bueso, Jesús Manuel Cantoral

Cumuesto (mg/L)	Nig.	OTI (mg/L)	OAI		
Alcohol rectificado de Vino					
			I	II	III
Acetaldehído <sup>1</sup>	<0,0001	10	78,62	8,61	70,24
Acetoina <sup>2</sup>	0,03	30	0,07	0,08	0,07
Lactato de etilo <sup>1,2</sup>	<0,0001	100	0,06	0,49	0,05
Succinato de dietilo <sup>1,4</sup>	0,0007	100	0,2	0,2755	0,21
2-Feniletanol <sup>4</sup>	0,0071	10	2,49	2,92	2,6
Metanol <sup>2,3</sup>	0,004	668	0,11	0,1	0,1
1-propanol <sup>1,2</sup>	<0,0001	830	0,05	0,03	0,04
Acetato de etilo <sup>1,2,3</sup>	<0,0001	7,5	3,19	5,27	3,07
Isobutanol <sup>2</sup>	<0,0001	40	1,45	1,15	0,6
2-Pentanol <sup>1</sup>	-	1	1	1	1
3-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	<0,0001	65	3,13	3,11	3,43
2-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	0,006	65	0,73	0,7	0,74
Aguardiente de Orujo					
Acetaldehído <sup>1</sup>	<0,0001	10	32,52	8,32	34,31
Acetoina <sup>2</sup>	-	30	0,07	0,07	0,07
Lactato de etilo <sup>1,2</sup>	0,0124	100	1,11	0,39	0,34
Succinato de dietilo <sup>1,4</sup>	<0,0001	100	0,11	0,21	0,11
2-Feniletanol <sup>4</sup>	<0,0001	10	2,31	2,73	2,33
Metanol <sup>2,3</sup>	0,0182	668	0,12	0,12	0,12
1-propanol <sup>1,2</sup>	<0,0001	830	0,05	0,03	0,05
Acetato de etilo <sup>1,2,3</sup>	<0,0001	7,5	8,03	5,37	8,03
Isobutanol <sup>2</sup>	<0,0001	40	1,64	0,9	1,66
2-Pentanol <sup>1</sup>	-	1	1	1	1
3-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	<0,0001	65	3,38	3,07	3,39
2-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	<0,0001	65	0,76	0,61	0,76
Aguardiente de Vino					
Acetaldehído <sup>1</sup>	<0,0001	10	35,54	8,34	34,03
Acetoina <sup>2</sup>	0,0051	30	0,06	0,07	0,06
Lactato de etilo <sup>1,2</sup>	<0,0001	100	0,42	0,3	0,4
Succinato de dietilo <sup>1,4</sup>	0,0002	100	0,2	0,3	0,22
2-Feniletanol <sup>4</sup>	<0,0001	10	2,39	3,04	2,09
Metanol <sup>2,3</sup>	0,0044	668	0,12	0,12	0,12
1-propanol <sup>1,2</sup>	<0,0001	830	0,05	0,03	0,05
Acetato de etilo <sup>1,2,3</sup>	<0,0001	7,5	8,16	5,48	8,16
Isobutanol <sup>2</sup>	<0,0001	40	1,65	0,9	1,5
2-Pentanol <sup>1</sup>	-	1	1	1	1
3-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	<0,0001	65	3,39	3,09	3,25
2-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	0,0004	65	0,76	0,63	0,76
Tequila					
Acetaldehído <sup>1</sup>	<0,0001	10	55,18	8,3	58,4
Acetoina <sup>2</sup>	0,0191	30	0,06	0,05	0,07
Lactato de etilo <sup>1,2</sup>	0,0003	100	0,26	0,3	0,26
Succinato de dietilo <sup>1,4</sup>	<0,0001	100	0,29	0,11	0,3
2-Feniletanol <sup>4</sup>	<0,0001	10	2,71	1,75	3,14
Metanol <sup>2,3</sup>	0,0047	668	0,1	0,11	0,11
1-propanol <sup>1,2</sup>	<0,0001	830	0,05	0,03	0,04
Acetato de etilo <sup>1,2,3</sup>	0,0002	7,5	5,16	5,60	6,86
Isobutanol <sup>2</sup>	<0,0001	40	1,31	1,14	1,6
2-Pentanol <sup>1</sup>	-	1	1	1	1
3-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	<0,0001	65	3,37	3,06	3,41
2-Metil-1-butanol <sup>2</sup>	0,0003	65	0,78	0,7	0,8

**Tabla 1 b.** Datos analíticos para la evaluación del perfil aromático de las pruebas de fortificación con diferentes alcoholes e inoculación con monocultivos de *Saccharomyces*, no-*Saccharomyces* y consorcio de ambas

todos los vinos, a excepción del amílico 3-metil-1 butanol que fue el mayoritario para el vino fortificado con aguardiente de caña. Este hallazgo también se detectó en todos los casos con desarrollo del monocultivo de *P. kudriavzevii* en todas las bebidas fortificadas inoculadas con su monocultivo. Si se tiene en cuenta el perfil volátil

del vino control fortificado con alcohol rectificado de vino, se puede llegar a la conclusión que el caso del vino encabezado a nivel laboratorio con aguardiente de caña es el que presenta una mayor similitud en la generación de alcoholes superiores, acetales, y aldehídos, y con ello, en lo que respecta a los componentes volátiles del vino.

*Alcoholes alternativos para la fortificación: impacto en el velo de flor y perfil sensorial de vinos finos de la DO Jerez-Xérès-Sherry*

TIPO ALCOHOL	UBICACIÓN NIVEL	ACRONIMO	CONTROL 12 DIAS		CONTROL 30 DIAS		CONTROL 90 DIAS	
			VELOCIDAD DE DESARROLLO	MORFOLOGIA	VELOCIDAD DE DESARROLLO	MORFOLOGIA	VELOCIDAD DE DESARROLLO	MORFOLOGIA
Alcohol Rectificado de Vino	Bajo	ARV-b	Baja	Islotes dispersos	Medio	Formado pero débil	Medio	Consistente heterogéneo
Alcohol Neutro de Grano	Bajo	ANG-b	Medio	Islotes agrupados	Baja	Islotes agrupados	Baja	Islotes agrupados
Alcohol Neutro de Vino	Bajo	ANV-b	Baja	Islotes agrupados	Medio	Formado pero débil	Medio	Consistente heterogéneo
Aguardiente de Orujo	Bajo	ADO-b	Baja	Sin desarrollo	Baja	Sin desarrollo	Baja	Sin desarrollo
Aguardiente de Vino	Bajo	AV-b	Baja	Sin desarrollo	Baja	Sin desarrollo	Baja	Islotes dispersos
Aguardiente de Maíz	Bajo	AM-b	Baja	Islotes dispersos	Medio	Formado pero débil	Medio	Consistente heterogéneo
Aguardiente de Caña	Bajo	AC-b	Medio	Islotes agrupados	Baja	Islotes agrupados	Medio	Formado pero débil
Hollanda de Vino	Bajo	HA-b	Baja	Islotes dispersos	Baja	Islotes agrupados	Medio	Formado pero débil
Tequila	Bajo	TA-b	Baja	Sin desarrollo	Baja	Islotes dispersos	Medio	Formado pero débil
Alcohol Rectificado de Vino 13,9% (v/v)	Bajo	ARV135-b	Alta	Velo débil	Alta	Consistente heterogéneo	Alta	Consistente homogéneo

**Tabla 2.** Control visual realizado al velo de flor desarrollado a los 12, 30 y 90 días en los diferentes vinos fortificados colocados en el nivel bajo de la andana (Estadíos morfológicos: Sin desarrollo, Islotes dispersos, Islotes agrupados, Formado pero débil, Consistente heterogéneo, Consistente heterogéneo)

TIPO ALCOHOL	UBICACIÓN NIVEL	ACRONIMO	CONTROL 12 DIAS		CONTROL 30 DIAS		CONTROL 90 DIAS	
			VELOCIDAD DE DESARROLLO	MORFOLOGIA	VELOCIDAD DE DESARROLLO	MORFOLOGIA	VELOCIDAD DE DESARROLLO	MORFOLOGIA
Alcohol Rectificado de Vino	Tercero	ARV-t	Baja	Islotes dispersos	Medio	Formado pero débil	Medio	Consistente heterogéneo
Alcohol Neutro de Grano	Tercero	ANG-t	Baja	Sin desarrollo	Baja	Islotes agrupados	Medio	Formado pero débil
Alcohol Neutro de Vino	Tercero	ANV-t	Baja	Sin desarrollo	Baja	Sin desarrollo	Baja	Islotes dispersos
Aguardiente de Orujo	Tercero	ADO-t	Baja	Sin desarrollo	Baja	Sin desarrollo	Baja	Islotes dispersos
Aguardiente de Vino	Tercero	AV-t	Baja	Sin desarrollo	Baja	Sin desarrollo	Baja	Islotes dispersos
Aguardiente de Maíz	Tercero	AM-t	Baja	Islotes dispersos	Baja	Islotes dispersos	Baja	Islotes agrupados
Aguardiente de Caña	Tercero	AC-t	Medio	Islotes dispersos	Medio	Formado pero débil	Medio	Consistente heterogéneo
Hollanda de Vino	Tercero	HA-t	Medio	Islotes dispersos	Baja	Islotes dispersos	Medio	Formado pero débil
Tequila	Tercero	TA-t	Baja	Islotes dispersos	Medio	Formado pero débil	Baja	Formado pero débil
Alcohol Rectificado de Vino 13,9% (v/v)	Tercero	ARV135-t	Alta	Velo débil	Alta	Consistente heterogéneo	Alta	Consistente homogéneo

**Tabla 3.** Control visual realizado al velo de flor desarrollado a los 12, 30 y 90 días en los diferentes vinos fortificados colocados en el tercer nivel de la andana (Estadíos morfológicos: Sin desarrollo, Islotes dispersos, Islotes agrupados, Formado pero débil, Consistente heterogéneo, Consistente heterogéneo)

En cuanto a las pruebas realizadas a nivel industrial, el inóculo de velo de flor fue obtenido mediante un cultivo extendido en laboratorio desarrollado a partir de velo procedente de 25 botas aleatorias de la zona de la bodega donde se iban a desarrollar las pruebas. Una vez injertadas condicho velo de flor los barriles con los diversos vinos fortificados, se hizo seguimiento visual de la evolución del film por ubicación en la andana, ya fuese en nivel bajo o en tercer nivel (Tabla 2, 3).

Para el caso de las pruebas desarrolladas en el nivel bajo, se detectó un comportamiento similar en la formación del velo de flor para los diferentes barriles a los 12 días de control, a excepción del caso del vino fortificado ARV135, el cual presentó una mayor celeridad que en el resto de los casos. Esta velocidad de formación se ha mantenido durante los controles realizados a los 30 y 90 días, llegando a formar velo consistente y homogéneo. Tendencia de formación ligeramente más rápida muestran las pruebas ARV (referencia), ANV y AM. Las identificadas como AC, HA y TA llegan a formar velo poco consistente a los 90

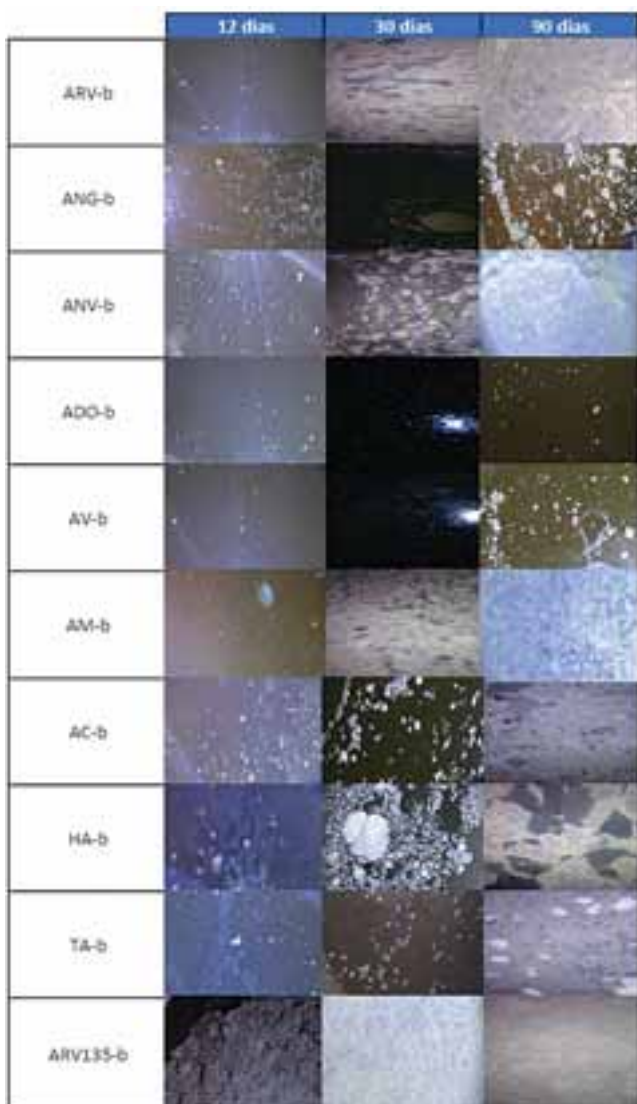
días de control, mientras que ADO no desarrolla biofilm durante todo el periodo controlado (Figura 5).

En cuanto al control visual de las pruebas colocadas en tercer nivel, los resultados de desarrollo de velo de flor a los 12 y 30 días de realizada la inoculación fueron similares a los detectados en el nivel bajo. Nuevamente el desarrollo de la prueba ARV135 es mucho más rápido y denso que en el resto de los casos, llegando a desarrollo de velo consistente y homogéneo a los 90 días. Para el caso del ANG y el AC, la consistencia del velo a los 90 días es ligeramente superior que, en el caso de las pruebas desarrolladas en el bajo, si bien las variantes ANV, ADO y AV, prácticamente no tienen desarrollo de levaduras de velo de flor en el periodo controlado (Figura 6).

Si se analiza comparativamente el desarrollo del *biofilm* los barriles colocados a nivel de suelo (equivalente a Solera) y los barriles colocados en 3er nivel (equivalente a 2ª Criadera), encontramos en todos los vinos una evolución ligeramente más ralentizada para el caso de este último, a excepción del ANG que se desarrolla con



*Antonio Florido-Barba, Gustavo Cordero-Bueso, Jesús Manuel Cantoral*



**Figura 5.** Fotografías evolución velo de flor en diversas pruebas de vinos fortificados ubicadas en el nivel bajo de la andana



**Figura 6.** Fotografías evolución velo de flor en diversas pruebas de vinos fortificados ubicadas en el tercer nivel de la andana



**BEVZERO**  
BEVERAGE INNOVATION

**¿Está listo tu vino 0.0% para Dry January?**

- Desalcoholización • Desarrollo de productos
- Equipamiento especializado • Gestión de la cadena de suministro





Alcoholes alternativos para la fortificación: impacto en el velo de flor y perfil sensorial de vinos finos de la DO Jerez-Xérès-Sherry

	VB-ARV		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	15,0	15,0	14,8
Acetaldehído (mg/L)	53,3	169,9	345,3
Metanol (mg/L)	69,7	71,0	73,9
Propanol-2 (mg/L)	0,9	1,1	1,6
N-Propanol (mg/L)	16,5	17,0	23,0
Acetato de Etilo (mg/L)	24,8	25,1	28,1
1-Butanol (mg/L)	39,9	40,3	44,3
N-Butanol (mg/L)	1,3	0,9	2,1
Dietilacetil (mg/L)	4,3	28,1	64,9
3-metil-1-butanol (mg/L)	155,3	157,1	167,9
2-metil-1-butanol (mg/L)	37,9	39,7	41,2
1-Arnilicos (mg/L)	193,2	196,8	209,1
C6-Etilo (mg/L)	0,6	0,7	0,5
Acetona (mg/L)	2,1	0,4	20,6
Lactato de Etilo (mg/L)	31,1	26,4	22,4
Hexanol (mg/L)	1,9	1,7	1,1
C8-Etilo (mg/L)	0,8	0,5	0,4
Furfural (mg/L)	0,4	0,4	0,4
Benzaldehído (mg/L)	0,3	0,0	0,1
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	10,6	5,5	7,3
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	0,9	1,0	1,4
C10-Etilo (mg/L)	0,3	0,2	0,2
Succinato de Dietilo (mg/L)	8,0	3,3	4,1
C12-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,1
2-Feniltanol (mg/L)	36,1	23,9	15,6
C14-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,0

	VB-ANG		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	14,9	14,8	14,8
Acetaldehído (mg/L)	53,0	173,2	405,5
Metanol (mg/L)	70,1	69,9	70,4
Propanol-2 (mg/L)	0,5	0,8	1,2
N-Propanol (mg/L)	16,4	17,0	20,7
Acetato de Etilo (mg/L)	25,0	29,2	35,5
1-Butanol (mg/L)	40,5	40,3	42,0
N-Butanol (mg/L)	1,0	1,2	1,6
Dietilacetil (mg/L)	3,6	79,9	85,2
3-metil-1-butanol (mg/L)	156,1	158,7	158,4
2-metil-1-butanol (mg/L)	38,1	39,9	39,4
1-Arnilicos (mg/L)	194,2	198,6	197,8
C6-Etilo (mg/L)	1,0	0,5	0,5
Acetona (mg/L)	1,8	0,2	18,0
Lactato de Etilo (mg/L)	41,3	29,4	26,1
Hexanol (mg/L)	2,7	1,8	1,1
C8-Etilo (mg/L)	1,2	0,4	0,3
Furfural (mg/L)	0,4	0,3	0,3
Benzaldehído (mg/L)	0,3	0,0	0,1
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	8,0	6,8	8,8
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	0,9	1,3	1,6
C10-Etilo (mg/L)	0,3	0,2	0,2
Succinato de Dietilo (mg/L)	8,8	3,5	4,6
C12-Etilo (mg/L)	0,1	0,1	0,1
2-Feniltanol (mg/L)	40,6	27,1	17,4
C14-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,1

	VB-ANV		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	15,0	14,9	14,9
Acetaldehído (mg/L)	47,2	123,2	324,7
Metanol (mg/L)	63,3	70,6	76,7
Propanol-2 (mg/L)	1,0	1,3	1,9
N-Propanol (mg/L)	14,6	17,4	23,4
Acetato de Etilo (mg/L)	21,3	27,2	34,2
1-Butanol (mg/L)	36,3	41,6	46,2
N-Butanol (mg/L)	0,8	1,1	2,0
Dietilacetil (mg/L)	3,1	21,8	62,1
3-metil-1-butanol (mg/L)	141,5	160,9	168,0
2-metil-1-butanol (mg/L)	34,7	40,3	41,2
1-Arnilicos (mg/L)	176,2	201,2	209,2
C6-Etilo (mg/L)	0,8	1,0	0,5
Acetona (mg/L)	1,8	0,6	17,2
Lactato de Etilo (mg/L)	39,9	43,1	23,4
Hexanol (mg/L)	2,3	2,7	1,0
C8-Etilo (mg/L)	0,1	1,0	0,3
Furfural (mg/L)	0,4	0,6	0,4
Benzaldehído (mg/L)	0,3	0,0	0,1
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	8,9	8,4	6,8
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	1,0	1,7	1,4
C10-Etilo (mg/L)	0,2	0,3	0,2
Succinato de Dietilo (mg/L)	5,3	5,5	4,5
C12-Etilo (mg/L)	0,2	0,2	0,0
2-Feniltanol (mg/L)	40,9	39,6	15,8
C14-Etilo (mg/L)	0,1	0,2	0,0

	VB-ADO		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	14,9	14,9	14,8
Acetaldehído (mg/L)	161,5	207,6	331,1
Metanol (mg/L)	190,0	184,9	214,6
Propanol-2 (mg/L)	0,5	0,9	1,1
N-Propanol (mg/L)	30,9	31,8	35,4
Acetato de Etilo (mg/L)	83,1	79,9	91,6
1-Butanol (mg/L)	64,5	65,1	69,0
N-Butanol (mg/L)	2,2	1,6	2,6
Dietilacetil (mg/L)	23,3	37,5	66,0
3-metil-1-butanol (mg/L)	222,8	226,5	237,7
2-metil-1-butanol (mg/L)	57,7	59,6	61,9
1-Arnilicos (mg/L)	280,5	286,1	299,6
C6-Etilo (mg/L)	2,9	1,4	0,8
Acetona (mg/L)	7,6	1,2	9,9
Lactato de Etilo (mg/L)	53,3	31,1	23,8
Hexanol (mg/L)	8,9	6,1	3,6
C8-Etilo (mg/L)	0,2	1,5	0,6
Furfural (mg/L)	0,9	1,1	0,7
Benzaldehído (mg/L)	0,3	0,2	0,1
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	15,1	6,2	6,4
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	1,2	1,1	1,0
C10-Etilo (mg/L)	1,9	0,5	0,4
Succinato de Dietilo (mg/L)	8,8	4,4	4,0
C12-Etilo (mg/L)	0,5	0,2	0,3
2-Feniltanol (mg/L)	54,9	26,1	15,5
C14-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,1

**Tabla 4.** Resultados analíticos pruebas en bodega de diferentes vinos fortificados obtenidos en el momento de la inoculación, a los 12 y a los 30 días. (VB-ARV: Vino base fortificado con Alcohol Rectificado de Vino 95,9% (v/v) hasta 15,0+0,3% v/v. VB-ANG: Vino base fortificado con Alcohol Neutro de Grano 96,3% (v/v) hasta 15,0+0,3% v/v. VB-ANV: Vino base fortificado con Alcohol Neutro de Vino 96,3% (v/v) hasta 15,0+0,3% v/v. VB-ADO: Vino base fortificado con Aguardiente de Orujo 64,5% (v/v) hasta 15,0+0,3% v/v).

más consistencia en el nivel más alto. Paralelamente se llevó a cabo un control analítico de los vinos fortificados (Tabla 4) considerando la evolución de los parámetros iniciales, a los 12 y 30 días de inoculados y considerando

una única calidad para los tres barriles de cada tipo de prueba. Obviando el aporte de con genéricos que aporta cada tipo de alcohol, se observa un aumento patente del

Antonio Florido-Barba, Gustavo Cordero-Bueso, Jesús Manuel Cantoral

	VB-AV		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	15,3	15,1	15,0
Acetaldehído (mg/L)	59,4	237,3	311,7
Metanol (mg/L)	112,4	105,7	111,9
Propanol-2 (mg/L)	0,6	0,9	1,6
N-Propanol (mg/L)	33,1	32,1	35,0
Acetato de Etilo (mg/L)	27,7	41,2	80,3
1-Butanol (mg/L)	58,8	57,0	59,1
N-Butanol (mg/L)	2,1	1,0	2,2
Dietilacetil (mg/L)	6,0	50,1	165,5
1-metil-1-butanol (mg/L)	236,8	229,4	237,7
2-metil-1-butanol (mg/L)	56,6	56,7	56,6
1-Arnicos (mg/L)	293,4	286,1	294,3
C6-Etilo (mg/L)	1,1	0,9	0,5
Acetona (mg/L)	2,0	1,0	24,8
Lactato de Etilo (mg/L)	48,2	28,2	26,5
Hexanol (mg/L)	4,5	2,8	1,8
C8-Etilo (mg/L)	0,3	0,9	0,4
Furfural (mg/L)	0,5	0,7	0,7
Benzaldehído (mg/L)	0,3	0,1	0,1
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	13,0	5,4	9,6
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	1,0	1,0	1,6
C10-Etilo (mg/L)	0,5	0,3	0,2
Succinato de Dietilo (mg/L)	7,4	3,8	5,8
C12-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,1
2-Feniletanol (mg/L)	44,3	22,7	16,7
C14-Etilo (mg/L)	0,3	0,1	0,1

	VB-AM		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	14,9	14,9	14,9
Acetaldehído (mg/L)	54,1	51,1	249,4
Metanol (mg/L)	71,5	46,1	78,2
Propanol-2 (mg/L)	0,5	0,4	1,2
N-Propanol (mg/L)	39,4	23,8	41,8
Acetato de Etilo (mg/L)	33,7	22,1	44,3
1-Butanol (mg/L)	79,2	48,1	79,3
N-Butanol (mg/L)	1,9	1,3	2,4
Dietilacetil (mg/L)	5,1	7,8	45,7
1-metil-1-butanol (mg/L)	229,2	143,8	237,2
2-metil-1-butanol (mg/L)	66,2	43,0	67,6
1-Arnicos (mg/L)	295,4	186,8	304,8
C6-Etilo (mg/L)	1,2	0,7	0,6
Acetona (mg/L)	1,0	0,7	12,1
Lactato de Etilo (mg/L)	37,0	19,2	22,7
Hexanol (mg/L)	2,4	1,3	1,3
C8-Etilo (mg/L)	2,4	0,8	0,5
Furfural (mg/L)	2,0	1,2	0,8
Benzaldehído (mg/L)	0,3	0,1	0,1
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	7,7	4,3	6,8
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	0,7	0,9	1,1
C10-Etilo (mg/L)	1,8	0,6	0,3
Succinato de Dietilo (mg/L)	7,5	2,5	4,4
C12-Etilo (mg/L)	1,0	0,4	0,2
2-Feniletanol (mg/L)	41,4	19,9	17,1
C14-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,1

	VB-AC		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	15,1	15,0	15,0
Acetaldehído (mg/L)	55,5	98,9	160,0
Metanol (mg/L)	69,0	71,9	96,4
Propanol-2 (mg/L)	0,8	0,8	2,0
N-Propanol (mg/L)	49,2	45,6	57,2
Acetato de Etilo (mg/L)	27,6	39,4	71,1
1-Butanol (mg/L)	70,4	65,9	81,4
N-Butanol (mg/L)	1,7	1,2	3,0
Dietilacetil (mg/L)	4,3	16,7	29,9
1-metil-1-butanol (mg/L)	197,5	189,8	239,2
2-metil-1-butanol (mg/L)	47,8	46,4	57,4
1-Arnicos (mg/L)	245,2	236,2	296,6
C6-Etilo (mg/L)	0,8	0,7	0,6
Acetona (mg/L)	2,1	0,4	5,9
Lactato de Etilo (mg/L)	34,7	20,9	22,4
Hexanol (mg/L)	2,1	1,6	1,3
C8-Etilo (mg/L)	0,1	0,9	0,4
Furfural (mg/L)	0,4	0,6	1,1
Benzaldehído (mg/L)	0,3	0,1	0,2
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	14,5	6,0	6,0
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	0,9	0,3	1,1
C10-Etilo (mg/L)	0,6	1,0	0,2
Succinato de Dietilo (mg/L)	5,3	3,1	4,2
C12-Etilo (mg/L)	0,3	0,3	0,1
2-Feniletanol (mg/L)	38,8	18,7	16,1
C14-Etilo (mg/L)	0,1	0,1	0,1

	VB-HA		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	15,1	15,0	15,0
Acetaldehído (mg/L)	55,3	80,0	283,4
Metanol (mg/L)	101,5	100,4	102,2
Propanol-2 (mg/L)	0,5	0,7	1,2
N-Propanol (mg/L)	33,7	32,1	34,1
Acetato de Etilo (mg/L)	34,1	43,3	42,1
1-Butanol (mg/L)	57,5	56,1	55,5
N-Butanol (mg/L)	0,8	0,9	2,2
Dietilacetil (mg/L)	4,3	12,1	50,5
1-metil-1-butanol (mg/L)	241,0	234,5	230,6
2-metil-1-butanol (mg/L)	53,3	54,8	52,9
1-Arnicos (mg/L)	294,5	289,3	283,5
C6-Etilo (mg/L)	1,3	1,5	0,4
Acetona (mg/L)	1,9	1,8	17,5
Lactato de Etilo (mg/L)	51,3	47,1	40,1
Hexanol (mg/L)	4,4	4,0	1,6
C8-Etilo (mg/L)	0,2	1,6	0,3
Furfural (mg/L)	2,1	2,2	1,5
Benzaldehído (mg/L)	0,3	0,1	0,0
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	9,5	10,1	7,1
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	0,9	0,5	1,8
C10-Etilo (mg/L)	0,7	0,5	0,2
Succinato de Dietilo (mg/L)	4,5	6,1	10,2
C12-Etilo (mg/L)	0,4	0,2	0,0
2-Feniletanol (mg/L)	44,1	37,3	19,5
C14-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,1

**Tabla 4.** Resultados analíticos pruebas en bodega de diferentes vinos fortificados obtenidos en el momento de la inoculación, a los 12 y a los 30 días. (VB-AV: Vino base fortificado con Aguardiente de Vino 77,0% (v/v) hasta 15,0+0,3% v/v. VB-AM: Vino base fortificado con Aguardiente de Malta 68,0% (v/v) hasta 15,0+0,3% v/v. VB-AC: Vino base fortificado con Aguardiente de Caña 68,0% (v/v) hasta 15,0+0,3% v/v. VB-HA: Vino base fortificado con Holanda Alquitara de Vino 65,0% (v/v) hasta 15,0+0,3% v/v).

contenido de acetaldehído en todas las pruebas realizadas, a excepción del vino fortificado con Aguardiente de Malta, en el que cabe considerar un arranque ralentizado de la actividad del velo de flor, lo cual

también se ve refrendado por la no reducción del grado alcohólico. Para el caso de los vinos fortificados con Aguardiente de Vino, Tequila y, especialmente, con Alcohol Neutro de Grano, el incremento de ace-



Alcoholes alternativos para la fortificación: impacto en el velo de flor y perfil sensorial de vinos finos de la DO Jerez-Xérès-Sherry

	VB-TA		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	15,3	14,9	14,9
Acetaldehído (mg/L)	51,4	203,6	401,1
Metanol (mg/L)	144,0	121,1	134,2
Propanol-2 (mg/L)	0,7	0,8	1,6
N-Propanol (mg/L)	34,7	30,0	34,4
Acetato de Etilo (mg/L)	21,2	29,7	38,7
1-Butanol (mg/L)	77,4	66,0	72,3
N-Butanol (mg/L)	1,3	1,5	2,0
Dietilacetil (mg/L)	3,9	40,5	80,7
3-metil-1-butanol (mg/L)	229,3	197,7	220,0
2-metil-1-butanol (mg/L)	58,4	51,0	55,6
1-Amílicos (mg/L)	287,7	248,7	275,6
C6-Etilo (mg/L)	1,2	0,8	0,6
Acetoína (mg/L)	1,8	0,4	15,1
Lactato de Etilo (mg/L)	47,5	23,4	22,0
Hexanol (mg/L)	2,6	1,6	1,2
C8-Etilo (mg/L)	0,4	0,9	0,6
Furfural (mg/L)	0,6	0,2	0,5
Benzaldehído (mg/L)	0,4	0,1	0,1
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	12,8	6,3	6,7
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	0,9	0,3	1,1
C10-Etilo (mg/L)	0,7	0,5	0,2
Saccharato de Dietilo (mg/L)	6,3	4,3	4,2
C12-Etilo (mg/L)	0,2	0,2	0,1
2-Feniltanol (mg/L)	53,0	23,6	14,4
C14-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,1

	VB-ARV135		
	INICIO	12 DÍAS	30 DÍAS
Grado Alcohólico (% vol.)	13,5	13,4	13,3
Acetaldehído (mg/L)	50,4	72,5	67,5
Metanol (mg/L)	65,9	72,3	75,8
Propanol-2 (mg/L)	0,7	0,8	1,8
N-Propanol (mg/L)	16,2	17,5	20,8
Acetato de Etilo (mg/L)	22,5	24,5	38,9
1-Butanol (mg/L)	39,6	40,9	43,9
N-Butanol (mg/L)	1,2	1,1	1,7
Dietilacetil (mg/L)	3,3	8,8	7,8
3-metil-1-butanol (mg/L)	153,7	159,2	166,2
2-metil-1-butanol (mg/L)	37,4	40,0	40,5
1-Amílicos (mg/L)	191,1	199,2	206,7
C6-Etilo (mg/L)	1,1	0,8	0,5
Acetoína (mg/L)	2,2	1,3	3,9
Lactato de Etilo (mg/L)	55,0	27,8	24,8
Hexanol (mg/L)	3,1	1,9	1,1
C8-Etilo (mg/L)	0,1	0,7	0,3
Furfural (mg/L)	0,5	0,6	0,3
Benzaldehído (mg/L)	0,4	0,1	0,1
2,3-Butanodiol D-, L- (mg/L)	11,4	6,8	8,1
2,3-Butanodiol MESO (mg/L)	1,2	1,1	1,4
C10-Etilo (mg/L)	0,3	0,3	0,2
Saccharato de Dietilo (mg/L)	5,5	3,4	4,3
C12-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,1
2-Feniltanol (mg/L)	56,1	25,2	18,3
C14-Etilo (mg/L)	0,2	0,1	0,1

**Tabla 4.** Resultados analíticos pruebas en bodega de diferentes vinos fortificados obtenidos en el momento de la inoculación, a los 12 y a los 30 días. (VB-TA: Vino base fortificado con Tequila 55,0% (v/v) hasta 15,0+0,3% v/v. VB-ARV135: Vino base fortificado con Alcohol Rectificado de Vino 95,9% (v/v) hasta 13,5+0,3% v/v)

taldehído es muy considerable, lo cual también puede asociarse a la subida sustancial en la concentración de dietilacetil ya que éste se produce por la condensación de dos moléculas de acetaldehído y posterior combinación con el etanol. Esta tendencia en la generación del acetaldehído puede correlacionarse con una elevada actividad metabólica propiciada por el desarrollo del velo de flor, si bien esta consideración no se cumple en el caso de ARV135, el cual que presenta una velocidad de formación y consistencia de *biofilm* muy elevada con un incremento no paralelo en la concentración de aldehído. Esta misma evolución se puede considerar para el caso de la acetoína, molécula implicada en el metabolismo oxidativo de las levaduras de velo de flor.

En lo referente a la evolución de los alcoholes superiores, se detecta un leve incremento del 2-metil-1 butanol y 3-metil-1butanol (1-amílicos), compuestos directamente relacionados con el comienzo de la actividad de la levadura de velo de flor a través de la síntesis de aminoácidos [13]. El resto de los parámetros cromatográficos no denotan cambios sustanciales, al menos en la etapa inicial de crianza biológica estudiada. Tal y como se puede observar atendiendo al consumo de alcohol,

generación de acetaldehído, acetoína, dietilacetil, 1-amílicos, y comportamiento de ésteres etílicos, se puede avanzar que el vino fortificado con Alcohol Neutro de Vino es el que muestra una evolución similar al vino de referencia, si bien, estos resultados deberán ser testados con más tiempo de evolución para todas las pruebas realizadas a fin de encontrar una alternativa viable al Alcohol Rectificado de Vino en cuanto a influencia sobre el velo de flor y la calidad del vino final.

**CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que el desarrollo de velo de flor de monocultivos, ya sea de *Saccharomyces* como de no-*Saccharomyces*, tienen una velocidad de formación menor que en el caso en que cohabiten sinérgicamente ambos géneros de levaduras, así como una morfología más homogénea y mayor consistencia.

Adicionalmente, la generación de componentes volátiles responsables en gran medida de los aromas y sabores de vinos envejecidos bajo crianza biológica, ha sido verificado a través de las pruebas de laboratorio llevadas a cabo, donde *S. cerevisiae* tiene una



Antonio Florido-Barba, Gustavo Cordero-Bueso, Jesús Manuel Cantoral

mayor capacidad de generación de alcoholes superiores que *P. kudriavzevii*, si bien en medios en los que se daba la coexistencia de ambas especies, dichos compuestos se veían favorecidos, especialmente en el vino base fortificado con Aguardiente de Caña, mostrando un perfil volátil similar al vino fortificado con alcohol rectificado de vino empleado como referencia.

Las pruebas en desarrollo en bodega relacionadas con el uso de alcoholes no vínicos y procedentes de vino a graduaciones diferentes a las autorizadas en la actualidad para la fortificación de vinos bases, constituyen una variable que puede permitir la optimización del proceso de crianza biológica de los vinos Finos. Los primeros resultados arrojan diferencias significativas en la velocidad de desarrollo y morfología del *biofilm* formado para determinadas pruebas, así como en la composición volátil de los vinos en crianza. Asimismo, es previsible que el aporte sensorial y composicional de los diversos alcoholes afecte al perfil organoléptico de los vinos Finos, además de aportar fuentes de carbono alternativas al alcohol de vino a las levaduras de velo de flor, lo cual puede cobrar extraordinaria importancia en el caso de que las levaduras asimilen estos nutrientes mediante rutas metabólicas alternativas a las habituales, con la consiguiente formación de compuestos que pueden llegar a aportar tipicidad y matices de calidad al vino elaborado mediante crianza biológica.

#### Bibliografía

- [1] M. A. Pozo-Bayón, V. Moreno-Arribas, "Sherry wines", *Advances in Food and Nutrition Research*, vol. 63, pp. 17-40, (2011)  
doi: 10.1016/B978-0-12-384927-4.00002-6.
- [2] J.L. Legras, C. Erny, C. Charpentier, "Population structure and comparative genome hybridization of European flor yeast reveal a unique group of *Saccharomyces cerevisiae* strains with few gene duplications in their genome", *PLoS ONE*, vol. 9, n.o 10, (2014)  
doi: 10.1371/journal.pone.0108089.
- [3] J. Moreno-García, J. Mauricio, J. Moreno, "Rutas metabólicas importantes en la formación del velo de flor", *Enología 2015: Innovación vitivinícola. GIE-NOL Grupos de Investigación Enológica*, pp. 118-121, (2015)
- [4] M.L. Morales, M. Ochoa, M. Valdivia, C. Úbeda, S. Romero-Sanchez, J.I. Ibeas, E. Valero, "Volatile metabolites produced by different flor yeast strains during wine biological ageing". *Food Research International*, 128, 108771. (2019)  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108771>
- [5] L. Zea, L. Moyano, J. Moreno, M. Medina, "Aroma series as fingerprints for biological ageing in fino sherry-type wines". *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87:2319–2326 (2007)
- [6] P. Martinez, L.P. Rodriguez, T. Benitez, "Factors which Affect Velum Formation by Flor Yeasts Isolated from Sherry Wine". *Syst. Appl. Microbiol*, 20, 154–157, (1997)  
[https://doi.org/10.1016/S0723-2020\(97\)80060-4](https://doi.org/10.1016/S0723-2020(97)80060-4)
- [7] J.J. Mesa, J.J. Infante, L. Rebordinos, J.A. Sanchez, J.M. Cantoral, "Influence of the Yeast Genotypes on Enological Characteristics of Sherry Wines". *Am. J. Enol. Vitic.*, 51, 15–21., (1999)
- [8] M. Ruiz-Muñoz, G. Cordero-Bueso, F. Benítez-Trujillo, S. Martínez, F. Pérez, J.M. Cantoral, "Rethinking about flor yeast diversity and its dynamic in the "criaderas and soleras" biological aging system". *Food Microbiology*, 92, 103553. (2020)  
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103553>
- [9] M. Ruiz-Muñoz, M. Hernández-Fernández, G. Cordero-Bueso, S. Martínez-Verdugo, F. Pérez, J.M. Cantoral, "Non-Saccharomyces Are Also Forming the Veil of Flor in Sherry Wines". *Fermentation*, 8 (9), 456 (2022).  
<https://doi.org/10.3390/fermentation8090456>  
doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.11.040.
- [10] G. Cordero-Bueso, M. Ruiz-Muñoz, M. González-Moreno, S. Chirino, M.C. Bernal-Grande, J.M. Cantoral, "The microbial diversity of Sherry wines". *Fermentation*, 4, 19., (2018)
- [11] J. Sabaté, J. Cano, B. Esteve-Zarzoso, "Isolation and identification of yeasts associated with vineyard and winery by RFLP analysis of ribosomal genes and mitochondrial DNA", *Microbiological Research*, vol. 157, n.o 4, pp. 267-274, (2002)  
doi: 10.1078/0944-5013-00163.
- [12] E. Vaudano, E. Garcia-Moruno, "Discrimination of *Saccharomyces cerevisiae* wine strains using microsatellite multiplex PCR and band pattern analysis", *Food Microbiology*, vol. 25, n.o 1, pp. 56-64, (2008)  
doi: 10.1016/j.fm.2007.08.001.
- [13] S. Cherviakov, V. Gerzhikova, N. Anikina, N. Gnilomedova, A. Vesjutova, "Studying the biochemical transformations in sherry wines subjected to biological aging" *E3S Web of Conferences* 222, 03004 (2020).