

Estudio de parámetros de perfil nutricional, color y aromas en el vino sin alcohol “WIN”, a través de diferentes técnicas de desalcoholización de vinos (columna de conos rotatorios y ósmosis inversa)

Study of nutritional profile parameters, color and aromas in non-alcoholic wine “WIN”, through different wine desalcoholization techniques (spinning cone column and reverse osmosis)

Luis Carlos Moro¹, Julio A. Pinto¹, Sonia Villanueva¹ y María Sevillano¹

¹Bodega Matarromera, Departamento de Calidad e I+D+i, Ctra. San Bernardo, 47359 Valbuena de Duero, Valladolid, España

Resumen. Bodega Win junto con LAAE y el CREG de la Universidad de Zaragoza han desarrollado un proyecto de investigación, “Alcoholless”, que ha permitido adquirir conocimientos de índole científico y tecnológico para desalcoholizar parcial o totalmente vinos sin apenas modificar su composición aromática y sensorial. Los resultados del proyecto enfocados a la desalcoholización parcial avalan que la técnica de Ósmosis Inversa es la más idónea para paliar los efectos del cambio climático en vinos, al permitir reducir su graduación alcohólica hasta 1^o Alc sin que sus componentes aromáticos sufran alteraciones. Las investigaciones realizadas sobre la desalcoholización total de vinos revelan que es posible conservar la tipicidad de la variedad de uva en el vino sin alcohol mediante la optimización de los parámetros del proceso de desalcoholización por Columna de Conos Rotatorios (CCR) y la aplicación de estrategias enológicas optimizadas para su posterior reconstitución. Los vinos desalcoholizados obtenidos y comercializados bajo la marca Win mantienen todas las características organolépticas de los vinos de origen y se sitúan en una posición privilegiada con respecto a su competencia actual, gracias a su bajo contenido en azúcares.

Abstract. Bodega Win, along with effective collaboration between the LAAE and the CREG of the University of Zaragoza have developed a research Project called “Alcoholless”, which has allowed to acquire scientific and technological knowledge to obtain partially or totally dealcoholized wines without barely modify its sensory composition. The results of the project focused on partial dealcoholization indorse that the Reverse Osmosis technique is the most suitable for mitigating the effects of climate change on wines, by allowing the alcohol content to be reduced to 1^o Alc without altering its aromatic components. The research carried out on the total dealcoholization of wines reveal that it is possible to preserve the typicity of the grape variety in non-alcoholic wine by optimizing the parameters of the dealcoholization process by Rotating Cone Column (CCR) and the application of oenological strategies optimized for subsequent reconstitution. The dealcoholized wines obtained and marketed under the Win brand, maintain all the organoleptic characteristics of the original wines and are in a privileged position compared to their current competition, thanks to their low sugar content.

1 Introducción

El grado alcohólico de los vinos va aumentando año a año, en consonancia con el aumento de la temperatura media del planeta, provocando alteraciones en el ciclo fenológico de la vid, que derivan en uvas con menos ácidos orgánicos, un pH mayor y una mayor concentración de azúcares [1]. La transformación de estas uvas, a través de procesos fermentativos, en vino, provocan que éstos contengan un mayor contenido alcohólico y sufran alteraciones sensoriales provocadas por el incremento del grado alcohólico [2].

Mediante el proyecto de investigación “Alcoholless” desarrollado en Bodega Win se han conseguido dos objetivos fundamentales para el sector vitivinícola español actual:

1. - disminuir la graduación alcohólica de los vinos sin perder composición aromática paliando las consecuencias que este sector sufre por la acción del cambio climático a través de la ósmosis inversa.
2. -poder ofrecer a los consumidores que demandan productos sin alcohol una gama de productos desalcoholizados mediante Columna de Conos Rotatorios (CCR) que mantienen todas las propiedades organolépticas del vino de origen.

La investigación llevada a cabo ha permitido evaluar la acción de diferentes técnicas físicas, basadas en tecnologías de membranas o en procesos de destilación, para desalcoholizar parcialmente [3] vinos blancos y tintos de Bodega Matarromera S.L. con graduación alcohólica entre 11-14^o Alc. en función de la variedad, y reducir su contenido alcohólico entre 1-3^o Alc para paliar los efectos que produce el cambio climático sobre los vinos. Además, la optimización de la técnica de destilación a vacío mediante CCR y las estrategias enológicas innovadoras aplicadas en el proceso de reconstitución del vino desalcoholizado, han permitido obtener vinos desalcoholizados con 0,0% Vol que mantienen todas las propiedades organolépticas del vino de origen. Puesto que el consumo de vino sin alcohol se ha incrementado en los últimos años debido a una mayor concienciación del consumidor hacia los productos saludables, Bodega Win, comercializa vinos sin alcohol con diferente contenido alcohólico: <0,5% v/v y entre 0,5 y 1,2% v/v desde el año 2008. A través del proyecto Alcoholless, Bodega Win ha mejorado el proceso de desalcoholización y aplicado nuevas e innovadoras estrategias enológicas, en aras de mejorar las características sensoriales del producto final obtenido.

Mientras que las técnicas de destilación osmótica y pervaporación para la desalcoholización parcial de nuestros vinos han sido realizadas en las instalaciones del LAE y del GREC de la Universidad de Zaragoza, y sus resultados han sido publicados previamente [4,5], en la presente publicación se exponen los resultados obtenidos mediante la técnica de Ósmosis Inversa para reducir el contenido alcohólico de los vinos en 1^o Alc. (desalcoholización parcial) sin modificar la percepción sensorial del vino de origen, así como los resultados de las diferencias observadas en la composición aromática de vinos blancos y tintos tras ser sometidos a una

desalcoholización total a través de la técnica de destilación a vacío mediante Columna de Conos Rotatorios (CCR).

2 Materiales y métodos

El desarrollo experimental que aquí se presenta se ha llevado a cabo en las instalaciones de Bodega Win, ubicada en Valbuena de Duero (Valladolid), donde se elaboran vinos totalmente desalcoholizados bajo la marca registrada WIN. El proceso de obtención de vinos desalcoholizados no sólo se basa en hacer pasar vino terminado por un equipo CCR y obtener un vino sin alcohol; el proceso de elaboración de nuestros vinos desalcoholizados WIN comienzan en el propio viñedo, mediante diferentes tratamientos vitivinícolas para obtener una uva que ha alcanzado un equilibrio adecuado, pero que aún no ha adquirido una elevada concentración de azúcares, dotando a las bayas de un bajo grado alcohólico probable. Posteriormente, esta uva es sometida a una vinificación que permite obtener un vino de elevada aromaticidad y un bajo grado alcohólico. WIN se elabora a partir de vinos blancos o tintos, procedentes de uvas de las variedades Verdejo o Tempranillo de viñedos situados en tres de las principales Denominaciones de Origen de nuestro país como son Ribera del Duero, Toro y Rueda. Estos vinos han sido sometidos a la técnica de Ósmosis inversa para reducir su contenido alcohólico parcialmente y a la técnica de destilación a vacío mediante CCR para eliminar su contenido alcohólico totalmente y obtener productos derivados del vino, sin alcohol pero con todas las propiedades organolépticas de los vinos de origen.

Ósmosis Inversa. Se ha llevado a cabo la desalcoholización parcial de vinos blancos y tintos de Bodega Matarromera S.L., en las instalaciones de Bodega Win, mediante la técnica de Ósmosis Inversa [6] según el esquema que se muestra en la Fig. 1.

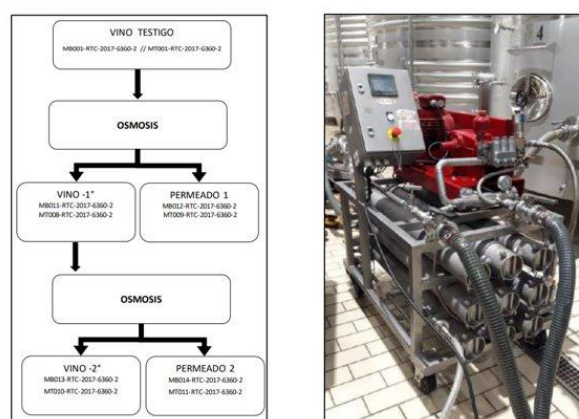


Figura 1. Esquema del proceso de Ósmosis inversa y fracciones obtenidas e imagen del equipo de ósmosis inversa empleado.

El vino testigo se somete al proceso de ósmosis inversa a fin de reducir su graduación alcohólica 0,5^o Alc con el fin de determinar la influencia de esta técnica sobre la composición aromática de los vinos de origen. El vino testigo es sometido al proceso de ósmosis inversa en una primera etapa, obteniéndose un vino 1^o y un permeado 1^o;

este vino 1º es sometido de nuevo a ósmosis inversa en una 2º etapa, obteniéndose un vino 2º y un permeado 2º. Este proceso se ha aplicado a un vino blanco codificado como MB-RTC-2017-6360-2 y un vino tinto codificado como MT-RTC-2017-6360-2. En las instalaciones del LAEE de la Universidad de Zaragoza se ha llevado a cabo el análisis aromático de cada una de las fracciones obtenidas mediante extracción líquido-líquido en cada una de las muestras, seguida de un análisis GS-FID [7], para determinar los compuestos volátiles mayoritarios contenidos en cada una de ellas. También se han analizado los componentes volátiles minoritarios, trazas, mediante un método de extracción en fase sólida (SPE) seguido de un análisis GC-MS [8]. El resultado comparativo de los resultados obtenidos nos ha permitido determinar cómo afecta el proceso de desalcoholización parcial mediante ósmosis inversa a la composición aromática del vino de origen tras reducir su grado alcohólico en 0,5º Alc.

Columna de Conos Rotatorios. La destilación mediante Columna de Conos Rotatorios (CCR) es una técnica que permite desalcoholizar vinos de diferente naturaleza empleando condiciones de vacío y baja temperatura [9, 10, 11]. Esta técnica permite llevar a cabo desalcoholizaciones parciales y/o totales permitiendo disminuir el contenido alcohólico del vino desde 0,5º Alc. hasta el contenido total de alcohol del vino de origen. La investigación realizada en el proyecto Alcohless se ha desarrollado en la Planta de Deconstrucción Molecular ubicada en Valbuena de Duero (Valladolid) mediante desalcoholización total de vinos (0,0% Vol.) a través de CCR aplicando un innovador método propio patentado, PCT WO 2012/007601 A1 [12], mediante el cual se minimiza el riesgo de pérdida de componentes aromáticos del vino. En la Fig. 2 se muestra un esquema del proceso de desalcoholización total llevado a cabo sobre vinos blancos y tintos de Bodega Matarromera S.L.. A fin de constatar que no existe pérdida de componentes aromáticos durante el proceso de obtención de nuestros vinos desalcoholizados totalmente WIN, se ha realizado un estudio comparativo de la composición aromática durante el proceso de desalcoholización mediante CCR a través del análisis de diferentes componentes volátiles mayoritarios y minoritarios mediante CG-MS.

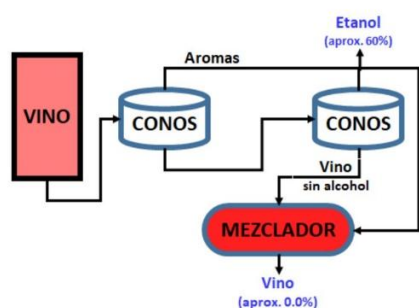


Figura 2. Esquema del proceso de desalcoholización mediante CCR realizado en Bodega Win.

También se ha realizado una caracterización del color de los vinos de antes y después de su desalcoholización total y se han cuantificado las coordenadas Cielab utilizando un espectrofotómetro UV-Vis Shimadzu Pharma Spec

1700. Se ha analizado el perfil nutricional de 13 vinos sin alcohol comerciales mediante análisis de Glucosa/fructosa, acidez total y pH mediante métodos de análisis de vinos, y se ha llevado a cabo una evaluación organoléptica de los mismos por un panel experto de catadores.

3 Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos por la aplicación de técnicas de destilación osmótica y pervaporación realizadas durante la ejecución del proyecto “Alcohless” en la Universidad de Zaragoza, han permitido constatar que existe una pérdida de componentes aromáticos a medida que se reduce la cantidad de alcohol, por lo que la percepción organoléptica de los vinos parcialmente desalcoholizados se ve modificada respecto a los vinos de origen al emplear estas técnicas para reducir el contenido alcohólico de vinos, según los resultados publicados previamente [4,5].

El análisis de los resultados comparativos de componentes aromáticos mayoritarios y minoritarios tras la aplicación de la técnica de Ósmosis Inversa, llevados a cabo en Bodega Win, para la desalcoholización parcial de vinos blancos y tintos de Bodega Matarromera S.L. se exponen en las siguientes Figuras: las Figs. 3A y 3B muestran la concentración de compuestos volátiles mayoritarios y minoritarios respectivamente, del vino blanco de origen (marcado en la parte superior con la letra A y de color verde), el vino 1º (marcado en la parte superior con la letra B y de color burdeos) y el vino 2º (marcado en la parte superior con la letra C y de color añil), según el proceso de ósmosis inversa descrito en la Fig. 1.

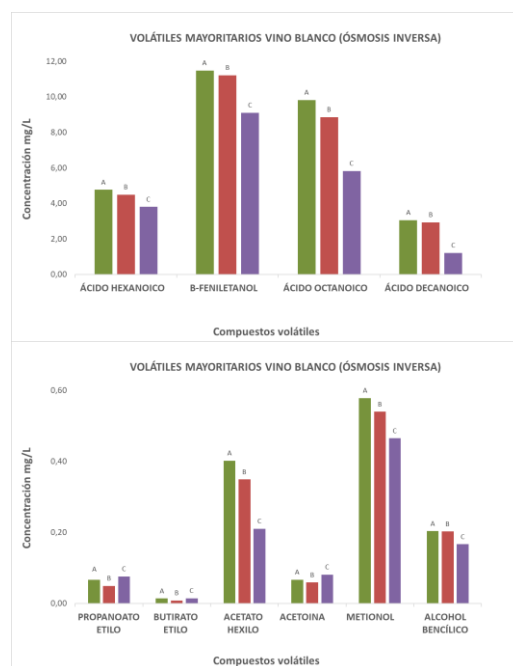


Figura 3A. Volátiles mayoritarios en vino blanco durante su procesamiento por ósmosis inversa.

Se puede observar que no existe una pérdida significativa de los compuestos volátiles mayoritarios mostrados en la Fig. 3A en las dos etapas de ósmosis a las que ha sido sometido el vino blanco de origen.

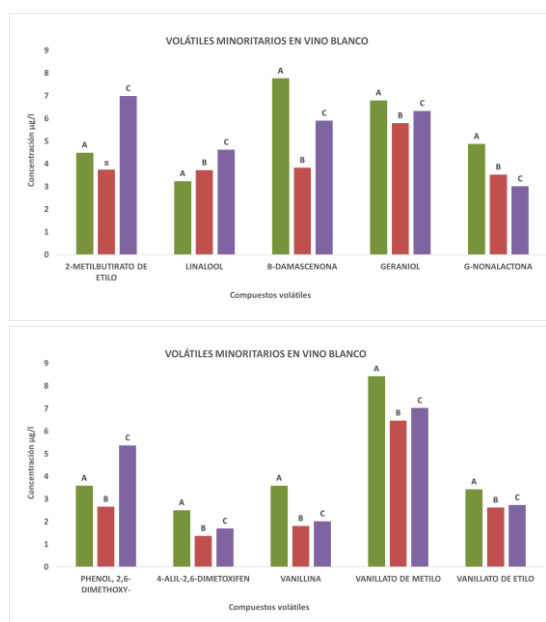


Figura 3B. Volátiles minoritarios en vino blanco durante su procesamiento por ósmosis inversa.

El análisis de los componentes minoritarios revela que tras el primer procesado mediante ósmosis inversa se produce una pérdida no significativa en cada uno de los componentes objeto de estudio; tras el segundo procesado mediante esta técnica, para la reducción del contenido alcohólico del vino en 0,5^o Alc., se observa que hay un ligero incremento de componentes volátiles minoritarios respecto al vino obtenido tras el primer procesado. Esto se debe fundamentalmente a la generación de permeados durante el proceso de ósmosis inversa, en la que el vino ve concentrados sus componentes aromáticos al eliminarse un determinado volumen de agua-etanol en dichos permeados. Los permeados fueron analizados en los mismos componentes aromáticos, tanto mayoritarios como minoritarios, mostrando que el contenido aromático de los mismos era mínimo.

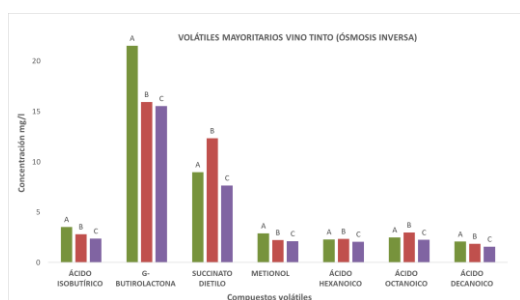


Figura 4A. Volátiles mayoritarios en vino tinto durante su procesamiento por ósmosis inversa.

Las Figs. 4A y 4B muestran la concentración de compuestos volátiles mayoritarios y minoritarios respectivamente, del vino tinto testigo (columna marcada como A y de color verde), vino 1º ((columna marcada como B y de color burdeos) y vino 2º ((columna marcada como C y de color añil), según el proceso de ósmosis inversa descrito en la Fig. 1. En los componentes volátiles mayoritarios del vino tinto no se observa una pérdida significativa tras los procesos de ósmosis a los que ha sido

sometido. El análisis de sus componentes minoritarios siguen el mismo patrón que el comportamiento observado en el vino blanco. Los permeados analizados del vino tinto tampoco revelan concentraciones significativas de compuestos aromáticos.

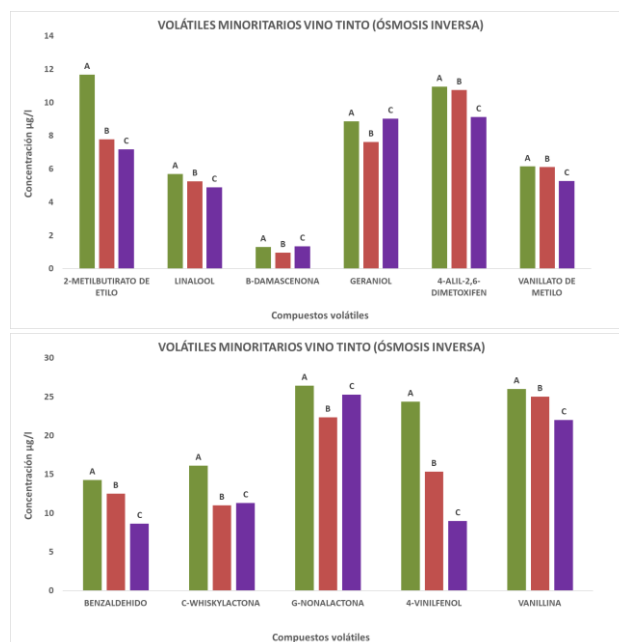


Figura 4B. Volátiles minoritarios en vino tinto durante su procesamiento por ósmosis inversa.

Mediante la técnica de desalcoholización total de vinos a través de CCR se han comparado los componentes aromáticos mayoritarios y minoritarios del vino de origen con el vino desalcoholizado totalmente (0,0% vol) y con el vino desalcoholizado y reconstituido tras aplicar al vino desalcoholizado 0,0% vol las estrategias enológicas implementadas en estos productos por Bodega Win para obtener un producto final óptimo para su comercialización.

En la Fig. 5A se muestran los resultados obtenidos de los componentes mayoritarios analizados en vinos blancos. Se representa la concentración de cada compuesto analizado durante el proceso de obtención de Win Blanco 0,0% Vol: la columna A muestra la concentración de ese componente en el vino de origen (color naranja), la columna B la concentración de ese componente en el vino desalcoholizado 0,0% Vol. (color rosa) y la columna C la concentración de ese componente en el vino final 0,0% Vol. tras la reconstitución (color azul).

El análisis de los resultados obtenidos nos permite afirmar que los vinos blancos desalcoholizados totalmente contienen una fracción aromática de volátiles mayoritarios similar a la del vino de origen. Se confirma que el proceso de desalcoholización mediante CCR junto con las estrategias enológicas desarrolladas por Bodega Win (comparables con las desarrolladas por otros autores [13]), permite obtener vinos blancos con 0,0% vol. en los que se mantienen todos los componentes aromáticos del vino blanco de origen, tanto mayoritarios como minoritarios, puesto que el análisis comparativo plasmado en las Figs. 5A y 5B, avalan estos resultados.

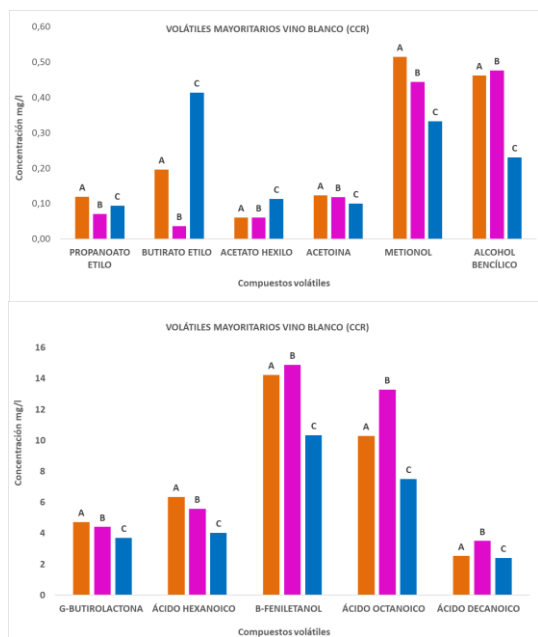


Figura 5A. Volátiles mayoritarios en vino blanco analizados a lo largo de la obtención del vino desalcoholizado Win 0,0%Vol.

Los datos obtenidos en los procesos de desalcoholización mediante CCR aplicados a vinos tintos se muestran en las Figs. 6A y 6B. El análisis de los resultados permite afirmar que los vinos tintos con 0,0% vol. obtenidos mediante desalcoholización total por destilación a vacío en CCR, mantienen la composición aromática de los vinos tintos de origen tras aplicar las estrategias enológicas implementadas en Bodega Win para reconstituir los productos desalcoholizados 0,0% Vol. Se confirma entonces que las estrategias enológicas aplicadas por Bodega Win permiten obtener vinos blancos y tintos con una composición aromática similar a la de los vinos de origen.

El análisis de compuestos volátiles nos ha permitido identificar y cuantificar una serie de moléculas aromáticas denominadas “Aldehídos de Strecker”; estos aldehídos producen en el vino desalcoholizado olores amielados, de fruta sobremadura y/o pasa y olores a verdura cocida y/o a patata y se relacionan con el origen de los problemas de oxidación detectados en vinos desalcoholizados comerciales mediante CCR. La optimización de las condiciones de desalcoholización en la CCR de Bodegas Win en función del tipo de vino de origen, nos ha permitido obtener vinos desalcoholizados Win 0,0% Vol. en los que la concentración de aldehídos de Strecker son similares y/o inferiores a los presentes en los vinos de origen, según los resultados mostrados en la Tabla 1. La reducción de estos compuestos en los vinos desalcoholizados Win reducen los problemas de oxidación de este tipo de vinos y los olores desagradables asociados al proceso de desalcoholización mediante CCR.

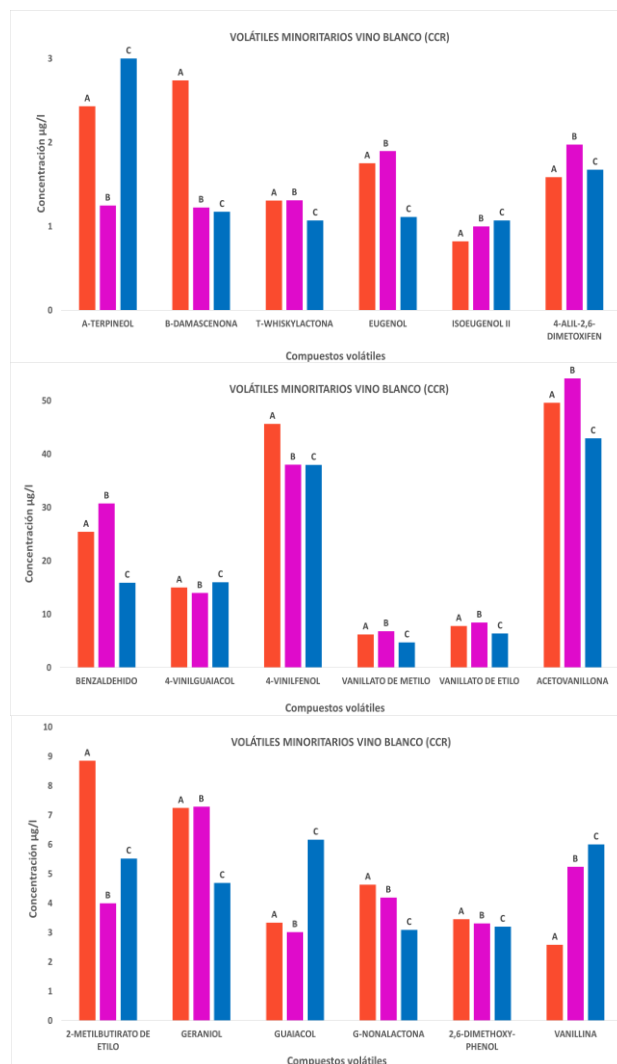


Figura 5B. Volátiles minoritarios en vino blanco analizados a lo largo de la obtención del vino desalcoholizado Win 0,0%Vol.

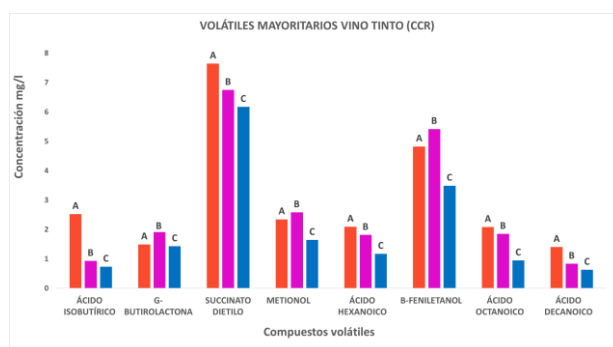


Figura 6A. Volátiles mayoritarios en vino tinto analizados a lo largo de la obtención del vino desalcoholizado Win 0,0% Vol.. Columna A: Vino de origen (color naranja); Columna B: vino desalcoholizado 0,0% vol (color rosa); Columna C: vino desalcoholizado y reconstituido Win 0,0% Vol. (color azul).

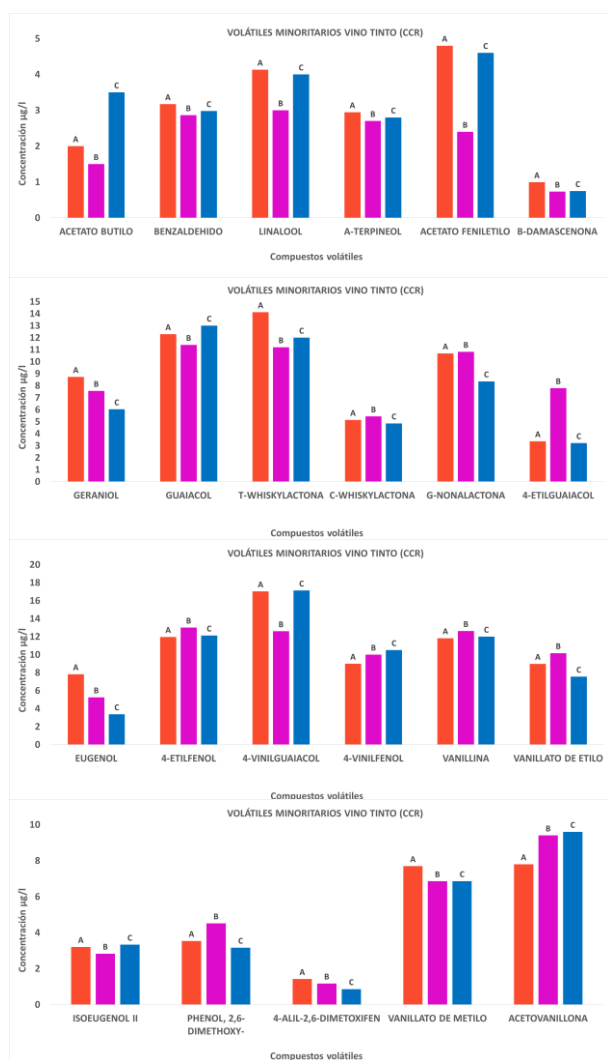


Figura 6B. Volátiles minoritarios en vino tinto analizados a lo largo de la obtención del vino desalcoholizado comercial. Vino de origen (naranja); vino desalcoholizado 0,0% vol (rosa); vino 0,0 % vol comercial (azul).

Tabla 1. Concentraciones detectadas por cromatografía CG-MS de los aldehídos de Strecker en µg/l. I: Vino de origen; D: vino desalcoholizado 0,0% Vol; R: vino desalcoholizado y reconstituido Win 0,0% Vol.

Muestra	Vino Blanco			Vino Tinto		
	I	D	R	I	D	R
Isobutiraldehido	12,0	31,4	19,3	33,0	13,9	10,8
2 metilbutanal	2,99	11,9	4,54	10,6	4,76	2,25
3 metilbutanal	41,4	89,5	26,5	81,2	45,9	10,4
Metional	4,72	3,97	4,30	1,74	4,90	4,25
Fenilacetaldehido	15,0	34,9	10,5	31,2	47,1	15,9

En cuanto al color, no se encuentran diferencias significativas asociadas al empleo de la CCR. Los resultados del análisis comparativo de color llevado a cabo sobre el vino blanco y el vino tinto de origen y tras el

proceso de desalcoholización mediante CCR se muestran en la Tabla 2, observando que estos resultados son coherentes con los obtenidos previamente [11], donde se indicaba que la desalcoholización de vinos blancos, rosados y tintos mediante CCR no provoca desviaciones sobre los compuestos fenólicos como los flavonoles, esteres tartáricos, estilbenos y antocianinas.

Tabla 2. Coordenadas CIELAB de vinos blancos y tintos y sus homólogos desalcoholizados mediante CCR.

Muestra	L*	a*	B*	C*ab	<HØ(a*)
Vino de Origen Blanco	93,91	-1,09	8,03	8,11	97,74
Desalcoholizado Blanco	94,48	-1,28	7,47	7,58	99,75
Vino de Origen Tinto	74,83	26,52	5,49	27,08	11,70
Desalcoholizado Tinto	75,01	24,51	4,61	24,94	10,65

Se ha llevado a cabo un análisis comparativo de concentración de azúcares totales (glucosa/fructosa), acidez total y pH de 13 vinos disponibles en el mercado actual desalcoholizados mediante CCR y se han evaluado organolépticamente por un panel experto de catadores. Los resultados se muestran en la Tabla 3. El análisis de estos datos nos permite afirmar que los vinos Win son más equilibrados, tienen un contenido en azúcar muy inferior a otros vinos comerciales y una percepción organoléptica superior al resto de vinos comerciales desalcoholizados mediante CCR. En general los catadores valoran positivamente todos los vinos desalcoholizados comerciales, siendo más valorados los vinos blancos que los tintos ya que la estructura de los vinos tintos desalcoholizados es menor al no tener presencia de alcohol en su composición. Bodega Win ofrece productos que afianzan su compromiso con la sociedad en el consumo responsable de alcohol y el cuidado de la salud.

Desde el punto de vista de seguridad alimentaria, no hay presencia de microorganismos patógenos analizados en las muestras de los vinos sometidas al proceso de CCR.

Tabla 3. Datos nutricionales de 13 vinos comerciales con 0,0 % vol y desalcoholizados mediante CCR.

NOMBRE DEL VINO COMERCIAL	GLUCOSA/FRUCTOSA	ACIDEZ TOTAL	pH	VALORACIÓN MEDIA
WIN VERDEJO	2,3	5,2	3,2	7,2
WIN ESPUMOSO	4,2	7,2	3,2	6,7
WIN TEMPRANILLO	1,0	4,5	3,6	6,7
WIN 12 MESES	0,9	4,5	3,7	6,6
NATUREO BLANCO	43,2	6,6	2,8	6,5
NATUREO TINTO	31,4	5,3	3,2	6,5
CODORNIU ZERO	46,0	5,5	3,2	6,4
FREIXENET ZERO	50,9	6,5	2,9	6,4
LUSSORY BLANCO	38,0	6,1	3,0	5,5
LUSSORY TINTO	25,6	6,8	3,3	5,4
SEÑORÍO DE LA TAUTILA	34,6	5,6	3,2	3,3

4 Conclusiones

Los resultados obtenidos mediante el desarrollo del proyecto “Alcoholless” nos han llevado a obtener las siguientes conclusiones:

1. -la Ósmosis Inversa es la técnica más adecuada para paliar el aumento del grado alcohólico en vinos, producido por el cambio climático, ya que permite realizar una desalcoholización parcial de vinos con reducción de alcohol de entre 0,5-1^o Alc., manteniendo todas las propiedades organolépticas del vino de origen.
2. -la técnica de desalcoholización total mediante CCR junto con las estrategias enológicas de reconstitución de vinos 0,0% vol implantadas por Bodega Win, permiten obtener vinos sin alcohol que mantienen todas las propiedades organolépticas de los vinos de origen. Además, al contener menos azúcares, los vinos desalcoholizados Win son más saludables y equilibrados que el resto de productos desalcoholizados 0,0% Vol. disponibles en el mercado, situando a Win como la marca más adecuada para una sociedad cada vez más concienciada con el consumo responsable de alcohol, que le gusta el vino y aprecia las propiedades antioxidantes y cardiosaludables del mismo, ya que Win mantiene todas estas propiedades beneficiosas como se ha demostrado a través de la presente investigación.

Agradecer al ministerio de Ciencia e Innovación, La Agencia Estatal de Investigación y FEDER la financiación aportada para la ejecución del proyecto RTC-2017-6360-2 con acrónimo “Alcoholless”. Agradecer también a la UNIZAR el consorcio firmado junto a nuestra empresa para desarrollar este proyecto, y a sus dos grupos de investigación LAAE y CREG, liderados por Ana Escudero y Joaquín Coronas respectivamente, su contribución científica y el trabajo realizado para la ejecución del proyecto.

Referencias

1. Martinez, A; Aleixandre Tudó, JL.; Benavent, J.; (2016) *Enovicultura*. **42**, 4-26, <http://hdl.handle.net/10251/92945>
2. Mira de Orduña, R.; *Food Research International*, **43**, **7** (2010) 1844-1855, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.001>
3. Zamora, F.; *Wine Safety, Consumer Preference, and Human Health* pp 163-182 Chapter 8 (05 February 2016), doi: 10.1007/978-3-319-24514-0_8
4. J. Esteras-Saz, O. de la Iglesia, C. Peña, A. Escudero, C Téllez y J. Coronas. *Separation and Purification Technology*, **270** (2021) 118793
5. J. Esteras-Saz, O. de la Iglesia, I. Kumakiri, C. Peña, A. Escudero, C Téllez y J. Coronas. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. Vol. 122, June 2023, 231-240, <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2023.02.024>
6. Loyola García, R.; Gutierrez-Gamboa G.; Medel-Marabolí M.; Díaz-Gálvez I.; *IVES: International Viticulture & Enology Society, Technical Reviews vine & wine*; 26 February 2021, doi: <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2021.4621>
7. Ortega, C., López, R., Cacho, J., Ferreira, V.F., 2001a.; *J. Chromatogr. A* **923**(1-2), 205-214
8. Lopez, R.; Aznar, M.; Cacho, J.; Ferreira, V.; *J. Chromatogr., A* **2002**, **966**(1-2), 167-177
9. P.C. Riley and S. J. Sykes. FT Industrial Pty Ltd, Reading, UK. Flavourtech Research, Griffith, Australia. “Industrial Applications of Spinning Cone Column Technology: A review. <https://folk.ntnu.no/skoge/prost/proceedings/distillation02/dokument/5-7.pdf>
10. Belisario-Sanchez, Y.Y.; Taboada-Rodriguez, A.; Marín-Iniesta, F.; López-Gómez, A.; *J. Agric. Food Chem.* **2009**, **57**, **16**, 6770-6778, doi:10.1021/jf900387g
11. Puglisi C., Ristic R., Saint J. and Wilkinson K.; *Molecules* **2022**, **27**, 8096. 6. <https://doi.org/10.3390/molecules27228096>
12. Moro Gonzalez, Luis Carlos PCT: WO 2012/007601 <https://patentimages.storage.googleapis.com/26/33/d7/0f9d5c9242fd0c/WO2012007601A9.pdf>
13. BIO Web of Conferences **56**, 02007 (2023); 43rd World Congress of Vine and Wine, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20235602007>