

# VV VitiVinicultura

Año IV N.º 5-6

Mayo-Junio 1993

## **Sistema de secado de madera de roble para tonelería**

**N. Vivas\* y Y. Glories\*\***

Instituto de Enología. Universidad de Burdeos

# Sistema de secado de madera de roble para tonelería

N. Vivas\* y Y. Glories\*\*

Instituto de Enología. Universidad de Burdeos

La tonelería es todavía una actividad artesanal, en la cual el empirismo secular ha sabido optimizar cada una de las etapas de la fabricación. La madera verde no puede ser utilizada en su estado para la fabricación de barricas, ya que en el momento de su recepción contiene entre un 40 a un 60% de agua y los compuestos extraíbles que contiene son en general difícilmente compatibles con el objetivo de mejorar la calidad del vino.

El modo de secado y la elección de la madera de roble constituyen los dos primeros parámetros sobre los cuales el fabricante puede decidir. Ambas elecciones tienen un impacto significativo sobre la evolución del vino (Pontallier, 1981). Parece por tanto necesario precisar los fenómenos implicados en el secado, así como su análisis detallado a fin de comprender mejor esta operación.

A pesar de que está generalmente aceptada la importancia del secado, existen muy pocos estudios realizados y estos son difícilmente aplicables a la madera de tonelería. Actualmente, las conclusiones de Joseph y Marche (1972, 1975) siguen siendo perfectamente válidas. Nosotros hemos retomado la hipótesis de estos autores como base de investigación. Dicha base implica la existencia de una actividad enzimática de naturaleza fúngica que modifica notablemente el perfil polifenólico de la madera. Además estas reacciones bioquímicas se hallan influenciadas por mecanismos físicos asociados a las lluvias y a las variaciones de temperatura (amplitudes térmicas y lavado).

## MECANISMOS DE SECADO Y LAVADO DEL ROBLE

La madera de roble expuesta al aire libre sufre a lo largo del tiempo una pérdida importante de agua constitutiva. Si en el momento de su recepción contiene alrededor del 60% de agua, cuando el fabricante considera que está seca, la humedad residual alcanza un valor mínimo del 12%. Sin embargo, los primeros milímetros de madera expuestos a la intemperie presentan una humedad muy heterogénea y subordinada a las condiciones climáticas del momento (las lluvias eventuales pueden al final del secado rehumidificar la capa exterior hasta 5-10 mm de profundidad). Por esta razón, antes de su utilización, se debe prever un período de conservación en un local muy aireado y con una humedad relativa adecuada.

Durante su conservación a la intemperie, el agua de la lluvia ase-

gura un lavado intenso de la madera. No obstante, esta operación depende de su índice de hidratación natural. Las fibras de la madera deben estar suficientemente infladas como para asegurar la penetración del agua al interior de los tejidos y permitir su posterior salida. Cuando la densidad de la madera es menor, mayor es la eficacia del lavado.

La experiencia siguiente (**cuadro I**) ilustra este fenómeno; los ensayos han sido realizados con 2 categorías de madera fresca: una de grano fino y otra de grano cerrado obtenidas de la misma rodaja. Esta rodaja fue superficialmente secada durante 3 semanas a 20 °C en presencia de sulfato sódico para absorber el exceso de humedad. Las muestras fueron a continuación situadas en dos recipientes distintos (uno con una humedad relativa del 95% y el otro era una estufa a 50 °C), durante 1 ó 2 días. Poste-

**Cuadro I**

### Influencia del modo de secado sobre la extrahabilidad de los fenoles totales (sistema)

Conservación de las muestras	Granos finos	Granos sueltos
95% higrometría (2 días)	72%	98%
95% higo (1 día)	60%	98%
Estufa a 50 °C (2 días)	25%	34%
Estufa a 50 °C (1 día)	26%	42%

**Cuadro II**

### Influencia del sistema de secado sobre el contenido en ácidos fenólicos de maceración hidroalcohólica de madera de roble 5 g de serrín (60 mesh) para 20 ml de maceración (MeOH/H<sub>2</sub>O/HCOOH 50/40/10) 96 h bajo nitrógeno con agitación magnética

	Madera verde	Secado natural	Secado artificial
Acido gálico (mg/l)	144,0	64,0	98,0
Acido elágico (mg/l)	72,0	58,0	70,0
IFC	86	49	67
I elagotánicos (1)	0,23	0,08	0,12
I galotánicos (2)	1,02	0,26	0,68

(1) Reacción al ácido nítrico (Bate-Smith, 1972).

(2) Reacción al yoduro de potasio (Haslam, 1965).

\* Responsable de investigación de DEMPTOS.

\*\* Profesor del laboratorio de química aplicada.

riormente fueron macerados durante 5 días en una mezcla metanol-agua-acetona (1/1/2). El contenido fenólico de los líquidos de macera-

ción fue determinado con el reactivo de Folin-Ciocalteu. Al cabo de 5 días, los IFC (índices de Folin) son más o menos idénticos en las 8 muestras

estudiadas. Sin embargo se observó una ligera diferencia entre las maderas de grano fino y de grano cerrado.

$$E = (IFC_{1d} / IFC_{5d}) \times 100$$

El índice de extracción expresa en porcentaje la relación entre el índice de Folin obtenido el primer día de maceración y el obtenido al cabo de 5 días.

Gracias a la microscopía electrónica, se observó una cierta contracción de las fibras; y por tanto una menor aptitud a ceder sus constituyentes apresados dentro de los tejidos. La textura cruzada de la madera «efecto contraplaca» (Roland, 1980) acentúa este fenómeno. Esto explica que una madera rica en polifenoles pueda tener un índice de extracción pequeño.

La densidad del grano puede clasificarse empíricamente por orden decreciente de porosidad: Limousin; Vosges; Nevers; Alliers; Troçais. Esta clasificación visual se correlaciona bien con el índice de extracción de las maderas (fig. 1). Se trata de diferentes muestras secadas naturalmente y de forma idéntica clasificadas únicamente en función del tipo, independientemente de su origen geográfico.

Los resultados presentados corresponden a la medida de 50 muestras en cada caso. A pesar de que encontramos que en cada una de las regiones existe una mezcla de maderas de caracteres de grano diferentes, se comprueba que la medida aritmética es un buen reflejo de la clasificación visual.

A lo largo del secado, la pérdida de compuestos fenólicos por lavado es importante en los primeros meses. Posteriormente, cuando la humedad de la madera desciende lo bastante, la pérdida de polifenoles disminuye considerablemente, como es el caso de la experiencia modelo del cuadro I. En efecto, cuanto más avanzado es el secado, menor es la capacidad del agua de lluvia para extraer los constituyentes parietales de la madera.

Por otra parte, durante el secado

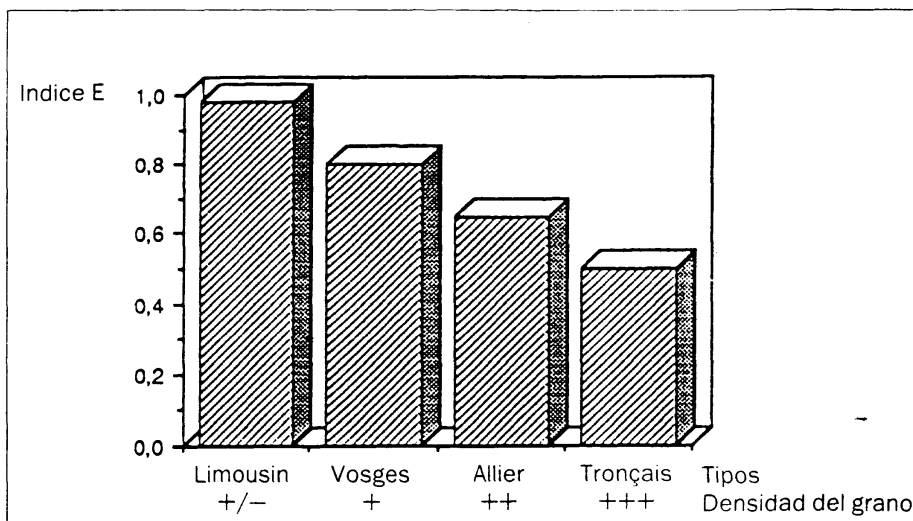


Fig. 1. Influencia de la densidad del grano sobre la extrahilidad de los polifenoles.

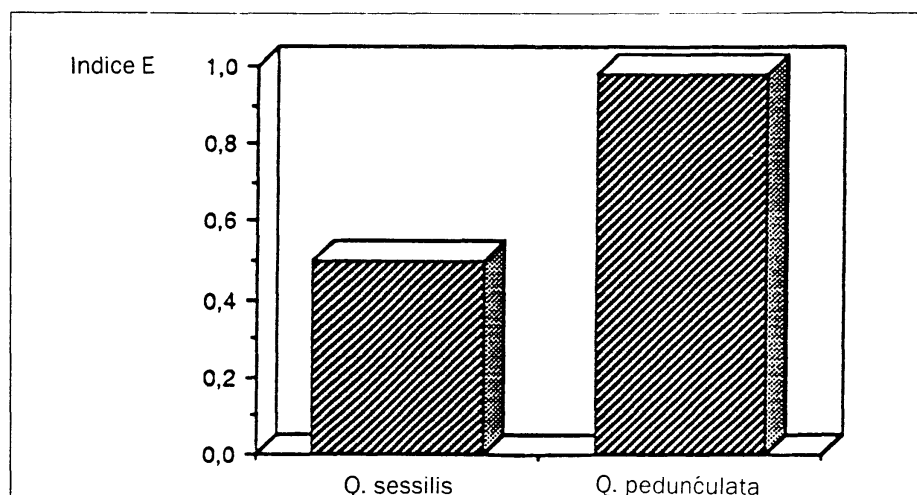


Fig. 2. Influencia del origen botánico del roble sobre la extrahilidad de los fenoles.

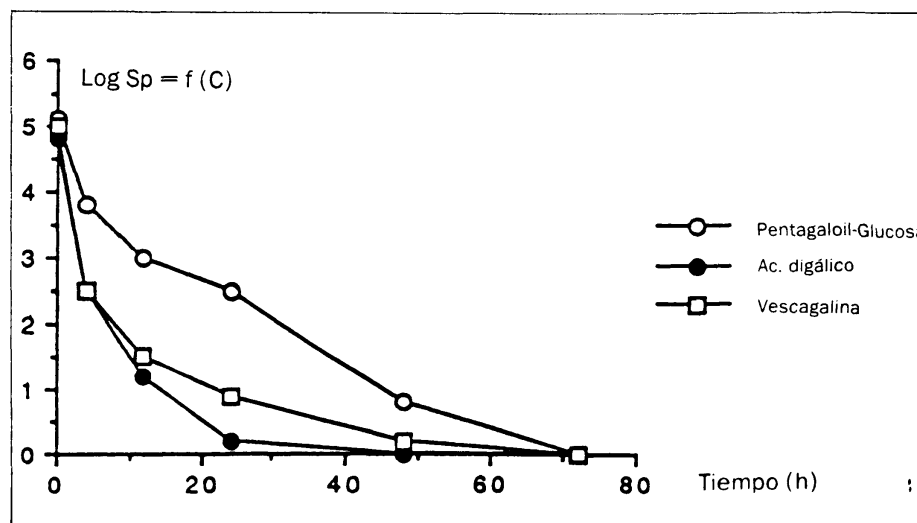
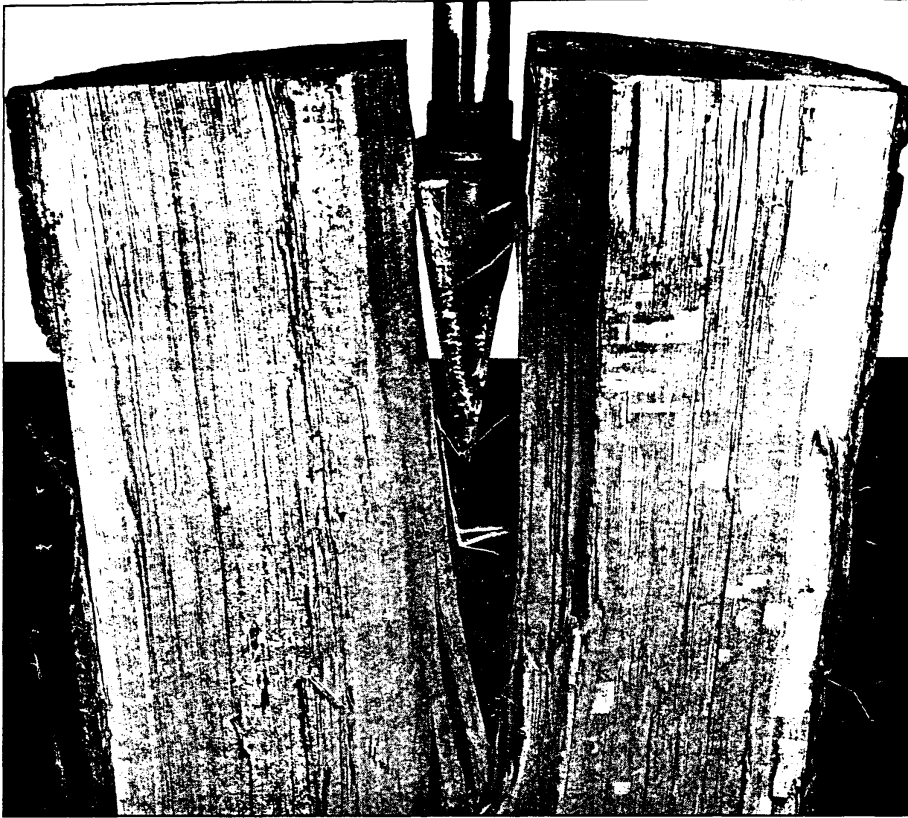


Fig. 3. Hidrólisis enzimática de algunos compuestos fenólicos de la madera por una suspensión de *Aspergillus oryzae* no proliferante. Incubación en un tampon NaAc 0,2 M, pH = 5.



El modo de secado y la elección de la madera de roble constituyen los dos primeros parámetros sobre los cuales el fabricante puede decidir.

los procesos oxidativos de origen enzimático y/o químico conducen a una disminución de su contenido en polifenoles, así como a una modificación de sus estructuras químicas, caracterizadas por una polimerización y condensación con los polímeros de la pared (celulosa, lignina,...) (Shuyun Peng *et al.*, 1991). Recientemente hemos podido confirmar estos resultados para dos especies de roble francés en situación de secado natural.

Desde el punto de vista analítico, el secado natural entraña un empobrecimiento de la madera (**cuadro II**) en relación con el secado artificial. Sin embargo, las diferencias en el lavado y el descenso de la humedad de la madera, no son suficientes razones para explicar las profundas modificaciones que sufre la madera.

#### INFLUENCIA DEL ORIGEN BOTANICO

El roble pertenece al género *Quercus*, sin embargo, las maderas destinadas a tonelería corresponden a la sección más restringida de los Lepi-

dobalanus, en los cuales se encuentran las especies que presentan interés económico de primer orden: El roble sesil (*Quercus petraea* o incluso *Chêne rouvre*) y el roble pedunculado (*Quercus pedunculata* o *Quercus robur*). Estas especies fueron elegidas por su aptitud a mejorar la calidad del vino (Glories, 1987).

El suelo y el clima influyen sobre los caracteres estructurales de la

madera y su contenido fenólico (**cuadro III**), en razón de los caracteres dominantes de cada una de las regiones responsables de los diferentes tipos de roble.

Algunos análisis biométricos, efectuados sobre las muestras de madera, revelan que la madera en primavera es menos abundante en el *Q. sesil* (16%) en comparación con el *Q. pedunculata* (38%). Esta madera rica en haces de gran diámetro favorece la extracción de los compuestos fenólicos de los tejidos (**fig. 2**). Los resultados obtenidos son comparables a los de Fletcher (1978).

#### PAPEL DE LA FLORA FUNGICA SOBRE LOS TANINOS HIDROLIZABLES DE LA MADERA

Al aire libre la madera acumula un cierto número de esporas, de las cuales unas cuantas se desarrollarán en su superficie. Estos hongos utilizan como fuente de carbono las osas libres de la madera, especialmente la glucosa que constituye la base estructural de los taninos elágicos y de los taninos gálicos (**fig. 3**). Las poblaciones fúngicas poseen actividades esterasas extracelulares (actividades glucosidasas y depsidasas).

En nuestras experiencias hemos observado la desaparición de una fracción de osas libres (**cuadro IV**). La importancia de su desaparición puede ser atenuada por la liberaliza-

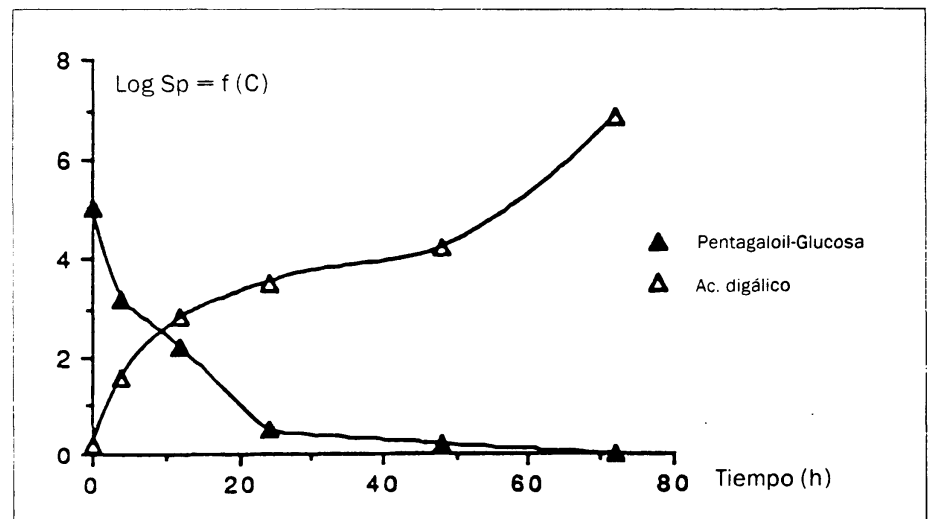


Fig. 4. Liberación de las unidades galósicas de pentagaloi-glucosa en el transcurso de su hidrólisis por la tanasa de *Aspergillus oryzae*. 10  $\mu$ M / 10 ml + 1% de enzima. Incubación a 20 °C en un tampón NaAc 0,2 M, pH = 5.

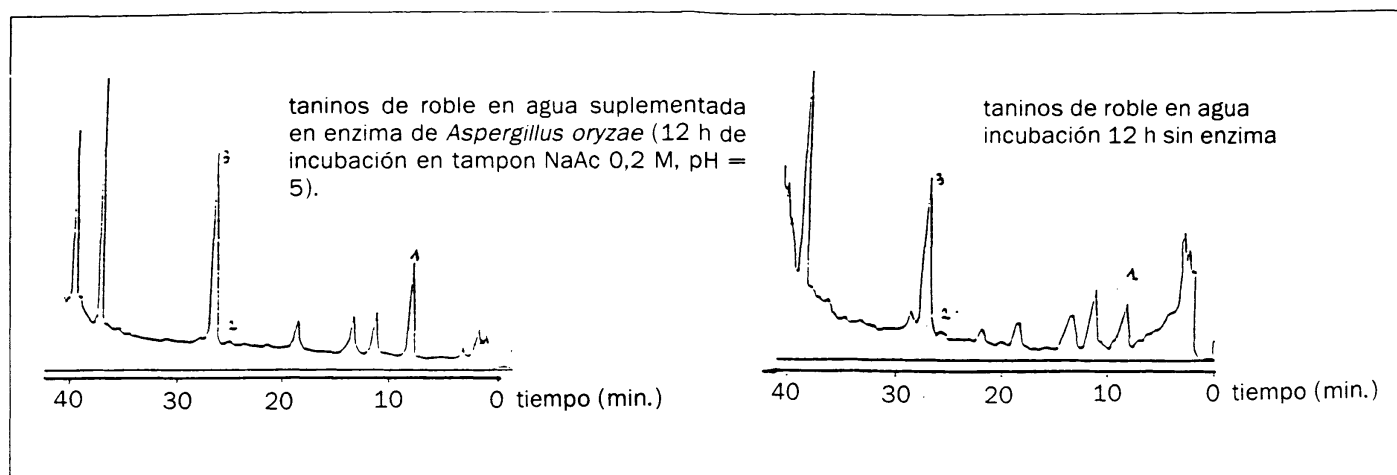


Fig. 5. Puesta en evidencia de la liberación de heteróxidos cumáricos por vía enzimática. Identificación de los picos: 1) aesculina; 2) ombelliferona; 3) escopoletina.

ción de la glucosa de origen fenólico (cumarinas y taninos hidrolizables) por la destrucción de las estructuras fenólicas heterosídicas de la madera (fig. 4). La fig. 5 muestra igualmente la función de los enzimas fúngicos sobre la liberación de las agliconas cumáricas.

Precisamente mediante la pérdida de sus fracciones osídicas, ciertas moléculas de la madera se transforman en «residuos» de peso molecular más bajo, que poseen propiedades organolépticas diferentes (disminución de la astringencia y del sabor amargo). La desaparición de la mayor parte de los heterósidos

de cumarina (aesculina, escopolina, ...), junto con la aparición de agliconas relativamente neutras desde el punto de vista gustativo (aesculetina, escopoletina,...) son un ejemplo de ello.

#### CONCLUSION

Estos primeros resultados plantean un cierto número de líneas de investigación, que mediante su estudio sistemático deberán conducir a un mejor conocimiento de los fenómenos químicos y enzimáticos que intervienen a lo largo del secado y

por tanto a un mejor control de las diferentes operaciones utilizadas en la elaboración de barricas.

En la actualidad, dirigimos nuestro trabajo hacia el aislamiento y caracterización de la flora fúngica de la madera en los parques de almacenamiento, así como hacia el conocimiento de los enzimas responsables de la hidrólisis. No obstante, quedan aun por definir y por precisar los problemas de porosidad asociados a estos fenómenos.

#### BIBLIOGRAFIA

- FLETCHER, J. 1978. Dating the geographical migration of *Quercus petraea* and *Quercus robur* in holocene times. *Tree-ring bull.*, vol 38, 45-47.
- GLORIES, Y. 1987. Phénomènes oxydatifs liés à la conservation sous bois. Hors série conn. *Vigne Vin*. 1-11.
- JOSEPH, E. et MARCHE, M. 1972. Contribution à l'étude du vieillissement du cognac. conn. *Vigne Vin* 6. (3), 273-330.
- MARCHE, M. et JOSEPH, E. 1975. Etude théorique sur le cognac, sa composition et son vieillissement naturel en fût de chêne. *Rev. Fr. Oenol.* 57. 1-106.
- PONTALIER, P. 1981. Recherches sur les conditions d'élevage des vins rouges. Rôle des phénomènes oxydatifs. Thèse doct-ing Université Bordeaux II.
- ROLLAND, J. C. 1980. Ultrastructure et texture des polysaccharides dans la paroi des cellules végétales, in les polymères végétaux. B. Monties. coll. Gauthier-Villard, ed. Bordas, Paris.
- SHUYUN PENS; SCALBERT, A.; MONTIES, B. 1991 Insoluble ellagitannins in *Castanea sativa* and *Quercus petraea* woods. *Phytochem.* vol. 30, (3), 775-778.

Cuadro III

#### Influencia del origen geográfico sobre la riqueza fenólica de la madera

	Limousin	Centre	Vosges	Nevers
IFC	46	28	26	63
Catéquicos (µg/g)	87,2	44,0	51,2	58,6
I Elagitaninos	0,21	0,08	0,12	0,28

Cuadro IV

#### Composición oxidásica de las fracciones fenólicas de la madera: influencia del secado (resultados en mg/kg)

	Madera verde	Madera después del secado natural
Ramnosa	0	100
Arabinosa	300	200
Galactosa	100	0
Glucosa	510	390
Manosa	0	0
Xilosa	200	100
<b>Total</b>	<b>1.110</b>	<b>790</b>