

Elaboració de bótes de roure reboll (*Quercus pyrenaica* Willd.) per a la seva utilització en enologia. Tecnologies, característiques, variants i requisits de la fusta.

Document de revisió tècnica



Coordinació:



Amb la col·laboració de:



concoactiva

Aquest projecte està subvencionat pel SOC i el Fons Social Europeu, d'acord amb el Programa d'ajuts a Projectes Innovadors i Experimentals, regulat per l'Ordre EMO/312/2012





Elaboració de bótes de roure reboll (*Quercus pyrenaica* Willd.) per a la seva utilització en enologia. Tecnologies, característiques, variants, requisits de la fusta

Document de revisió tècnica

Redacta:





ÍNDEX GENERAL

Resum executiu.....	7
1. Antecedents i objectius	9
2. Metodologia i fonts d'informació	12
2.1. Cerca bibliogràfica	12
2.2. Consultes a webs de fabricants de bótes	13
2.3. Entrevistes amb experts	14
3. La fusta de roure reboll. Usos en enologia	15
3.1. Referències històriques	15
3.2. Productes fusters d'ús en enologia	16
3.2.1. Bótes	16
3.2.2. Productes alternatius en enologia	16
3.3. Marc Legal	17
3.3.1. Bótes	17
3.3.2. Productes alternatius	18
3.4. Qualitat de la fusta de reboll per a usos enològics	19
3.4.1. Característiques físiques de la fusta	19
3.4.2. Característiques químiques de la fusta	21
3.4.3. Procedència	21
3.4.4. Tractaments silvícoles	22
3.5. Estudis d'aptitud enològica de la fusta de <i>Quercus pyrenaica</i>	22
4. Tecnologia per a l'elaboració de bótes de roure reboll	24
4.1. Tipus de bótes	24
4.2. Requisits de la fusta (matèria primera)	25
4.3. Diagrama de procés	25
4.4. Tallada i desembosc	26
4.4.1. Procés general	26
4.4.2. Especificitats en <i>Q. pyrenaica</i>	26
4.5. Serrat en trams o "tronçons"	27
4.5.1. Procés general	27
4.5.2. Especificitats en <i>Q. pyrenaica</i>	27
4.6. Fendat/serrat de les dogues	27
4.6.1. Procés general	27
4.6.2. Especificitats en <i>Q. pyrenaica</i>	30
4.7. Assecat	30



4.7.1. Procés general	30
4.7.2. Especificitats en <i>Q. pyrenaica</i>	33
4.8. Serrat i polit de les dogues	33
4.8.1. Procés general	33
4.8.2. Especificitats en <i>Q. pyrenaica</i>	34
4.9. Muntatge de la bóta	34
4.9.1. Procés general	34
4.9.2. Especificitats en <i>Q. pyrenaica</i>	37
5. Llistat de fonts i referències	39
5.1. Bibliografia	39
5.1.1. Monografies generals sobre viticultura i enologia, ús de la fusta en enologia i tecnologia de la fusta	39
5.1.2. Monografies específiques i tesis sobre l'ús de fusta de roure reboll en enologia	39
5.1.3. Articles i capítols de divulgació tècnica	40
5.1.4. Articles SCI	42
5.1.5. Presentacions	45



RESUM EXECUTIU

En aquest estudi es realitza una revisió de l'estat de l'art pel que fa a la construcció de bótes amb fusta de roure reboll (*Quercus pyrenaica* Willd.) per a la criança de vins.

Durant la darrera dècada, la utilització de fusta de roure reboll per a usos enològics ha estat testada en nombroses proves, obtenint uns resultats força satisfactoris en comparació als roures francès i americà pel que fa a diferenciació del vi i a la qualitat organolèptica del mateix.

La fusta de reboll per a usos enològics pot emprar-se en la construcció de bótes o en l'elaboració de productes alternatius (fragments de fusta que s'infusionen al vi o most per conferir-los determinades característiques organolèptiques.

Existeix un marc legal europeu i estatal que regula l'ús de la fusta de reboll per a tots dos destins, així com la informació de l'etiquetatge. A més, les Denominacions d'Origen poden incloure restriccions en el seus reglaments, com és el cas de la prohibició de l'ús dels productes alternatius en les DO catalanes.

Les principals característiques físiques de la fusta amb vistes al seu ús en boteria són la densitat i resistència, el gra, la textura, la porositat i la permeabilitat. L'espècie botànica determina en gran mesura aquestes característiques físiques. El roure reboll es considera una espècie de gra fi o molt fi i elevada textura. A més de l'espècie, l'origen i condicions ecològiques on ha vegetat l'arbre, i la silvicultura aplicada afecten a les característiques físiques de la fusta.

Pel que fa a les característiques químiques, el reboll es considera d'unes característiques químiques similars al roure francès. Igual que en el cas de les característiques físiques, l'origen i condicions ecològiques on ha vegetat l'arbre, i la silvicultura aplicada afecten a les característiques químiques de la fusta.

Les principals fases en la construcció de les bótes són: la tallada i desembosc, el serrat en trams o "tronçons", el fendat o serrat de les dogues, l'assecat, el serrat i polit de les dogues i finalment el muntatge de la bóta, que inclou el torrat.

La construcció de bótes amb fusta de reboll segueix les mateixes fases, tot i que presenta algunes característiques diferencials derivades del petit diàmetre dels troncs amb que normalment es treballarà. Això afectarà principalment al fendat (que s'haurà de fer amb serra de cinta) i al nombre de dogues amb que es conformarà la bóta, superior al que es requereix amb dogues estàndard ja que amb reboll seran més estretes.



1. ANTECEDENTS I OBJECTIUS

El roure reboll (*Quercus pyrenaica* Willd.)

El reboll (*Quercus pyrenaica* Willd.) és una espècie d'àrea natural reduïda, que es distribueix pel Sud-Oest de França, la Península Ibèrica i el Nord-oest del Marroc. A la Península Ibèrica forma extenses rouredes en la meitat occidental, en correspondència amb la seva preferència pels sòls silícics. En canvi, a la meitat oriental la seva presència es més esporàdica, limitada a serralades o afloraments silícics o no carbonatats.

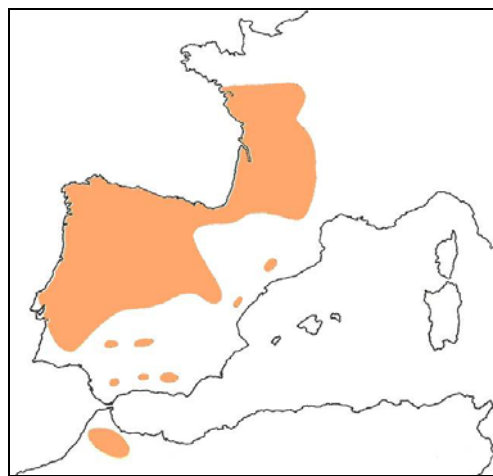


Figura 1. Àrea de distribució mundial del reboll (*Quercus pyrenaica* Willd.) del



Figura 2. Port característic d'un reboll adult. Fulles i gla de roure reboll.



El Segon Inventari Forestal Nacional assigna a l'àrea espanyola de l'espècie un total de 650.000 ha. A Catalunya la única població de roure reboll es troba a la Serra de Prades, ocupant tan sols unes 500 ha i molt barrejada amb pi roig.

Ús en boteria de la fusta de reboll

Tradicionalment, arreu de la seva àrea de distribució, aquesta espècie s'ha utilitzat per a llenyes i carbó, amb tallades cada pocs anys. L'escassa dimensió dels arbres sotmesos a aquest tipus d'aprofitament ha fet que l'ús en la fabricació de bótes hagi estat pràcticament nul fins avui.

Durant la darrera dècada, però, la utilització de fusta de roure reboll per a usos enològics ha estat testada en nombroses proves, obtenint uns resultats força satisfactoris en comparació als roures francès i americà pel que fa a diferenciació del vi i a la qualitat organolèptica del mateix.

La fabricació de bótes amb fusta de roure reboll resulta complexa degut a les reduïdes dimensions que en general presenten els peus, i que dificulten la fabricació de les dogues. Existeix una manca de coneixement sobre les tècniques a emprar amb fusta d'aquestes característiques. Per aquesta raó, l'ús d'aquesta espècie s'ha centrat, fins a la data, en la fabricació de productes alternatius (estelles o peces de fusta que s'afegeixen al most o vi durant el procés de vinificació).

No obstant això, els reglaments de nombroses DO prohibeixen actualment aquesta pràctica. D'altra banda, la gestió del bosc per obtenir arbres grans, suficientment aptes per a la fabricació de dogues, presenta nombrosos avantatges de caire ambiental i per a la prevenció d'incendis forestals.

Situació a Catalunya

A la població de reboll de Prades, la gestió tradicional amb tallades arreu al reboll i de selecció per al pi roig ha generat, en abandonar-se, una estructura de massa descapitalitzada, amb abundància de peus defectius i una elevada continuïtat vertical de combustible. El reboll es presenta quasi exclusivament com a bosc de rebrot de petits diàmetres, mancat de vitalitat, i molt sovint com a subvol del pi roig.

La gestió de la roureda per a la producció de fusta per boteria pot ser una oportunitat per revitalitzar i conservar aquesta població de reboll. Una silvicultura adreçada a aconseguir roures aptes per a la fabricació de bótes permetria una millora substancial del bosc, incrementant la seva rendibilitat, reduint el risc d'incendis i afavorint la conservació d'aquesta espècie a Catalunya. En aquest sentit, la gestió amb objectius de producció de fusta per boteria va ser proposada en el marc del projecte "Gestió de *Quercus pyrenaica* a les muntanyes de Prades mitjançant l'agrupació de petits propietaris forestals", elaborat pel CTFC l'any 2009.

La tradició vitivinícola de la comarca natural on se situa la zona de reboll (a cavall entre les DO del Priorat, Montsant i Conca de Barberà) amb la presència actual de



nombrosos cellers i elaboradors genera unes sinèrgies que cal explorar. Les botes de roure reboill poden ser una oportunitat per generar una gamma de vins de qualitat, diferenciats, arrelats al territori i de producció limitada, amb unes característiques organolèptiques i d'origen úniques.

Objectius

El present document pretén realitzar una revisió sobre l'estat de la tècnica i coneixements pel que fa a la utilització de fusta de roure reboill en l'elaboració de bótes, identificant els punts clau a tenir en compte per a utilització del roure reboill de la Serra de Prades.

Amb aquest document es pretén proporcionar referències sobre l'estat actual i possibilitats de l'ús d'aquesta fusta en boteria. El document s'adreça a tres perfils principals d'usuari:

- A tècnics i gestors forestals, propietaris i tècnics de l'administració forestal.
- A industrials de la transformació de la fusta, i especialment a boters.
- Finalment, a cellers i elaboradors de vi.





2. METODOLOGIA I FONTS D'INFORMACIÓ

El present document s'ha realitzat a partir d'un buidat i processat d'informació procedent de cerca bibliogràfica, consultes a webs de fabricants de bótes europeus i entrevistes amb experts.

2.1. CERCA BIBLIOGRÀFICA

A partir de la cerca en servidors i repositoris de diferents àmbits s'han identificat i consultat:

a) Monografies generals de l'àmbit de la viticultura-enologia i tecnologia de la fusta.

b) Articles i monografies de divulgació tècnica centrades en aspectes de l'ús i tecnologia de la fusta de reboll en enologia:

- Revistas del INIA "Producción y Protección Vegetales" (fins 2003), y "Sistemas y Recursos Forestales" (fins 2011).
- Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- Revista Montes.
- Revista Foresta.
- Llibres i Monografies (INIA).

c) Revistes especialitzades de l'àmbit de la vitivinicultura:

- revista Acenologia (www.acenologia.com/)
- revista Anologia (www.revistaenologia.com/)
- revista Enoreports (www.enoreports.com/)
- revista Enólogos (www.revistaenologos.es)
- revista Tecnología del Vino / VinoteQ (consulta de sumaris a dialnet)
- revista Viticultura Enología Profesional (consulta de sumaris a dialnet)
- revista Semana vitivinícola (www.sevi.net)
- revista Enovicultura (quatrecbn.es/enovicultura/)



d) Articles de recerca indexats. Cerca a ISI web of Knowledge. La cerca s'ha basat en les següents paraules clau al camp "topic" i "tittle": wine + Quercus pyrenaica; barrel* + Quercus pyrenaica, wood + Quercus pyrenaica. En una segona fase, s'ha ampliat l'horitzó de cerca a partir de les referències dels articles seleccionats en aquesta primera cerca.

e) cerca general al Google, amb els termes emprats a la cerca a ISI web of Knowledge traduïts al castellà i català. Detecció d'articles, monografies, tesis, presentacions i vídeos.

f) Bases de dades de l'Oficina Europea de Patents (<http://worldwide.espacenet.com>)

g) Publicacions a la web del Institut Català de la Vinya i del Vi (INCAVI)

2.2. CONSULTES A WEBS DE FABRICANTS DE BÓTES

Catalunya:

- Boteria Torner, www.boteriatorner.cat

Espanya:

- Tonelería Murua, www.toneleriamurua.com
- Tonelería Intona (Industrial Tonelera Navarra), www.toneleriaintona.com
- Tonelería Gangutia, www.toneleriagangutia.com
- Tonelería Rafael Casado, www.rafaelcasado.com
- Tonelería Duero, www.toneleria.es
- Tonelería Magreñán, www.magrenan.es
- Tonelería Quercus, www.toneleriaquercus.com



França:

- Tonnellerie Bouyouud <http://www.bouyouud.com>
- Tonnellerie Canadell www.canadell.fr
- Dargaud & Jaegle Tonnelliers, www.dargaud-jaegle.com
- Seguin Moreau Tonnelliers, www.seguin-moreau.fr
- Tonnellerie Damy www.tonnellerie-damy.fr
- Tonnellerie Demptos, www.demptos.fr
- Tonnellerie Doreau, www.tonneau.com
- Tonnellerie Nadalie, www.nadalie.fr
- Tonnellerie Radoux, www.radoux.fr
- Tonnellerie Saury, www.saury.com
- Tonnellerie Taransaud, www.taransaud.com
- Tonnellerie Vicard, www.groupe-vicard.com
- Tonnellerie François Frères, www.francoisfreres.com
- Tonnellerie Meyrieux, www.tonnelleriemeyrieux.com

Altres:

- <http://www.boswellcompany.com>
- Joseph Nicastro, joseph-nicastro.com
- www.pyrenaica.es

2.3. ENTREVISTES AMB EXPERTS

- Josep Mataró (Serrador, Agro-Forestal Mataró)
- Abelardo Ripoll (Boteria Artesana Abelardo Ripoll)
- Boteria Torner



3. LA FUSTA DE ROURE REBOLL. USOS EN ENOLOGIA

3.1. REFERÈNCIES HISTÒRIQUES

Existeix consens en que la bóta o barrica de fusta, semblant a la que coneixem avui dia, té l'origen en el poble celta, assentat a la zona central i occidental d'Europa, en temps anteriors a la dominació romana. Originàriament les bótes s'empraven per a elaborar i transportar cervesa.

En la època clàssica el cultiu de la vinya i el comerç del vi es concentrava a les ribes de la mediterrània. El transport d'aquest producte es va fer preferentment en recipients de fang cuit (àmfores). Fa ara uns 2000 anys, a finals de la República y començament del regnat d'August, la bota de fusta acaba per imposar-se com a recipient de transport de vi al mon romà. En el decurs dels anys següents, a més del transport, la bota de fusta s'emprarà per a la conservació i envelliment de vins i alcohols.

Antigament les barriques es fabricaven de la fusta més abundant en el lloc de producció: castanyer, cirerer, freixe, faig, roure, pi, etc. Anecdòticament, en moltes zones dels Pirineus les bótes més apreciades eren fins fa pocs anys les de cirerer, doncs enrancien el vi amb una aroma i sabor especials.

No obstant, la fusta de roure va acabar imposant-se com a material de fabricació de les bótes per excel·lència, degut a dues característiques clau:

- ☑ Mecànicament és la fusta més resistent que existeix al continent europeu, i per tant les bótes fetes amb aquesta fusta eren més resistents i durables. Malgrat que existeixen altres espècies amb fusta més dura, com l'alzina, les dimensions minses dels troncs i les característiques d'aquesta fusta no la fan òptima per a la boteria.
- ☑ La fusta de roure modifica favorablement les característiques olfactivas i gustatives del vi.

Les espècies de roures més abundants a Europa són el roure de fulla gran (*Quercus petraea*) i el roure pèrol (*Quercus robur*). Són a més espècies que de forma natural assoleixen grans diàmetres i per tant unes característiques òptimes per a l'obtenció de dogues. La forta tradició vitivinícola de França, on també són les espècies més abundants, ha afavorit la hegemonia d'aquestes dues espècies.

Altres roures menys abundants, com ara *Quercus pubescens*, *Quercus faginea* o *Quercus pyrenaica*, s'han emprat molt localment i en l'actualitat no s'empren en boteria comercial. Pel que fa al *Quercus pyrenaica*, espècie localitzada fonamentalment a la Península Ibèrica, l'ús generalitzat i secular d'aquesta espècie com a fornadora de llenya, amb tallades arreu a torns curts, ha impedit l'existència d'arbres de dimensions adequades per a la fabricació e dogues.



No s'han trobat referències explícites a l'ús de *Quercus pyrenaica* en èpoques passades, però cal suposar un ús local en la mesura en que hi haguessin arbres de suficients dimensions i port.

3.2. PRODUCTES FUSTERS D'ÚS EN ENOLOGIA

3.2.1. Bótes

Recipient de fusta més llarg que ample, de secció transversal aproximadament circular, major en el centre que en els extrems, les bases del qual són dues peces de fusta (anomenades tapes o fons) i la superfície lateral està formada per dogues encorbades i acoblades mantingudes unides amb cercols de fusta o ferro, que serveix per a guardar i transportar vi.



Figura 3. Bóta bordelesa de roure.

3.2.2. Productes alternatius en enologia

Trossos de fusta que s'afegeixen al most o al vi per a conferir-li determinades característiques organolèptiques.

Els trossos de fusta poden tenir dimensions i formes variables, i normalment es passen per un torrat de forma anàloga a les dogues.



Figura 4. Productes alternatius en enologia: taules o llistons, daus i encenalls o "xips".

3.3. MARC LEGAL

3.3.1. Bótes

No existeixen aspectes legals específics per a l'ús de la fusta de reboll (*Quercus pyrenaica*) en la fabricació i ús de bótes de vi, quedant inclòs el seu ús en el marc legal general, que es descriu breument a continuació.

A nivell europeu, des del punt de vista normatiu, la criança de vins i espiritosos en continents de fusta no és un tractament enològic, sinó una forma de conservació que per tant està sotmesa a la normativa sobre materials de contacte (RCE 2392/89 de 24 de juliol de 1989).

El Reglament (CE) n° 1493/1999 del Consell, estableix l'Organització comú de mercat vitivinícola. Els posteriors Reglaments (CE) n° 1622/2000, (CE) n° 884/2001 i (CE) n° 753/2002, estableixen disposicions per a l'aplicació del primer.

El Reglament 1507/2006 estableix una sèrie d'indicacions d'ús exclusiu en vins que hagin estat fermentats, criats o envellits solament en recipients de fusta de roure, sense addició alguna de trossos d'aquesta fusta, normes que han resultat modificades posteriorment pel Reglament (CE) n° 1951/2006, que fa extensiva la denominació a bótes d'altres espècies, tot indicant-ne el nom.

A nivell estatal, l'envelliment del vi en barrica de roure és una pràctica tradicional que està regulada per la legislació espanyola (*Ley 24/2003, de 10 de julio, de la Viña y del Vino*).

El RD 1127/2003 i el RD 1365/2007 regulen la designació, denominació, presentació i protecció de determinats productes vitivinícoles, incloent en el seu articulat les mencions relatives a l'envelliment que s'indiquen a l'article 3 de la *Ley 24/2003, de 10 de julio, de la Viña y del Vino*. El fet que s'emprin bótes de roure i/o productes alternatius condiona les indicacions que poden es emprar en l'etiquetatge.

Així, les indicacions "Noble", "Añejo" o "Roble" podran utilitzar-se per a designar vins fermentats, criats o envellits en recipients de fusta de roure. La indicació "Barrica"



podrà designar vins fermentats, criats o envellits en recipients de qualsevol altra espècie de fusta. Aquestes indicacions no podran utilitzar-se per a designar vins elaborats amb ajuda de trossos de fusta de roure, encara quan s'hagin emprat també en aquests processos recipients de fusta de roure, o d'altres espècies en el cas de la indicació "barrica".

D'altra banda, las menciones tradicionales complementàries "Crianza", "Reserva" y "Gran Reserva" només podran ser emprades per a designar vins fermentats, criats o envellits en barriques de fusta de roure. Aquestes indicacions no podran utilitzar-se per a designar vins elaborats amb ajuda de trossos de fusta de roure, encara quan s'hagi emprat també en aquests processos barriques de fusta de roure.

3.3.2. Productes alternatius

No existeixen aspectes legals específics per a l'ús de la fusta de reboll (*Quercus pyrenaica*) en la fabricació de productes alternatius per a enologia, quedant inclòs el seu ús en el marc legal general, que es descriu breument a continuació.

El Reglament (CE) nº 2165/2005 del Consell, va incorporar la possibilitat d'utilització de trossos de fusta de roure en l'elaboració dels vins en la llista de pràctiques i tractaments enològics autoritzats. La denominació reglamentària és "trossos de fusta de roure".

El reglament (CE) nº 1507/2006 de 11 d'octubre de 2006, estableix que la fusta emprada en la fabricació de productes alternatius ha de ser sempre de roure *Quercus* sp. que mai hagi estat objecte de tractaments físics, químics o enzimàtics (apart de l'assecat i el torrat) destinats a modificar la seva aportació de substàncies extractables. A més, precisa que els fragments de fusta han de presentar una dimensió superior a 2 mm en un 95% i no han d'alliberar substàncies que puguin suposar un risc per a la salut. En conseqüència, es contempen diferents tipus de fragments (encenalls o "xips", granulats, daus, raspadores...) i de planxes (curtes, llargues, segments,...) però normalment no s'inclouran les serradures més fines.

Malgrat que la pràctica enològica d'emprar productes alternatius és autoritzada per la UE, a nivell estatal el RD 1365/2007 habilita a que en les normes reglamentàries dels vins de qualitat produïts en regions determinades i dels vins amb indicació geogràfica d'àmbit geogràfic superior al de una CCAA es pugui prohibir la pràctica enològica de l'ús de fragments de fusta de roure en l'elaboració dels seus vins, aplicant el contingut de l'article 42.4 del Reglament (CE) nº 1493/1999.

En la pràctica, és el reglament de cada DO/IG el que determina si aquesta pràctica pot emprar-se o no en els productes que acull.



3.4. QUALITAT DE LA FUSTA DE REBOLL PER A USOS ENOLÒGICS

Actualment, la fusta emprada en la fabricació de bótes pertany majoritàriament a 3 espècies de roure: *Quercus robur*, *Quercus petraea* (roures europeus) i *Quercus alba* (roure americà).

La utilització de fusta de reboll (*Quercus pyrenaica* Willd.) en usos enològics ha estat avaluada en els darrers anys en nombrosos estudis. Els resultats demostren que presenta bones aptituds para l'envelliment de vins de qualitat.

El reboll és una espècie autòctona de la Península Ibèrica, que ocupa aproximadament 800.000 ha concentrades al quadrant nord-occidental de la Península Ibèrica. L'aprofitament tradicional de la seva fusta per a travesses de tren, vaixells, i especialment llenya aprofitada en bosc de rebrot a torns curts, ha marcat les característiques de moltes masses. Actualment presenten un alt percentatge de peus amb diàmetres inferiors a 40 cm, arbres amb gran nombre de nusos, troncs torts i curts, el que redueix notablement el seu rendiment final en fusta de qualitat. Amb una silvicultura de millora, però, és possible recuperar un bon estat d'aquestes masses, cercant un bosc alt (o fustal sobre soca) de troncs gruixuts i espessor completa.

En els apartats que segueixen es descriuen els principals aspectes que tenen influència sobre la qualitat de la fusta de roure per al seu ús en boteria i es destaquen les especificitats per al cas del reboll, cas d'haver-ne.

3.4.1. Característiques físiques de la fusta

Les principals característiques físiques de la fusta amb vistes al seu ús en boteria són la densitat i resistència, el gra, la textura, la porositat i la permeabilitat. L'espècie botànica determina en gran mesura aquestes característiques físiques.

El reboll (*Quercus pyrenaica*) s'enquadra en el grup dels roures europeus, juntament amb el denominat roure francès (*Q. petraea*, *Q. robur*). Els roures americans, i concretament *Quercus alba* tenen major densitat i resistència, i menor porositat i permeabilitat que els roures europeus.

D'altra banda, a diferència dels roures americans o d'altres espècies com el castanyer, els roures europeus (roure pèrol, roure de fulla gran i el reboll) presenten una configuració dels vasos de primavera que fa que la fusta sigui més permeable als líquids. Per això el serrat per a doga s'ha de fer en talls radials, el que s'anomena "fendre" en el cas dels roures europeus, el que redueix sensiblement el rendiment del serrat. En canvi, els roures americans o altres espècies com el castanyer o cirerer es poden serrar en tauló amb un rendiment molt major (veure apartat 4.6).



El denominat gra de la fusta en boteria és l'amplària de l'anell de creixement en mm. Com tots els anells no són iguals, es fa referència a l'amplària mitjana i a la regularitat de l'amplària dels anells de creixement. Una fusta és de "gra fi" quan la velocitat de creixement és lenta, l'amplària de l'anell és petita i hi ha major proporció de fusta de primavera. Es diferencien diferents classes de gra (Taula 1):

Taula 1. Classes de gra en funció de la grandària mitjana dels anells.

Tipus de gra	Grandària mitjana dels anells (mm)
Gra molt fi	<1
Gra fi	1-2
Gra mitjà	2-4
Gra gruixut	4-5
Gra molt gruixut	< 5

La porositat exerceix un paper primordial en el grau d'oxigenació del vi durant l'envelliment. Existeix una estreta relació entre la porositat i el gra de la fusta. La porositat de la fusta és tant més elevada com més fi sigui el gra. Amb freqüència s'afirma que els grans gruixuts són els més porosos i faciliten l'intercanvi entre el vi i l'atmosfera del celler. No obstant això i contràriament a aquesta idea tan difosa, són els grans més fins els que tenen una porositat més alta.

D'altra banda, el gra de la fusta es troba relacionat també amb l'aport de substàncies químiques que la fusta fa al vi. Independentment de l'espècie de roure de que es tracti, al augmentar la mida del gra s'incrementa l'aport d'extracte sec i de tanins el·làgics, mentre disminueix la concentració d'altres substàncies aromàtiques. Es considera que les fustes de gra fi són de major qualitat, en aportar una gran riquesa de compostos aromàtics sense incrementar la "robustesa" del vi.

Els roures europeus són més porosos que els americans. En tenir major porositat, dogues s'han d'obtenir mitjançant fendat, amb el que s'eviten possibles fuites del vi en mantenir-se les vetes naturals de la fusta. Per contra, del roure americà -menys porós- les dogues s'extreuen mitjançant el serrat de la fusta, la qual cosa permet obtenir el doble de barriques que mitjançant el tall fendat.

La permeabilitat de la fusta es troba directament relacionada amb la porositat. A major porositat, major permeabilitat.

La textura és la relació entre l'amplària de la fusta d'estiu i l'amplària total de l'anell. En el roure l'augment de l'amplària de l'anell és principalment a partir de fusta d'estiu, per la qual cosa la textura està en relació directa amb l'amplària de l'anell. Com que la fusta d'estiu té cèl·lules amb lúmens més estrets que la de primavera, la seva permeabilitat és menor i la seva resistència major. Per tant, com més gran és la textura menor és la permeabilitat i major la resistència, la qual cosa



té gran importància en boteria, que exigeix aquest tipus de fusta pel seu bon comportament mecànic i adequada permeabilitat.

El roure reboll es considera una espècie de gra fi o molt fi i elevada textura. *Quercus petraea* es considera de textura fina a molt fina i *Q. robur* de gra fi a gruixut, ambdós amb textura variable.

A més de l'espècie, l'origen i condicions ecològiques on ha vegetat l'arbre, i la silvicultura aplicada afecten a les característiques físiques de la fusta.

3.4.2. Característiques químiques de la fusta

Altres cop es diferencien, pel que fa a les característiques químiques de la fusta, els grups dels roures europeus i els dels roures americans. Per comparació amb els roures europeus, la fusta dels roures americans és més rica en components volàtils i derivats de la degradació de la lignina, però molt pobre en el·lagitanins.

Entre les diferents espècies de roures europeus, trobem també diferències, encara que menors que les detectades amb els americans i sotmeses a una alta variabilitat interindividual.

El reboll es considera d'unes característiques químiques similars al roure francès.

Igual que en el cas de les característiques físiques, l'origen i condicions ecològiques on ha vegetat l'arbre, i la silvicultura aplicada afecten a les característiques químiques de la fusta.

De qualsevol forma és important assenyalar, en parlar de la composició de la fusta de roure, que aquesta canvia significativament en el procés de fabricació de les bótes, atès que les fases d'assecat i torrat modificaran sensiblement les substàncies químiques presents en la fusta.

3.4.3. Procedència

Dintre d'una mateixa espècie botànica, les condicions edafoclimàtiques dels diferents orígens geogràfics també condicionen de forma decisiva les seves propietats físiques i químiques.

Pel que fa a les característiques físiques, és coneguda la variació en el gra en roure francès en funció del seu origen.

En el cas del reboll, i pel que fa a les característiques químiques, en un estudi realitzat sobre quatre boscos localitzats a Castella-Lleó, en les regions de Gata/Peña



de França, Guadarrama, serralada Cantàbrica i Sistema Ibèric, l'anàlisi de la seva composició química va permetre distingir els arbres segons la seva regió de procedència, especialment en el que es referia a alguns compostos volàtils, encara que de baixa incidència sensorial.

3.4.4. Tractaments silvícoles

Quant a la incidència dels tractaments silvícoles en les característiques de la fusta per a boteria existeixen pocs estudis; en roure francès (*Q. petraea*), s'ha vist que la silvicultura influeix les característiques físiques i també químiques de la fusta amb interès per l'enologia. D'altra banda, és ben conegut que els tractaments que provoquen canvis bruscs en la densitat de les poblacions (aclarides fortes) fan que es produeixi un ràpid creixement en diàmetre com reacció, amb el que els anells passen a estar molt separats, el que no és convenient.

Per altra banda, en un recent estudi s'ha vist que els arbres que procedeixen d'explotacions de bosc alt regular (*haute futaie*) posseeixen menys tanins que els que procedeixen d'explotacions de bosc de rebrot amb tanyes reservats (*taillis sous futaie*). En bosc de rebrot també s'obtenen exemplars de bona qualitat, encara que un xic menor i menys homogènia que en el cas del bosc de llavor. Solen ser arbres de menys alçària, amb troncs més curts i més gruixuts, i amb fusta més porosa.

3.5. ESTUDIS D'APTITUD ENOLÒGICA DE LA FUSTA DE *QUERCUS PYRENAICA*

Durant els darrers 15 s'hans, s'han realitzat nombrosos estudis per avaluar l'aptitud de la fusta de roure reboll en enologia. Les principals conclusions d'aquests estudis són:

- La fusta de roure reboll presenta una qualitat enològica molt similar a la d'altres fustes de roure habitualment emprades en la fabricació de bótes. Des del punt de vista físico-mecànic o químic o sensorial, la fusta de reboll és perfectament vàlida i idònia per a l'envelliment de vins de qualitat.
- Presenta unes característiques estructurals adequades pel que fa al gra, porositat i permeabilitat.
- Les característiques químiques són molt similars a les espècies de roures i procedències emprades tradicionalment en l'envelliment de vi.
- La cria amb bótes de roure reboll presenta una evolució similar al roure francès o americà pel que fa a les famílies fenòliques, els antocians, els flavanols i els flavonols.



- D'altra banda, els aports de components químics que realitza la fusta de roure reboill al vi s'assimilen al roure americà per a alguns compostos (p. ex. *cis*-whisky-lactona o maltol) i se situen a un nivell intermedi entre el roure americà i francès per a components com aldehids i cetones fenòliques.
- A l'anàlisi sensorial, el vi criat en botes de roure reboill no presenta diferències cromàtiques amb els criats amb roure americà o francès. A la fase olfactiva, el vi criat en bótes de reboill presenta notes de fusta més altes que els vins criats en roure americà o francès, amb majors aromes a torrat, cafè amb llet, espècies, clau, i en boca s'aprecia el taní dolç. Els vins envellits en roure reboill van ser preferits al panell de tast front als envellits en roure americà o francès.





4. TECNOLOGIA PER A L'ELABORACIÓ DE BÓTES DE ROURE REBOLL

4.1. TIPUS DE BÓTES

El tipus de bóta a elaborar condiona la dimensió de les dogues. Existeixen un gran nombre de tipus de bótes. Tradicionalment, a Catalunya es diferenciaven un gran nombre de tipus de bóta, entre les que destaquen:

- Barrils. Bótes d'entre 70 i 150 litres de capacitat, de secció diversa, proveïda generalment de sis cercols. S'arribaven a construir barrils petits fins i tot de 32 litres.
- Barriques. Bótes d'envelliment, d'entre 250 i 500 litres de capacitat, o una mica més. Acostumen a estar proveïdes de sis cercols.
- Bordeleses. Bótes ovalades de 200 a 300 (o fins i tot 400) litres de capacitat; especialment, de 225 litres.
- Bocoï. Tona (usualment de transport, però que també pot ser d'envelliment) d'una capacitat aproximada de 650 litres, de forma ovalada, proveïda de vuit cercols, que té el mateix diàmetre que una de normal però menys altura.
- Mig bocoï. Barrica de transport d'entre 400 i 500 litres de capacitat.
- Bóta portuguesa. Bóta ovalada de 500 litres de capacitat. S'exportaven a Portugal, d'aquí el nom que rebien. Eren les bótes més altes que es manufacturaven, fins i tot de més alçada que els bocoï de 600 litres i també amb més ventre (bombades). Podien portar, a més dels de ferro, alguns cercols de fusta.

La denominada "bóta bordelesa" és la més emprada en enologia comercial a dia d'avui. Presenta les següents característiques generals (Taula 2).

Altres tipus de bótes que es fabriquen a escala comercial són:

- Bóta borgonyona, similar a la bordelesa, però de 228 l de capacitat.
- Bótes de 300 a 400 l, generalment per a vins licorosos o espirituosos.
- Bótes per a vinificació en fusta, d'entre 220 i 400 l, amb obertura, permeten la fermentació en fusta de lots de petit volum.
- Bótes especials, més petites que la bordelesa, per a ús particular o venda al detall de vi. Moltes variants en formes i dimensions.



Taula 2. Principals característiques de la bóta bordelesa.

Paràmetre	Magnitud
Alçària (cm)	95
Amplària mínima exterior (tapes) (cm)	57
Amplària màxima exterior (ventre) (cm)	70
Capacitat (l)	225
Gruix de la doga (mm)	27-32
Amplària de la doga (cm)	7-8
Nº de dogues casc	28-30
Nº dogues fons	5-7
Nº de cèrcols	6-8
Pes total buida (kg)	55-60
Humitat de la fusta acabada de fabricar (%)	12-18

4.2. REQUISITS DE LA FUSTA (MATÈRIA PRIMERA)

La fusta destinada a dogues, en general i també per al cas del reboll, presenta uns requeriments força exigents: fusta sense nusos en la major part del roll, fibra sensiblement recta, alta proporció de durament, creixements mitjans o baixos. Tot i que el diàmetre requerit en punta prima és de 40 cm, el fet que es treballi en trosses curtes, de 1,15 a 1,25 cm, permet aprofitar algunes trosses basals.

Per al cas concret de *Q. pyrenaica* serien aprofitables, a nivell semi-artesanal, peces en roll de 30 cm de diàmetre en punta prima i llargada mínima de 1,15 m, sense defectes interns (podridures, nusos).

4.3. DIAGRAMA DE PROCÉS

El procés productiu de les bótes de roure s'il·lustra a la Figura 5.

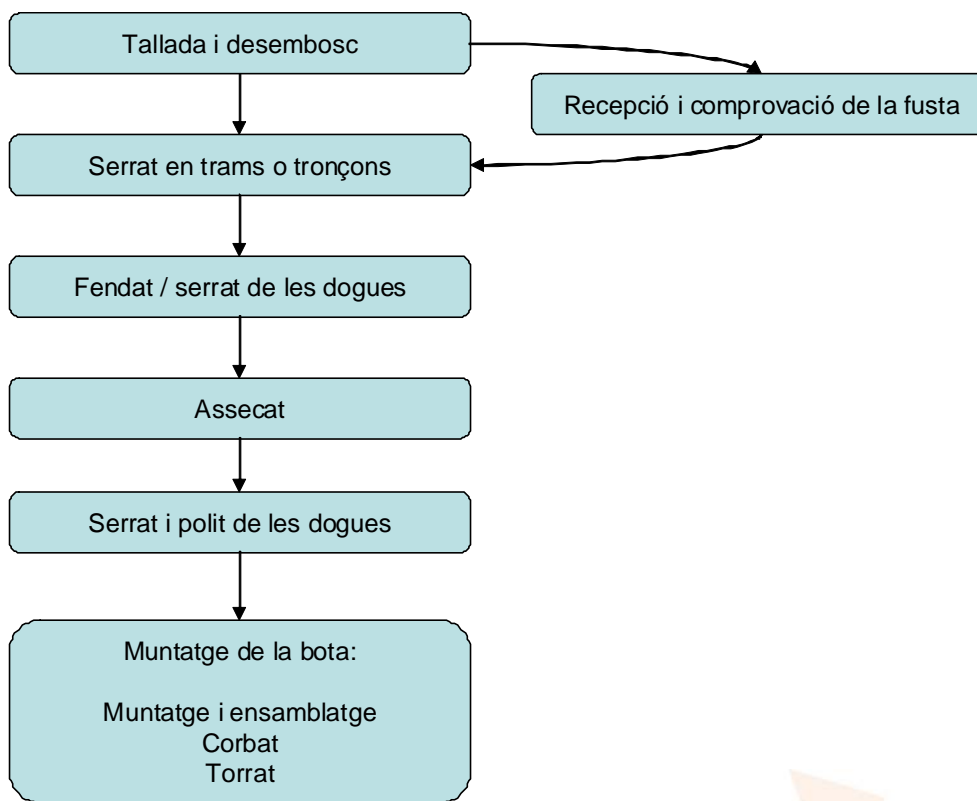


Figura 5. Diagrama de flux del procés de fabricació de dogues de roure per a boteria.

4.4. TALLADA I DESEMBOSC

4.4.1. Procés general

La tallada i desembosc es realitza de forma similar a la resta d'espècies forestals. Es talla a saba aturada, durant l'hivern.

Pel que fa al desembosc, és important no deixar massa temps la fusta a bosc o a carregador ja que poden proliferar fongs que confereixin a la fusta característiques indesitjades. Es recomana extreure la fusta del bosc el més ràpidament possible i deixar-la al pati de la serradora en condicions adequades, sobre un terra net i ben drenat, sense restes o terra, o aïllada de terra.

4.4.2. Especificitats en *Q. pyrenaica*

Com a requisits especials en *Q. pyrenaica* cal remarcar:



- Cal obtenir les peces el més llargues possible per poder realitzar un especejament òptim a la serradora, on sovint cal tallar una secció de tronc per extreure un nus o defecte, i posteriorment obtenir les peces de 1,05 m a 1,20 m. Si el tronc ve tallat curt de bosc (a 2,30, per exemple), sovint algun defecte impedirà obtenir dues trosses del mateix tronc.
- En qualsevol cas, si s'ha de transportar la fusta curta, és preferible tallar a 2,3 m, de forma que al treure les testes quedi suficient llargada per obtenir dues peces de 1,05 m.

4.5. SERRAT EN TRAMS O “TRONÇONS”

4.5.1. Procés general

La primera operació a la serradora és serrar els troncs en trams per obtenir trams curts de 1,05 a 1,20 m de llargada.

Aquestes peces, anomenades en francès “*tronçons*” i en castellà “*tarugos*” seran les que posteriorment es serraran per extreure'n les dogues. La llargada superior a 1 m obeeix a que cal deixar un petit fragment sobrant a cada punta de la doga per a que les possibles clivelles de secat i altres defectes puguin ser eliminats després de l'assecat i maduració de la doga, deixant la doga en els 95 cm de llargada final corresponent a una bóta bordelesa.

Al realitzar aquest serrat, cal tenir en compte que convé eliminar del tronc petites seccions amb defectes visibles com ara nusos morts amb podridures, ferides, abonyegaments, etc.

4.5.2. Especificitats en *Q. pyrenaica*

En el cas del roure reboll, segons l'origen i la silvicultura que s'hagi practicat, poden haver nombrosos punts defectuosos en un tronc que caldrà eliminar, per la qual cosa en rendiment dels troncs pot ser sensiblement més baix que en els altres roures comunament emprats.

4.6. FENDAT/SERRAT DE LES DOGUES

4.6.1. Procés general

En aquesta fase, s'extreuen les dogues de cadascun dels trams preparats a la fase anterior.



En el cas del roures europeus, les característiques anatòmiques de la fusta obliguen a realitzar l'extracció de les dogues en sentit radial (Figura 6). Així doncs, l'extracció de les dogues consta de dues fases:

- Divisió del tram en quarterons. Per als roures de gran diàmetre (cas de *Q. petraea* i *Q. robur*), amb fibres molt rectes la divisió dels trams en quarterons es realitza mitjançant la tècnica del fendatge, aplicant pressió amb una cunya de forma que el tronc s'obri longitudinalment en el sentit de la fibra (Figura 7).
- Serrat dels quarterons per extreure'n la doga. Posteriorment, de cadascun dels quarterons se serraran les dogues sempre en sentit de la fibra. En primer lloc, de cada quarteró es talla la part que es trobava situada més al centre del tronc i la part més exterior (escorça i fusta d'albeca). Amb la peça restant se serraran les dogues, tenint en compte extreure'n la major quantitat en cada quarteró (Figura 8).

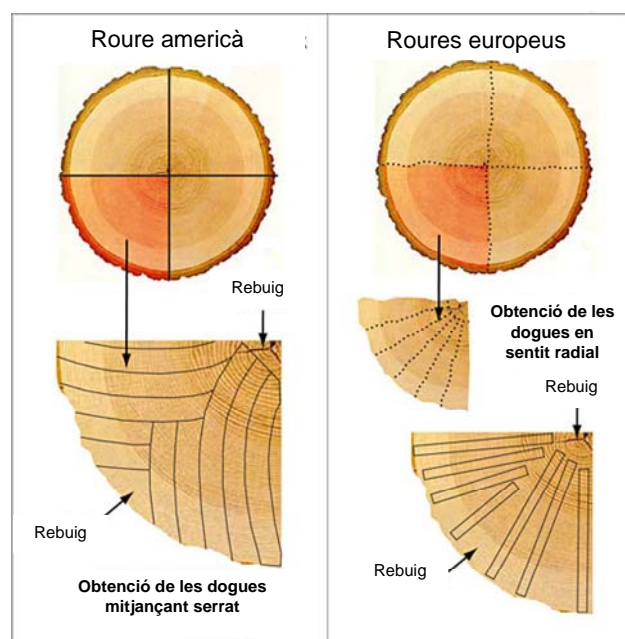


Figura 6. Serrat de les dogues en els roures americans (esquerra) i en els roures europeus (dreta).



Figura 7. Fendatge dels trams de troncs de roures europeus de grans dimensions, per obtenir els quarterons d'on se serraran es dogues.



Figura 8. Tronc de *Quercus petraea* de grans dimensions (diàmetre de 60 cm aproximadament) on es mostra l'especejament per extracció de les dogues. S'aprecien els 8 quarterons i, dins d'aquests, la disposició de les dogues serrades. Font de la imatge: revista Slowfood, nº 52.

El serrat de les dogues es realitza amb serres de cinta o de disc. El gruix de les dogues en el moment de serrar cal situar-lo al voltant dels 33 mm, de forma que després del secat i polit quedi entre els 27 i 32 mm requerits 30-32 mm. L'amplada de la doga se situarà entre els 5 i els 10-11 cm (Figura 9). Cal tenir en compte que a major gruix, major serà la resistència de la barrica i major dificultat hi haurà per a la difusió gasosa i les pèrdues per filtració.



Figura 9. Testa d'una doga a l'inici del període d'assecatge. Presenta una amplada entre 10 i 11 cm (tot i que pot ser menor, de fins a 6-7 cm) i un gruix d'uns 3,3 cm.

4.6.2. Especificitats en *Q. pyrenaica*

En el cas de roure reboll, el petit diàmetre amb que normalment es treballarà obligarà a realitzar la divisió dels trams en quarterons amb una serra, normalment de cinta.

Amb trams de petit diàmetre, igual o menor de 40 cm, no és recomanable obrir més de 4 quarterons, ja que el guany en dogues és escàs i a més es dificulta el serrat amb serra de cinta.

L'amplada de les dogues, en molts casos, quedarà condicionada pel petit diàmetre dels troncs.

4.7. ASSECAT

4.7.1. Procés general

Un cop les dogues han estat serrades, contenen encara un alt percentatge d'humitat. La fusta fresca no pot ser utilitzada en la fabricació de barriques, ja que conté entre un 35-60% d'aigua, i els seus compostos extractables són difícilment compatibles amb l'objectiu de millorar la qualitat dels vins, i per això és necessari sotmetre-la a un procés d'assecat.

L'assecat idoni és el que es realitza de manera natural col·locant les dogues en piles a la intempèrie. És el que s'anomena assecat natural "a l'aire". Les dogues s'apilen en direcció creuada (Figura 10), deixant suficient espai entre les dogues perquè circuli l'aire.



Amb aquesta disposició passen al pati d'assecatge, a l'aire lliure, on:

- ☑ Romandran entre 18 i 36 mesos, normalment 2-3 anys. Alguns estudis indiquen que, per a les condicions de la Península ibèrica, semblen adequats períodes menors, de 18 mesos o fins i tot més reduïts.
- ☑ Amb un programa de reg per aspersió (Figura 11), per facilitar la maduració correcta de la fusta i suavitzar les condicions meteorològiques de la zona. Quan el parc d'assecat de la fusta està situat en una zona amb humitat ambient excessivament baixa, aquesta pot compensar-se amb regs amb aigua neta, però mai han de fer-se aquests regs a l'excés. Habitualment, en el procés d'assecat de la boteria es realitza un reg diari al matí durant cinc dies a la setmana. Alguns estudis indiquen que també són adequades menors dotacions de reg o fins i tot no fer regs. S'ha comprovat que l'aportació diària d'aigua mitjançant reg provoca una disminució excessiva d'el·lagitanins, però també de tots els altres compostos presents en la fusta, i molt especialment dels de major incidència aromàtica.
- ☑ En qualsevol cas, a banda de la funció de lixiviat que proporcionen els regs, la humitat excessiva no és favorable.
- ☑ Eventuals sèmres microbianes.



Figura 10. Dogues apilades al parc d'assecatge. Diferent disposició de les dogues per afavorir-ne l'airejament.

L'assecat de les dogues és una etapa en què la humitat de la fusta ha de disminuir fins el 15% aproximadament. A més durant aquesta etapa, els raigs UVA del Sol i les pluges degradaran i arrastraran moltes substàncies i impureses que afecten negativament la qualitat del vi.

La pèrdua d'amargor i astringència podria estar directament lligada a la disminució del contingut dels polifenols hidrosolubles, com els el·lagitanins. Aquesta disminució d'el·lagitanins durant l'assecat està relacionada amb l'espècie botànica i l'origen



geogràfic de la fusta, ja que els seus caràcters físico-mecànics condicionen l'efectivitat dels mecanismes de degradació.

Així, en la fusta de *Q. robur*, *Q. petraea* i *Q. pyrenaica* d'origen espanyol, i en *Q. petraea* francès es produeix una disminució d'entre el 30-40% dels el·lagitanins al llarg dels 2-3 anys que dura l'assecat natural, en *Q. robur* francès la disminució és del 75%, i en la fusta de *Q. alba* americà la disminució és menor, entorn del 15%. És per això que en molts casos s'aconsella un període d'assecat major en el cas del roure americà.



Figura 11. Reg per aspersió en un parc de fusta durant la fase d'assecat i maduració.

Per a tractar d'escurçar el període d'assecat de la fusta s'ha intentat introduir processos d'assecat artificial, en els quals la fusta s'asseca en una estufa ventilada, amb condicions de temperatura i humitat controlades, o un procés d'assecat mixt, alternant l'assecat a l'aire lliure durant un període reduït, amb l'acabat en estufa. En aquest cas els components de la fusta evolucionen de forma diferent a l'assecat a l'aire lliure.



4.7.2. Especificitats en *Q. pyrenaica*

Durant l'assecat natural a l'aire lliure de la fusta de roure reboll, s'ha vist que l'evolució dels tanins i polifenols es produeix lentament i amb poca intensitat. Amb 24 mesos d'assecat, els nivells d'el·lagitanins són quelcom superiors a altres roures europeus (*Q. petraea* i *Q. robur*).

El procés d'evolució dels compostos volàtils durant l'assecat és similar al roure francès o americà. Durant aquest procés, es potencien les qualitats positives en la interacció amb el vi.

4.8. SERRAT I POLIT DE LES DOGUES

4.8.1. Procés general

Un cop les dogues han passat per la fase d'assecat, sobretot si s'ha fet a la intempèrie, poden presentar un enfosquiment de la superfície i també petites clivelles o contaminacions fúngiques més intenses als extrems (testes).

En aquesta fase, es procedeix a serrar les puntes de les dogues (normalment un fragment de 5 cm a cada punta, per a una bota bordelesa de 95 cm) i, opcionalment, polir-les mitjançant raspallat.

Aquestes operacions poden realitzar-se per part del fabricant de les dogues, abans de l'expedició, o pel mateix boter al moment de fabricar la bóta.

En aquesta fase, pot realitzar-se opcionalment un tractament de la part interior de la dogua que consisteix a crear petites incisions i acanaladures superficials (Figura 12), en la direcció de la fibra, que tindran com a objectiu facilitar l'evacuació dels gasos i del vapor d'aigua romanent a la fusta quan es realitza el torrat de la bóta (amb temperatures de 300-400 °C) i també l'escolament dels condensats líquids que es generen. Aquest tractament està sotmès a patent (EP 2 319 667 A1).

D'altra banda, s'han proposat barriques constituïdes per dogues ondulades: les ranures realitzades en la cara interna de les dogues permetrien augmentar les superfícies de contacte vi-fusta entre el 30 i el 75%, segons l'amplada de l'acanaladura. Els intercanvis fusta/va venir s'accelerarien, el que podria significar un menor temps d'envelliment per a adquirir el perfil aromàtic desitjat. D'altra banda, s'afavoreix la presència d'aromes més complexes ja que el buit de la ranura rep un torrat menys fort que la cresta. Finalment, el menor gruix de fusta de la part interior de l'acanaladura afavoreix la microoxigenació.

Com a inconvenients, aquesta tècnica pot aportar un excés de tanins i d'aromes de fusta i la neteja de la bóta també és més difícil.



Figura 12. Dogues de roure europeu amb ranures realitzades en la cara interna.

4.8.2. Especificitats en *Q. pyrenaica*

No s'han detectat especificitats per al cas del reboll.

4.9. MUNTATGE DE LA BÓTA

4.9.1. Procés general

a) Nombre i disposició les dogues

En primer lloc, l'artesà boter alinea les dogues necessàries per conformar la bota i treballa els costats (cantells) per tal que encaixin (procés anomenat "cimentar" o "fer el biaix"). El nombre de dogues necessàries depèn de l'amplada d'aquestes. Per a una bóta bordelesa amb dogues *standard*, són necessàries entre 28 i 30 dogues per fer el casc.

Amb els dos cercles superiors col·locats, es procedeix al torrat de les dogues al forn de torrat. Durant el torrat, aprofitant que la temperatura facilita el domat de la fusta, es realitza la formació final de la bóta. L'artesà boter col·loca els cercles centrals i inferiors.



Finalment, es col·loquen les dues tapes, amb la qual cosa la bota queda enllestida.

b) Torrat

Aquesta fase es realitza durant el muntatge de la bóta. El torrat facilita la formació de la barrica i el domat de les dogues que la constitueixen sense que es produeixin trencaments o fissures.

El torrat té una gran influència en la composició química final de la fusta, ja que durant el procés de torrat tenen lloc una varietat de reaccions d'hidrotermòlisi i piròlisi, que provoquen la degradació de la lignina, poliòsids, polifenols i lípids, donant lloc a l'aparició d'altres compostos.

Es realitza aplegant les dogues al voltant d'un "forn de torrat". Durant la primera etapa del procés s'ha d'aplicar conjuntament calor i humitat. Es realitza després un segon escalfament sense humitat, que arriba a cremar la fusta, per afavorir la degradació tèrmica de la capa superficial, que és la que després estarà en contacte amb el vi, i generar nous compostos aromàtics.

En general, es diferencien tres classes de torrat en funció de la durada i la temperatura màxima que s'assoleix: lleuger, mitjà i fort (Taula 3). Tot i això, cada boteria té el seu propi protocol de torrat i els criteris poden ser força diferents. Algunes boteries especifiquen altres nivells de torrat, intermedis entre els assenyalats, com pot ser mitjà +, mitjà -, i extrafort.

Taula 3. Tipus de torrat.

Tipus de torrat	Durada (minuts)	Temperatura màxima assolida (°C)
Lleuger	20	120-140
Mitjà	30	200-220
Fort	40	250-280

Quant a la font de calor per realitzar el torrat, habitualment són brasers en els quals cremen restes de fusta de roure provinents de la fabricació de les dogues, controlant-se la temperatura que aconseguix la fusta mitjançant làser.

Encara que sigui més difícil de controlar, el torrat amb brasero de roure permet un "cremat" homogeni del conjunt de la barrica. Alguns estudis mostren que aquest tipus de torrat revela amb més intensitat els components aromàtics (vainillina, eugenol, siringol, etc.) que altres tipus de torrat com el torrat elèctric, a gas o fins i tot per infrarojos.



Per aplicar humitat es pot fer mitjançant reg per aspersió, o submergint les dogues en un bany d'aigua abans del muntatge.

Per torrar els fons normalment s'usen resistències elèctriques, que tenen l'avantatge de poder regular amb facilitat la intensitat de la calor que es genera. Amb la finalitat d'automatitzar aquest procés, en els últims anys s'han desenvolupat sistemes de torrat mitjançant l'aplicació de rajos infrarojos, tant en posició vertical com a horitzontal, que generen la calor de forma més homogèniament repartit i amb una intensitat constant. A més de la font de calor, el boter pot controlar la circulació d'aire a l'interior de la barrica, que pot condicionar la velocitat d'increment de temperatura de les dolguis, els llindars de temperatura al fet que s'arriba, i la penetració de la calor a l'interior de la fusta.

Segons es permeti o no la circulació d'aire, es coneixen dos sistemes de torrat: el bordelès, sense circulació d'aire, vulgarment conegut com "amb tapa", i el sistema de la Borgonya, que manté oberta la barrica durant el torrat (Figura 13).

Un altre sistema que s'utilitza els darrers anys és el denominat "Torrat Rotatori Horitzontal", TRH®, que permet controlar amb gran exactitud el procés de torrat i permet obtenir una homogeneïtat molt alta dins una partida de bótes.

Un altre sistema que s'utilitza els darrers anys és el denominat "Torrat Rotatori Horitzontal", TRH®, que permet controlar amb gran exactitud el procés de torrat i permet obtenir una homogeneïtat molt alta dins una partida de bótes.



Figura 13. Imatges del procés de torrat. A l'esquerra, bóta amb el forn de torrat. Al mig, torrat amb tapa o "bordelès, a la dreta, " torrat amb bóta oberta o "de la Borgonya".

L'evolució dels compostos químics de la fusta durant el torrat depèn, a més de les condicions de temperatura, durada i humitat de la fusta, de l'espècie i la procedència. A més, la manera com s'hagin serrat les dogues (per fendat o per serrat) també condiciona aquesta termodegradació. Si les dogues s'han obtingut per



serrat, l'efectivitat del torrat és major que en les dogues que s'han obtingut per fendat.

4.9.2. Especificitats en *Q. pyrenaica*

a) Nombre i disposició de les dogues

Atès el petit diàmetre dels troncs, probablement les dogues resultants seran més estretes i el nombre de dogues per fer la bóta serà superior.

b) Torrat

La fusta de reboll presenta una alta sensibilitat al procés de torrat, de forma que a diferent intensitat de torrat, els resultats pel que fa a característiques enològiques són molt diferents.

En el cas del reboll, aquesta espècie es comporta diferent al *Quercus alba* (roure americà), al *Quercus robur* i al *Quercus petraea* francès per a alguns compostos, presentant característiques intermèdies pel que fa als compostos generats en el procés de torrat.

S'ha observat que els torrats intensos, de tipus mitjà-*plus* generen unes altes concentracions de compostos fenòlics de baix pes molecular i compostos volàtils, mentre es redueixen dràsticament els el·lagitanins. En aquest aspecte, es comporta de forma similar al roure americà.

D'altra banda, l'isòmer cis de la β -metil- γ -octolactona es destrueix ràpidament a intensitats de torrat baixes, el que resulta molt favorable amb vistes a evitar característiques organolèptiques indesitjables. En aquest sentit, es comportaria de forma similar als roures europeus.

Aquest projecte està subvencionat pel SOC i el Fons Social Europeu, d'acord amb el Programa d'ajuts a Projectes Innovadors i Experimentals, regulat per l'Ordre EMO/312/2012





5. LLISTAT DE FONTS I REFERÈNCIES

5.1. BIBLIOGRAFIA

5.1.1. Monografies generals sobre viticultura i enologia, ús de la fusta en enologia i tecnologia de la fusta

Cacho, J. 2009. El roble, la barrica y la crianza del vino tinto. Cuadernos de Aragón, nº 41. Institución “Fernando el Católico”. Diputación de Zaragoza. 68 pp.

Hidalgo, J. 2011. Tratado de Enología, 2ª edición. Mundi-Prensa.

Lacroix, J. P. 2006. Bois de tonnellerie - de la forêt à la vigne et au vin. Gerfaut.

Rull, X., 1999. Diccionari del vi: amb licors i altres begudes. Enciclopèdia Catalana.

Vivas, N. 2004. Manual de tonelería: destinado a usuarios de toneles. Mundi-Prensa.

Zamora, F. 2003 Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos. Mundi-Prensa.

5.1.2. Monografies específiques i tesis sobre l'ús de fusta de roure reboill en enologia

Cadahia, E.; Fernández de Simón, B.; 2004. Utilización del roble español en el envejecimiento de vinos. Comparación con roble francés y americano. Monografías INIA: serie forestal nº 10. Madrid.

Cadahia, E.; Fernández de Simón, B.; Poveda, P.; Sanz, M.; 2008. Utilización de *Quercus pyrenaica* Willd. de Castilla y León en el envejecimiento de vinos. Comparación con roble francés y americano. Monografías INIA: serie forestal nº 18. Madrid.

Martínez, J., Ojeda, S., Rubio, P. 2012. Aporte aromático del roble español *Quercus pyrenaica* durante la crianza en barrica de vinos de Tempranillo (CIDA-ICVV) Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario de La Rioja del Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja, CSIC). No publicado.

Ojeda S. 2012. Nuevos orígenes de la madera de roble para la crianza de vinos tintos de la D.O.Ca. Rioja. Tesis Doctoral. Universidad de La Rioja, 27 julio 2012.

Caporaso, N. 2011. Le problematiche relative all'uso dei trucioli di legno nei vini: identificazione di polifenoli non volatili in quercia tostata di diversa origine. Master's Degree in Science and Technology of Agricultural Production. Department of Food Science - University of Naples “Federico II”, Naples.



5.1.3. Articles i capítols de divulgació tècnica

Cadahía E., Fernández de Simón B., Broto M., Picardo A., 2009. *Quercus pyrenaica* Willd.: una nueva perspectiva de futuro. 5º Congreso Forestal Español. Ávila.

Broto, M., Del Álamo, M., Nevares, I., Lizarralde, I. 2009. El Rebollo en Enología: Estado del arte, resultados y oportunidades. Montes. 99: 27-31

Comes, G. 2008. Agustí Mercadé Rovira, l'últim d'una nissaga de boters de Baix a Mar. Recull de Treballs. 9: 25-32. Centre d'Estudis Sinibald de Mas

Del Alamo, M., Nevares, I., Gallego L., Cadahía E., Fernandez de Simón, B. 2009. Envejecimiento de vinos con productos alternativos de rebollo (*Q. pyrenaica* Willd.) Parametros basicos y color. XXX Jornadas de Viticultura y Enología Tierra de Barros 37-51.

Díaz del Río, M., Díaz Yubero, F. 2003. Características de la madera de roble para su uso en enología (I) características de la madera. La Semana vitivinícola, 2975: 2838-2840.

Díaz del Río, M., Díaz Yubero, F. Características de la madera de roble para su uso en enología (y II). Secado y tostado de la madera. La Semana vitivinícola, 2976: 2918-2924.

Díaz-Maroto, I. J., Algueira F., Mazaira, J. L., Vila, P., Vizoso, O. 2012. Estudio de la aptitud de la madera de diferentes especies autóctonas de roble (*Quercus robur* L., *Q. pyrenaica* Willd. y *Q. petraea* (Matts.) Liebl.) del noroeste de la Península Ibérica para la fabricación de barricas para la crianza de vinos. Spanish journal of rural development, 3 (1):55-76.

Echepare, E., Pérez, R., Bauza, J., Elejalde, E. 2006. Tostado rotativo horizontal. Nuevo sistema de tostado de barricas para crianza de vinos. Viticultura enología profesional, 103: 15-34

Esteruelas E., Sanz M., Muñoz A. M, Fernández de Simón B., Cadahía E. 2008. El grano y la calidad de la madera de roble destinada a la fabricación de barricas. Viticultura enología profesional 114: 16-23.

Esteruelas, E.; Fernández de Simón, B.; Muñoz, A. M.; Sanz, M.; Cadahía, E. 2009. Caracterización de diferentes maderas para uso en tonelería. Parte I, compuestos volátiles. Semana vitivinícola. (3254): 392-393, 2009.

Esteruelas E., Fernández de Simón B., Muñoz A. M., Sanz M., Cadahía E. 2009. Caracterización de diferentes maderas para uso en tonelería: parte 2, compuestos fenólicos y taninos. La Semana Vitivinícola, núm. 3265: 1126-1134.

Esteruelas, E., Muñoz, A. M.; Fernández de Simón, B., Cadahía, E., 2006. Sobre el curado de roble en tonelería. Parte 1. Evolución de elagitaninos y polifenoles de bajo



peso molecular en madera de robles americanos y europeos de distintas procedencias. *Viticultura enología profesional*, 104: 34-42

Esteruelas, E., Muñoz, A. M.; Fernández de Simón, B., Cadahía, E., 2006. Sobre el curado de roble en tonelería: Parte 2. Evolución de compuestos volátiles de robles americanos y europeos de distintas procedencias. Influencia en la respuesta frente al tostado. *Viticultura enología profesional*, 105: 31-38

Esteruelas, E., Muñoz, A. M.; Fernández de Simón, B., Cadahía, E., 2006. Sobre el curado de roble en tonelería. Parte 3. Consideraciones finales *Viticultura enología profesional*, 106: 27-36.

Esteruelas E., Muñoz A. M., Sanz M., Fernández de Simón B., Cadahía E. 2009. Reflexiones sobre la madera de roble destinada en tonelería a la fabricación de productos alternativos: Parte I: cepillado. *Enoviticultura*, 1: 25-32

Esteruelas E., Muñoz A. M., Sanz M., Fernández de Simón B., Cadahía E. 2010. Reflexiones sobre la madera de roble destinada en tonelería a la fabricación de productos alternativos. Parte II: defectos. *Enoviticultura*, 2: 21-25

Fernández de Simón, B., Cadahía, E. 2007. Tratamiento de la madera en origen. En: Fundación para la cultura del vino, 2007. Crianza en barricas y otras alternativas. pp. 7-24.

Fernández de Simón B. 2004. La madera en el envejecimiento de vinos. *Viticultura enología profesional* 92: 45-53.

López, A. 2010. Continúa adelante el proyecto Rebollo para enología. *La Semana vitivinícola*, 19-06-10, n: 3314

Del Álamo M., Nevares I., Lizarralde I., Broto M., Cadahía E., 2010. El uso enológico del roble español (*Quercus pyrenaica* Willd.). *La Semana vitivinícola*, 3333: 2614-2618.

Martínez J., Ojeda S., Rubio P. 2011. Aporte aromático del roble español *Quercus pyrenaica* durante la crianza en barrica de vinos de Tempranillo. XI Congreso Nacional de Investigación Enológica (GIENOL). Jerez de la Frontera (Cádiz). Actualizaciones en Investigación Vitivinícola, pp. 555-558.

Martínez J., Ojeda S., Rubio P., Cadahía E., Fernández de Simón B. 2009. Estudio de la potencialidad enológica del roble español *Q. pyrenaica* para la crianza de vinos de calidad. 24ª Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Madrid. Mayo. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, pp 231-240.

Martínez J., Ojeda S., Rubio P., Cadahía E., Fernández de Simón B. 2008. Estudio de la potencialidad enológica de nuevos orígenes de la madera de roble para la crianza de vinos de calidad. VI Foro Mundial del Vino. Logroño. Abril 2008.



Martínez J., Ojeda S., Rubio P., Cadahía E., Fernández de Simón B. 2009. Experiencias con roble español *Q. pyrenaica* (rebollo) en la crianza de vinos de Tempranillo. Cuaderno de Campo, nº 43: 35-39.

Martínez J., Ojeda S., Rubio P., Fernández de Simón B., Cadahía E. 2008. Crianza de vinos de calidad. Potencialidad enológica de nuevos orígenes de la madera de roble. La Semana vitivinícola, 3243: 3094-3100

SeVi. 2010. El uso enológico del roble español (*Quercus pyrenaica* Willd.). La Semana vitivinícola, 04-12-10 n: 3333

SeVi. 2010. Se augura un gran futuro para las barricas de madera de rebollo, 24-11 07, n: 3198

Vivanco, S.; Díaz, E. 2007, La tonelería y el vino. Revista Foresta, nº 35, Especial La Rioja, pp. 138-144

5.1.4. Articles SCI

Alanon E.; Soledad Perez-Coello, M.; Diaz-Maroto, I. J.; Martín-Alvarez P. J., Vila-Lameiro P., Díaz-Maroto M. C. 2011. Influence of geographical location, site and silvicultural parameters, on volatile composition of *Quercus pyrenaica* Willd. wood used in wine aging. Forest Ecology and Management 262 (2): 124-130

Alañón, M. E., Castro-Vázquez, L., Díaz-Maroto, M. C., Pérez-Coello, M. S. 2012. Aromatic potential of *Castanea sativa* Mill. compared to *Quercus* species to be used in cooperage. Food Chemistry 130: 875-881.

Cadahía E., Fernández de Simón B., Sanz M., Poveda P., Colio J. 2009. Volatile compounds in acacia, chestnut, cherry, ash, and oak woods, with a view to chemical and chromatic characteristics of Tempranillo, Cabernet Sauvignon and Merlot wines from DO Navarra aged in Spanish and French oak barrels. Food chemistry 115 (2): 639-649.

Cadahía E., Fernández de Simón B., Vallejo R., Sanz M., Broto M. 2007. Volatile compound evolution in Spanish oak wood (*Quercus petraea* and *Quercus pyrenaica*) during natural seasoning. American journal of enology and viticulture 58 (2): 163-172

Cadahía E., Varea S., Muñoz L., Fernández De Simón B., García-Vallejo M. C. 2001 Evolution of ellagitannins in Spanish, French and American oak woods during natural seasoning and toasting. J. Agric Food Chem. 49: 3677-3684

Caldeira I., Anjos O., Portal V., Belchior A.P., Canas S. Sensory and chemical modifications of wine brandy aged with chestnut and oak wood fragments in comparison to wooden barrels. Analytica Chimica Acta. 2010, 660: 43-52.



Del Álamo, M., Nevares I., Gallego L., Fernández de Simón B., Cadahía E. 2010. Micro-oxygenation strategy depends on origin and size of oak chips or staves during accelerated red wine aging. *Analytica Chimica Acta* 660, 92-101.

Fernández De Simón B, Esteruelas E, Muñoz Á. M., Cadahía E., Sanz M. 2009. Volatile compounds in acacia, chestnut, cherry, ash, and oak woods, with a view to their use in cooperage. *J Agric Food Chem.* 57: 3217-3227.

Fernández De Simón B., Cadahía E., Conde E., García-Vallejo M. C. Evolution of phenolic compounds of spanish oak wood during natural seasoning. First results. *J Agric Food Chem.* 1999, 47: 1687-1694.

Fernández De Simón B., Cadahía E., Del Álamo M., Nevares I. 2010. Effect of size, seasoning and toasting in the volatile compounds in toasted oak wood and in a red wine treated with them. *Analytica Chimica Acta.* 660: 211-220.

Fernández De Simón B., Cadahía E., Jalocha J. 2003. 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.

Fernández De Simón B., Cadahía E., Sanz M., Poveda P., Perez-Magariño S., Ortega-Heras, González C. 2008. Volatile compounds and sensorial characterization of wines from four Spanish denominations of origin, aged in Spanish Rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) oak wood barrels. *J Agric Food Chem.* 56: 9046-9055.

Fernández De Simón B., Muiño I., Cadahía E. 2010. Characterization of volatile constituents in comercial oak wood chips. *J Agric Food Chem.* 58: 9587-9596.

Fernández De Simón B., Sanz M., Cadahía E., Poveda P., Broto M. 2006 Chemical characterization of oak heartwood from Spanish forests of *Quercus pyrenaica* (Willd.). Ellagitannins, low molecular weight phenolic, and volatile compounds. *J Agric Food Chem.* 2006, 54: 8314-8321.

Gallego, L., Del Alamo M., Nevares I., Fernández J., de Simón B. F., Cadahía E. 2012. Phenolic compounds and sensorial characterization of wines aged with alternative to barrel products made of Spanish oak wood (*Quercus pyrenaica* Willd.). *Food Science and Technology International* 18: 151-165.

Gallego, L.; Del Alamo, M.; Nevares, I. 2012. Phenolic compounds and sensorial characterization of wines aged with alternative to barrel products made of Spanish oak wood (*Quercus pyrenaica* Willd.). *Food science and technology international.* 18 (2): 151-165.

Goncalves, F. J.; Jordao, A. M. 2009. Changes in antioxidant activity and the proanthocyanidin fraction of red wine aged in contact with Portuguese (*Quercus pyrenaica* Willd.) and american (*Quercus alba* L.) oak wood chips. *Italian Journal Of Food Science.* 21 (1): 51-64.



Guilley E., Hervé J.C., Huber F., Nepveu G., 1999 : Modelling variability of within-rings density components in *Quercus petraea* Liebl. with mixed-effects models and simulating the influence of contrasting silvicultures on wood density, Ann. Sci. For. 56, 449-458.

Guilley E., Hervé J.C., Nepveu G., 2002 : The influence of site quality, silviculture and region on wood density radial growth relationship in *Quercus petraea* Liebl., For. Ecol. Manage.

Guilley E., Nepveu G., 2002 : Interprétation anatomique des composantes d'un modèle mixte de densité du bois chez le Chêne sessile (*Quercus petraea* Liebl.): âge du cerne compté depuis la moelle, largeur de cerne, arbre, variabilité interannuelle, duraminisation, Ann. Sci. For.

Hernández T., Estrella I., Dueñas M., Fernández De Simón B., Cadahía E. 2007. Influence of wood origin in the polyphenolic composition of a Spanish red wine aging in bottle, after storage in barrels. Eur. Food Res. Technol. 224, 695-705.

Martínez J., Cadahía E., Fernández De Simón B., Ojeda S., Rubio P. 2008. Effect of seasoning method on the chemical composition of oak heartwood to cooperage. J Agric Food Chem. 56: 3089-3096.

Nepveu G., Guilley E., 1997 : Etude et modélisation de la qualité du bois de Chêne sessile (*Quercus petraea* Liebl.) selon la vitesse de croissance, Bulletin Technique de l'ONF 33, 83-91.

Nonier M.F., Pianet I., Laguerre M., Vivas N., Vivas De Gualjac N. 2007. Condensation products derived from flavan-3-ol oak wood aldehydes reaction. Structural investigation of Spanish, French and American oak wood. Eur Food Res Technol. 224: 695-705.

Rodríguez-Bencomo J.J., Ortega-Heras M., Pérez-Magariño S. González-Huerta C. 2009. Volatile compounds of red wine macerated with Spanish, American and French oak chips. J Agric Food Chem. 2009, 57: 6383-6391.

Rodríguez-Bencomo J.J., Ortega-Heras M., Pérez-Magariño S., González-Huerta C., González-San José M.L. 2008. Importance of chip selection and elaboration process on the aromatic composition of finished wines. J Agric Food Chem. 56: 5102-5111.

Snackers G., Nepveu G., Guilley E., Cantagrel R., 2000 : Variabilités géographique, sylvicole et individuelle de la teneur en extractibles de chênes sessiles français (*Quercus petraea* Liebl.) : polyphénols, octalactones et phénols volatils, Ann. Sci. For. 57, 251-260.



5.1.5. Presentacions

Estudio de la madera de roble español en relación a la crianza de vinos: comparación con el roble francés y americano. <http://www.slideshare.net/rvm1975/crianza-de-vinos-en-madera-de-roble-espaol>

