Zubía Monográfico 16-17 103-120 Logroño 2004-2005

EVOLUCIÓN DE LOS VINOS DE TEMPRANILLO DURANTE LA CRIANZA EN BARRICA. INCIDENCIA DEL ORIGEN DEL ROBLE[1]

JUANA MARTÍNEZ GARCÍA[2]
MARÍA BARUA GONZÁLEZ[2]
ANA ROSA GUTIÉRREZ VIGUERA[3]

RESUMEN

La crianza en barrica es una práctica tradicional en la D.O.Ca. Rioja, que en los últimos años ha experimentado una importante expansión. Este proceso se ha realizado de forma empírica, y todavía sigue teniendo carácter artesanal, ya que muchos de los factores que intervienen no son bien conocidos. Por ello, se planteó la realización de este trabajo de investigación en la D.O.Ca. Rioja, ya que se trata de la zona con mayor número de barricas a nivel mundial. Se estudió la influencia del origen de la madera de roble: americano (*Q. alba*) y francés (*Q. petraea*) de Allier y Nevers, en la evolución de la composición y las características organolépticas de un vino tinto Tempranillo. Los resultados obtenidos confirmaron la modificación de la composición de los vinos a lo largo del tiempo y la incidencia del envase de conservación. En barrica se favorecieron las reacciones de polimerización y combinación polifenólica, y el vino se enriqueció en numerosos compuestos aportados por el roble, por ello aumentó su estabilidad y mejoraron sus características organolépticas. La especie de roble influyó de forma significativa en el contenido de polifenoles totales, cis-whiskylactona, relación de isómeros cis/trans de esta lactona y eugenol, y determinó la duración óptima del tiempo de crianza en barrica.

Palabras clave: barrica, crianza, roble americano, roble francés

*Barrel ageing is a traditional practice in D.O.Ca. Rioja, which has undergone an important increase during these past years. This process has been carried out in an empirical way, while still retaining its craftsmanship nature, since not all the determining factors are actually well known. This is the reason why this D.O.C. Ca. Rioja project was put forward, since this is the area with greater number of barrels on a world scale. American (*Q. alba*) and French (*Q. petraea*) oak wood origin influence were studied on composition and organoleptic characteristics of red Tempranillo*

1. Este trabajo ha sido realizado mediante el Proyecto INIA Nº SC98-021-C2-1, financiado durante los años 1998-2001 por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), la Consejería de Agricultura y Desarrollo Económico del Gobierno de La Rioja y la empresa Tonelería Magreñán (Alfaro. La Rioja).

2. Sección de Viticultura y Enología. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico de La Rioja (CIDA). Ctra Mendavia-Logroño NA-134, km. 88. 26071 Logroño (España). Correo: enologia.cida@larioja.org.

3. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja. C/Madre de Dios, 51. 26006 Logroño (España).

wine. The results obtained confirm modification in wine composition through time and implication of the storing container. Barrel favours polymerization and phenolic reactions, and wine got enriched with the numerous components that oak will provide, thus rising its stability and improving organoleptic characteristics. The oak variety influenced in a significant way in total phenolic contents, cis oak lactone, cis/trans isómers relation of this lactona and eugenol, and determined the most favourable duration of barrel ageing.

Keywords: *barrel, ageing, american oak, french oak.*

0. INTRODUCCIÓN

El término crianza se aplica a los vinos sometidos a un proceso de envejecimiento de cierta duración, en el que se produce la evolución de su composición y características sensoriales. La crianza mixta, que combina una etapa inicial de envejecimiento oxidativo en barrica seguida de un período más largo de crianza reductora en botella, es la técnica tradicional aplicada a los vinos tintos reconocidos por su calidad (Burdeos, Borgoña, Rioja…), que se ha extendido a muchas otras zonas productoras del mundo.

La madera no es un material inerte, por ello durante la crianza en barrica se producen modificaciones en la composición de los vinos debidas al aporte de sustancias propias del roble, principalmente compuestos aromáticos y taninos, y a los fenómenos oxidativos que se favorecen. Estas modificaciones permiten la mejora organoléptica de los vinos y el aumento de su estabilidad (Feuillat *et al.*, 1981; Glories, 1990; Martínez, 1999; Parodi, 1997). La crianza en barrica puede considerarse una etapa de afinamiento indispensable para su posterior envejecimiento en la botella, en la que el vino sigue evolucionando en ambiente reductor hasta alcanzar su plenitud. Este proceso permite exaltar la calidad de ciertos vinos, pero no todos son aptos, requiriéndose unas características determinadas en cuanto a graduación alcohólica, acidez total y equilibrio polifenólico, que a su vez condicionarán el proceso de elaboración de un vino con este destino. La duración de la crianza deberá adaptarse a la personalidad y características propias de cada vino con el fin de que la madera no las enmascare (Martínez, 2004; Pontallier, 1992; Zamora, 2000). Por lo tanto, es muy importante conocer la evolución de los vinos durante este proceso, para poder regularlo de la manera más conveniente.

Las diferentes condiciones climáticas y edáficas, unidas a las distintas especies de roble cultivadas en cada zona, dan lugar a variaciones en la composición de la madera, siendo por ello, el origen geográfico una de las variables determinantes de los caracteres sensoriales de los vinos (Vivas *et al.*, 1997). Los robles franceses comunican más carácter aromático, mientras que los americanos aportan menos taninos y por ello los vinos son más suaves (Feuillat, 1982; Francis *et al.*, 1992; Pontallier *et al.*, 1982).

En la D.O.Ca. Rioja la crianza en barrica es una práctica tradicional, que en los últimos años ha experimentado una expansión sin precedentes. Hasta una fecha relativamente reciente, este proceso se ha realizado de forma empírica, y todavía hoy sigue teniendo carácter artesanal, ya que son muchos los factores que intervienen en el proceso que no son bien conocidos. El principal criterio seguido para la selección del tipo de roble a emplear ha sido económico, por lo que el roble americano se ha utilizado de forma mayoritaria, no obstante en los últimos años se ha observado una tendencia creciente hacia la introducción de barricas de roble francés, debido a las

características positivas que aportan a los vinos, en la línea actualmente demanda por el mercado.

Teniendo en cuenta el interés existente en la introducción de la crianza en barrica en todas las zonas vinícolas españolas, y cierta tendencia hacia el empleo de los robles franceses en sustitución del roble americano, se planteó la realización de este trabajo de investigación en la D.O.Ca. Rioja, ya que se trata de la zona vinícola con mayor número de barricas a nivel mundial (1.106.207 a fecha 31/12/04), y que los estudios sobre la crianza en barrica en vinos españoles eran escasos.

1. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con un vino tinto varietal de Tempranillo, de la D.O.Ca. Rioja, elaborado en la cosecha 1998, por el sistema habitual para vinos tintos con estrujado y despalillado. El proceso de maceración con los hollejos se prolongó durante 30 días con el fin de favorecer la extracción polifenólica y obtener un vino adecuado para un largo proceso de envejecimiento. Una vez realizada la fermentación maloláctica, de forma espontánea, el vino se sometió a una clarificación suave y en diciembre del mismo año se inició el proceso de crianza en barrica.

Se utilizaron barricas nuevas de 225 l. de capacidad, de roble de diferentes orígenes: *Q. alba* americano y *Q. petraea* de las regiones francesas de Allier y Nevers. En todas las barricas el secado de la madera fue natural, y el tostado aplicado fue medio. Como testigo, el mismo vino se conservó en depósitos de acero inoxidable de 250 l. Las condiciones ambientales de la bodega en la que se efectuó la crianza fueron: temperatura 12-15ºC y humedad 70-80%.

Se realizaron trasiegos periódicos cada 6 meses, y en los vinos obtenidos se llevaron a cabo controles analíticos y sensoriales para estudiar su evolución. El período de crianza se prolongó hasta 24 meses en barrica, tiempo mínimo de permanencia en dicho envase para que los vinos tintos puedan alcanzar la categoría "gran reserva" en la D.O.Ca. Rioja.

Los parámetros analíticos determinados fueron: grado alcohólico, extracto seco, pH, acidez total, potasio, acidez volátil, anhídrido sulfuroso libre y total, intensidad de color y tonalidad (métodos oficiales CEE, Reglamento Nº2676/90), ácido tartárico (método Rebelein), turbidez (método nefelométrico), color amarillo, rojo y azul (método Glories, 1984), polifenoles totales (D.O. 280 nm), antocianos totales (método Ribéreau-Gayon et Stonestreet, 1965), índice de ionización de antocianos e índice de Gelatina (método Glories, 1978), catequinas (método Swain et Hillis, 1959), taninos (método Riberéau-Gayon *et al.*, 1976), índice de HCl (método Glories, 1984) e índice de polimerización (método Ruiz, 1999).

El análisis de los compuestos volátiles aportados al vino por la barrica fue realizado mediante cromatografía de gases, según la metodología puesta a punto (Martínez, 2004). La determinación de aldehídos furánicos y fenólicos, así como el contenido de polifenoles de bajo peso molecular se efectuó por H.P.L.C. (Martínez, 2004).

La valoración organoléptica de los vinos fue efectuada por un panel de cata en el que participaron 14 técnicos expertos, pertenecientes a centros oficiales y empresas privadas de la D.O.Ca. Rioja. Las muestras se evaluaron de forma comparativa, mediante cata ciega y en orden aleatorio. Se empleó una ficha de cata con puntuación decreciente en las fases visual, olfativa (intensidad y calidad), gustativa (intensidad y calidad) y armonía.

Para el estudio estadístico de los resultados se aplicó el análisis de varianza conocido como ANOVA. En caso de existir diferencias significativas, p> 0.05, se utilizó el test de Tukey para la separación de medias.

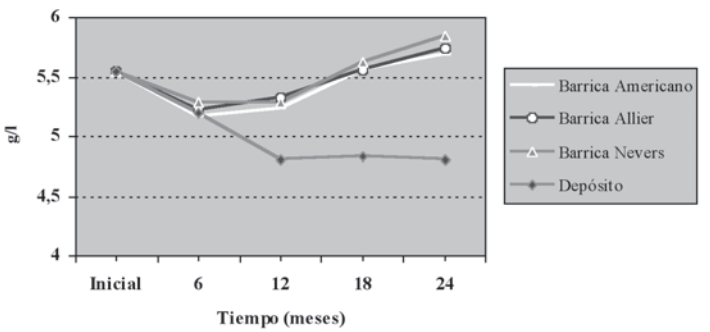
2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. Composición general del vino

En la mayor parte de los parámetros se observó una evolución semejante durante el período de crianza en barrica, con independencia de la especie y origen del roble; siendo mayores las diferencias con respecto a la conservación en depósito (Tabla 1). El aporte de sustancias de la madera de roble, principalmente polifenoles, dio lugar a un incremento en el extracto seco de los vinos en barrica, mientras que en depósito este parámetro no se modificó. En los primeros meses de conservación se produce la clarificación espontánea de los vinos, con precipitación de sales tartáricas y otros compuestos, que dan lugar a la disminución de acidez total, ácido tartárico, potasio y turbidez. Sin embargo, en barrica, la acidez de los vinos aumentó debido a la cesión de compuestos por la madera de roble (Figura 1). La acidez volátil aumentó de forma continua durante la crianza (Figura 2), hecho que puede considerarse normal, debido a los fenómenos oxidativos y acciones microbiológicas que tienen lugar (Pontallier *et al.*, 1982). Además, en barricas nuevas se ve incrementado por el aporte de los grupos acetilo de la hemicelulosa de la madera de roble, tal como ha sido constatado por numerosos autores (Chatonnet *et al.*, 1993; Parodi, 1997; Pomar et González-Mendoza, 2001). En los vinos conservados en depósito este parámetro apenas se modificó debido a la ausencia de oxígeno, siendo los trasiegos probablemente la causa del ligero incremento observado.

En la composición de los vinos con un año de crianza en barrica la única diferencia significativa debida al origen del roble fue un extracto seco superior en barricas de roble Allier respecto al obtenido en las de roble americano y francés de Nevers. Al prolongarse el período de crianza, de uno a dos años, las diferencias afectaron a un mayor número de parámetros: pH, acidez total y potasio. De forma general, los valores de acidez total y extracto seco fueron algo más elevados en las barricas de roble francés que en las de americano, aunque las diferencias no siempre fueron estadísticamente significativas.

Figura 1. Evolución de acidez total



Zubía Monográfico | *núm. 16-17 (2004-2005), pp. 103-120*
ISSN 1131-5423

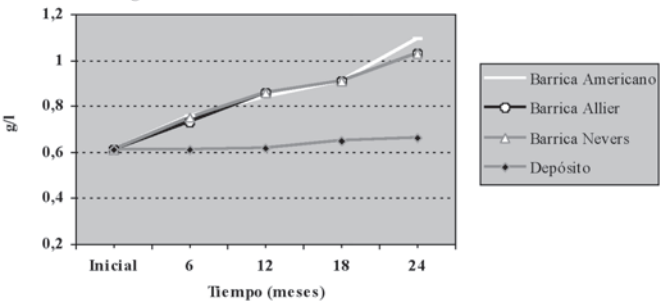
Tabla 1.
Composición general del vino inicial, a los 12 y 24 meses de crianza en barrica

Parámetros	Vino inicial	12 meses					24 meses				
		Depósito	Roble Americano	Roble Francés Allier	Roble Francés Nevers	G.S.	Depósito	Roble Americano	Roble Francés Allier	Roble Francés Nevers	G.S.
Grado alcohólico (%vol)	13.0	13.1	13.1	13.2	13.2	NS	13.0 b	13.2 a	13.3 a	13.3 a	***
Extracto seco (g/l)	25.3	25.3 c	26.2 b	26.6 a	25.9 b	***	25.8 b	26.9 ab	27.5 ab	28.1 a	*
pH	3.52	3.50 a	3.45 ab	3.42 b	3.48 ab	***	3.50 a	3.43 b	3.42 b	3.40 c	***
Acidez total (g/l)	5.54	4.81 b	5.23 a	5.33 a	5.28 a	***	4.89 c	5.69 b	5.74 b	5.84 a	***
Acido tartárico (g/l)	2.61	1.94	1.89	1.98	1.90	NS	1.81 b	1.88 ab	1.95 ab	2.07 a	*
Potasio (mg/l)	970	819	830	837	829	NS	812 b	843 a	851 a	820 b	***
Acidez volátil (g/l)	0.61	0.62 b	0.84 a	0.86 a	0.86 a	***	0.66 b	1.09 a	1.03 a	1.03 a	***
Turbidez (NTU)	21	4.3	4.7	4.5	4.6	NS	3.0 a	2.2 b	2.2 b	2.2 b	***

NS: no significativo; (*): $p<0.05$; (**): $p<0.01$; (***): $p<0.001$w
Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según el test de Tukey

Zubía *núm. 16-17 (2004-2005), pp. 103-120*
Monográfico *ISSN 1131-5423*

Figura 2. Evolución de acidez volátil



2.2. Composición polifenólica del vino

La composición polifenólica de los vinos experimentó numerosas y complejas reacciones durante la crianza en barrica, mientras que en depósito las modificaciones fueron menores y diferentes a las observadas en barrica (Tabla 2). La intensidad de color de los vinos descendió de forma continua en depósito, mientras que en barrica aumentó al principio de la crianza (Figura 3). Una evolución similar también ha sido observada por del Alamo *et al.* (2002), Pérez-Prieto *et al.* (2003) y Pomar et González-Mendoza (2001), y podría justificarse por la formación de combinaciones antocianos-taninos, que presentan un color más intenso que los antocianos libres. La tonalidad de los vinos se incrementó a lo largo del tiempo, y no mostró diferencias entre depósitos y barricas. Igualmente, los antocianos totales experimentaron la misma evolución en barrica y depósito, siendo escasas las diferencias de concentración en función del envase (Peyron *et al.,* 1994 y Pontallier *et al.*, 1982).

El contenido en taninos condensados y catequinas se mantuvo ligeramente más elevado en los vinos conservados en depósito, hecho que podría deberse a la ausencia de oxidación, ya que no se favorecen las reacciones de polimerización y de combinación con los antocianos, que tienen lugar preferentemente en barrica (Alamo *et al.*, 2000 y 2002; Glories, 1990). Por este motivo, los índices de polimerización (Figura 4) y de condensación de taninos ó HCl aumentaron a lo largo del tiempo de crianza en barrica, mientras que en depósito se mantuvieron estables (Ribéreau-Gayon *et al.,* 1998; Vivas et Glories, 1993).

Figura 3. Evolución de intensidad de color

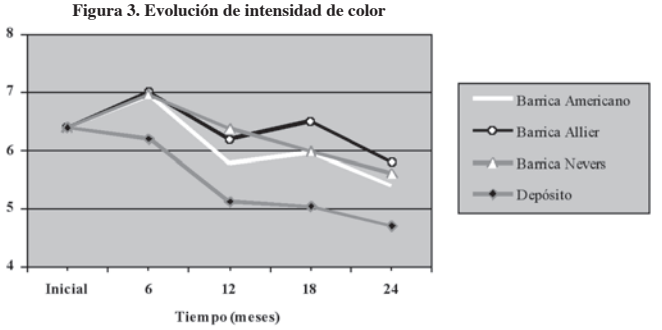
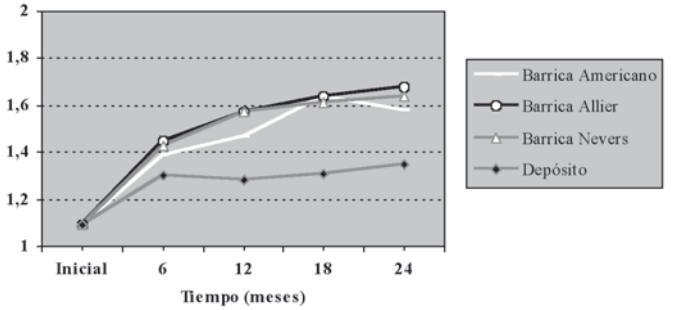


Tabla 2.
Composición polifenólica del vino inicial, a los 12 y 24 meses de crianza en barrica

Parámetros	Vino inicial	12 meses					24 meses				
		Depósito	Roble Americano	Roble Francés Allier	Roble Francés Nevers	G.S.	Depósito	Roble Americano	Roble Francés Allier	Roble Francés Nevers	G.S.
D.O. 420 nm	2.19	2.00 c	2.25 b	2.36 ab	2.41 a	***	2.00 b	2.31 a	2.46 a	2.41 a	***
% D.O. 420 nm	34.2	39.0 a	38.8 ab	38.2 ab	37.8 b	*	42.5	42.8	42.3	43.0	NS
D. O. 520 nm	3.53	2.57 c	2.93 b	3.15 ab	3.26 a	***	2.20 b	2.53 a	2.75 a	2.62 a	***
% D.O. 520 nm	55.1	50.1 b	50.7 b	50.9 b	51.1 a	*	46.7	46.8	47.3	46.6	NS
D.O. 620 nm	0.68	0.56 c	0.61 b	0.68 ab	0.71 a	***	0.51 b	0.56 ab	0.60 a	0.59 a	**
% D.O. 620 nm	10.7	10.9	10.6	11.0	11.2	NS	10.7	10.4	10.4	10.4	NS
Intensidad de color	6.40	5.13 c	5.79 b	6.20 ab	6.38 a	***	4.71 b	5.40 a	5.81 a	5.62 a	***
Tonalidad	0.62	0.78	0.77	0.75	0.74	NS	0.91	0.91	0.98	0.92	NS
IPT 280 nm	45.6	44.3 c	48.0 b	51.7 a	50.7 a	***	41.9 b	46.1 b	49.4 a	50.0 a	***
Antocianos (mg/l)	534	278	265	271	270	NS	123 b	183 b	192 ab	204 a	*
I. Ionización (%)	20.2	23.9	21.2	23.4	24.0	NS	17.7	21.3	20.3	19.0	NS
Taninos (g/l)	1.76	2.58	2.38	2.61	2.50	NS	2.28	2.04	2.30	2.20	NS
Catequinas (mg/l)	942	945 a	829 b	822 b	843 b	***	930 a	825 b	769 b	792 b	***
I. Gelatina (%)	35.4	35.7	39.9	41.0	45.9	***	26.6 b	30.7 b	47.0 a	42.8 a	***
I. Polimerización	1.09	1.28 b	1.47 a	1.57 a	1.57 a	***	1.35 b	1.58 a	1.68 a	1.64 a	***
I. HCl (%)	11.6	11.7 c	19.1 b	25.7 a	23.4 ab	***	12.6 b	24.6 a	27.1 a	25.0 a	***

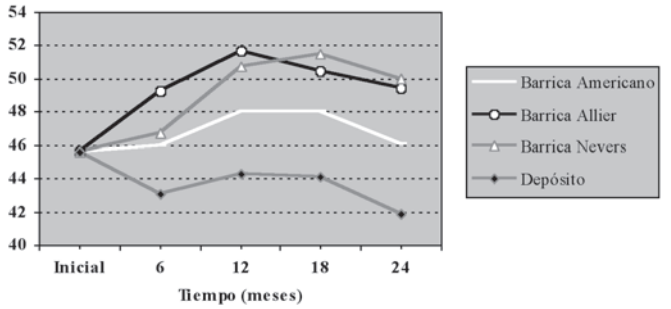
NS: no significativo; (*): $p<0.05$; (**): $p<0.01$; (***): $p<0.001$
Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según el test de Tukey

Figura 4. Evolución de I. Polimerización



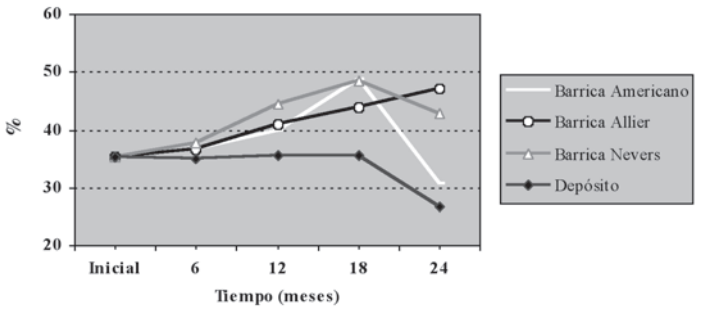
Los polifenoles totales disminuyeron ligeramente en depósito, mientras que en barrica aumentaron, debido al aporte de compuestos de la madera (Figura 5). Su contenido fue significativamente superior en barricas de roble francés respecto al roble americano, si bien las diferencias en función de la procedencia (Allier o Nevers) fueron escasas. Resultados similares fueron obtenidos en otros trabajos (Martínez, 1999; Pomar et González-Medina, 2001; Retali, 2003).

Figura 5. Evolución de IPT 280 nm



La astringencia de los vinos en barrica se incrementó de forma moderada, aunque sin diferencias respecto a depósito (Figura 6).

Figura 6. Evolución de I. Gelatina



La principal diferencia estadísticamente significativa debida a la especie de roble afectó al contenido de polifenoles totales, que fue más elevado en barricas de roble francés (*Quercus petraea*), sin diferencias en función de su procedencia (Allier o Nevers), respecto al roble americano (*Quercus alba*) y está estrechamente relacionado con la composición de la madera de roble de ambas especies. En los vinos con dos años crianza el índice de gelatina, o astringencia, también fue significativamente más elevado en barricas de roble francés, hecho que podría relacionarse con el mayor aporte de elagitaninos en esta especie de roble.

2.3. Composición aromática aportada al vino por la barrica de roble

Durante la crianza en barrica el vino se enriqueció en compuestos cedidos por la madera de roble, entre los que fueron más significativos: whisky-lactona (isómeros cis y trans), fenoles volátiles (guayacol, 4-metil-guayacol, eugenol y siringol), aldehídos furánicos (furfural y 5-HMF) y aldehídos fenólicos (vainillina y siringaldehído). Resultados que coinciden con los observados por otros autores (Chatonnet *et al.*, 1990; Fernández de Simón *et al.*, 2003 a y b; Martínez, 1999). En los vinos conservados en depósito no se detectó la presencia de ciertos compuestos, característicos de la madera de roble, como: whisky-lactona, eugenol, vainillina y siringaldehído (Tablas 3 y 4).

El compuesto más abundante en los vinos fue el isómero cis de whisky-lactona, cuya concentración aumentó regularmente con la duración de la crianza, siendo significativamente superior en el roble americano (Figura 7). Estas diferencias tienen su origen en la composición de la madera de roble de las especies *Quercus alba* y *Quercus petraea* en esta lactona (Guichard *et al.*, 1995; Masson *et al.*, 1995). El contenido del isómero cis, con un aroma característico a coco y un umbral de percepción aromática muy bajo (74 µg/l) determina importantes diferencias en las características organolépticas de los vinos en barricas de roble americano y francés.

El contenido de isómero trans siguió una evolución similar en todas las barricas, incrementándose con la duración de la crianza. La relación de los isómeros cis/trans de la whisky-lactona apenas se modificó durante la crianza para cada tipo de madera, ya que parece estar relacionada con el origen genético del roble (Sauvageot *et al.,* 1999). Dicha relación fue significativamente diferente entre el roble americano y francés, obteniéndose valores superiores en el roble americano (Figura 8), por lo que permite diferenciar la especie de roble empleada en la fabricación de las barricas (Towey, 1997; Martínez, 1999 y 2004; Fernández-Simón *et al.*, 2003 b).

Entre los fenoles volátiles cedidos al vino por la barrica (Tabla 3), destaca el eugenol, cuya concentración se incrementó regularmente durante el tiempo de crianza, y fue significativamente superior en el roble americano, siendo escasas las diferencias entre las dos procedencias del roble francés (Figura 9). Fernández-Simón *et al.* (2003 b) observaron las mismas diferencias entre los vinos envejecidos en roble americano y diferentes robles europeos, en los que las concentraciones fueron semejantes.

El contenido de aldehídos furánicos (Tabla 4) se mantuvo estable en depósito, mientras que en barrica se incrementó de forma notable a partir de 6 meses de crianza, debido a la cesión por la madera de roble de furfural (Figura 10) y de 5-hidroximetil-furfural. Se observaron algunas diferencias en la evolución y concentración de estos compuestos en función del tipo de roble. En las barricas de roble americano generalmente las concentraciones fueron más bajas, y alcanzaron el valor máximo a los 6 meses, mientras que en las de roble francés continuaron aumentando hasta los

Tabla 3.
Fenoles volátiles y lactonas (µg/l) en el vino inicial, a los 12 y 24 meses de crianza en barrica

Parámetros	Vino inicial	12 meses					24 meses				
		Depósito	Roble Americano	Roble Francés Allier	Roble Francés Nevers	G.S.	Depósito	Roble Americano	Roble Francés Allier	Roble Francés Nevers	G.S.
Trans-whisky-lactona	n.d.	n.d.	45.95	45.85	25.03	NS	n.d.	77.84	110.2	70.22	NS
Cis- whisky-lactona	n.d.	n.d.	440.4 a	149.4 b	70.63 b	***	n.d.	667.4 a	235.0 b	125.7 c	***
Total whisky-lactona	n.d.	n.d.	486.4 a	195.2 b	95.66 b	***	n.d.	475.2 a	363.2 b	195.9 c	***
Cis/Trans whisky-lactona	-	-	9.58 a	3.26 b	2.82 b	***	-	8.57 a	2.30 b	1.79 b	***
Guayacol	4.45	4.24 b	12.86 ab	16.13 a	8.70 ab	*	9.44	15.73	11.94	15.40	NS
4-metil-guayacol	n.d.	0.927 b	5.65 ab	9.68 a	6.75 a	**	0.580 b	4.50 b	13.71 a	11.65 a	***
4-etil-guayacol	8.47	2.76 c	9.58 a	5.90 b	5.76 b	***	3.79 b	9.71 a	11.74 a	11.81 a	**
4-etil-fenol	n.d.	n.d.	n.d.	12.08	10.13	NS	4.83	5.40	7.30	5.57	NS
Σ Etil-fenoles	8.47	2.76 c	9.58 b	17.98 a	15.89 a	***	8.62	15.11	19.04	17.32	NS
Eugenol	n.d.	n.d.	45.04 a	13.27 b	10.32 b	***	n.d.	77.48 a	35.17 b	25.11 c	***
Trans-isoeugenol	12.09	12.06 b	18.11 a	14.92 ab	13.90 b	**	13.39	12.79	13.82	13.96	NS
Etilvainillina	4.22	8.29	9.35	8.31	7.35	NS	7.52	6.31	8.21	8.80	NS
Acetovainillina	58.8	23.99 b	61.29 a	27.74 b	27.68 b	**	30.67	19.98	26.94	33.77	NS
Siringol	11.65	15.33 b	28.06 ab	49.69 a	25.58 ab	*	21.46	36.38	34.70	39.38	NS

NS: no significativo; (*): $p<0.05$; (**): $p<0.01$; (***): $p<0.001$
Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según el test de Tukey

Tabla 4.
Aldehídos furánicos y fenólicos (mg/l) en el vino inicial, a los 12 y 24 meses de crianza en barrica

Parámetros	Vino inicial	12 meses					24 meses				
		Depósito	Roble Americano	Roble Francés Allier	Roble Francés Nevers	G.S.	Depósito	Roble Americano	Roble Francés Allier	Roble Francés Nevers	G.S.
5-hidroximetil-furfural	0.316	0.328 b	1.71 a	2.58 a	2.17 a	***	0.294 b	1.11 ab	2.18 a	1.92 a	**
Furfural	0.254	0.311 b	3.98 ab	6.98 a	7.65 a	**	0.117 c	3.63 b	7.01 a	4.35 ab	***
5-metil-furfural	0.151	0.079 b	0.397 ab	0.515 ab	0.607 a	*	0.031 b	0.146 b	0.124 a	0.543 a	*
Σ Aldehídos Furánicos	0.721	0.718 b	6.09 ab	10.07 a	10.43 a	**	0.443 c	4.88 b	9.31 a	6.81 ab	***
Vainillina	n.d.	n.d	0.456	0.573	0.547	NS	n.d.	0.465	0.683	0.592	NS
Siringaldehído	n.d.	n.d.	0.596	1.03	0.827	NS	n.d.	0.999	1.41	1.15	NS
Σ Aldehídos Fenólicos	n.d.	n.d	1.05	1.60	1.37	NS	n.d.	1.46	2.09	1.74	NS

NS: no significativo; (*): $p<0.05$; (**): $p<0.01$; (***): $p<0.001$
Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según el test de Tukey

Zubía núm. 16-17 (2004-2005), pp. 103-120
Monográfico ISSN 1131-5423

Figura 7. Evolución de cis whisky-lactona

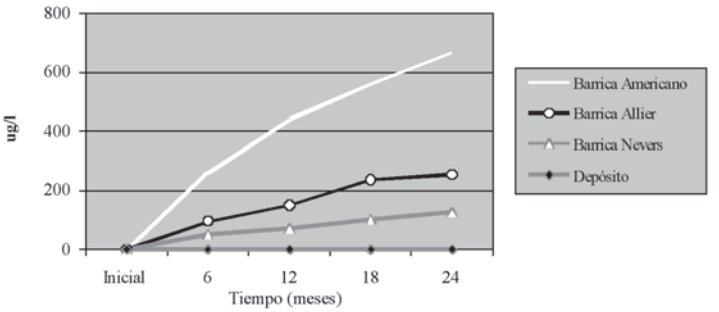


Figura 8. Evolución de cis/trans whisky-lactona

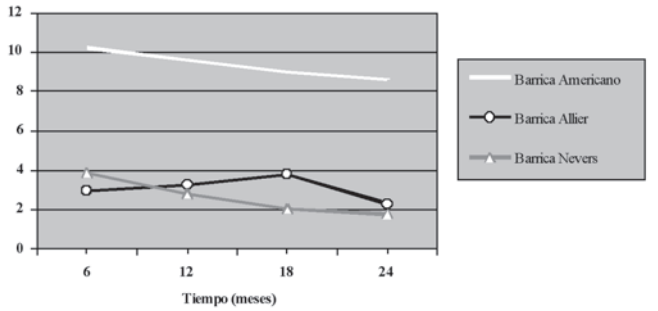


Figura 9. Evolución de eugenol

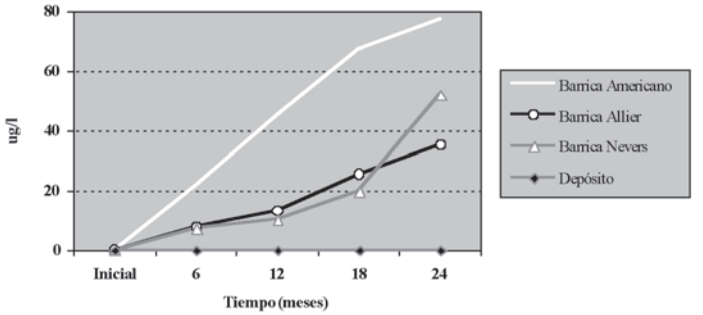
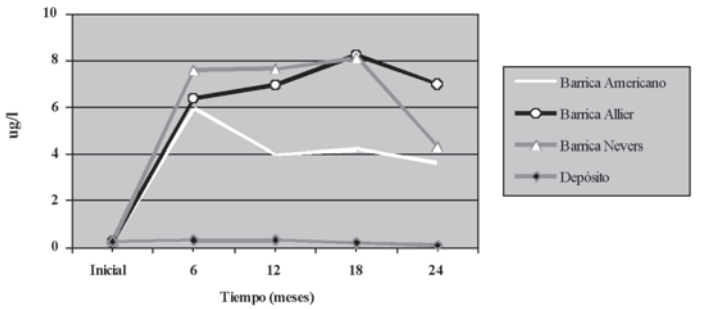


Figura 10. Evolución de furfural

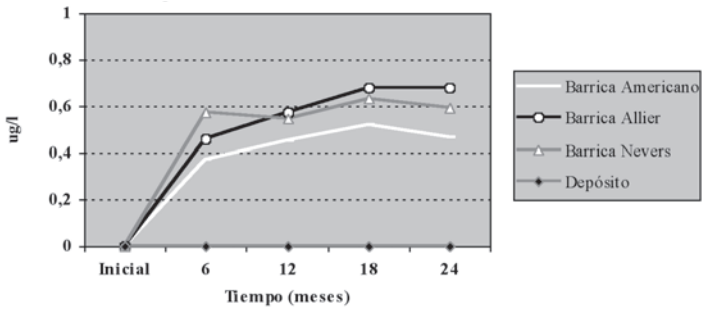


Zubía Monográfico | *núm. 16-17 (2004-2005), pp. 103-120*
ISSN 1131-5423

12-18 meses. Otros autores (Chatonnet *et al.*, 1990; Towey, 1997) también observaron una rápida extracción de estos compuestos por el vino.

Los aldehídos fenólicos (vainillina y siringaldehído) únicamente se encontraron en los vinos criados en barrica, mientras que en depósito no se detectaron (Tabla 4). En barrica, el contenido de vainillina aumentó hasta los 18 meses de crianza, aunque el aporte principal tuvo lugar al inicio del proceso (Figura 11); mientras que el siringaldehído continuó su aumento durante todo el período de crianza.

Figura 11. Evolución de vainillina



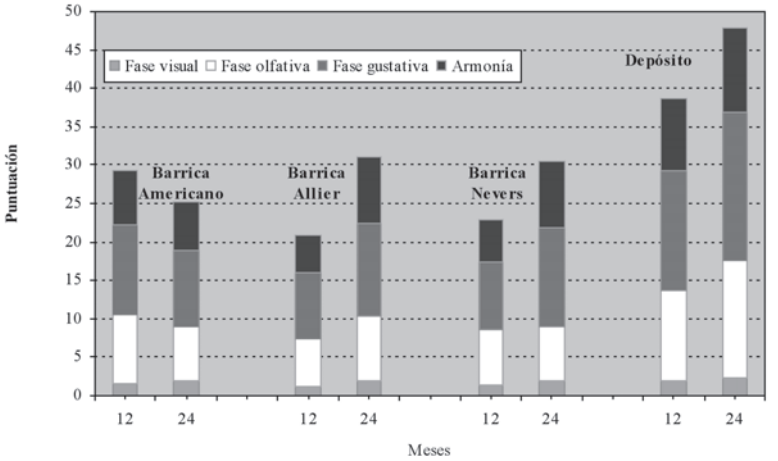
Resultados similares fueron observados en ensayos anteriores (Martínez, 1999), y coinciden con lo indicado por otros autores (Puech, 1987). En ambos compuestos las concentraciones fueron ligeramente inferiores en el roble americano, y superiores en Allier respecto a Nevers a partir de 12 meses de crianza. El contenido en vainillina superó en todos los vinos criados en barrica su umbral de percepción olfativa, lo que confirma su influencia organoléptica en el aroma.

En los vinos con un año de crianza en barrica (Tabla 3) la especie de roble influyó significativamente en los contenidos de cis whisky-lactona, whisky-lactona total, relación cis/trans, 4-etil-guayacol, 4-etil-fenol, eugenol, trans-isoeugenol y acetovainillina. Con dos años de crianza las diferencias indicadas para un año entre roble americano y francés se mantuvieron en cis-whisky-lactona, whisky-lactona total, relación cis/trans y eugenol; además, también se apreciaron diferencias entre los robles franceses de Allier y Nevers en los valores de: cis whisky-lactona, whisky-lactona total y eugenol, que fueron superiores en las barricas de roble Allier. La especie del roble no afectó de forma significativa a la concentración de aldehídos furánicos y aldehídos fenólicos (Tabla 4), debido a la elevada variabilidad existente entre barricas de un mismo lote (Fernández de Simón *et al.*, 2003 b), que puede atribuirse a la propia composición de la madera, y principalmente a las dificultades de reproducibilidad que presenta la etapa de tostado, en la que se forman estos compuestos. No obstante, sí se apreciaron ciertas variaciones en la concentración media de aldehídos furánicos y aldehídos fenólicos entre los vinos envejecidos en barricas de roble americano y roble francés, siendo en éste último superiores.

2.4. Valoración sensorial del vino

Los resultados de la valoración sensorial de los vinos a los 12 y 24 meses de crianza (Figura 12) mostraron más diferencias entre el roble americano y francés, que entre las dos procedencias de éste último. En las barricas de roble americano el impacto de la madera en la calidad aromática y gustativa del vino se percibió más intensamente a partir de un año, y por ello su valoración a partir de ese momento

Figura 12. Valoración organoléptica de los vinos durante la crianza



mejoró. Esta mejora puede relacionarse con el aporte de compuestos aromáticos y polifenólicos, que contribuyeron al aumento de estructura y reducción de astringencia en el vino. Resultados similares han sido observados en anteriores ensayos (Martinez, 1999), y coinciden con lo señalado por otros autores (Chatonnet *et al.* 1997; Retali, 2003). Esta evolución de la calidad sensorial en barricas de roble americano podría justificar los largos períodos de crianza habitualmente aplicados a los vinos de la D.O.Ca. Rioja. La madera de roble francés modificó de forma más intensa las características del vino desde el inicio de la crianza. Por ello, en este tipo de roble la calidad de los vinos se valoró mejor para tiempos de crianza cortos, ya que la prolongación del tiempo en barrica supuso un incremento del contenido polifenólico, que incidió negativamente en la fase gustativa, aportando mayor estructura y astringencia. En cuanto a las dos procedencias del roble francés las diferencias en la puntuación total de los vinos envejecidos en madera de Allier y Nevers fueron mínimas.

En los vinos conservados en depósito la calidad organoléptica disminuyó a lo largo del tiempo, debido a la pérdida de aromas afrutados y a la ausencia de polimerización polifenólica (Naudin, 1986). La calidad de los vinos criados en barrica se juzgó mejor a la de los conservados en depósito para cualquier tiempo de crianza, coincidiendo con los resultados señalados por Aiken et Noble (1984) y Feuillat (1982).

En general, se observó cierta relación entre la especie de roble empleada en las barricas y la duración valorada como óptima para la crianza. Los robles franceses se consideraron más adecuados para una crianza corta, mientras que el americano se valoró mejor para un período bastante más largo. Se observaron más diferencias entre los vinos envejecidos en barricas de roble americano y francés, que entre las dos procedencias de éste último, tal como señalaron Francis *et al.* (1992).

3. CONCLUSIONES

La composición de los vinos se modifica a lo largo del tiempo y su evolución depende del envase de conservación. En barrica se favorece las reacciones de poli-

Zubía Monográfico | *núm. 16-17 (2004-2005), pp. 103-120*
ISSN 1131-5423

merización y combinación polifenólica, además, el vino se enriquece en numerosos compuestos aportados por el roble, por ello aumenta su estabilidad y mejoran sus características organolépticas. La especie de roble influye de forma significativa en el contenido de polifenoles totales, cis-whiskylactona, relación de isómeros cis/trans de esta lactona y eugenol, y determina la duración óptima del tiempo de crianza en barrica.

4. BIBLIOGRAFÍA

Aiken, J.W., Noble, C., 1984. Composition and sensory properties of Cabernet sauvignon wine aged in french versus american oak barrels. *Vitis* (23), 27-36.

Alamo del, M., Bernal, J.L., Gómez-Cordovés, C., 2000. Influencia de la especie del roble de barricas nuevas y usadas en el envejecimiento de un vino tinto de la D.O. Ribera del Duero. *Food Sci. Tech. Int.*, (6-6), 483-493.

Alamo del M., de Castro, I.R., Casado, L., Nevares, Cárcel, L.M., 2002. Influencia del tipo de barrica en el envejecimiento del vino tinto D.O.C. Cigales. Compuestos fenólicos y color. *Viticultura/Enología Profesional*, (82), 41-48.

Chatonnet, P., Boidron, J.N., Pons, M., 1990. Élevage des vins rouges en fût de chêne: evolution de certains composes volatils et de leur impact aromatique. *Sciencies de Aliments*, (10), 565-587.

Chatonnet, P., Boidron, J.N., Dubourdieu, D., 1993. Influence des conditions d'élevage et de sulfitage des vins rouges en barriques sur leur teneur en acide acétique et en ethyl-phenol. *J. Intern. Sciences Vigne Vin*, (27-4), 277-298.

Chatonnet, P., Ricardo-Da-Silva, J.M., Dubourdieu, D., 1997. Influence de l'utilisation de barriques en chêne sessile européen (*Quercus petrae*) ou en chêne blanc américain (*Quercus alba*) sur la composition et la qualité des vins rouges. *R.F.OE.*, (165), 44-48.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1990. *Reglamento de la Comisión (2676/90/CEE) de 17 de septiembre de 1990*, por el que se determinan los métodos de análisis aplicables en el sector del vino.

Fernández de Simón, B., Hernández, T., Cadahía, E., Dueñas, M., Estrella, I., 2003 a. Phenolic compounds in a Spanish red wine aged in barrels made of Spanish, French and American oak wood. *Eur Food Res Technol*, (216), 150-156.

Fernández de Simón, B., Cadahía, E., Jalocha, J., 2003 b. Volatile compounds in a Spanish red wine aged in barrels made of Spanish, French, and American oak wood. *J. Agric. Food Chem.*, (51), 7671-7678.

Feuillat, M., Radix, A., Dubois, P., Dekimpe, J., 1981. Élevage des vins de Bourgogne en fûts de chêne. *Vignes Vins*, (299), 5-10.

Feuillat, M., 1982. L'élevage des vins de Bourgogne en fûts de chêne. *R.F.OE.*, (88 bis), 17-29.

Francis, I.L., Sefton, M.A., Williams, P.J., 1992. A study by sensory descriptive analysis of the effects of oak origin seasoning, and heating of the aromas of oak model wine extracts. *Am. J. Enol. Vitic.*, (43-1), 23-30.

Glories, Y., 1978. *Recherches sur la matiére colorante des vins rouges.* Thése Doctorat ès Sciences. Université de Bordeaux II.

Glories, Y., 1984. La coleur des vins rouges. *Conn. Vigne Vin*, (4), 253-271.

Glories, Y., 1990. Oxygène et élevage en barriques. *R.F.OE.*, (124), 91-96.

Glories, Y., 1992. Phénomènes oxydatifs liés à la conservation sous bois. *J. Intern. Sciences Vigne Vin: "Le bois et la qualit des vins et de eaux-de-vie",* (nº fuera de serie), 93-104.

Guichard, G., Fournier, N., Masson, G., Puech, J.L., 1995. Steroisomers of ß-methyl-γ-octalactone. I. Quantification in Brandies as a function of wood origin and treatement of the barrels. *Am. J. Enol. Vitic.*, (46-4), 419-423.

Martínez, J., 1999. Envejecimiento en barrica de roble de vinos tintos de Rioja. *Jornada Técnica "La barrica como factor de calidad en la crianza de los vinos tintos". Congresos y Jornadas*, (3), 73-94. Ed. Gobierno de La Rioja.

Martínez, J., 2000. Evolución de los vinos tintos de calidad durante la crianza en barrica. Experiencias en Aragón, Navarra y La Rioja. *Jornada Técnica sobre "Viticultura y Enología en el año 2000". Congresos y Jornadas*, (7), 27-47. Ed. Gobierno de la Rioja.

Martínez, J., 2004. *Incidencia del origen de la madera de roble en la calidad de los vinos de Tempranillo de la D.O.Ca. Rioja durante la crianza en barrica*. Tesis Doctoral. Universidad de La Rioja (Logroño).

Masson, G., Guichard, E., Fournier, N., Puech, J.L., 1995. Steroisomers of ß-methyl-γ-octalactone. II. Concernts in the wood of French (*Quercus robur* and *Quercus petraea*) and American (*Quercus alba*) oaks. *Am. J. Enol.Vitic.*, (46-4), 424-428.

Naudin, R., 1986. Conservation et élevage de vins de Bourgogne en fût de chêne. 1re partie. *Revue des Oenologues*, (41), 11-15.

Parodi, G., 1997. L´affinamento del vino in legno. *Vignevini*, (10), 49-59.

Pérez-Prieto, L.J., Martínez-Cutillas, A., López-Roca, J.M.A., Pardo-Minguez, F., Gómez-Plaza, E., 2003. Evolución del color del vino durante la crianza en barricas de roble. *Enólogos*, (26), 40-45.

Peyron, D., Boukharta, M., Feuillat, M., 1994. Evolution de la composition phénolique des vins rouges en relation avec la qualité des bois de chêne de tonnellerie. *R.F.OE*, (146), 5-10.

Pomar, M., González-Mendoza, L.A., 2001. Changes in composition and sensory quality of red wine aged in american and frech oak barrels. *J. Inter. Sci. Vigne Vin*, (35- 1), 41-48.

Pontallier, P., Salagoïty, M.H., Ribéreau-Gayon, P., 1982. Intervention du bois de chêne dans l'evolution des vins rouges élevés en barriques. *Conn. Vigne Vin*, (16-1), 45-61.

Pontallier, P., 1992. Practiques actuelles de l'élevage en barriques des grands vins rouges. *J. Intern. Sciences Vigne Vin: "Le bois et la qualit des vins et de eaux-de-vie",* (nº fuera de serie), 115-122.

Puech, J.L., 1987. Extraction of Phenolic Compounds from Oak Wood in Model Solutions and Evolution of Aromatic Aldehydes in Wines aged in Oak Barrels. *Am. J. Enol.Vitic.*, (38-2), 236-238.

Retali, E., 2003. Intérêt d´élevage des vins rouges en fût de chêne. Application au Niellucio et au Sciaccarello. *R.F.OE.*, (203), 22-26.

Ribèreau-Gayon, P., Stonestreet, E., 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim.*, (9), 2649-2652.

Ribèreau-Gayon, J., Peynaud, E., Sudraud, P., Ribèreau-Gayon, P., 1976. *Sciences et tecniques du vin*. Tomes 1 et 3. Ed. Dunod. Paris.

Ribèreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D., 1998. *Traité d´Oenologie. 2. Chimie du vin. Stabilisation et traitements*. Ed. Dunod. Paris.

Ruiz, M., 1999. *La crianza del vino tinto desde la perspectiva vitícola*. Edit. A. Madrid Vicente. Madrid.

Sauvageot, F., Feuillat, F., 1999. The influence of oak wook (*Quercus robur L., Q. petraea Liebl.*) on the flavor of Burgundy Pinot noir. An examination of variation among individual trees. *Am. J.Enol. Vitic*., (50-4), 447-450.

Swaint, T., Hillis, W.E., 1959. The phenolic constituents of prunus domestica. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric*., (10), 63-68.

Towey, J., 1997. Extraction des composés volatils du bois de chêne français, américain et hongrois dans le chardonnay fermenté et élevé en fûts. *Revue des Oenologues,* (84), 25-29.

Vivas, N., Glories, Y., 1993. Les phenomenes d´oxydoreduction lies a l´elevage en barrique des vins rouges: aspects technologiques. *R.F.OE*., (142), 33-38.

Vivas, N., Glories, Y., Raymond, P., 1997. Quelques observations sur l´évolution des qualités organolptiques des vins rouges au cours de luer élevage en barriquees neuves. *R.F.OE*., (166), 31-34.

Zamora F., 2000. *La madera de roble y su incidencia sobre las características organolépticas de los vinos de crianza*. XIV Cursos Rioja: 7-36. Haro (La Rioja).