

# XLIV JORNADAS DE VITICULTURA Y ENOLOGÍA TIERRA DE BARROS

IV Congreso Agroalimentario de Extremadura

CENTRO UNIVERSITARIO SANTA ANA ALMENDRALEJO



Del 3 al 6 de Mayo 2022

XLIV JORNADAS DE VITICULTURA Y ENOLOGÍA  
DE LA TIERRA DE BARROS  
IV CONGRESO AGROALIMENTARIO DE EXTREMADURA

**Edita:**

Centro Universitario Santa Ana  
C/ IX Marqués de la Encomienda, nº 2  
Almendralejo  
Tel. 924 661 689  
<http://www.univsantana.com>

**Colabora:** Cajalmendralejo

**Ilustración de portada:**

© ALBERTO CATILLO

**Diseño original:**

Tecnigraf S.A.

**Maquetación:** Virginia Pedrero

ISBN: 978-84-7930-112-0

D.L.:

Imprime: Impresal

# Estudio de la influencia en la relación superficie/volumen durante el envejecimiento del Brandy de Jerez

TRILLO OLLERO, R.<sup>1,2</sup>

TRILLO GUTIÉRREZ, L.M.<sup>1</sup>

GARCÍA MORENO, M.V.<sup>2</sup>

GUILLÉN SÁNCHEZ, D.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bodega González Byass S.L.U., Centro de Investigación, CIDIMA (Calidad, Investigación, Desarrollo, Innovación y Medio Ambiente), Bodega Las Copas Crta. Madrid-Cádiz Km. 641, 11407, Jerez de la Frontera, Cádiz, España.

<sup>2</sup>Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Instituto Universitario de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria (IVAGRO) Universidad de Cádiz, Campus Universitario de Puerto Real, Cádiz, España.

## RESUMEN

Son muchos los parámetros que influyen la calidad final de un brandy, destacando el tipo de madera utilizada, el tostado de la madera, el tiempo de envejecimiento, el uso anterior de la vasija, o el volumen de la vasija de madera, entre otros. De hecho, uno de los parámetros físicos que más influye en la velocidad de envejecimiento de los aguardientes de vino, es la relación entre la superficie de la madera de la vasija de madera en contacto con el volumen de líquido almacenado, es decir la relación superficie/volumen de la vasija.

En este trabajo se ha llevado a cabo el estudio de la importancia de la relación superficie/volumen de la vasija de madera en los procesos de extracción que tienen lugar en las primeras etapas de la elaboración de un brandy de Jerez. Para ello se ha estudiado el envejecimiento de un aguardiente de 60% de grado alcohólico en vasijas de dos capacidades distintas: 500 L y 250 L, elaboradas en tres tipos de roble: roble americano, roble limousin francés y roble español, y envinadas y no envinadas previamente al envejecimiento.

Los parámetros analizados en los aguardientes envejecidos han sido el índice de polifenoles totales (IPT), el contenido de compuestos fenólicos individuales y el color. El valor de estos parámetros en las bebidas espirituosas está directamente relacionado con el proceso de envejecimiento, aumentando a medida que lo hace el tiempo de estancia del aguardiente en las vasijas de madera. Se ha observado como las vasijas de menor tamaño, y por tanto mayor superficie/volumen, dan lugar a aguardientes presentan mayores valores de estos parámetros, siendo el aumento diferente para cada tipo de roble estudiado. También se ha observado como el proceso de enviando de la vasija disminuye el aporte de compuestos fenólicos por parte de la madera al aguardiente. A la vista de los resultados obtenidos, el aumento de la relación superficie/volumen durante el envejecimiento de los aguardientes se presenta como un sistema alternativo de envejecimiento consiguiendo una mayor extracción de los compuestos que se encuentran en las maderas y perfiles analíticos equivalentes a los brandies de calidad.

**Palabras claves:** Color, IPT, CIEDE2000, compuestos fenólicos, botas, barricas, envejecimiento.

#### ABSTRACT

Many parameters influence the final quality of a brandy, including the type of wood used, the toasting of the wood, the aging time, the previous use of the vessel, or the volume of the wooden vessel, among others. In fact, one of the physical parameters that most influences the speed of aging of wine spirits is the ratio between the surface of the wood of the wooden vessel in contact with the volume of liquid stored, that is, the surface ratio/volume of the vessel. In this work, the study of the importance of the surface/volume ratio of the wooden vessel in the extraction processes that take place in the first stages of the elaboration of a brandy de Jerez has been carried out. To this end, the aging of a 60% alcoholic liquor in vessels of two different capacities has been studied: 500 L and 250 L, made in

three types of oak: American oak, French Limousin oak, and Spanish oak, with and without seasoning before the aging. The parameters analyzed in the aged spirits were the total polyphenol index (IPT), the content of individual phenolic compounds, and the color. The value of these parameters in spirits is directly related to the aging process, increasing as the liquor remains in wooden vessels.

It has been observed that vessels of smaller size, and therefore greater surface area/volume, give rise to spirits that present higher values of these parameters, the increase being different for each type of oak studied. It has also been observed how the process of seasoning the vessel decreases the contribution of phenolic compounds by the wood to the brandy. In view of the results obtained, the increase in the surface/volume ratio during the aging of spirits is presented as an alternative aging system, achieving greater extraction of the compounds found in wood and analytical profiles equivalent to high-quality brandies.

## INTRODUCCIÓN

El Brandy de Jerez se define como la bebida espirituosa que tiene un grado alcohólico comprendido entre el 36% y el 45% obtenido exclusivamente a partir de aguardientes y destilados de vino, con un envejecimiento en vasijas de roble de capacidad inferior a 1000 litros<sup>1</sup>. La vasija debe estar previamente envinada con vino de Jerez elaborado en la zona ubicada entre las ciudades de Jerez de la Frontera, El Puerto de Santa María y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz, España), siguiendo el sistema de crianza de Criaderas y Solera en uso en la región de Jerez<sup>2</sup>. A parte de la calidad de la primera materia prima que se emplee, influyen también sobre la calidad del brandy, el tiempo de envejecimiento y las características de la vasija en la que se envejece el destilado.

En el caso del Brandy de Jerez, las características organolépticas finales van a depender también del envinado previo que hayan tenido las vasijas<sup>3,4</sup>. Las vasijas utilizadas para elaborar Brandy de Jerez deben haber contenido durante un tiempo determinado algún tipo de vino de Jerez. De acuerdo con las reglas establecidas por el Expediente Técnico<sup>1</sup>, toda vasija que haya tenido un envinado previo, se denomina Sherry Cask<sup>5,6</sup>.

El aguardiente de vino recién destilado se caracteriza por una alta concentración de etanol y riqueza en compuestos volátiles, pero carece de compuestos fenólicos distintos de los fenoles volátiles<sup>7</sup>. Así, la crianza en vasijas de madera está tradicionalmente incluida en la producción de brandies, siendo reconocida como un paso crucial para agregar valor al producto<sup>8</sup>.

Durante el envejecimiento tienen lugar procesos fisicoquímicos en los que intervienen componentes de los destilados y compuestos de la madera de la vasija<sup>9,10</sup>. Se trata principalmente de fenómenos de extracción, junto con otros fenómenos químicos, como la oxidación, esterificación, reacciones de Maillard, polimerización y reacciones de policondensación<sup>11</sup>. Todos ellos inciden de una forma u otra en las características organolépticas finales de los destilados envejecidos. Así, las características finales de un destilado envejecido, como el brandy, dependerá de todos los factores que de alguna manera intervienen en el proceso de envejecimiento<sup>9,12</sup>, incluido las características de las vasijas de madera, influyendo factores como el tipo de madera<sup>6,13</sup>, el nivel de tostado de la madera, el tiempo de envejecimiento<sup>14</sup>, y el volumen del barril, más concretamente la relación superficie/volumen de la vasija<sup>15,16</sup>.

De hecho, uno de los parámetros físicos que más influye en la velocidad de envejecimiento de los aguardientes de vino es la relación entre la superficie de la madera en contacto con el volumen de líquido almacenado. Si esta relación es grande, lo que ocurre al disminuir el volumen de la vasija, el líquido no sólo envejece más rápidamente debido a una mayor extracción de los compuestos solubles de la madera, sino que los procesos de oxidación se intensifican al permitir un mejor contacto con el aire, debido al menor espesor de las duelas en las vasijas más pequeñas. La vasija más utilizada en Jerez es la bota de 500 litros, pero además de la bota, el Marco de Jerez también envejece en vasijas más pequeñas como la media de 250 litros utilizadas también en regiones geográficamente conocidas como Cognac<sup>11,15</sup>.

Por otro lado, el sector vitivinícola se enfrenta a la escasez y creciente necesidad de nueva madera de roble para la tonelería<sup>17,18</sup>. Recientemente la Unión Europea<sup>19</sup>, ha autorizado el uso de tratamientos alternativos a la crianza en bodega para la elaboración de vinos. Esto pone de manifiesto la necesidad de nuevas fuentes de suministro de madera de calidad suponiendo una oportunidad de mercado para otro tipo de maderas que no han sido tradicionalmente utilizadas en enología. Así, algunas investigaciones se centran en la búsqueda de nuevas maderas aptas para el envejecimien-

to, demostrándose la aptitud de la madera de roble español para el uso enológico (*Quercus Pyrenaica*)<sup>20</sup>. Los resultados de dichas investigaciones califican la madera de roble español como posible alternativa al roble americano y francés<sup>16</sup>.

El color de las bebidas espirituosas está relacionado con bebidas de mayor envejecimiento y mayor atracción para el consumidor<sup>21,22</sup>. Ya en el libro de Manuel María González Gordon, *Jerez-Xerez-Sherish* en 1970<sup>15</sup>, se menciona que la toma de color y el contenido tánico de los brandies eran asociados en la bodega a bebidas más envejecidas y por lo tanto de mayor calidad. Este autor también cita el envejecimiento que se empleaba en Jerez únicamente para los brandies de mayor calidad: un procedimiento mixto entre el método empleado en Cognac y el método jerezano. Consistía en que en primer lugar se envejecían los aguardientes en barricas de roble con capacidad de 250 litros, debido a su mayor extracción, y por lo tanto un aumento más rápido de la coloración, para continuar el envejecimiento por el mismo método que se emplea en el vino de Jerez, es decir, el sistema de Criaderas y Solera en botas de 500 litros.

El Índice de Polifenoles Totales (IPT), es un valor que representa la totalidad de los compuestos polifenólicos que se encuentran en una muestra, y se determina por medición de la absorbancia a 280 nm. Se ha estimado que debido a que los anillos bencénicos presentan un máximo de absorbancia a 280 nm, la absorbancia a dicha longitud de onda se considera como un índice válido del conjunto de los polifenoles totales<sup>23</sup>. La bibliografía consultada indica que, en el envejecimiento de los vinos, este parámetro aumenta cuanto mayor sea relación superficie/contacto favoreciéndose la extracción de compuestos fenólicos<sup>24</sup>.

En el Brandy los compuestos fenólicos se deben principalmente al proceso de envejecimiento en madera, y en el caso de vasijas envinadas, a la naturaleza de la bebida utilizada en el proceso de envinado. Uno de los aspectos característicos durante el envejecimiento de los aguardientes en las vasijas de roble, es la degradación de la lignina; se trata de un polímero de naturaleza amorfa que se degrada por la acción del agua y el alcohol, dando lugar a la difusión de compuestos extraíbles al seno del destilado, en particular de aldehídos fenólicos y benzoicos: vainillina, siringaldehído; como cinámicos: coniferaldehído y sinapaldehído. Otros compuestos encontrados en los aguardientes envejecidos son los taninos, y sus ácidos derivados, los aguardientes envejecidos contienen ácido gálico y elágico,

los cuales proporcionan a los aguardientes cierto carácter “tánico” que se corresponde con una sensación de astringencia, dureza, amargor, etc. durante la degustación<sup>7</sup>. Estos compuestos proceden de la degradación de los taninos hidrolizables que forman parte de la lignina. Estudios previos determinaron que una mayor superficie de contacto entre la madera y el disolvente favorecía la extracción de los polifenoles, tanto de los aldehídos como de los taninos<sup>25</sup>.

La determinación de estos compuestos se puede llevar a cabo por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Esta técnica también se ha empleado para detectar y cuantificar furfurales como son: furfural, 5-hidroximetilfurfural (5-HMF) y 5-metilfurfural. Estos compuestos presentan propiedades farmacológicas antioxidantes, antiinflamatorias y antialérgicas, así como actividad anticancerígena. Asimismo, son los responsables de las características organolépticas del vino y del brandy.

El color de las bebidas alcohólicas aumenta a medida que se envejecen en barricas de madera, debido a la oxidación de los fenoles extraídos y las sustancias tánicas. Es necesario conocer las características cromáticas de los aguardientes para obtener más información sobre el proceso de envejecimiento. Para comparar diferencias de color entre distintas muestras, evaluar la similitud o realizar reproducciones del color se calcula el parámetro CIEDE2000 ( $\Delta E$ ). Este se usa para especificar la diferencia mínima entre dos colores que el ojo humano medio es capaz de distinguir<sup>26</sup>.

Debido a la historia que envuelve al Brandy de Jerez y su importancia económica en la zona, este estudio tiene como objetivo conocer cómo afecta la relación superficie/volumen en la composición fenólica y el color de los aguardientes envejecidos. Para ello se estudiarán tres aspectos importantes a tener en cuenta en el proceso de envejecimiento del Brandy: el tamaño de la vasija, el tipo de madera de roble empleado en la fabricación de la vasija y la influencia que tiene el envinado previo de dichas vasijas en el envejecimiento de los aguardientes de vino, mediante el estudio de la evolución del IPT, la composición fenólica individual y el color de los destilados durante el proceso de envejecimiento de un aguardiente de vino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestras

Para llevar a cabo este estudio se ha utilizado un aguardiente de vino procedente de la variedad Airén, a una graduación alcohólica de 60 %vol. obtenido mediante destilación por columna con platos de cobre. Para la elección de las maderas se han considerado los tres tipos de madera de roble más importantes y utilizados en las vasijas o botas que envejecen Brandy de Jerez: roble americano (*quercus alba*) (RA), roble limousin francés (*quercus robur*) (RF) y roble español (*quercus pyrenaica*) (RE) (Tabla 1).

Para estudiar el envejecimiento de los aguardientes en vasijas con diferente relación volumen/superficie de contacto, se han seleccionado vasijas de dos capacidades diferentes: botas de 500 litros y barricas de 250 litros. Para realizar el estudio se han utilizado cuatro vasijas por cada tipo de roble y capacidad (Tabla 2). Para estudiar el efecto del envinado de la vasija, junto con la relación superficie volumen se ha procedido al envinado de la mitad de las vasijas por madera y tamaño. El envinado previo de las vasijas se ha llevado a cabo con vino oloroso 18 %vol. durante 5 meses. En definitiva, por cada tipo de madera se ha dispuesto de 8 vasijas: 4 de 500 L y 4 de 250 L, y dentro de estas, por tamaño, dos estaban envinadas y dos sin envinar.

El vino oloroso y las vasijas de roble han sido proporcionados por Bodega González Byass Jerez S.L., bodega que forma parte de la Indicación Geográfica Protegida “Brandy de Jerez”<sup>1-2</sup>. El aguardiente de columna ha sido suministrado por la Bodega Las Copas, situada en Tomelloso, Ciudad Real, perteneciente al grupo González Byass S.L.U. Los materiales utilizados en esta experiencia se encuentran recogidos en la reglamentación oficial que ampara el Expediente Técnico “Brandy de Jerez”. La toma de muestra se ha realizado por duplicado en cada vasija, y de forma mensual durante un período de 16 meses para las vasijas envinadas, y de 22 meses para las vasijas sin envinar.

### Índice de Polifenoles Totales

La determinación del IPT se ha llevado a cabo mediante la medida de la absorbancia de las muestras a la longitud de onda de 280 nm en un espectrofotómetro Cary 60 UV-VIS Agilent Technologies (California, EEUU)<sup>27</sup>.

El testigo utilizado fue el aguardiente de vino a 60 %vol. sin envejecer y el análisis de cada muestra independiente se realizó por duplicado llevando a cabo diluciones en aquellas muestras que lo requerían.

### **Determinación, cuantificación de compuestos fenólicos y coeficiente de extracción**

La determinación de compuestos fenólicos se llevó a cabo mediante HPLC, modelo HP 1100 con Software chemstation. A partir de un detector multivariante, se midió la absorbancia a diferentes longitudes de onda: 280 y 320nm. El volumen de inyección de muestra fue de 5  $\mu$ L y el flujo de la fase móvil 1,1 ml/min. El análisis de cada muestra independiente se realizó por duplicado siendo filtradas previamente con filtros de nylon con un tamaño de poro de 0,45  $\mu$ m. Para realizar este análisis se usaron los eluyentes agua MiliQ, metanol y ácido acético. Todos los eluyentes fueron aportados por VWR Chemicals, llevados previamente a ultrasonido para eliminar burbujas residuales que pudiesen afectar al equipo.

Los compuestos identificados y cuantificados fueron: los aldehídos benzoicos y cinámicos: vainillina, siringaldehído, coniferaldehído y sinapaldehído, y los ácidos gálico y elágico. La identificación de cada compuesto en las muestras se llevó a cabo con la comparación de los tiempos de retención de las muestras con las señales obtenidas en los patrones. Se obtuvieron las concentraciones de las muestras midiendo a las longitudes de onda que están cerca del máximo de absorción 280 y 320nm (dependiendo del compuesto a estudiar) y se comparó con la recta de calibrado.

El coeficiente de extracción se ha determinado mediante esta técnica y es el resultado del contenido total de los aldehídos y ácidos fenólicos en cada una de las experiencias. Por lo tanto, este coeficiente está determinado por la concentración de los compuestos ácido gálico, ácido siringico, ácido elágico, vainillina, siringaldehído, coniferaldehído y sinapaldehído presentes en los brandies.

### **Colorimetría**

Las medidas de color se llevaron a cabo por duplicado usando un espectrofotómetro modelo Cary 60 UV-VIS Agilent Technologies (California, EEUU)<sup>19</sup>, realizando medidas de transmitancia del espectro visible de 1 nm entre las longitudes de onda 360 y 830nm. Todas las muestras fueron medi-

das con cubetas de cuarzo de 10 mm de paso de luz. A partir de los datos de los espectros de transmitancia se obtuvieron los componentes del espacio de color CIEL\*a\*b\*, recogidos en la norma ISO 11664-4<sup>28</sup>.

Para conocer las diferencias de color de las muestras según el parámetro CIEDE2000, fueron comparadas aquellas muestras envejecidas respecto al testigo. Se obtuvieron los valores del parámetro  $\Delta E$ , siguiendo la norma ISO 11664-6<sup>26</sup>, calculado para cada una de las muestras de aguardientes envejecidas. Los cálculos de color fueron realizados con la ayuda de una hoja de cálculo Excel previamente elaborada utilizando los estándares impuestos por la Comisión Internacional de l'Eclairage (CIE)<sup>27</sup>.

### **Análisis estadísticos**

Los estudios de regresión simple y los procedimientos matemáticos se llevaron a cabo mediante el software Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

## **RESULTADOS**

### **Estudio del Índice de Polifenoles Totales (IPT)**

La Figura 1 representa la evolución del IPT frente al tiempo de envejecimiento para cada tipo de roble, según el tamaño de la barrica y si esta ha sido o no envinada previamente. En estas gráficas observamos un comportamiento de tipo hipérbolo en todos los estudios realizados, independientemente de las variables estudiadas: el tipo de madera, el tamaño de la vasija o el envinado previo. En ellas se pueden observar dos etapas bien diferenciadas: la primera etapa corresponde con un aumento pronunciado del valor del IPT, lo que se corresponde con una etapa de mayor extracción de los compuestos fenólicos de la madera por parte de los destilados envejecidos en ella; en la segunda etapa se observa un aumento menos pronunciado del IPT con el tiempo, lo que nos indica una etapa de menor extracción de estos compuestos con el tiempo. No obstante, aunque al final del tiempo de envejecimiento se observa un menor aumento del IPT, este parámetro sigue aumentando poniendo en evidencia que los procesos de extracción de los compuestos fenólicos por parte del aguardiente siguen teniendo lugar.

En la Tabla 3 se recogen los datos obtenidos de IPT para todas las experiencias. Se observa que las vasijas sin envinar dan lugar a aguardientes envejecidos con una desviación mayor con respecto a su réplica. Esto resultado está en consonancia con lo encontrado por otros autores en la bibliografía consultada, los cuales observan que el envinado de las maderas reduce la extracción de compuestos fenólicos favoreciendo que ésta sea más homogénea.

En general, los aguardientes envejecidos en las vasijas de 250 litros de capacidad presentan un mayor valor de IPT con respecto a las botas de 500 litros, presentando mayores valores para este parámetro en las vasijas de RE y roble francés, observándose un menor contenido de fenoles en las muestras envejecidas en RA (aproximadamente un 20% menos de contenido en el RA respecto al RF y un 10% respecto al RE). Este comportamiento se observa tanto en el aguardiente envejecido en barricas no envinadas como en barricas envinadas. Para estas últimas, a un mismo tiempo de envejecimiento, los valores de IPT de los aguardientes envejecidos son significativamente más bajos que los de barricas no envinadas.

Para comparar el comportamiento de los aguardientes en ambos tipos de vasijas se ha llevado a cabo un análisis de regresión lineal simple (Figura 2) comparando los datos de IPT de los aguardientes envejecidos en ambos tipos de vasijas, por madera y tratamiento de envinado. En todos los casos, el coeficiente de correlación es cercano a 1, con pendientes superiores a 1, confirmando que el envejecimiento de los aguardientes en vasijas de 250 litros se produce más rápido que en las botas de 500 litros, existiendo una tendencia entre la relación superficie de contacto y volumen de los aguardientes envejecidos. Por otro lado, las vasijas de 250 litros y sin envinado previo son las que dan lugar a aguardientes con mayores valores para este parámetro destacando el RE al presentar resultados más altos con respecto al RF y RA. Estos resultados se confirman con estudios previos realizados en los que diversos autores estudiaron la relación entre este parámetro y la superficie de contacto entre chips de diferentes maderas en una matriz similar al vino. Se demostró que la cantidad de polifenoles totales aumentaba en función de los chips en contacto con el líquido existiendo ligeras diferencias debido al origen de cada una de las maderas<sup>24</sup>.

## **Evolución de la extracción según la fracción fenólica y coeficiente de extracción**

En la Figura 3 se muestran las gráficas de evolución de los ácidos fenólicos de los aguardientes envejecidos en barricas envinadas y sin envinar a los 16 meses de envejecimiento. Se observa que los robles tienen un comportamiento similar al presentar en todos los casos valores más elevados para las barricas respecto a las botas. Esto indica que la extracción de estos compuestos se encuentra condicionada por el tamaño de la vasija y, por consiguiente, por la superficie de contacto entre las maderas y los aguardientes. No obstante, existen algunas diferencias debido a la naturaleza de cada roble. Así, el RF presenta mayor extracción de ácido gálico y elágico en los aguardientes que envejecieron en barricas envinadas y sin envinar: 16,0 y 34,0 g/L respectivamente en los destilados envejecidos en barricas envinadas y 23,6 y 63,2 g/L en los que envejecieron en barricas sin envinar.

En la Figura 4 se muestran las gráficas de concentración de los aldehídos benzoicos vainillina y siringaldehído y sus precursores cinámicos, coniferaldehído y sinapaldehído a los 16 meses de envejecimiento. Las concentraciones de estos compuestos, al igual que en los ácidos fenólicos, fueron mayores en las barricas de 250 litros respecto a las botas de 500 litros. Nuevamente, el RF fue la madera con mayor concentración de estos compuestos, tanto en las botas como en las barricas, seguido del RE y RA presentando un contenido total en las barricas sin envinar de 74,4 g/L frente a 72,1 y 61,1 g/L respectivamente. El mismo comportamiento se repite en las vasijas envinadas, observándose una disminución de estos compuestos y menor diferencia entre las maderas debidas al tratamiento que han tenido las vasijas. Esto nos indica que la extracción de estos compuestos está favorecida por el aumento de la superficie de contacto ya que en cada una de las experiencias realizadas se repite el mismo comportamiento para cada roble y tratamiento previo de las maderas.

La bibliografía consultada indica que una mayor superficie de contacto de la madera durante el envejecimiento favorece la extracción de polifenoles. Esta influencia es lógica ya que una mayor superficie de contacto proporciona una mejor exposición del material al solvente de extracción.

Los resultados indican que la extracción de estos compuestos en las botas disminuyó alrededor de un 40% entre las barricas y las botas para los RF y RE presentándose valores inferiores para el RA (disminución del 20%

aproximadamente). En el caso de los aldehídos benzoicos, se repite este comportamiento entre las botas y las barricas observándose diferencias entre los robles. Esta diferencia es debida a la naturaleza de cada roble. El RA (*Quercus alba*) presenta concentraciones menores de elagitaninos que otros tipos de robles europeos, aportando una menor cantidad de taninos con respecto al RFy RE. Dentro de las maderas de roble europeas, el *Quercus robur* es el que da lugar a una mayor cantidad de elagitaninos debido a su naturaleza de grano grueso<sup>29</sup>. Así, la extracción de estos compuestos en barricas y botas disminuyó hasta un 30% en el caso del RA y un 15% aproximadamente en los RF y RE. A la vista de los resultados, se observa que el envinado previo realizado en todas las vasijas presenta la misma tendencia de extracción suave disminuyendo la extracción de estos compuestos de forma similar, es decir, la concentración de estos compuestos es mayor en todas las vasijas de 250 L con respecto a las de 500 L.

Finalmente, la Figura 5 muestra la correlación lineal para el coeficiente de extracción existente entre las barricas y las botas en cada una de las experiencias. Como se puede observar, los datos de correlación en todos los casos, son superiores a 0,98. Esto indica que existe una elevada relación entre el tamaño de las vasijas y la extracción de los compuestos que se encuentran en la madera. Por lo tanto, el proceso de extracción viene determinado por la capacidad de la vasija y el contacto existente entre el volumen del aguardiente y superficie de la madera.

### **Evolución del color en los aguardientes envejecidos**

Los valores del parámetro  $\Delta E_{00}$  obtenido para las muestras de aguardientes envejecidos se muestran en la Tabla 4. Para todos los robles se observan valores superiores en las barricas de 250 litros respecto a las botas de 500 litros. Comparativamente, los valores  $\Delta E_{00}$  alcanzan un valor más elevado en aquellas maderas que no tuvieron un envinado previo respecto a aquellas que fueron envinadas, presentando una colorimetría más variada en las vasijas sin envinar. Se observa que, entre las tres maderas, son los aguardientes envejecidos en RF los que presenta un mayor aumento de color, tanto para las muestras procedentes de vasijas envinadas como de las sin envinar.

Como se observa en la Figura 6, la evolución de  $\Delta E_{00}$  respecto al tiempo de envejecimiento es de tipo hipérbole en todos los casos. Al igual que para

el IPT se observan dos etapas: en la primera etapa hay un aumento del parámetro  $\Delta E_{00}$  y por lo tanto un aumento del color; en la segunda etapa, se observa un menor aumento de este parámetro con respecto al tiempo. En general, los aguardientes con mayor tiempo de envejecimiento presentan una coloración más acusada respecto a los aguardientes más jóvenes presentando diferencias entre cada tipo de madera, debido a su naturaleza de origen. Así, el RA presenta valores inferiores para  $\Delta E_{00}$  respecto al RF y RE. Si comparamos los valores obtenidos de  $\Delta E_{00}$  según el tamaño de las vasijas, observamos que el color de los aguardientes procedentes de vasijas sin envinar es superior al de las envinadas.

En la Figura 7 se muestra la correlación lineal para  $\Delta E_{00}$  entre las vasijas de un mismo roble y con el mismo tratamiento previo (muestras envinadas independientes de las muestras sin envinar), obteniendo el valor estadístico  $R^2$  en todos los casos cercano a 1, y con pendientes superiores a 1, tal y como ocurría con el IPT. Como se observa, la pendiente en todas las experiencias confirma que el envejecimiento es más rápido en las vasijas de 250 litros que en las botas de 500 litros y estas pendientes tienden al cociente entre las relaciones de la superficie/volumen de las vasijas. Aunque la evolución del color para todos los robles es similar, se observan ciertas diferencias entre ellos debido probablemente a la diferencia en el tamaño de poro que presenta cada naturaleza de roble, resaltando el RE por presentar una mayor coloración. Estos resultados se encuentran en concordancia con los obtenidos por García Moreno y col.,<sup>17</sup> que establecieron que el *quercus pyrenaica* da lugar a unos destilados con una mayor composición fenólica e intensidad de color, frente al *quercus robur* y al *quercus alba*.

## CONCLUSIONES

Las vasijas de 250 litros de capacidad presentaron un mayor contenido para el parámetro IPT con respecto a las botas de 500 litros. Este parámetro, a diferencia del color, sigue aumentando en todas las maderas finalizada la experiencia por lo que se confirma que la madera de roble sigue contribuyendo a modificar las características organolépticas del brandy.

La velocidad de envejecimiento del brandy aumenta cuanto menor sea el tamaño de la vasija. Por esta razón, la coloración, el IPT y la extracción de componentes fenólicos fue mayor en las barricas que en las botas.

Los brandies envejecidos en botas y barricas sin envinar presentaron mayor color, IPT y extracción de compuestos fenólicos que los brandies procedentes de vasijas envinadas. Los valores más altos de color se obtuvieron para el RF y RE y menores contenidos en el RA. Aunque la evolución del color para todos los robles es similar con un mínimo incremento de color para las muestras más envejecidas, se observan ciertas diferencias debido al tamaño de poro que presenta cada naturaleza de roble. El envinado realizado afecta de igual forma a todas las maderas de roble, disminuyendo el contenido de los compuestos fenólicos en las muestras envinadas presentándose una extracción más homogénea que para las muestras sin envinar. El envinado previo de las vasijas hace que haya una menor extracción de ácidos y aldehídos fenólicos procedentes de la madera de roble. Este hecho influye de forma positiva al reducir la astringencia del Brandy, de forma que el vino embebido en la madera de roble aporta al Brandy una mayor complejidad y vinosidad, caracteres que consideramos positivos para su calidad final.

## AGRADECIMIENTOS

A los autores les gustaría agradecer a la empresa González Byass S.L.U. y a la Universidad de Cádiz por la financiación de la Tesis Industrial “Estudio de mejoras en el proceso de elaboración del Brandy de Jerez, desde el viñedo al envejecimiento” concedida a la autora Rocío Trillo Ollero.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Junta de Andalucía. Reglamento de la Denominación Específica “Brandy de Jerez” y de su Consejo Regulador. *Boja*. 2005;122:38-45.
2. Consejo Regulador de la Indicación Geográfica Protegida “Brandy de Jerez”. “Expediente Técnico de la IGP “Brandy de Jerez.” Published online 2016.
3. García-Moreno, M.V.; Barroso CG. “Comparison of the evolution of low molecular weight phenolic compounds in typical Sherry wines: Fino, Amontillado, and Oloroso.” *J Agric Food Chem*. 2002;50:7556-7563.
4. Sánchez-Guillén MM, Schwarz-Rodríguez M, Rodríguez-Dodero MC, García-Moreno M V., Guillén-Sánchez DA, García-Barroso C. Discriminant ability of phenolic compounds and short chain organic acids profiles in the determination of quality parameters of Brandy de Jerez. *Food Chem*. 2019;286(February):275-281. doi:10.1016/j.foodchem.2019.02.006.
5. Especificación técnica de envinado de vasijas. (23 de marzo). [https://www.sherry.wine/sites/default/files/especificacion\\_tecnica\\_de\\_envinado\\_rev\\_03.pdf](https://www.sherry.wine/sites/default/files/especificacion_tecnica_de_envinado_rev_03.pdf)
6. Dodero MCR, Sánchez DAG, Rodríguez MS, Barroso CG. Phenolic compounds and furanic derivatives in the characterization and quality control of Brandy de Jerez. *J Agric Food Chem*. 2010;58(2):990-997. doi:10.1021/jf902965p.
7. Schwarz M, Carmen Rodríguez-Dodero M, Soledad Jurado M, Puer-tas B, Barroso CG, Guillén DA. Analytical characterization and sensory analysis of distillates of different varieties of grapes aged by an accelerated method. *Foods*. 2020;9(3). doi:10.3390/foods9030277.
8. Parlamento europeo; Consejo de la Unión Europea. “Reglamento (UE) 2019/787 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de abril de 2019” Diario Oficial de la Unión Europea. L130(III). Published online 2019:17-27.
9. Canas S. Phenolic Composition and Related Properties of Aged Wine Spirits: Influence of Barrel Characteristics. A Review. *Beverages*. 2017;3(4):55. doi:10.3390/beverages3040055.

10. Mosedale JR. Effects of oak wood on the maturation of alcoholic beverages with particular reference to whisky. *Forestry*. 1995;68(3):203-230. doi:10.1093/forestry/68.3.203.
11. Álvarez MA. "Influencia Del 'Envinado' de Las Botas de Roble Americano En La Evolución de Los Aguardientes de Vino Durante Su Envejecimiento". (1997), Tesis de Doctoral, Universidad de Sevilla. (Tesis Doctoral U de S, ed.). 1997; 1997.
12. Mosedale, J.R.; Puech JL. "Wood maturation of distilled beverages." *Trends Food Sci Technol*. 1998;9:95-101.
13. Martínez-Gil A, del Alamo-Sanza M, Sánchez-Gómez R, Nevares I. Different Woods in Cooperage for Oenology: A Review. *Beverages*. 2018;4(4):94. doi:10.3390/beverages4040094.
14. Canas, S.; Silva, V.; Belchior AP. "Wood related chemical markers of aged wine brandies". *Cienc Tec Vitivinic*. 2008;23:45-52.
15. González Gordon MM. "Jerez-Xerez-Sherish."; 1970.
16. Cadahía, E.; Fernández de Simón, B.; Poveda, P.; Sanz M. "Utilización de *Quercus Pyrenaica Willd.* de Castilla y León En El Envejecimiento de Vinos. Comparación Con Roble Francés y Americano". (2008), 18. Monografía; 2018.
17. García-Moreno MV, Sánchez-Guillén MM, Ruiz de Mier M, et al., Use of Alternative Wood for the Ageing of Brandy de Jerez. *Foods*. 2020;9(3). doi:10.3390/foods9030250.
18. Caldeira I, Belchior AP, Canas S. Effect of alternative ageing systems on the wine brandy sensory profile. *Ciencia Tec Vitiv*. 2013;28(1):9-18.
19. Reglamento (CE) N°1507/2006 DE LA COMISIÓN de 11 de Octubre de 2006, Que Establecen Disposiciones de Aplicación Del Reglamento (CE) No 1493/1999 Del Consejo, Por El Que Se Establece La Organización Común Del Mercado Vitivinícola, En Lo Referente a La Util.
20. Martínez-Gil, A.; del Alamo-Sanza, M.; Sánchez-Gómez, R.; Nevares I. "Different woods in Cooperage for Oenology: A Review." *Beverages*. 2018;4:94.

21. Wan, X.; Woods A. SK-H. BN. SC. "When the shape of the glass influences the flavour associated with a coloured beverage: Evidence from consumers in three countries". *Food Qual Prefer.* 2015;39:109-116.
22. Pentz, C.; Gerber C. "The influence of selected senses on consumer experience: A brandy case." *Acta Commer.* Published online 2013:13.
23. Mataix E, Luque de Castro MD. Simultaneous (or sequential) determination of the total polyphenol index (or I280) and density in wines by flow injection. *Analyst.* 2001;126(2):251-255. doi:10.1039/b007898k.
24. Psarra C, Gortzi O, Makris DP. Kinetics of polyphenol extraction from wood chips in wine model solutions: Effect of chip amount and botanical species. *J Inst Brew.* 2015;121(2):207-212. doi:10.1002/jib.212.
25. Lazar L, Talmaciu AI, Volf I, Popa VI. Kinetic modeling of the ultrasound-assisted extraction of polyphenols from *Picea abies* bark. *Ultrasound Sonochem.* 2016;32:191-197. doi:10.1016/j.ultsonch.2016.03.009.
26. Int. Organ. Stand. ISO/CIE 11664-6. "Colorimetry. Part 6: CIEDE2000 Colour-difference formula." Published online 2014.
27. Delgado González, M.J.; Carmona Jiménez, Y.; Rodríguez Dode-ro, M.C.; García Moreno MV. "Color Space Mathematical Modeling Using Microsoft Excel." *J Chem Educ.* 2018;95:1885-1889.
28. Int Organ Stand. ISO 11664-4. "Colometry. Part 4: CIE 1976 L\*a\*b\* Colour space." Published online 2008.
29. Hernández T, Estrella I, Dueñas M, De Simón BF, Cadahía E. Influence of wood origin in the polyphenolic composition of a Spanish red wine aging in bottle, after storage in barrels of Spanish, French and American oak wood. *Eur Food Res Technol.* 2007;224(6):695-705. doi:10.1007/s00217-006-0360-7.

FIGURAS Y TABLAS

**Tabla 1.** Experiencia realizada. (RA: Roble americano, RF: Roble francés, RE: Roble español).

Capacidad de la vasija (litros)	Tipo de Madera	Envinado	Tiempo de envinado (meses)	Tipo de destilado
250	RA	Sin envinar	-	Aguardiente 60 %vol.
500	RA	Sin envinar	-	Aguardiente 60 %vol.
250	RF	Sin envinar	-	Aguardiente 60 %vol.
500	RF	Sin envinar	-	Aguardiente 60 %vol.
250	RE	Sin envinar	-	Aguardiente 60 %vol.
500	RE	Sin envinar	-	Aguardiente 60 %vol.
250	RA	Oloroso	5	Aguardiente 60 %vol.
500	RA	Oloroso	5	Aguardiente 60 %vol.
250	RF	Oloroso	5	Aguardiente 60 %vol.
500	RF	Oloroso	5	Aguardiente 60 %vol.
250	RE	Oloroso	5	Aguardiente 60 %vol.
500	RE	Oloroso	5	Aguardiente 60 %vol.

**Tabla 2.** Características de las vasijas usadas en Jerez.

<b>Clase de vasija</b>	<b>Capacidad (litros)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Talla (metros)</b>	<b>Ø ext. Bojo m</b>	<b>Ø int. Palillo m</b>	<b>Grueso duela (mm)</b>	<b>Relación sup/vol. (cm<sup>2</sup>/litro)</b>
<b>Bota gorda</b>	600	140	1.38	1.00	0.67	40-50	74.5
<b>Bota bodeguera</b>	550	130	1.35	0.95	0.66	35-40	76.2
<b>Bota extracción</b>	500	95	1.25	0.90	0.63	30-38	74.9
<b>Media</b>	250	54	1.00	0.74	0.53	30-35	98.7
<b>Tercio</b>	167	40	0.87	0.65	0.46	30	112.3
<b>Cuarta</b>	125	30	0.78	0.60	0.42	26	122.2
<b>Octavo</b>	63	17	0.60	0.48	0.34	22	148.2
<b>Dieciseisavo</b>	33	10	0.50	0.39	0.28	20	190.5
<b>Treintavo</b>	17	5	0.40	0.32	0.22	20	234.4

**Tabla 3.** Valores obtenidos para Índice de Polifenoles Totales (IPT). (RA: Roble americano, RF: Roble francés, RE: Roble español, E: Vasijas con envinado previo, S: vasijas sin envinar, B: Botas de 500 litros, M: Barricas de 250 litros).

Tiempo envejecimiento (meses)	RAEB	RAEM	RFEB	RFEM	REEB	REEM	RASB	RASM	RFEB	RFEM	RESB	RESM
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.21 ± 0.06	0.36 ± 0.03	0.33 ± 0.04	0.76 ± 0.31	0.50 ± 0.18	0.82 ± 0.37	0.44 ± 0.07	0.93 ± 0.46	0.71 ± 0.06	1.00 ± 0.06	0.96 ± 0.52	1.19 ± 0.64
2	0.34 ± 0.05	0.45 ± 0.00	0.51 ± 0.06	0.92 ± 0.28	0.69 ± 0.26	0.96 ± 0.51	0.57 ± 0.06	1.10 ± 0.44	1.12 ± 0.07	1.36 ± 0.07	1.35 ± 0.73	1.75 ± 0.91
3	0.37 ± 0.06	0.54 ± 0.02	0.57 ± 0.04	0.96 ± 0.30	0.79 ± 0.30	1.17 ± 0.59	0.64 ± 0.01	1.29 ± 0.41	1.38 ± 0.10	1.58 ± 0.10	1.71 ± 0.93	2.14 ± 0.95
4	0.44 ± 0.03	0.59 ± 0.03	0.61 ± 0.05	1.11 ± 0.30	0.89 ± 0.38	1.20 ± 0.63	0.7 ± 0.03	1.54 ± 0.50	1.63 ± 0.14	1.84 ± 0.14	2.08 ± 0.97	2.58 ± 0.75
5	0.50 ± 0.04	0.62 ± 0.05	0.75 ± 0.04	1.13 ± 0.30	1.00 ± 0.39	1.33 ± 0.64	0.85 ± 0.05	1.59 ± 0.46	1.91 ± 0.12	2.08 ± 0.12	2.41 ± 0.92	2.87 ± 0.77
6	0.52 ± 0.02	0.69 ± 0.06	0.83 ± 0.05	1.25 ± 0.28	1.14 ± 0.49	1.42 ± 0.76	1.05 ± 0.02	1.68 ± 0.46	2.19 ± 0.12	2.36 ± 0.12	2.66 ± 0.82	3.26 ± 0.85
7	0.58 ± 0.08	0.75 ± 0.13	1.01 ± 0.05	1.34 ± 0.31	1.26 ± 0.56	1.60 ± 0.84	1.10 ± 0.04	1.73 ± 0.46	2.29 ± 0.15	2.64 ± 0.15	2.71 ± 0.83	3.48 ± 0.81
8	0.65 ± 0.10	0.80 ± 0.09	1.06 ± 0.05	1.51 ± 0.32	1.53 ± 0.73	1.79 ± 0.93	1.11 ± 0.04	1.81 ± 0.42	2.39 ± 0.12	2.68 ± 0.12	2.73 ± 0.95	3.60 ± 0.72
9	0.68 ± 0.10	0.88 ± 0.15	1.33 ± 0.06	1.69 ± 0.33	1.67 ± 0.73	1.87 ± 0.73	1.12 ± 0.04	1.84 ± 0.45	2.45 ± 0.12	2.82 ± 0.12	2.75 ± 0.71	3.74 ± 0.84

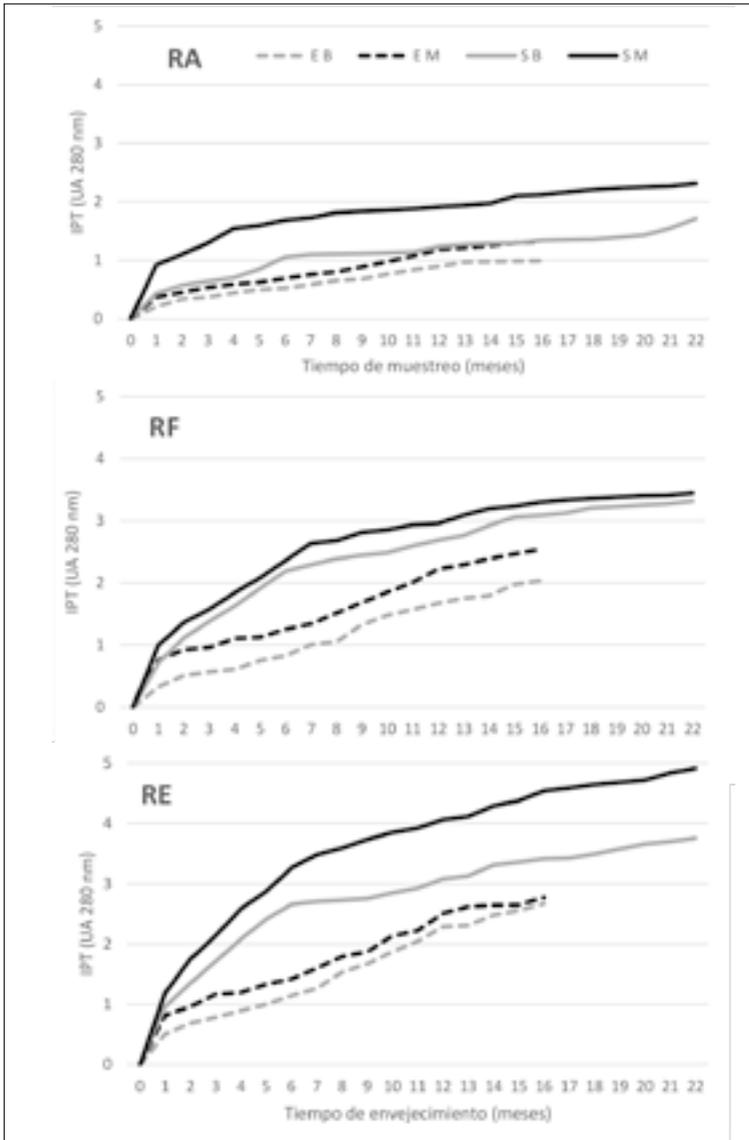
10	0.76 ± 0.13	0.98 ± 0.18	1.48 ± 0.05	1.85 ± 0.33	1.87 ± 0.83	2.13 ± 0.55	1.13 ± 0.04	1.85 ± 0.47	2.48 ± 0.13	2.85 ± 0.13	2.85 ± 0.56	3.85 ± 0.83
11	0.84 ± 0.17	1.07 ± 0.17	1.57 ± 0.07	2.01 ± 0.30	2.04 ± 0.96	2.22 ± 0.62	1.14 ± 0.06	1.88 ± 0.47	2.60 ± 0.03	2.93 ± 0.03	2.94 ± 0.65	3.92 ± 0.86
12	0.90 ± 0.15	1.19 ± 0.16	1.67 ± 0.04	2.23 ± 0.30	2.29 ± 0.95	2.51 ± 0.76	1.24 ± 0.01	1.91 ± 0.44	2.69 ± 0.13	2.96 ± 0.13	3.08 ± 0.58	4.07 ± 0.74
13	0.97 ± 0.14	1.21 ± 0.13	1.75 ± 0.03	2.29 ± 0.30	2.31 ± 1.02	2.62 ± 0.83	1.27 ± 0.03	1.94 ± 0.44	2.76 ± 0.12	3.09 ± 0.12	3.13 ± 0.91	4.12 ± 0.69
14	0.98 ± 0.14	1.25 ± 0.14	1.79 ± 0.03	2.39 ± 0.20	2.48 ± 0.80	2.65 ± 0.72	1.29 ± 0.04	1.97 ± 0.45	2.92 ± 0.13	3.20 ± 0.13	3.31 ± 0.53	4.29 ± 0.82
15	0.98 ± 0.13	1.30 ± 0.15	1.98 ± 0.08	2.47 ± 0.17	2.55 ± 0.72	2.65 ± 0.52	1.29 ± 0.04	2.10 ± 0.48	3.06 ± 0.11	3.24 ± 0.11	3.36 ± 0.64	4.38 ± 0.94
16	0.99 ± 0.13	1.32 ± 0.11	2.03 ± 0.05	2.54 ± 0.17	2.67 ± 0.55	2.77 ± 0.56	1.34 ± 0.05	2.12 ± 0.48	3.09 ± 0.10	3.30 ± 0.10	3.42 ± 0.93	4.54 ± 0.98
17							1.35 ± 0.05	2.17 ± 0.44	3.12 ± 0.14	3.34 ± 0.14	3.43 ± 0.73	4.59 ± 0.96
18							1.36 ± 0.04	2.21 ± 0.44	3.21 ± 0.15	3.36 ± 0.15	3.49 ± 0.68	4.65 ± 0.89
19							1.39 ± 0.03	2.24 ± 0.47	3.23 ± 0.16	3.38 ± 0.16	3.58 ± 0.81	4.68 ± 0.71
20							1.43 ± 0.08	2.25 ± 0.49	3.25 ± 0.15	3.40 ± 0.15	3.66 ± 0.79	4.72 ± 0.76
21							1.55 ± 0.22	2.27 ± 0.48	3.27 ± 0.16	3.41 ± 0.16	3.66 ± 0.56	4.84 ± 0.79
22							1.71 ± 0.09	2.32 ± 0.53	3.32 ± 0.11	3.45 ± 0.11	3.66 ± 0.61	4.91 ± 0.81

**Tabla 4.** Valores obtenidos para el parámetro  $\Delta E_{00}$  (RA: Roble americano, RF: Roble francés, RE: Roble español, E: Vasijas con envinado previo, S: vasijas sin envinar, B: Botas de 500 litros, M: Barricas de 250 litros).

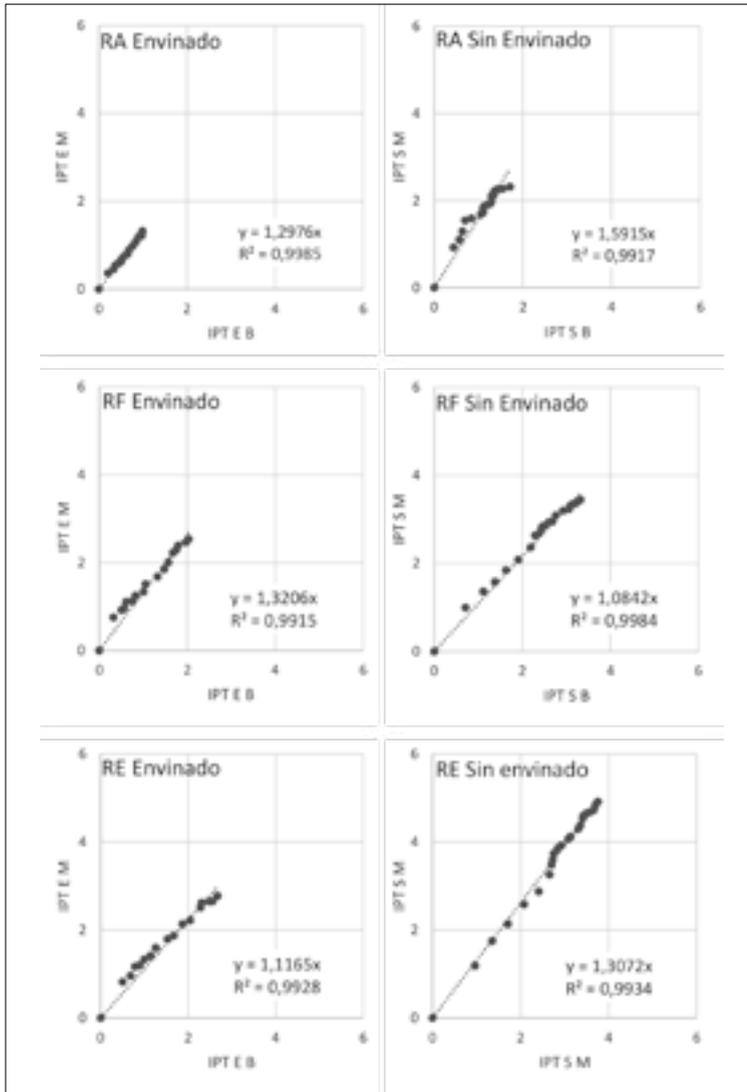
TIEMPO (MESES)	RAEB	RAEM	RFEB	RFEM	REEB	REEM	RASB	RASM	RFSB	RFSM	RESB	RESM
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	7.63	10.09	5.25	13.68	7.07	13.44	8.50	9.97	9.52	13.68	8.03	13.13
	± 0.38	± 0.85	± 0.08	± 0.49	± 1.50	± 0.84	± 0.24	± 0.35	± 0.20	± 0.69	± 0.95	± 0.59
2	11.04	12.63	8.64	16.84	9.58	15.57	14.56	15.41	16.27	21.12	12.95	19.74
	± 0.15	± 0.28	± 0.59	± 0.27	± 0.67	± 0.29	± 0.38	± 0.03	± 0.13	± 0.08	± 0.59	± 0.13
3	12.38	14.44	11.06	17.19	10.68	17.43	15.94	17.13	18.64	22.62	15.19	21.50
	± 0.20	± 0.07	± 0.74	± 0.16	± 0.29	± 0.06	± 0.07	± 0.30	± 0.06	± 0.14	± 0.28	± 0.07
4	13.31	15.44	11.68	19.17	11.32	17.71	17.22	18.88	20.68	24.23	17.58	23.46
	± 0.18	± 0.10	± 0.37	± 0.39	± 0.25	± 0.12	± 0.21	± 0.25	± 0.25	± 0.04	± 0.52	± 0.10
5	14.42	16.06	13.58	19.35	12.39	18.60	18.96	19.24	22.38	25.43	18.62	24.14
	± 0.24	± 0.09	± 0.51	± 0.24	± 0.09	± 0.40	± 0.08	± 0.14	± 0.04	± 0.08	± 0.17	± 0.02
6	14.72	17.14	14.29	20.51	13.69	19.03	20.08	19.83	23.99	26.72	19.85	25.10
	± 0.19	± 0.10	± 0.42	± 0.32	± 0.01	± 0.10	± 0.15	± 0.03	± 0.12	± 0.10	± 0.27	± 0.09
7	16.16	17.70	16.39	21.25	14.17	20.29	20.65	20.23	24.59	27.71	19.95	26.00
	± 0.25	± 0.59	± 0.38	± 0.22	± ±0.37	± 0.13	± 0.20	± 0.05	± 0.11	± 0.02	± 0.20	± 0.04
8	16.23	18.35	16.65	22.00	16.05	21.02	20.67	21.50	24.95	27.84	19.96	26.30
	± 0.19	± 0.18	± 0.28	± 0.26	± 0.04	± 0.06	± 0.19	± 0.18	± 0.14	± 0.05	± 0.23	± 0.12
9	18.05	20.31	20.12	23.96	17.66	22.15	20.93	21.69	25.07	27.90	19.97	26.51
	± 0.24	± 0.16	± 0.37	± 0.38	± 0.05	± 0.51	± 0.11	± 0.05	± 0.13	± 0.06	± 0.23	± 0.11
10	19.23	21.77	21.37	25.26	19.41	23.85	20.95	21.81	25.19	28.29	20.06	26.71
	± 0.16	± 0.07	± 0.40	± 0.24	± 0.06	± 0.10	± 0.13	± 0.04	± 0.14	± 0.04	± 0.32	± 0.17

11	20.33 ± 0.02	22.39 ± 0.50	22.26 ± 0.46	26.15 ± 0.02	19.94 ± 0.43	24.37 ± 0.09	21.10 ± 0.01	21.98 ± 0.06	25.30 ± 0.12	28.62 ± 0.02	20.17 ± 0.21	27.66 ± 0.06
12	20.74 ± 0.18	23.19 ± 0.62	22.88 ± 0.48	26.23 ± 0.04	21.31 ± 0.07	25.27 ± 0.06	21.43 ± 0.24	22.07 ± 0.05	26.15 ± 0.08	28.66 ± 0.03	21.03 ± 0.09	27.72 ± 0.11
13	21.19 ± 0.06	23.51 ± 0.92	23.45 ± 0.19	27.64 ± 0.23	21.61 ± 0.00	25.55 ± 0.08	22.08 ± 0.08	22.31 ± 0.18	26.38 ± 0.01	29.16 ± 0.02	21.62 ± 0.07	27.79 ± 0.16
14	21.20 ± 0.07	23.64 ± 0.81	23.70 ± 0.00	27.91 ± 0.22	22.34 ± 0.00	25.68 ± 0.05	22.11 ± 0.01	22.71 ± 0.24	27.26 ± 0.04	29.33 ± 0.00	22.30 ± 0.05	28.00 ± 0.07
15	21.84 ± 0.03	23.49 ± 0.18	24.54 ± 0.44	28.39 ± 0.18	22.58 ± 0.02	25.73 ± 0.09	22.19 ± 0.06	22.91 ± 0.01	27.57 ± 0.01	29.56 ± 0.02	22.37 ± 0.00	28.33 ± 0.15
16	21.91 ± 0.04	23.80 ± 0.48	24.66 ± 0.34	29.03 ± 0.17	22.86 ± 0.08	25.92 ± 0.20	22.17 ± 0.09	23.38 ± 0.47	27.63 ± 0.07	29.73 ± 0.01	22.54 ± 0.01	28.55 ± 0.08
17							22.17 ± 0.03	23.77 ± 0.20	27.78 ± 0.02	29.76 ± 0.02	22.95 ± 0.07	28.75 ± 0.09
18							22.51 ± 0.02	23.95 ± 0.07	27.87 ± 0.04	29.78 ± 0.01	23.14 ± 0.13	28.78 ± 0.07
19							22.56 ± 0.03	24.20 ± 0.03	28.21 ± 0.04	29.97 ± 0.07	23.43 ± 0.26	28.92 ± 0.04
20							22.59 ± 0.01	24.64 ± 0.09	28.36 ± 0.14	30.07 ± 0.05	23.65 ± 0.19	28.99 ± 0.04
21							22.76 ± 0.04	24.68 ± 0.07	28.46 ± 0.02	30.10 ± 0.07	23.70 ± 0.22	29.08 ± 0.06
22							23.21 ± 0.58	24.79 ± 0.11	28.50 ± 0.01	30.17 ± 0.02	23.90 ± 0.21	29.34 ± 0.14

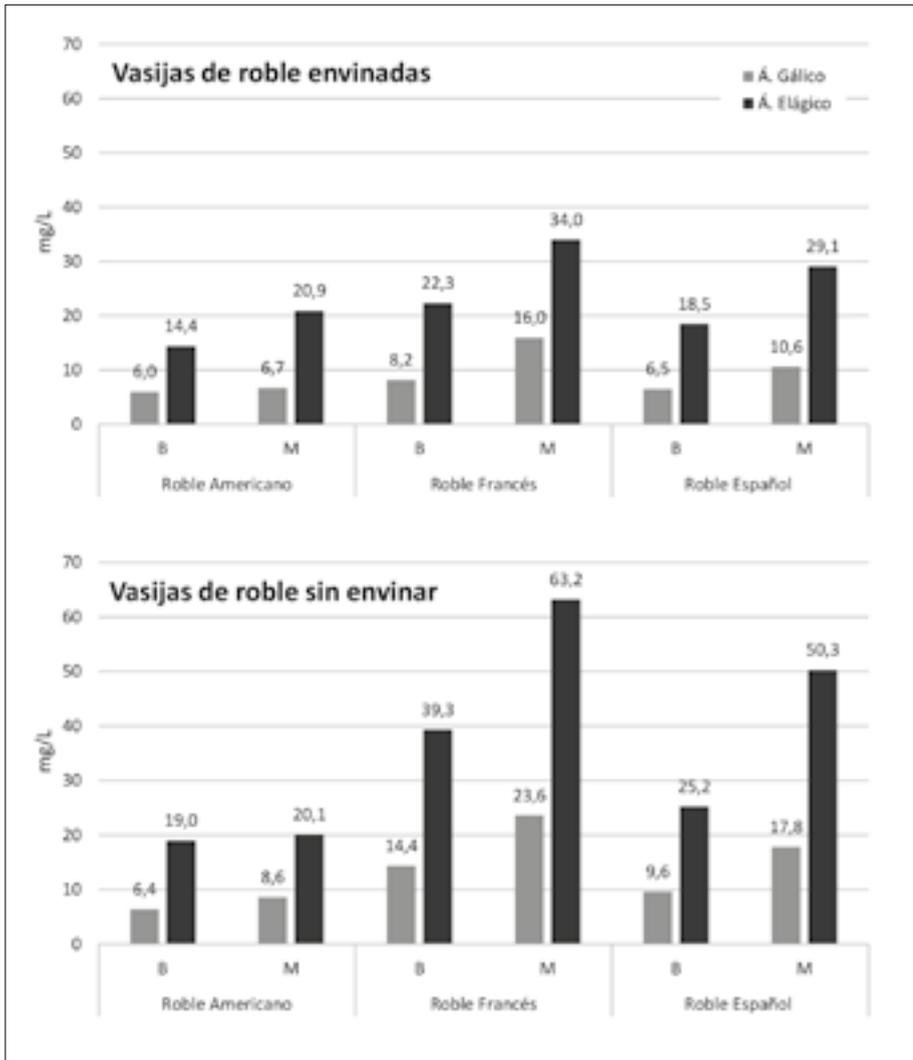
**Figura 1.** Evolución del IPT en los aguardientes envejecidos durante 16 meses para las vasijas envinadas y 22 meses para las vasijas sin envinar. (RA: Roble americano, RF: Roble francés, RE: Roble español, E: Vasijas con envinado previo, S: vasijas sin envinar, B: Botas de 500 litros, M: Barricas de 250 litros).



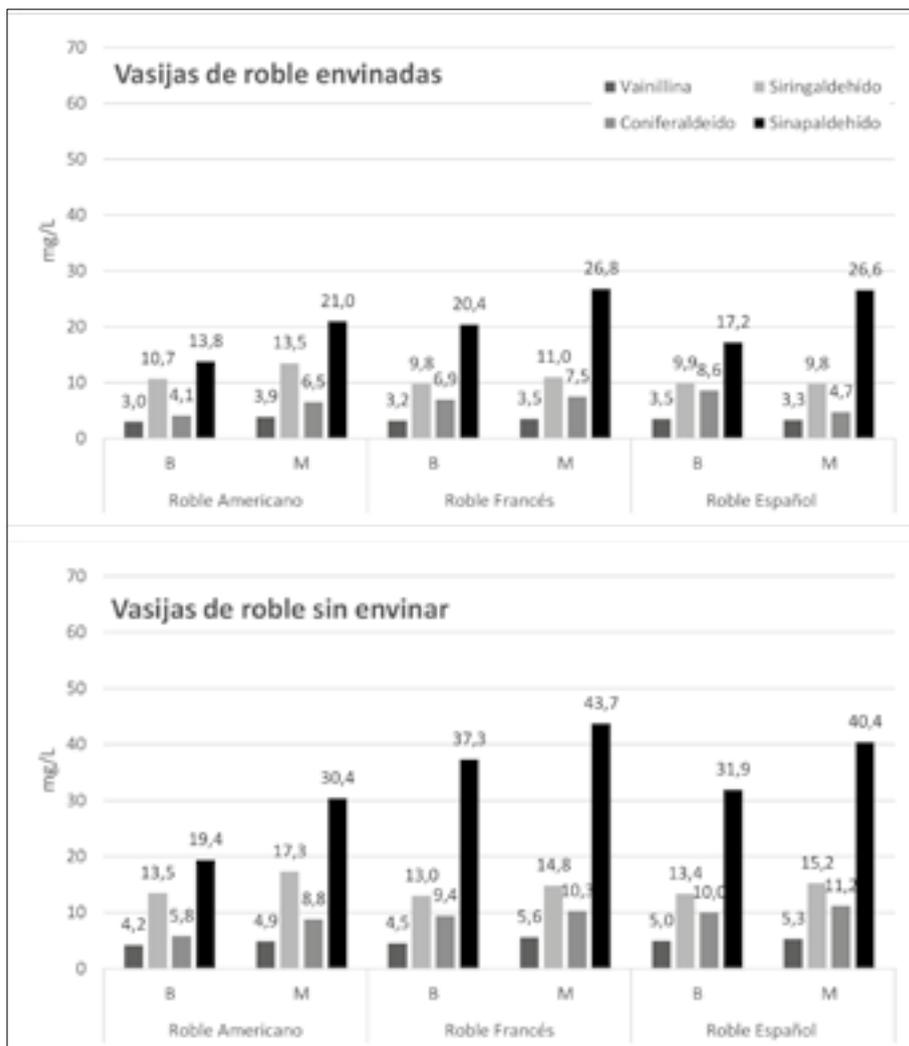
**Figura 2.** Correlación lineal para el IPT entre botas y barricas de un mismo roble. (RA: Roble americano, RF: Roble francés, RE: Roble español, E: Vasijas con envinado previo, S: vasijas sin envinar, B: Botas de 500 litros, M: Barricas de 250 litros).



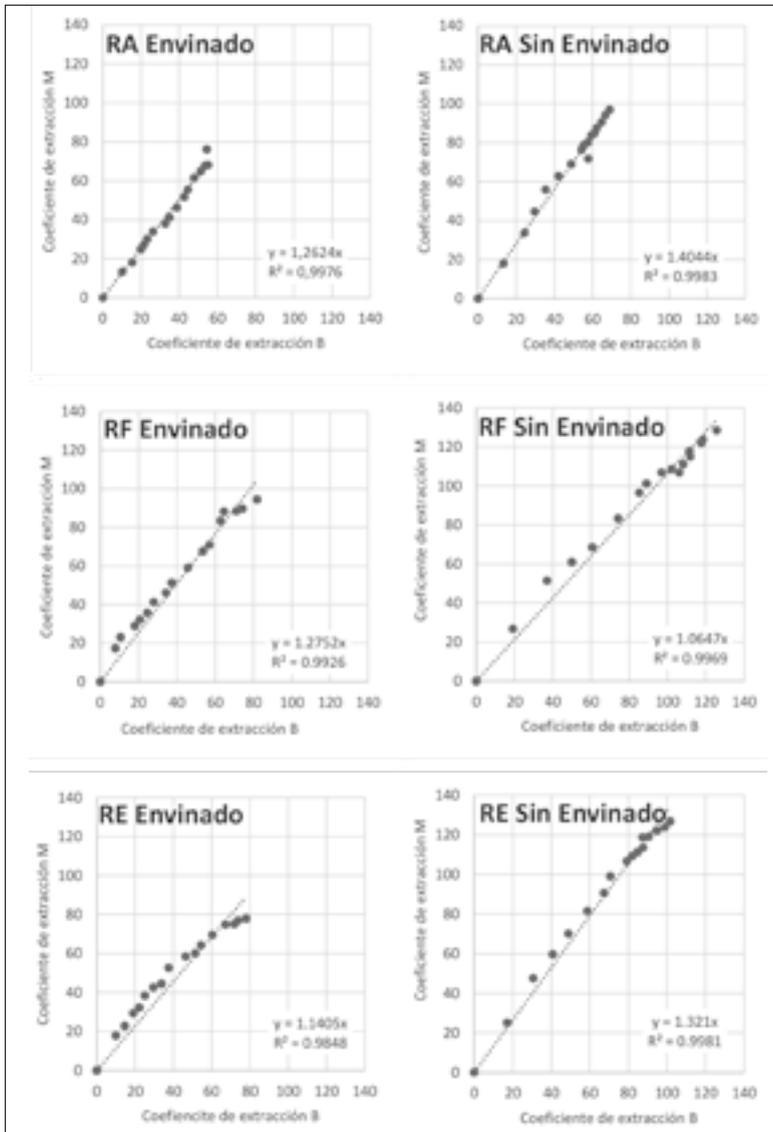
**Figura 3.** Comparativa de los resultados obtenidos de ácidos fenólicos para los tres robles en vasijas envinadas y sin envinar con diferente tamaño a los 16 meses de envejecimiento (B: Botas de 500 litros, M: Barricas de 250 litros).



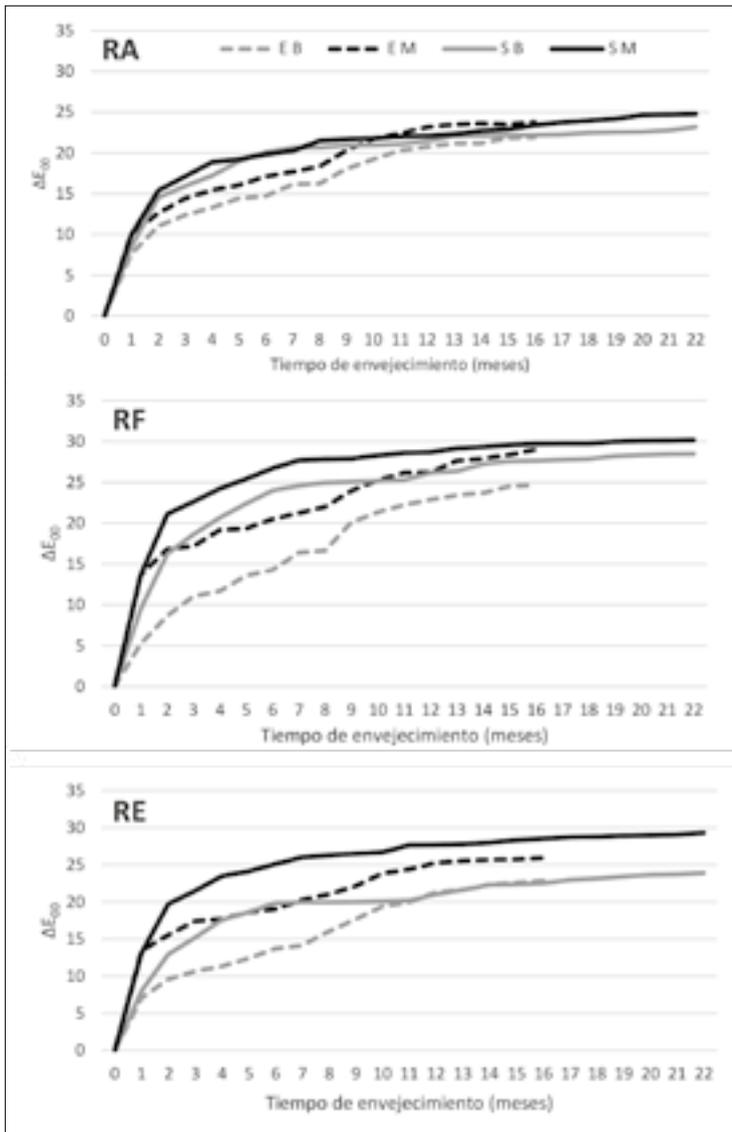
**Figura 4.** Comparativa de los resultados obtenidos de aldehídos benzoicos y cinámicos para los tres robles en vasijas envinadas y sin envinar con diferente tamaño a los 16 meses de envejecimiento (B: Botas de 500 litros, M: Barricas de 250 litros).



**Figura 5.** Correlación lineal para el coeficiente de extracción entre los dos tamaños de vasijas (RA: Roble americano, RF: Roble francés, RE: Roble español, B: Botas de 500 litros, M: Barricas de 250 litros).



**Figura 6.** Evolución en los aguardientes envejecidos del parámetro  $\Delta E_{00}$  en función del tiempo de envejecimiento. RA: Roble americano, RF: Roble francés, RE: Roble español, E: Vasijas con envinado previo, S: vasijas sin envinar, B: Botas de 500 litros, M: Barricas de 250 litros (Leyenda en primera figura).



**Figura 7.** Correlación lineal para el parámetro  $\Delta E_{00}$  entre botas y barricas de un mismo roble. RA: Roble americano, RF: Roble francés, RE: Roble español, E: Vasijas con envinado previo, S: vasijas sin envinar, B: Botas de 500 litros, M: Barricas de 250 litros.

