

**Influència de la criaça en botes d'acàcia i en dipòsits
ovoides de polietilè sobre la composició química i qualitat
sensorial del vi blanc de la varietat garnatxa blanca**

Aron Bentieb Mestre

Treball de fi de Grau en Enologia

Dirigit per:

Jordi Gombau Roigé

Tarragona, 18 de Juny de 2025



**UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI**

Índex

1. Resum.....	p.5
2. Introducció.....	p.6
2.1. Context històric sobre l'emmagatzematge i criaça dels vins.....	p.6
2.2. Criaça tradicional de vins blancs.....	p.7
2.3. Alternatives a la criaça tradicional en botes de roure.....	p.10
2.4. Botes d'acàcia.....	p.11
2.4.1. Botànica.....	p.11
2.4.2. Zona geogràfica.....	p.12
2.4.3. Usos més comuns de la fusta d'acàcia.....	p.13
2.4.4. Procés de producció de botes a partir de l'acàcia.....	p.14
2.4.5. Característiques fisicoquímiques d'interès enològic de les botes d'acàcia: permeabilitat a l'oxigen i contingut en polifenols i compostos volàtils.....	p.15
2.5. Dipòsits de polietilè en forma ovoide.....	p.17
2.5.1. Empresa i catàleg.....	p.18
2.5.2. Reaprofitament de productes i medi ambient.....	p.19
2.5.3. Influència dels dipòsits ovoides de polietilè sobre l'anàlisi fisicoquímica i sensorials dels vins blancs.....	p.19
3. Hipòtesi i objectius.....	p.23
4. Metodologia.....	p.24
4.1. Disseny experimental: vinificació i criaça dels vins.....	p.24
4.2. Condicionament, neteja i desinfecció de dipòsits utilitzats per a la criaça dels vins.....	p.26
4.3. Metodologia d'anàlisi.....	p.27

4.4. Anàlisi sensorial dels vins.....	p.28
4.5. Anàlisi estadística de les dades.....	p.28
5. Resultats i discussió.....	p.29
5.1. Anàlisis fisicoquímiques.....	p.29
5.2. Anàlisi sensorial dels vins.....	p.38
6. Conclusions.....	p.42
7. Annex.....	p.44
8. Bibliografia.....	p.45

Aquest treball experimental i de recerca es va realitzar en el marc de la verema 2024-2025. Vull expressar el meu sincer agraïment al meu tutor, orientador i coordinador, Jordi Gombau, per dipositar tanta confiança i paciència durant aquest procés d'aprenentatge.

També vull agrair a Celler Batea i tot el seu equip, fent una menció especial a Miguel Sancho i David Martín, per haver facilitat l'execució del disseny experimental i l'elaboració dels vins.

Estenc el meu agraïment a tots els doctorands, especialment a la Nàdia, per haver facilitat tant la feina als laboratoris de la universitat. També al professorat de la Universitat Rovira i Virgili, per transmetre els seus coneixements i fer possible el creixement personal i professional durant tots aquests anys.

I, per descomptat, agrair a la Sara pel seu suport incondicional des del primer moment.

1. Resum

Introducció: els processos d'evolució físics, químics i organolèptics dels vins estan estretament relacionats amb el recipient utilitzat per a la seva guarda. Durant la criança oxidativa, es pot veure afectada la composició del vi i modulades les característiques organolèptiques tals com l'aroma, la complexitat, la sensació tàctil, la persistència, l'estabilitat, etc. Aquesta evolució està marcada per les diferents característiques dels recipients utilitzats com són la porositat, la transferència de compostos a la matriu i la interacció dels components de la matriu segons les característiques del mateix dipòsit. Altres factors clau a l'hora d'influir sobre l'evolució del vi són el tipus d'elaboració com podria ser la guarda amb lies o sense lies, la utilització del *batonnage*, el nivell de transferència d'oxigen, el tipus de fusta, etc.

Objectius: en aquest treball s'avalua l'evolució física, química i organolèptica d'un vi blanc 100% garnatxa blanca sotmès a una criança de sis mesos, en botes d'acàcia de capacitat de 500 L i en dipòsits ovoides de polietilè amb capacitat de 1500 L.

Resultats: els resultats mostren similituds en l'evolució del color en totes les mostres, indicant una criança respectuosa amb el vi i sense sobreenvelliment. També es mostren similituds pel que fa a la composició química dels paràmetres generals. No obstant això, s'han trobat diferències en l'anàlisi sensorial; el vi envellit en bota d'acàcia es veu diferenciat per la influència dels aromes provinents de la fusta. Pel que fa a l'autòlisi dels llevats i les propietats que se li atribueixen, els vins envellits en dipòsits ovoides de polietilè i els vins envellits en bota d'acàcia mostren moltes similituds.

A més a més, respecte a la composició col·loidal (proteïnes i polisacàrids), no es van observar diferències entre els vins envellits. Aquest fet suggereix que l'autòlisi no es veu influenciada pel tipus de recipient en què es guarda el vi. Pel que fa a l'anàlisi sensorial, el vi envellit en bota es va diferenciar dels altres pels aromes de la fusta (terciaris).

Paraules clau: lies, *batonnage*, autòlisi, bota, acàcia, polietilè, polisacàrids, proteïnes, criança, llevat sec inactiu, taní enològic, alternatius a la criança tradicional, garnatxa blanca.

2. Introducció

2.1. Context històric sobre l'emmagatzematge i criança dels vins

Des de l'elaboració dels primers vins al voltant de l'any 6000 a.C. s'han utilitzat diferents tipologies de dipòsits de diferents materials per a dur a terme la guarda dels vins. Els primers indicis documentats fan referència als recipients de fang o ceràmica emprats al sud de Geòrgia. Posteriorment, les civilitzacions fenícia, grega i romana van estendre l'ús d'àmfores de fang per tota la conca mediterrània. No obstant això, no és fins a l'època dels gals que es té constància de l'ús de botes de roure pel transport de cervesa, gra i altres aliments com el vi (Zamora, 2021).

A l'antiguitat, els vins s'emmagatzemaven amb els recipients que es tenien disponibles i probablement sense considerar les repercussions que els mateixos dipòsits podien tenir sobre la qualitat química i sensorial dels vins. Actualment, però, es dissenyen i es fabriquen dipòsits tenint en compte la seva influència sobre la matriu del vi i en la seva evolució química i sensorial. Aquest avenç ha permès l'aparició d'un ampli ventall de referències de dipòsits de diferents mides, formes i materials, concebuts per contribuir a una òptima evolució del vi (Zamora, 2021).

En aquest context, els dipòsits de criança més utilitzats durant les últimes dècades i en l'actualitat són les botes de roure, essent les espècies *Quercus petraea* (roure francès) i *Quercus alba* (roure americà) les més comunament usades. No obstant això, en els darrers anys s'ha observat una clara tendència cap a l'exploració de materials alternatius al roure. Entre aquests dipòsits trobem la recuperació de recipients ancestrals com les àmfores de ceràmica, l'ús de dipòsits de formigó, fustes alternatives al roure (castanyer, acàcia, cirerer, etc.) o dipòsits fabricats amb materials sintètics com el polietilè.

En aquest treball s'estudia la influència de dipòsits alternatius a les botes de roure, com són les botes d'acàcia o els dipòsits de polietilè en forma ovoide, sobre la qualitat química i sensorial del vi.

2.2. Criança tradicional de vins blancs

La criança de vins blancs és un procés que permet l'evolució i maduració del vi durant o després de la fermentació alcohòlica. Aquest procés té com a objectiu millorar les característiques químiques i sensorials del producte final. Malgrat que la tendència en el mercat és consumir els vins blancs joves i sense passar per un procés de criança, existeixen varietats i estils de vins que es veuen potenciats durant el procés d'envelliment, obtenint un producte final de millor qualitat.

Pel que fa a la criança de vins blancs, es poden distingir principalment dues tipologies: la criança reductiva i la criança oxidativa.

Per una banda, la criança reductiva consisteix a envellir els vins blancs en dipòsits que impedeixen la transferència d'oxigen al vi des de l'exterior, per tant, el vi queda protegit de l'oxigen evitant-ne l'oxidació. Aquest tipus de criança es duu a terme en dipòsits d'acer inoxidable on es pot controlar en tot moment la temperatura i la transferència d'oxigen. Fins i tot en alguns casos es fa ús de gasos inerts com el diòxid de carboni o el nitrogen per protegir el vi de l'oxigen (Jackson, 2020).

En aquest tipus de criança amb tancs d'acer inoxidable, sense transferència d'oxigen, sovint es manté el vi amb contacte amb lies fines, siguin endògenes o exògenes, i s'utilitzen tècniques com el *batonnage*, que permeten la contínua resuspensió de les lies en el vi amb la finalitat de beneficiar-se de les propietats positives que proporciona al vi el contacte amb lies. Entre aquestes propietats trobem l'alliberament de precursors aromàtics gràcies a les activitats enzimàtiques presents a les lies i l'alliberació de macromolècules, com són les manoproteïnes que contribueixen a la qualitat sensorial del vi augmentant l'estructura, el volum en boca i l'untuositat dels vins. Com a aspecte positiu cal valorar que aquest tipus de criança conserva els aromes primaris i secundaris en comparació amb la criança en botes de roure, on la cessió de compostos volàtils de la fusta (aromes terciaris) emmascara la tipicitat varietal i els aromes fermentatius (Jackson, 2020). A més a més, cal mencionar que les lies consumeixen oxigen per tant ens protegeixen el vi blanc de l'oxidació.

Per altra banda, la criança oxidativa es realitza en dipòsits que permeten la transferència d'oxigen des de l'exterior fins al vi gràcies a la porositat del material en què estan construïts els dipòsits. La criança oxidativa més tradicional és la que utilitza botes de roure, principalment de roure francès (*Quercus petraea*) o de roure americà (*Quercus alba*). Les capacitats de les botes oscil·len entre

els 225 L i els 600 L tot i que també s'usen foudres de més capacitat. Tanmateix, el principal motiu per a la utilització de la fusta per realitzar la criança és la transferència de compostos de la fusta cap al vi, siguin tanins o compostos aromàtics, que durant el procés de criança modificaran les característiques organolèptiques i químiques del vi (Ribèreau-Gayon et al., 2006).

A diferència de la criança reductiva, la criança oxidativa, com el seu nom indica, proporciona petites quantitats d'oxigen al vi, aquest fet fa que el vi evolucioni de forma molt diferent de la que ho faria sense la participació de l'oxigen. Durant el procés, la transferència de petites quantitats d'oxigen permet l'estabilització de la matèria colorant i una reducció de l'astringència en el cas dels vins negres. No obstant això, en el cas del vi blanc pot produir l'oxidació del vi a causa del baix contingut en compostos fenòlics en comparació amb el vi negre. A més a més, l'ús de botes, i gràcies al contingut en compostos volàtils de la fusta de roure torrada, proporciona al vi diferents compostos volàtils la qual cosa dona lloc a notes aromàtiques de vainilla, coco, nou moscada, mel, etc. (Rossi et al., 2024).

Estratègies del moment d'introducció del vi a la bota

Pel que fa al moment d'introduir el vi blanc a les botes de roure existeixen diferents estratègies:

- Estratègia 1: realitzar la totalitat de la fermentació alcohòlica a la bota de roure.
- Estratègia 2: realitzar part de la fermentació en tanc d'acer inoxidable per posteriorment introduir el vi a la bota de roure després de la fase exponencial de la fermentació.
- Estratègia 3: introduir el vi a la bota en finalitzar la fermentació alcohòlica en tanc d'acer inoxidable.

La decisió del moment d'introduir el vi a la bota de roure (estratègies 1, 2 i 3) pot influir significativament sobre el perfil sensorial i l'estabilitat química del vi. En aquest sentit, l'estratègia 1 és una tipologia de criança que es realitza amb el total de les lies; a l'estratègia 2 el vi està a la bota de roure només amb contacte amb les lies fines i a l'estratègia 3 el vi es troba a la bota sense la presència de lies o molt poques lies.

Per acabar aquest apartat, es comparen les tres estratègies mencionades des d'un punt de vista de la qualitat química i sensorial del vi.

En l'estratègia 1, que es realitza la totalitat de la fermentació alcohòlica en bota, la quantitat de lies és molt elevada, inclús en alguns casos excessiva. Aquest tipus de criança amb lies totals pot aportar molts precursors aromàtics que poden ser molt positius pel vi. A més a més, la presència

de les lles totals produeix un augment de la complexitat, el volum i la sensació d'untuositat en boca gràcies a l'alliberació de polisacàrids i proteïnes al vi procedents de l'autòlisi dels llevats (Perez-Magarino et al., 2015). Amb la presència d'una quantitat elevada de lles també es protegeix el vi de l'oxidació amb major eficàcia pel fet que les lles són capaces de consumir oxigen. No obstant això, com a contrapartida tenim l'augment del risc de reducció del vi, la disminució de les aromes provinents de la fusta i el predomini d'aromes de pastisseria i llevat (Zamora, 2021).

En canvi, l'estratègia 3 que és totalment l'oposada, és a dir, realitzar la criança sense lles (el vi notablement clarificat) s'obtenen vins amb major impacte de la fusta i menor risc de reduccions però augmentant el risc d'oxidacions. També, es marca més l'impacte de la bota, s'obtenen vins amb menys untuositat i possiblement amb menys volum en boca a causa de l'absència de lles que puguin alliberar polisacàrids i altres compostos (Zamora, 2021). És per això que l'estratègia més equilibrada podria ser l'estratègia 2 buscant l'equilibri entre les dues estratègies mencionades anteriorment. Es podria dir que s'obtenen vins més equilibrats tant en boca com aromàticament en què el perfil varietal, aromes de fermentació i aromes de criança, conviuen en certa harmonia. També s'obtenen vins amb un equilibri d'oxidoreducció més estable possiblement més fàcils de treballar per l'enòleg (Zamora, 2021).

A continuació a la **Figura 1** es presenta un esquema del resum de les estratègies a seguir pel que fa al moment d'introduir el vi a la bota i els possibles efectes sobre el vi.

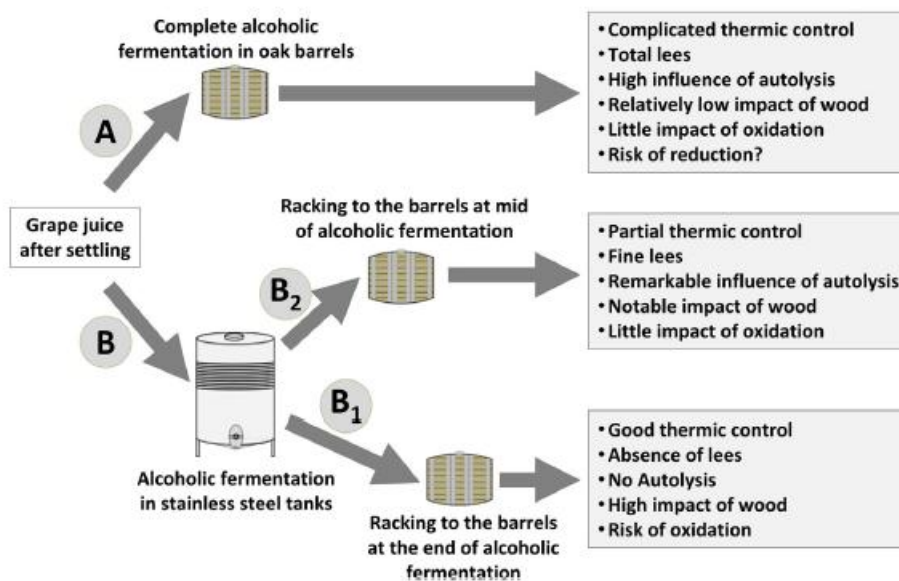


Figura 1: Resum d'estratègies a seguir pel que fa a l'elaboració de vins blancs en bota (Zamora,2021).

2.3. Alternatives a la criança tradicional en botes de roure

En l'actualitat, les noves tendències de consum, i la inquietud dels elaboradors per produir vins diferents i desmarcar-se de les vinificacions ancestrals, oferint productes innovadors, ha provocat l'aparició d'alternatives a la criança tradicional. És per aquest motiu que seguidament s'esmenten algunes de les tendències actuals per realitzar la criança.

Els dipòsits d'argila o ceràmica estan inspirats en les antigues àmfores, l'argila és un material microporós que afavoreix la transferència d'oxigen al vi, però sense la influència de la fusta del roure, a banda de l'oxigen, també transfereix certs minerals que proporcionen mineralitat al vi, un perfil suau i conserven la tipicitat varietal (Issa-Issa et al., 2021).

Els dipòsits en forma d'ou, normalment de formigó, però també disponibles en altres materials com el polietilè, ofereixen un moviment constant del vi que es troba a l'interior. Aquest fet permet la criança en lies del vi sense la intervenció mecànica conferint volum i untuositat sense l'aportació de notes de fusta. En el cas del formigó també és capaç de cedir cations metàl·lics al vi que modifiquen les característiques organolèptiques i químiques (Gil, et al. 2022). La cessió de cations metàl·lics pot produir un augment de pH al vi, la qual cosa pot repercutir negativament en la qualitat química, sensorial i l'estabilitat microbiològica del vi. Tot i no ser tan porós com la fusta, permet la microoxigenació controlada que afavoreix l'evolució dels vins. Com a fet positiu cal destacar la durabilitat i les seves altes capacitats com a aïllant tèrmic, depenent del gruix de les parets del dipòsit i mantenint temperatures constants durant la guarda (Miller et al., 2019).

L'aplicació de fusta fragmentada, en formats com dogues, encenalls o blocs tipus dòmino, constitueix una pràctica enològica força freqüent orientada a la reducció de costos associats a l'ús de botes, tant pel que fa a la inversió econòmica com a l'espai necessari per emmagatzemar les botes. No obstant això, aquests formats no permeten la transferència d'oxigen al vi, ja que aquestes alternatives s'utilitzen normalment en dipòsits d'acer inoxidable que no són porosos i, per tant, impedeixen l'entrada d'oxigen al vi, a diferència de la bota que sí que ho permet. Per tal de compensar aquesta manca d'intercanvi de gasos, en aquells casos en què sigui necessària l'oxigenació per afavorir els processos oxidatius, és necessari incorporar sistemes de microoxigenació externs (Ribèreau-Gayon et al., 2006).

A part de les alternatives mencionades, una de les tendències per la criança dels vins és la utilització de fustes alternatives al roure francès (*Quercus petraea*) i americà (*Quercus alba*) per a

la fabricació de botes. A continuació es mostra un recull de diferents tipus de fusta en què també es realitzen criances de vins (**Taula 1**).

Taula 1: recull de diferents fustes utilitzades en la cria de vins (De Simón et al., 2009; Ribèreau-Gayon et al., 2006; Jackson, 2020).

Espècie	Aportació tànica	Aromes principals	Transferència d'oxigen
Acàcia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	Baixa	Flors, mel i herbes seques	Mitjana
Castanyer (<i>Castanea sativa</i>)	Alta	Fruits secs, fusta i notes oxidades	Alta
Cirerer (<i>Prunus avium</i>)	Baixa	Fruits vermells i pruna	Baixa
Ginebrer (<i>Juniperus communis</i>)	Molt baixa	Pi, herbes i balsàmic	Molt baixa

2.4. Botes d'acàcia

2.4.1. Botànica

Aquest tipus de botes són produïdes a partir de la fusta provinent dels arbres del gènere *Acacia*. Hi ha diferents espècies segons la zona on es cultiven, les més utilitzades són la *Robinia pseudoacacia*, *Acacia dealbata* i *Acacia melanoxylon*.

La més utilitzada de les tres espècies esmentades anteriorment per la construcció de botes és la coneguda com a falsa acàcia (*Robinia pseudoacacia*). Aquesta espècie també és la que s'utilitza en l'experimentació d'aquest treball de final de grau. En aquest sentit, a continuació ens centrarem en aquesta espècie detallant més acuradament les seves característiques fisicoquímiques i quina influència té l'ús de botes d'aquesta espècie sobre les característiques químiques i sensorials dels vins.

La *Robinia pseudoacacia* és un arbre de la família de les Fabàcies, és a dir, de les lleguminoses. Cal comentar que, com la majoria de les lleguminoses, té gran poder fixador de nitrogen al sòl.

Així mateix, és un arbre de fulla caduca, arrel fasciculada i en condicions de molt d'espai creix amb el tronc tort (Maderas Aguirre, 2024).

En els cultius on es planten, amb marcs de plantació relativament estrets, s'aconsegueix un tronc llarg i recte on les branques es poden de forma autònoma al llarg del creixement de l'arbre. L'arbre pot arribar a créixer fins a uns 15 a 30 m d'alçada amb un diàmetre inferior d'un metre, té el tronc rugós, esquerdat i de color marró. Les fulles són pinnades, durant el dia turgents i durant la nit adopten postures caigudes (Maderas Aguirre, 2024).

Produeix unes inflorescències de 7 a 15 cm de llargada de color blanc que també són molt apreciades per les abelles, que produeixen mel d'acàcia durant la primavera. Les acàcies són molt preuades per la duresa de la seva fusta i la resistència a les inclemències del temps així com a la podridura. Aquest fet ha provocat que en les zones tradicionals de cultiu s'hagi utilitzat al llarg del temps per la construcció de cases, mobles, embarcacions tradicionals, etc. (Maderas Aguirre, 2024).

2.4.2 Zona geogràfica

És una espècie originària del sud-est dels Estats Units, específicament el seu origen es pot ubicar als estats de Kentucky, Virgínia, Tennessee i també als estats d'Oklahoma i Missouri (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.d.). No obstant això, és una espècie que s'adapta correctament al clima mediterrani, caracteritzat per unes precipitacions anuals d'entre 300 mm i 700 mm (Vieites-Blanco i González-Prieto, 2020).

És una espècie que s'adapta a diferents tipus de sòls, però prefereix els de textura arenosa, franca i llimosa, fèrtils i ben drenats. Així mateix, és una espècie caracteritzada per un creixement en altituds de fins a 1500 m sobre el nivell del mar. Es caracteritza per resistir molt bé les gelades i la sequera, sent necessària per a la lignificació dels seus fruits o llavors. Aquesta lignificació li permet conservar les llavors fins a la primavera següent, que germinaran i esdevindran nous arbres (Maderas Aguirre, 2024).

Actualment, els principals productors de *Robinia pseudoacacia* destinats a la producció de fusta es localitzen a països d'Europa central i oriental, en països com Hongria, Romania, Eslovàquia i Bulgària (Vítková et al., 2017). Hongria en particular és un dels principals productors amb plantacions extensives gestionades tant per a fusta per a fabricar estructures com per a usos enològics (Keserű, 2016).

A Europa aquesta espècie es va introduir al segle XVII, plantada pel jardiner d'Enric IV a París mitjançant les llavors que produeix l'arbre, semblant a les faves. També es pot propagar per rizomes o esqueixos (Infojardín, s.d.).

Tot i els seus usos forestals i enològics, cal destacar que en alguns països, la *Robinia pseudoacacia*, és considerada com a espècie invasora a causa del seu comportament competitiu i colonitzador d'ecosistemes naturals (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.d.).

A continuació es mostra la distribució mundial de *Robinia pseudoacacia* (**Figura 2**).

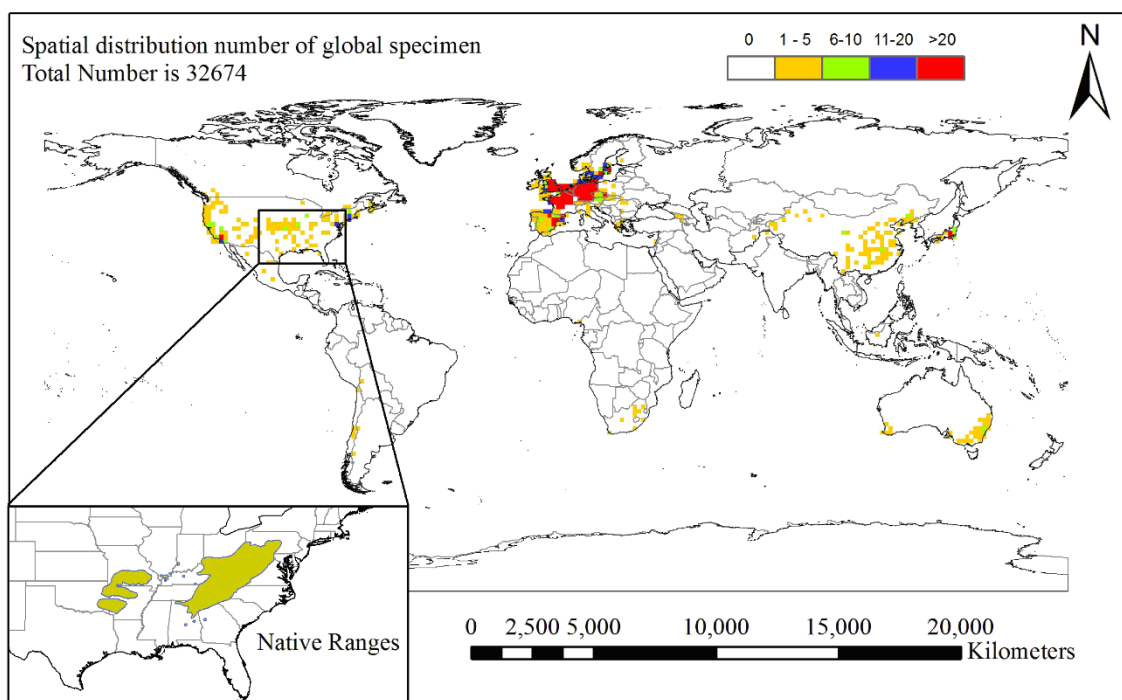


Figura 2: representació de la localització d'exemplars de *Robinia pseudoacacia* (Li et al., 2014).

2.4.3 Usos més comuns de la fusta d'acàcia

La construcció de botes d'aquesta espècie forma part d'una de les tendències actuals en el món de l'enologia i està prenent molta força tot i ser una gran desconeguda.

En l'actualitat, la *Robinia pseudoacacia* és un arbre que s'utilitza en diferents àmbits, com ara la decoració, la silvicultura per producció de fusta, la producció de biomassa per a combustible, la mel, la recuperació de sòls degradats o el farratge.

Tanmateix, en l'enologia existeix una clara tendència actual a l'ús de botes de fustes diferents de les espècies de roure més comunament usades (*Quercus alba* i *Quercus petraea*) per a la criança dels vins. En aquest sentit, l'ús de botes d'acàcia en enologia per a la criança dels vins està prenent

molta força tot i ser una fusta desconeguda en l'àmbit enològic. De fet, existeixen molt pocs estudis a la bibliografia en comparació a les botes de roure, tradicionalment utilitzades en aquest sector.

En la recerca constant i la innovació, l'ús de fustes alternatives, ha despertat força interès. En aquest context, la fusta d'acàcia s'ha consolidat com una de les opcions per a elaborar vins blancs i rosats encara que també s'utilitzi en vins negres.

A diferència del roure francès, l'acàcia aporta menor càrrega aromàtica. Aquest fet permet respectar el perfil varietal dels vins. Els vins envellits en botes d'acàcia es caracteritzen per notes florals, especiades, herbàcies sense emmascarar les característiques varietals (Fernández De Simón et al., 2014).

A més a més, diferents estudis assenyalen que l'acàcia contribueix a l'augment del volum en boca i l'augment de l'untuositat sense incorporar tanins agressius contribuint a produir vins molt més amables en boca (Delia et al., 2017).

Finalment, amb un context de pujada de preus de matèries primeres i uns marges de benefici cada vegada més limitats, les botes d'acàcia s'han convertit en una alternativa molt més econòmica per a envellir els vins en bota.

2.4.4 Procés de producció de botes a partir de l'acàcia

El procés de producció de les botes d'acàcia comparteix certes similituds amb l'elaboració de botes de roure americà. Tal com es descriu a la bibliografia, és una espècie amb una gran quantitat de tíl·lides, és a dir, amb una tilidosis elevada, característica anatòmica que també té l'espècie de roure de *Quercus alba*. El fet que la *Robinia pseudoacacia* presenti una alta quantitat de tíl·lides, li confereix característiques molt bones per a ser destinada a la fabricació de mobles, puntals i altres estructures (Schmitt i Liese, 1994; Fernández De Simón et al., 2014). Així mateix, aquesta característica anatòmica descrita és positiva perquè la fusta provinent d'aquesta espècie sigui destinada per a la fabricació de botes, ja que permet obtenir les dogues que formaran la futura bota, mitjançant el procés d'asserrat com en el cas de les botes de roure de l'espècie *Quercus alba* (Schmitt i Liese, 1994).

El fet de poder obtenir les dogues mitjançant el procés d'asserrat dona lloc a un major aprofitament de la fusta del tronc de partida, que s'utilitza per a la construcció de les botes. En aquest sentit, cal remarcar que les dogues per a la construcció de botes de l'espècie de roure de *Quercus petraeae* (roure francès) són obtingudes mitjançant la tècnica de l'asclat, ja que és una espècie amb baixa

tilidosis (Kim et al., 2024). El fet de contenir poques tíl·lides determina que les botes d'aquesta espècie hagin de ser obtingudes per asclat per minimitzar el risc de fugues de fluids en la futura bota.

2.4.5 Característiques fisicoquímiques d'interès enològic de les botes d'acàcia: contingut en polifenols, transferència d'oxigen i compostos volàtils

Contingut en polifenols i transferència d'oxigen

La fusta d'acàcia, com la majoria d'espècies del regne vegetal, es caracteritza per la presència de diferents famílies de compostos fenòlics o polifenols. Entre aquests trobem els tanins condensats, els àcids fenols i altres tipus de flavonoides com la catequina i l'epicatequina. Tanmateix, cal tenir en compte que a diferència del roure, l'acàcia posseeix quantitats molt petites de tanins hidrolitzables (Zhang et al., 2015; Sanz et al., 2012).

També trobem a l'acàcia compostos fenòlics com la robinetina, la fustina, la butina i un trihidroximetoxidihidroflavonol (flavonols). A més també es troben compostos com el 2,4-dihidroxibenzaldehid (derivat de benzaldehid), un trihidroximetoxidihidroflavonol (flavonoide) i l'àcid 2,4-dihidroxibenzoic (àcid fenòlic) que són marcadors químics de l'envelliment amb botes d'acàcia i, per tant, podríem considerar que només es troben a les fustes d'acàcia (Sanz et al., 2012).

Igual que en la del roure (*Quercus spp.*), la concentració d'aquests compostos fenòlics en la fusta d'acàcia pot variar segons la zona geogràfica, l'edat de l'arbre, la climatologia i el grau de torrat de la bota (Feng et al., 2024).

Alguns estudis demostren que aquests compostos fenòlics es transfereixen al vi. Tanmateix, la cinètica d'extracció i les quantitats alliberades als vins són diferents de les del roure. Per exemple, algunes fonts contrasten que les botes d'acàcia tendeixen a alliberar menys tanins el·làgics en comparació amb el roure fet que donarà com a resultat vins amb menys astringència (Delia et al., 2017; Sanz et al., 2012). Cal destacar també que, tot i que no es troba tanta concentració de tanins hidrolitzables, sí que es troba l'àcid gàl·lic i, en major proporció, l'el·làgic en vins envellits amb acàcia (Sanz et al., 2012).

Referent a la porositat, s'ha descrit a la bibliografia que l'acàcia té una menor porositat comparada amb el roure fet que podria influir en una taxa de transmissió d'oxigen (OTR) més baixa, afectant directament a l'evolució dels compostos fenòlics. Respecte a la influència de les botes d'acàcia

sobre la composició fenòlica ja existent als vins, s'ha descrit que en comparació amb l'envelliment de vins amb roure francès no s'aprecien diferències significatives, la qual cosa suggereix que la transferència d'oxigen i, per tant, les propietats físicomecàniques de les botes d'acàcia són molt semblants a les del roure francès (Sanz et al., 2012). Malgrat això, en alguns estudis es descriu l'afavoriment de les botes d'acàcia en la cinètica d'acetificació dels vinagres provocada per l'elevada transferència d'oxigen, fet a tenir en compte a l'hora de triar tipus de fustes per envellir els nostres vins (Torija et al., 2009).

En aquest sentit, existeixen molt pocs estudis a la bibliografia on es determini la taxa de transferència d'oxigen de les botes d'acàcia. No obstant això, sí que existeixen estudis on s'avalua la taxa de transferència d'oxigen de botes de les espècies més comunament usades en enologia (roure francès-*Quercus petraea* i roure americà-*Quercus alba*) (Del Alamo-Sanza et al., 2017). Tanmateix, es descriu a la bibliografia que la taxa de transferència de l'oxigen d'aquestes espècies més comunament usades en enologia depèn de la mida del gra de la fusta, de l'espècie botànica i de molts altres factors anatòmics del roure, fet que fa que trobem molta variabilitat en aquest paràmetre tant important pel que fa a referència a l'evolució química i sensorial del vi (Gil et al., 2022; Del Alamo-Sanza et al., 2017). Amb tot l'exposat, sembla que també existeix una alta variabilitat en la taxa de transferència d'oxigen entre botes d'acàcia.

Compostos volàtils (aromes)

De la mateixa manera que les botes de roure, comunament usades en enologia, les botes d'acàcia (*Robinia pseudoacacia*) també cedeixen al vi diferents famílies de compostos volàtils aromàtics que influeixen sobre la composició química i les característiques sensorials dels vins. Malgrat això, en comparació amb les espècies de roure usades en enologia, l'acàcia i específicament l'espècie *Robinia pseudoacacia*, conté certes diferències amb el roure des d'un punt de vista d'aquests compostos volàtils. A continuació, es comparen els principals grups d'aromes que podem trobar tant en vins envellits amb botes de roure com en botes d'acàcia.

El primer grup són els furans produïts en les reaccions de Maillard durant el torrat de les dogues en el procés de producció de botes. Segons Fernández de Simón, aquesta família de compostos volàtils, que tenen com a descriptor aromàtic el pa torrat i el fum entre d'altres, es troben amb menor concentració en els vins envellits en botes d'acàcia que en vins envellits en roure francès (Fernández De Simón et al., 2014).

En el mateix estudi descriuen que els vins envellits en acàcia tenen una concentració molt més baixa de lactones, però especialment manquen de lactona cis i trans, les més aromàtiques que són inexistents en comparació amb els vins envellits en roure francès (Fernández De Simón et al., 2014).

Els fenols volàtils es mostren amb major concentració en les botes d'acàcia. Aquests podrien provenir de la degradació de la lignina, que com s'ha vist, les botes d'acàcia tenen alta capacitat de cedir aquest compost al vi i que són precursor d'aldehids fenols, però amb l'escalfor del torrat de la fusta es poden degradar a fenols volàtils (Fernández De Simón et al., 2014).

Els aldehids fenols mostren concentracions més elevades a les botes d'acàcia que al roure francès, amb un gran increment del 2,4-dihidroxibenzaldehid que només es troba present als vins envellits amb acàcia, i per tant, podríem arribar a utilitzar-lo com a marcador d'envelliment amb acàcia (Fernández De Simón et al., 2014).

Finalment, cal destacar també la presència del 2-acetiltiazol i el 2-acetil-3-metilpirazina de la família de les pirazines que tenen com a descriptor aromàtic el pa torrat i les crispetes. Aquests compostos es troben principalment en vins envellits amb bota d'acàcia i, que per tant, poden ser utilitzats com a marcadors químics de vins envellits amb botes d'acàcia (Culleré et al., 2013).

2.5 Dipòsits de polietilè en forma ovoide

Tot i que en l'enologia moderna s'han utilitzat dipòsits sintètics ja sigui per la guarda, la fermentació o el transport de vi, en l'actualitat la producció de dipòsits *Ovoid* com a marca registrada ha provocat un gran impacte en l'enologia. L'empresa *Wine and Tools* busca produir aquests tipus de dipòsits de forma sostenible per minimitzar la petjada de carboni que comporta produir botes de roure per elaborar la mateixa quantitat de vi.

En els últims anys, la tendència creixent a utilitzar materials diferents de la fusta per envellir vins, sigui per reduir l'impacte ambiental o per marcar diferències a la criança tradicional, és un fet.

Pel que fa als materials sintètics, els dipòsits de polietilè, especialment els que tenen forma ovoide, s'han fet populars per la seva capacitat de simular les condicions de l'envelliment en bota de fusta amb el punt a favor d'evitar la tala d'arbres. Tot i que, com a reflexió, caldria valorar què és més beneficiós per al medi ambient, si l'ús de fusta juntament amb una gestió correcta dels boscos o l'ús de materials provinents del petroli (com el polietilè). Sigui quina sigui la conclusió, els dipòsits en forma d'ou de polietilè són una realitat per a molts dels elaboradors de vins.

Els avantatges d'aquests dipòsits són múltiples i és que els dipòsits en forma ovoide de polietilè poden ser dissenyats per controlar la permeabilitat a l'oxigen i la transferència de compostos volàtils, imitant alguns dels efectes sensorials dels vins envellits en fusta sense els desavantatges de la variabilitat de les botes de roure o qualsevol altra fusta. Aquests materials sintètics també ofereixen major control sobre el procés de cria, sobre la neteja, la desinfecció i sobre el maneig de l'estructura (Wine & Tools, s.d.).

2.5.1 Empresa i catàleg

L'empresa *Wine and Tools* té com a precedent l'empresa americana *Flextank* que es dedica a la construcció de tota mena de dipòsits sintètics per a l'emmagatzematge i transport de líquids.

Wine and Tools disposa d'una àmplia gamma de solucions enològiques per a la vinificació. Un dels models de dipòsit del qual disposen són els dipòsits *Ovoïd* i és aquest amb el que es realitza la cria en aquest treball.

Ovoïd

Són dipòsits de diferents capacitats d'entre 1125 L i 1450 L en forma ovoide i el seu punt fort són els moviments convectius que es generen a causa de la seva forma i el gradient de temperatura de 3 °C que hi ha entre la part inferior i superior. Aquest fet permet que el vi estigui en continu moviment i provoca que les lles fines es mantinguin en suspensió al vi durant més temps que en un dipòsit convencional.

A la seva pàgina web ho defineixen de la següent manera:

“Las dimensiones del depósito OVOÏD® son óptimas para permitir un brassage natural de las lías a partir del momento en que se produce un gradiente de temperatura de 3°C». Además, un estudio realizado por la Universidad de Reims Champagne-Ardenne en 2019 (1) ha demostrado que las lías finas tienen velocidades de sedimentación inferiores a las velocidades de convección calculadas por Celsius en nuestros depósitos. Las corrientes de convección que se oponen a la sedimentación de las lías finas les permiten mantenerse en suspensión, lo que favorece el contacto con el oxígeno brindado por las paredes.”(Wine and tools, 2022).

Pel que fa a la transferència d'oxigen al vi, en aquest model de dipòsit, existeixen dues opcions: 12 mg/L i any i 17 mg/L i any. La opció utilitzada en aquest treball és la de 17 mg/L i any.

A la **Figura 3** es mostra el disseny del tipus de dipòsit emprat per fer la criança del vi envellit en dipòsit de polietilè en forma ovoide.



Figura 3: mostra de dipòsit Ovoïd (imatge pròpia).

2.5.2.Reaprofitament de productes i medi ambient

L'empresa declara que estan compromesos en la utilització de biopolímers a part del polietilè, i que utilitza almenys un 20 % del polietilè reciclat. D'altra banda, al final de la seva vida útil, el material és reciclat al 100 % per a la producció de mobles o producció del suport dels mateixos dipòsits. *Wine and Tools* també declara que fent servir els dipòsits ovoides més la utilització de dogues, s'estalvia deu vegades la quantitat de roure feta servir en una criança convencional. També s'utilitzen 5.000 L d'aigua menys que per produir la mateixa quantitat de vi en botes, gràcies a la seva facilitat de neteja, i amb un estalvi de 600 kW/h per escalfar l'aigua de 15 °C a 60 °C per netejar les botes (*Wine & Tools*, s.d.).

2.5.3. Influència dels dipòsits ovoides de polietilè sobre l'anàlisi fisicoquímica i sensorial dels vins blancs

Tot i que els dipòsits en forma ovoide siguin un atractiu pel celler, gràcies a les seves formes del tot curioses i diferents dels dipòsits i de les botes convencionals d'ús habitual, són nombrosos estudis els que recolzen la teoria de la utilització de dipòsits ovoides per millorar la qualitat del vi.

El primer tret característic d'aquest tipus de recipients, són els corrents convectius que es generen de forma espontània. Aquests corrents afavoreixen el moviment constant del vi distribuint l'oxigen per tot el dipòsit i com a conseqüència igualant així els potencials redox en totes les parts del dipòsit. A part, també s'ha demostrat en diferents estudis que les lies fines tenen capacitat de

consumir oxigen i, per tant, els moviments convectius ajudaran a equilibrar el potencial redox en tot el contingut del dipòsit (Ghidossi i Meunier, 2020).

A continuació es mostra una representació gràfica dels moviments habituals del vi a l'interior del dipòsit (**Figura 4**), així com l'entrada de l'oxigen afavorida per la combinació dels moviments convectius del vi i la porositat del material (**Figura 5**) (Guillaument i Caltagirone, 2017).

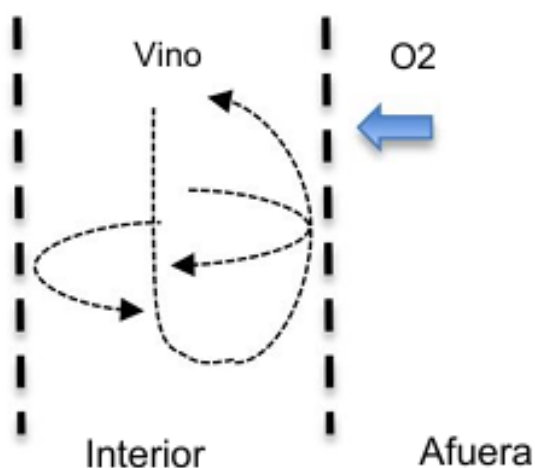


Figura 4: moviments convectius de vi i pas d'oxigen (Guillaument i Caltagirone, 2017).

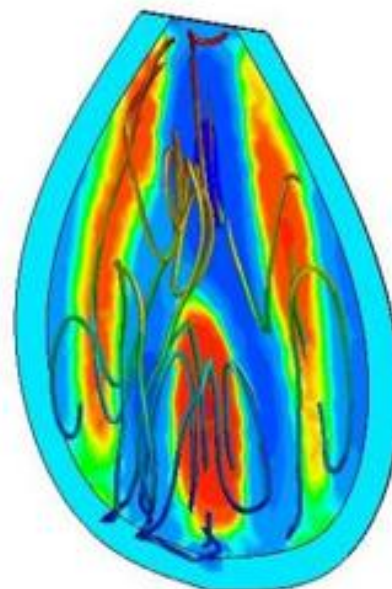


Figura 5: moviments convectius del vi al dipòsit ovoide (vermell ascendents i blaus descendents) (Guillaument i Caltagirone, 2017).

L'increment de l'alliberació de polisacàrids per part de les lies, també es veu afavorida pels moviments convectius propis del dipòsit de forma ovoide. Aquests corrents naturals afavoreixen la recirculació de lies fines com a font llevats inactius on l'autòlisi es veu afavorida, i com a conseqüència s'alliberen diferents compostos al vi (Guillaument i Caltagirone, 2017). Aquest procés contribueix a modificar i enriquir les característiques organolèptiques del producte final (Zamora, 2021).

A continuació, la **Figura 6** mostra com el dipòsit de forma ovoide de polietilè (OVO PE) presenta una major concentració de polisacàrids dissolts al vi, que el dipòsit cilíndric d'acer inoxidable (CYL INOX) (Gil, et al 2022).

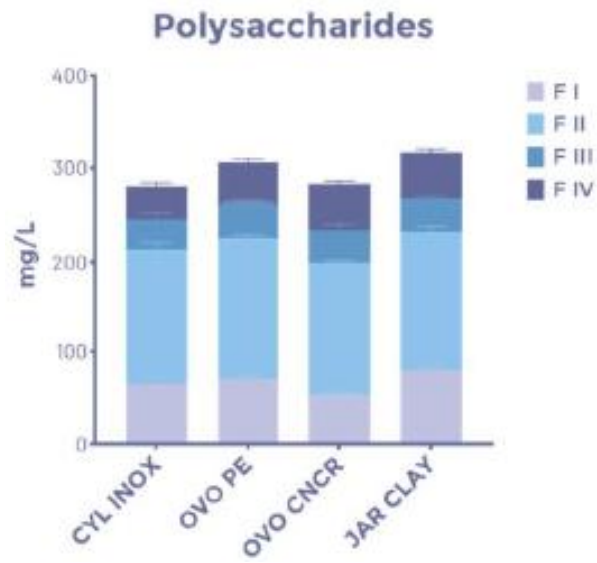


Figura 6: evolució de la concentració de polisacàrids segons el dipòsit en que s'emmagatzema el vi (Gil, et al 2022).

L'autòlisi de llevats induïx l'alliberació de manoproteïnes, les quals exerceixen un impacte significatiu en la qualitat del vi. A més de la millora organolèptica, s'han documentat altres efectes positius. Entre aquests destaca la capacitat d'inhibició de la precipitació tartàrica, que es tradueix en una menor disminució de l'acidesa total (Palomero et al., 2011). A més a més, les activitats enzimàtiques derivades de l'autòlisi del mateix llevat, contribueixen al consum d'oxigen dissolt en el vi. Així mateix, també incrementa l'alliberació de precursors aromàtics i la persistència en boca. Paral·lelament a l'alliberament de manoproteïnes, l'autòlisi comporta la lisi cel·lular i la consegüent alliberació d'una gran variabilitat de molècules intracel·lulars del llevat, les quals contribueixen a la modificació del perfil aromàtic i de sabor del vi (Palomero et al., 2011).

A continuació a la **Figura 7** es recullen els components alliberats durant l'autòlisi.

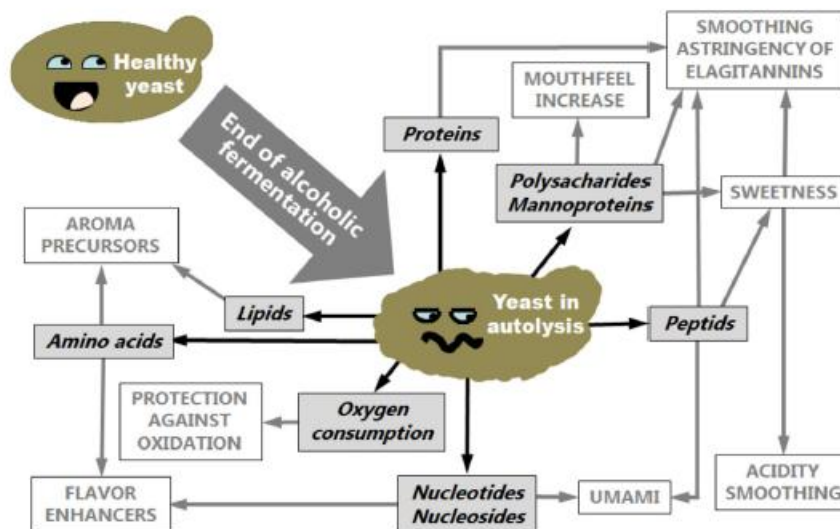


Figura 7: components del llevat alliberats durant l'autòlisi (Zamora, 2021).

Pel que fa als paràmetres generals com el grau alcohòlic el pH i l'acidesa, no es veuen afectats significativament en comparació amb els vins que s'elaboren amb acer inoxidable (Gil et al. 2022). Aquest fet caldria tenir-lo en compte a l'hora d'escollir dipòsits de polietilè o de formigó, ja que aquest últim, a causa de les seves característiques fisicoquímiques, pot produir un augment de pH. Aquest augment de pH pot produir que la proporció de SO₂ molecular disminueixi perdent eficiència com a agent antimicrobià. A més a més, amb un augment de pH, existeix un major risc d'alteració microbiològica independentment de la dosi de SO₂ (Weibel, 2023).

3. Hipòtesi i objectius

Amb tot l'exposat anteriorment, les hipòtesis que es plantegen són les següents:

- La criaça de vi blanc en dipòsit en forma ovoide de polietilè i en bota d'acàcia, té un efecte sobre les característiques fisicoquímiques del vi.
- La criaça de vi blanc en dipòsit en forma ovoide de polietilè i en bota d'acàcia, té un efecte sobre les característiques sensorials del vi, millorant la seva qualitat i les característiques organolèptiques.

Amb la hipòtesi postulada, es defineixen els següents objectius:

- Estudiar l'evolució fisicoquímica dels vins envellits en bota d'acàcia i en dipòsits en forma ovoide de polietilè.
- Estudiar l'evolució de les característiques sensorials dels vins envellits en bota d'acàcia i en dipòsits en forma ovoide de polietilè.
- Comparar la composició química i les característiques sensorials dels vins envellits en bota d'acàcia i en dipòsits en forma ovoide de polietilè.

4. Metodologia

4.1 Disseny experimental: vinificació i criaça dels vins

El vi amb què s'ha fet el treball, és un vi blanc monovarietal de garnatxa blanca elaborat al Celler Batea, situat a la població de Batea a la comarca de la Terra Alta. El vi ha estat elaborat seguint les noves tendències enològiques: verema a màquina, desrapat, trepitjat i, posteriorment, un premsat suau fins al 60 % de rendiment de most. Després del premsat, s'ha dut a terme un desfangat del most per flotació i s'ha iniciat la fermentació mitjançant la inoculació de llevat sec actiu (Fermivin, IT61, *Saccharomyces cerevisiae* var. *cerevisiae* de Vason Ibérica S.L.). La totalitat del procés de fermentació s'ha dut a terme en un tanc d'acer inoxidable de 44.000 L.

La fermentació alcohòlica va tenir una durada de catorze dies a una temperatura entre 15 °C i 16,5 °C. La fermentació alcohòlica (FAL) es va monitorar amb mesures de densitat temperatura diàriament. En finalitzar la FAL es va deixar el vi 3 dies en repòs per realitzar una clarificació natural de forma que les lies o part de les lies es dipositessin al fons del dipòsit. Posteriorment el vi clarificat es va trasbalsar als dipòsits de criaça. D'una banda es van utilitzar botes d'acàcia de capacitat de 500 L i per l'altra banda es van usar dipòsits de polietilè de forma ovoide amb una capacitat de 1450 L. Per tant, el vi va ser introduït sense lies o amb molt poques lies als dipòsits de criaça (botes d'acàcia i dipòsits ovoides de polietilè). Abans d'introduir el vi als dipòsits de criaça es van agafar mostres per a la seva anàlisi fisicoquímica i sensorial. En aquest sentit, es van agafar tres mostres d'un mateix tanc per poder fer l'anàlisi estadística de replicats analítics. A causa de la complicació de tenir replicats experimentals del vi inicial (una sola vinificació), aquest grup experimental anomenat control (C) va ser analitzat per poder estudiar l'evolució del vi durant el procés de criaça en els diferents dipòsits estudiats.

Un cop repartit el vi en els dipòsits de criaça (bota d'acàcia o dipòsits de polietilè) es va afegir 20 g/hL de llevat sec inactiu (Pure-Lees™ Longevity, Lallemand) i 1 g/hL de taní enològic d'origen vegetal de te verd (Green RH, Wine improve) tant al vi introduït a les botes d'acàcia com als dipòsits de polietilè. En aquest sentit, pel fet d'introduir el vi als dipòsits de criaça (botes o dipòsits de polietilè) sense gairebé lies, es va decidir afegir taní enològic i llevat sec inactiu per poder contrarestar els inconvenients d'introduir un vi blanc sense lies per a realitzar la criaça (risc d'oxidació, no alliberació de manoproteïnes, etc.). La mostra inicial amb l'addició de taní enològic i llevat sec inactiu (abans del procés de criaça) (Codi C+) va ser guardada per a dur a terme la

seva anàlisi fisicoquímica. Per tant, la diferència entre el grup C i C+ és la presència o absència de taní enològic i de llevat sec inactiu.

El procés de criança en les botes d'acàcia i en els dipòsits de polietilè es va realitzar per triplicat i aquest procés va tenir una durada de sis mesos. Les mostres de vi van ser recollides un cop finalitzats els sis mesos del procés de criança. En acabar la criança, les mostres de les botes d'acàcia (codi B) i les mostres dels dipòsits de polietilè (O) van ser guardades per a dur a terme la seva anàlisi fisicoquímica i sensorial. En aquest cas, a diferència dels grups C i C+, dels quals només es va disposar de triplicats analítics, de les mostres envellides en bota o dipòsit de polietilè se'n disposava de triplicats experimentals.

A la **Figura 8** es mostra un esquema del disseny experimental detallat anteriorment.

Disseny experimental

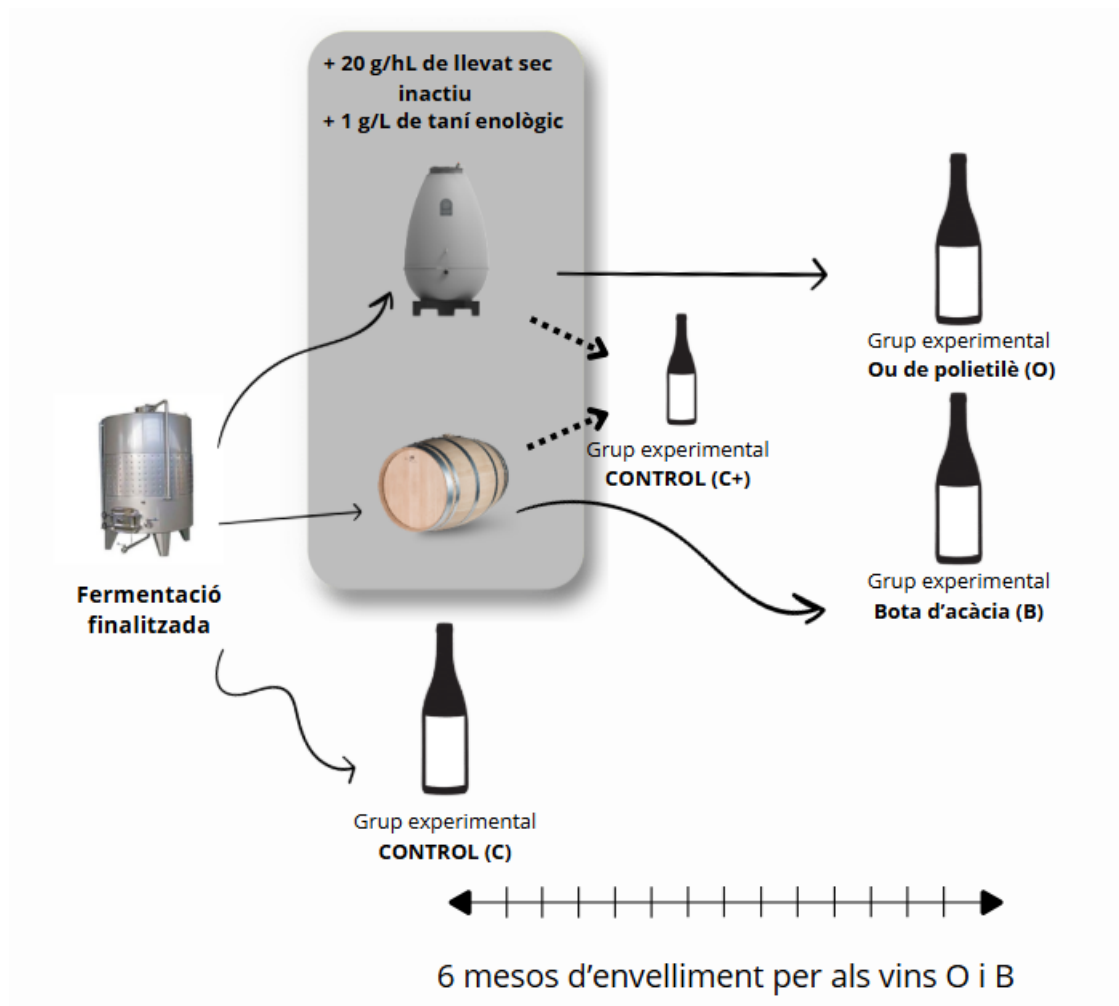


Figura 8: Representació del disseny experimental.

4.2 Condicionament, neteja i desinfecció de dipòsits utilitzats per a la cria dels vins

El dipòsit d'acer inoxidable i el dipòsit sintètic de forma ovoide s'han netejat i desinfectat amb NaOH i H₂O₂ d'ús enològic.

Les botes d'acàcia s'han netejat amb una hidronetejadora a pressió durant 2,5 minuts amb aigua calenta a 60 °C, posteriorment s'ha aplicat durant 1,5 minuts vapor d'aigua a 190 °C i s'ha tornat a netejar amb la hidronetejadora a pressió durant 2,5 minuts. Per últim, s'han tractat totes les botes amb ozó durant 15 minuts aproximadament.

Abans d'omplir s'ha realitzat un escombrat amb CO₂ per garantir l'eliminació total de l'O₃ i inertitzar el recipient.

A continuació, en les **Imatges 9, 10 i 11** es mostra el procés de neteja i disminució de la càrrega microbiana de les botes.



Imatge 9: tractament de botes amb vapor d'aigua (imatge pròpia).

Imatge 10: hidronetejadora de botes en funcionament (imatge pròpia).

Imatge 11: tractament amb ozó de les botes d'acàcia (imatge pròpia).

4.3. Metodologia d'anàlisi

Paràmetres del color

Les coordenades CIE L*a*b* es van determinar seguint el mètode descrit per (Ayala et al., 1997) utilitzant un espectrofotòmetre Agilent Cary 60 UV-Vis (Agilent Technologies). Les dades es van processar amb el programari MSCV® (MSCV, 2012). La diferència de color en l'espai CIEL*a*b* (ΔE_{ab}^*) es va mesurar segons (Just-Borràs et al., 2024).

Proteïnes

Les proteïnes es van processar i quantificar mitjançant HPLC, seguint la metodologia descrita per (Pons-Mercadé et al., 2022).

Polisacàrids

Els polisacàrids es van extreure de la matriu seguint la metodologia descrita per (Ayestarán et al., 2004). Finalment es va injectar la mostra al cromatògraf seguint la metodologia descrita per (Martí-Raga et al., 2016).

Polifenols i tanins.

L'índex de polifenols totals es va determinar segons el mètode oficial establert per l'Organització Internacional de la Vinya i el Vi (OIV, 2023).

La concentració de tanins es va determinar mitjançant el mètode per precipitació amb metil cel·lulosa segons la metodologia descrita per (Sarneckis et al., 2006).

Paràmetres generals

Els paràmetres generals com el grau alcohòlic, l'acidesa total, la concentració d'àcid màlic, la concentració d'àcid acètic i la concentració de glucosa+fructosa, es van determinar amb espectroscòpia d'infraroig (NIR) mitjançant l'equip OenoFoss™ (FOSS Analytical, Dinamarca)

El pH es va mesurar amb el pH-metre HANNA digital (Hanna Instruments, Itàlia).

El SO₂ Lliure i SO₂ total es van analitzar amb el dispositiu ENO 20 de l'empresa de Tecnologia de difusió ibèrica S.L. (TDI).

4.4. Anàlisi sensorial dels vins

L'anàlisi sensorial dels diferents grups experimentals va ser realitzat per un panell de tast format per 12 tastadors. Els tastadors eren 10 homes i 2 dones amb edats compreses entre 23 i 60 anys. El tast es va realitzar amb copes oficials ISO, 1997. El volum servit va ser de 50 mL i la temperatura de servei de 12 °C.

Per una banda, es va realitzar un tast descriptiu dels diferents grups experimentals. Per cada grup experimental els tastadors havien d'avaluar la intensitat de 19 atributs sensorials en una escala d'entre 0 (menor intensitat) i 5 (major intensitat). A més a més, els tastadors havien de puntuar una valoració global dels vins entre 0 (menor valoració) i 5 (major valoració). Les mostres es van servir de forma aleatòria per evitar que l'ordre de tast influís en l'anàlisi sensorial.

També es va realitzar un tast triangular amb 3 sèries enfrontant les mostres C, O i B entre elles. L'ordre de les copes va ser aleatori i les copes utilitzades per l'anàlisi triangular van ser copes oficials ISO tenyides de negre per eliminar el possible biaix del color dels vins. Per avaluar els resultats es va utilitzar una prova binomial ($p=1/3$).

Els resultats es van processar mitjançant el programari PanelCheck V1.4.2 (Nofima Mat, Technical University of Denmark & University of Copenhagen)

4.5. Anàlisi estadística de les dades

L'anàlisi estadística de les dades s'ha realitzat mitjançant un test ANOVA d'un factor aplicant la prova Tukey HSB per tal de determinar les diferències entre grups experimentals. El programari utilitzat ha estat Excel.

5. Resultats i discussió

5.1. Anàlisis fisicoquímiques

La **Taula 2** mostra els paràmetres generals o estàndards dels diferents vins.

Taula 2: resultats analítics dels paràmetres generals dels vins.

Paràmetres analítics	C	C+	O	B
%Alc.(vol/vol)	13,34 ± 0,00 A	13,35 ± 0,01 A	13,49 ± 0,01 B	13,49 ± 0,02 B
Acidesa total (g/L)	5,5 ± 0,1 AB	5,5 ± 0,1 AB	5,3 ± 0,1 A	5,6 ± 0,2 B
pH	3,16 ± 0,02 A	3,13 ± 0,02 A	3,15 ± 0,01 A	3,13 ± 0,03 A
Àcid Acètic (g/L)	0,35 ± 0,02 A	0,33 ± 0,02 A	0,34 ± 0,02 A	0,49 ± 0,08 B
SO ₂ Lliure (mg/L)	29 ± 1 A	27 ± 2 A	26 ± 1 A	25 ± 1 A
SO ₂ Total (mg/L)	63 ± 1 AB	61 ± 5 A	68 ± 1 B	81 ± 1 C
D-Glucosa + D-Fructosa (g/L)	1,48 ± 0,02 A	1,46 ± 0,01 A	0,69 ± 0,01 B	0,24 ± 0,06 C
Àcid L-Màlic (g/L)	1,06 ± 0,03 A	1,05 ± 0,02 A	1,08 ± 0,02 A	1,08 ± 0,05 A

Control sense taní enològic ni llevat sec inactiu (C); control amb taní enològic i llevat sec inactiu (C+); vi envellit amb dipòsit de polietilè en forma ovoide (O); vi envellit en bota d'acàcia (B). Els resultats estan expressats amb la mitjana ± desviació estàndard. Les lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives entre grups experimentals ($p \leq 0,05$).

Els vins C i C+, que corresponen al vi abans del procés de criança, no van presentar diferències estadísticament significatives entre ells pel que fa al grau alcohòlic. Com era d'esperar, l'addició de llevat sec inactiu i de taní enològic no ha donat lloc a cap canvi en aquest paràmetre. No obstant això, sí que existeixen diferències significatives en el grau alcohòlic entre els grups C/C+ i els grups O/B. Aquest fet s'explica perquè, en el moment en què es va iniciar la criança del vi, es va considerar que la fermentació havia finalitzat tot i tenir el vi inicial (C i C+) amb una concentració de 1,48 g/L de glucosa i fructosa. En aquest sentit, tal com es mostra a la **Taula 2**, la concentració de glucosa i de fructosa va ser menor significativament en els vins després del procés de criança. Per tant, aquest lleuger augment del grau alcohòlic es pot atribuir al fet que els llevats han consumit el sucre residual que es trobava en el vi inicial. A més a més, el sucre residual va ser menor al vi envellit en bota d'acàcia en comparació al que ha fet la criança en dipòsit de polietilè. Aquest fet, com comentarem posteriorment, podria associar-se al consum de glucosa i fructosa pels bacteris làctics (picat làctic) (Ribèreau-Gayon et al., 2006).

L'acidesa total tampoc va presentar diferències significatives entre els vins C i C+, fet previsible, ja que els productes addicionats no alteren la composició d'àcids del vi. En canvi, en els vins envellits amb dipòsits de polietilè s'observa una lleugera disminució en aquest paràmetre tot i no mostrar diferències significatives en comparació als dos controls (C i C+). Aquest fet es podria

atribuir a una possible contribució de l'àcid carbònic al realitzar les analítiques de les mostres C i C+ tot i que es van desgasificar prèviament. Aquest tipus d'àcid provinent de la fermentació gràcies a la producció de CO₂ pels llevats, podria alterar el resultat final. Cal considerar que l'àcid carbònic contribueix en l'augment de l'acidesa total i especialment en les mostres C i C+ en què s'analitzen els vins en finalitzar la fermentació alcohòlica i la saturació de CO₂ en el vi és un fet. Finalment, el vi envellit en bota d'acàcia (B) va presentar una acidesa total en tartàric (ATT) lleugerament més alta i estadísticament significativa respecte a la mostra O. La possible causa d'una major acidesa total a la mostra B podria ser deguda a una concentració d'àcid acètic estadísticament més alta respecte als altres grups experimentals, tal com es pot observar a la **Taula 2**.

En aquest sentit, la cria en bota d'acàcia va augmentar de forma significativa l'acidesa volàtil (àcid acètic) la qual podria ser deguda a una alteració microbiològica provocada per bacteris làctics o per bacteris acètics durant el procés de cria en bota (Ribèreau-Gayon et al., 2006). En aquest sentit, aquest augment de la concentració de l'àcid acètic podria ser atribuït al consum de glucosa o fructosa per part de bacteris làctics, ja que com hem comentat anteriorment la concentració de glucosa i fructosa al vi envellit en bota d'acàcia va ser estadísticament menor que a les altres mostres. No obstant això, també cal considerar que les botes d'acàcia utilitzades en aquest treball eren de segon ús i, per tant, podrien estar contaminades per algun microorganisme no desitjat. Aquest fet també està descrit a la bibliografia que la cria amb botes de fusta (sigui roure, acàcia o altres tipus de fustes) pot produir un augment de l'acidesa volàtil (Ribèreau-Gayon et al., 2006).

Com és d'esperar, el pH no presenta diferències significatives entre C i C+ ja que els tractaments aplicats (suplementació amb taní enològic i llevat sec inactiu) no afecten aquest paràmetre. El pH del vi no es va veure modificat pel fet de realitzar la cria dels vins en botes d'acàcia o dipòsits de polietilè, per tant, no es van observar diferències significatives en aquest paràmetre respecte als controls.

Cal destacar que l'ús de dipòsits polietilè per a la cria dels vins no augmenta el pH, la qual cosa és avantatjosa respecte a altres tipus de dipòsits com els de formigó o argila. En aquest sentit, el formigó o l'argila a causa de la seva composició química poden transferir al vi cations metàl·lics, tals com el calci, ferro, entre d'altres, que poden produir un augment del pH del vi (Gil, et al. 2022).

En aquest tipus d'elaboració s'ha intentat mantenir el vi durant els sis mesos de cria a concentracions de 25 mg/L de SO₂ lliure. Per fer-ho possible es va addicionar regularment SO₂

durant tot el procés de criaça. Per aquest motiu no es poden extreure conclusions sobre les concentracions de SO₂ lliure obtingudes al final del procés de criaça.

No obstant això, sí que es poden extreure conclusions sobre l'acumulació de SO₂ en el vi al final del procés de criaça, és a dir, de la concentració de SO₂ total. Aquest paràmetre ens dona una idea d'en quin dipòsit es necessita més quantitat de SO₂ per tal d'augmentar la concentració de SO₂ lliure i, per tant, de quins dipòsits contribueixen a la combinació del SO₂ (requerint dosis més elevades de SO₂). Com a conseqüència (de requerir dosis més elevades), s'acumula més quantitat de SO₂ total al llarg de la criaça. Com era previsible els vins després de la criaça han obtingut concentracions més elevades de SO₂ total. Els vins envellits en botes d'acàcia han assolit les concentracions més altes. Aquest fet ens dona una idea de la transferència d'oxigen que s'aconsegueix en la bota d'acàcia, més elevada que en el dipòsit de polietilè fet que fa que augmenti la concentració d'etanal i, per tant, augmenti la proporció de SO₂ combinat amb aquesta molècula procedent de l'oxidació de l'etanol durant la criaça. Com a resultat obtenim que el vi envellit en bota d'acàcia té més tendència a combinar el SO₂ assolint els valors més alts de SO₂ total, mostrant diferències significatives respecte als altres vins. A continuació se situen els vins envellits en dipòsit de polietilè que tot i mostrar valors intermedis no mostren diferències significatives respecte als controls que obtenen els valors més baixos de SO₂ total (Weibel, 2023).

Finalment, la concentració d'àcid màlic va ser igual estadísticament en tots els vins, fet que ens confirma que no s'ha realitzat la fermentació malolàctica durant la criaça en bota o en dipòsit de polietilè.

La **Taula 3** mostra els paràmetres del color dels diferents vins. Per una banda, es mostra les coordenades CIEL**a*b** L*, a* i b*. Per altra banda, es mostren els valors de l'absorbància A420 (nm) dels diferents vins.

Taula 3: coordenades CIEL**a*b**.

Paràmetres analítics	C	C+	O	B
L*	98,87 ± 0,06 A	98,22 ± 0,22 B	98,84 ± 0,06 AB	98,64 ± 0,52 A
a*	-0,55 ± 0,02 A	-0,65 ± 0,15 A	-0,54 ± 0,03 A	-0,82 ± 0,21 B
b*	3,45 ± 0,07 A	3,49 ± 0,07 A	3,87 ± 0,07 AB	4,58 ± 0,82 A
A420 (nm)	0,050 ± 0,003 A	0,060 ± 0,003 A	0,056 ± 0,007 A	0,082 ± 0,022 B

Control sense taní enològic ni llevat sec inactiu (C); control amb taní enològic i llevat sec inactiu (C+); vi envellit amb dipòsit de polietilè en forma ovoide (O); vi envellit en bota d'acàcia (B). Els resultats estan expressats amb la mitjana ± desviació estàndard. Les lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives entre grups experimentals ($p \leq 0,05$).

La coordenada L* de l'espai CIEL**a*b** ens indica la lluminositat o la claredat. Aquesta coordenada L* es correlaciona negativament amb la intensitat del color. En aquest sentit, un menor valor d'aquest paràmetre es relaciona amb una major intensitat del color. El grup experimental C+ va mostrar un valor significativament menor de L* respecte al grup experimental C. Aquest fet, que ens estaria corroborant l'augment de la intensitat del color a causa de la suplementació del vi amb llevat sec inactiu i taní enològic.

No obstant això, la coordenada CIEL**a*b** b* és la idònia per avaluar el bruniment o l'evolució del color del vi blanc a tonalitats groguenques-marronoses. En aquest sentit, la coordenada b* ens indica el color del vi sobre un eix transversal de l'esfera de l'espai CIEL**a*b**, que va des de tonalitats grogues a tonalitats blavoses. Específicament, un valor de b* més gran ens indica un color més groguenc per tant ens estaria indicant un major enfosquiment del color del vi blanc.

Si ens centrem en els resultats de la coordenada b* dels vins d'aquest treball (**Taula 3**), la criança del vi amb dipòsit de polietilè no va augmentar el color groc o bruniment dels vins respecte els vins inicials (C i C+). En canvi, la criança de sis mesos en botes d'acàcia va provocar un augment del color groc o bruniment, ja que el valor de la coordenada b* va ser significativament més alt respecte a les mostres del vi inicial (C i C+).

Continuant amb la mateixa línia, l'absorbància a 420 nm, paràmetre clàssic que fan servir en major mesura els enòlegs per avaluar el bruniment dels vins, va tenir la mateixa tendència que el paràmetre CIEL**a*b** b*, essent aquesta absorbància major en els vins envellits en bota d'acàcia.

Aquest comportament corrobora que l'envelliment en botes d'acàcia produeix un major bruniment del color dels vins en comparació amb els vins que han realitzat la cria amb dipòsits de polietilè. Dit d'una altra manera, els dipòsits de polietilè protegeixen el color del vi blanc en major mesura.

L'augment de l'absorbància a 420 nm en el vi envellit en botes d'acàcia podria indicar-nos una major taxa de transferència d'oxigen en comparació als dipòsits ovoides de polietilè utilitzats. La taxa de transferència d'oxigen dels dipòsits afavoreix l'oxidació dels ortodifenols provocant conseqüentment el bruniment del color. En canvi, aquest fet no estaria passant amb els vins envellits amb dipòsits de polietilè, la qual cosa ens estaria indicant una menor transferència d'oxigen d'aquest dipòsit i, per tant, estarien (els dipòsits de polietilè) protegint millor el color dels vins al llarg de la cria utilitzant aquests tipus de recipients.

A la **Taula 4** es mostra la diferència total de color en l'espai CIEL*a*b* entre cadascuna de les mostres.

Taula 4: diferència de color en l'espai CIEL*a*b* (ΔE_{ab^*})

Comparació	ΔE_{ab^*}
C vs C+	0,22
C vs O	0,49
C vs B	1,11
C+ vs O	0,74
C+ vs B	1,1
O vs B	0,72

Control sense taní enològic ni llevat sec inactiu (C); control amb taní enològic i llevat sec inactiu (C+); vi envellit amb dipòsit de polietilè en forma ovoide (O); vi envellit en bota d'acàcia (B).

Per determinar si les diferències de color determinades analíticament són apreciables a l'ull humà, s'ha determinat la diferència de color total (ΔE_{ab^*}) entre els diferents vins. Aquest paràmetre avalua la distància euclidiana entre dos vins dins de l'espai CIEL*a*b*. Generalment, es considera que si la diferència de color (ΔE_{ab^*}) entre dos vins blancs és inferior a 3 unitats, no és possible diferenciar el color entre dues mostres per l'ull humà (Just-Borràs et al., 2024).

Comparant tots els grups experimentals entre ells la diferència de color va ser inferior a 3 unitats en tots els casos (**Taula 4**). Aquest resultat, per una banda, indica que no hi ha diferències de color perceptibles per l'ull humà entre tots els grups experimentals. A més a més, ens estaria indicant que el color més elevat determinat analíticament pel vi envellit en bota d'acàcia no seria perceptible per l'ull humà. Per altra banda, aquests resultats també ens estarien indicant que

independentment del dipòsit utilitzat per realitzar la criança (dipòsit de polietilè o botes d'acàcia) no existirien diferències amb el color detectable per l'ull humà.

A continuació es mostra l'evolució de l'IPT durant la criança (**Figura 12**):

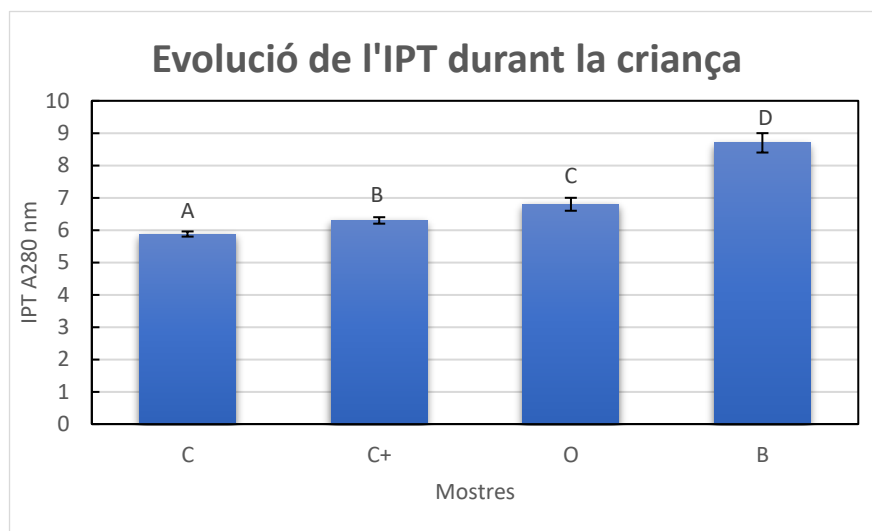


Figura 12: increment de l'IPT durant la criança. Control sense taní enològic ni llevat sec inactiu (C); control amb taní enològic i llevat sec inactiu (C+); vi envellit amb dipòsit de polietilè en forma ovoide (O); vi envellit en bota d'acàcia (B). Els resultats estan expressats amb la mitjana ± desviació estàndard. Les lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives entre grups experimentals ($p \leq 0,05$).

Pel que fa a l'índex de polifenols totals, la mostra C+ presenta un valor més elevat estadísticament respecte a la mostra C. Aquest fet és gràcies a la suplementació amb taní enològic en la mostra C+. Com es mostra en l'annex 1, aquest tipus de taní procedent de la planta del te verd, té una puresa del 58,4% en compostos fenòlics i una riquesa de tanins del 34,4%, per tant, té la capacitat d'augmentar l'IPT i com es veurà a continuació, també la concentració de tanins al vi. La mostra de vi envellida amb el dipòsit de polietilè va mostrar un IPT estadísticament major a la mostra inicial C+. Aquest augment es pot atribuir a l'alliberació de proteïnes (les quals també absorbeixen a 280 nm) durant la criança per part de les lies o del llevat sec inactiu afegit (Merck, et al. s.d.).

No obstant això, en el vi envellit en bota d'acàcia (B) l'IPT va ser significativament més gran que en el cas del vi envellit en dipòsit de polietilè fet que estaria totalment relacionat amb la cessió de tanins condensats i polifenols de baix pes molecular per part de la bota d'acàcia al llarg de la criança.

A continuació, a la **Figura 13**, es presenta l'evolució de la concentració de tanins durant la cria.

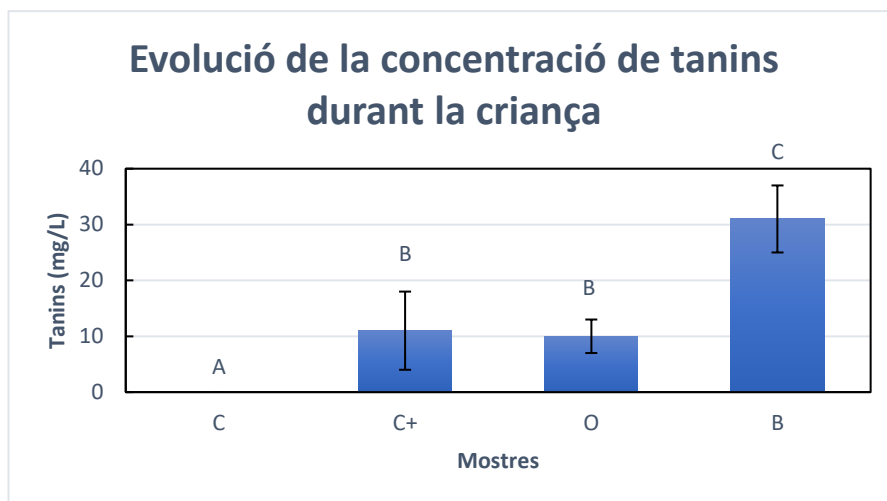


Figura 13: evolució de la concentració de tanins durant la cria. Control sense taní enològic ni llevat sec inactiu (C); control amb taní enològic i llevat sec inactiu (C+); vi envellit amb dipòsit de polietilè en forma ovoide (O); vi envellit en bota d'acàcia (B). Els resultats estan expressats amb la mitjana \pm desviació estàndard. Les lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives entre grups experimentals ($p \leq 0,05$).

En la quantificació de tanins pel mètode amb metil cel·lulosa no s'ha pogut detectar la concentració de tanins en la mostra C a causa de la baixa concentració de tanins. Aquest fet és degut al mètode tradicional de vinificació en blanc, on l'extracció de taní de pells i llavors al vi és nul·la o quasi inexistent, per tant, la concentració de tanins és molt petita o nul·la (Clarke et al., 2023). En canvi, en la mostra C+ i O sí que s'ha pogut quantificar obtenint valors amb elevada desviació estàndard degut a la baixa precisió del mètode en concentracions de taní tan baixes. La concentració de taní observada en aquestes dues mostres és deguda al taní enològic afegit (l'annex 1 mostra la seva composició). Aquest fet ha provocat que no es mostressin diferències significatives entre el vi C+ i O. En la mostra B també s'ha pogut quantificar la concentració de tanins obtenint un valor molt més elevat i amb diferències significatives respecte a les altres mostres. L'increment de la concentració de tanins en aquesta mostra es deu a la transferència de tanins de la fusta de la bota durant els sis mesos de cria (Delia et al., 2017; Feng et al., 2024; Gil et al., 2018).

A continuació, a la **Figura 14**, es presenta l'evolució de la concentració proteïnes dissoltes en el vi durant la criança.

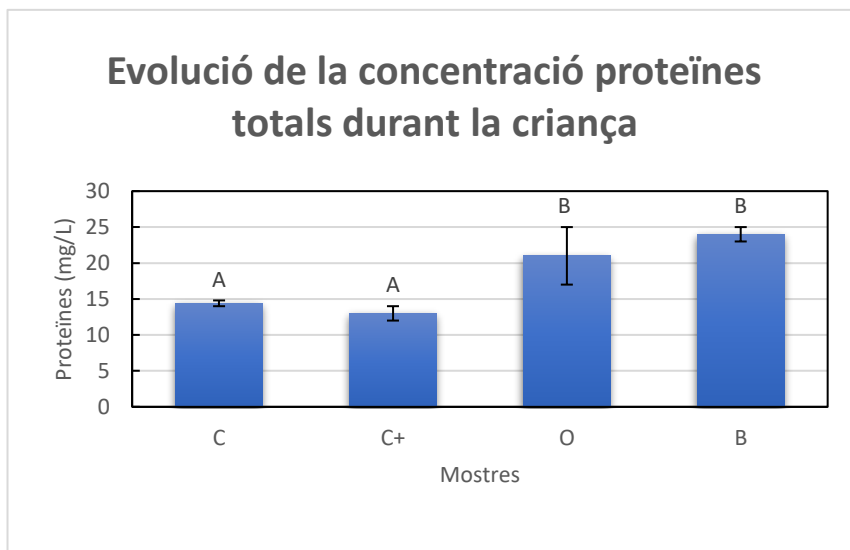


Figura 14: evolució de proteïnes totals durant la criança. Control sense taní enològic ni llevat sec inactiu (C); control amb taní enològic i llevat sec inactiu (C+); vi envellit amb dipòsit de polietilè en forma ovoide (O); vi envellit en bota d'acàcia (B). Els resultats estan expressats amb la mitjana \pm desviació estàndard. Les lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives entre grups experimentals ($p \leq 0,05$).

Referent a la concentració de proteïnes dels vins, no s'aprecien diferències significatives entre el vi C i el vi C+. Malgrat que el grup experimental C+ es diferencia del grup C pel fet d'haver suplementat al vi amb taní enològic i llevat sec inactiu, el qual conté proteïnes, no es va observar un augment de la concentració de proteïnes en el vi, ja que el procés d'alliberació de proteïnes per part del llevat sec inactius és progressiu en el temps. Entre els vins C i C+, que actuen com a control abans de la criança, i les mostres de vi després d'haver passat pel procés de criança, sigui en bota d'acàcia o en dipòsit de polietilè, es van observar diferències significatives, sent més alta la concentració de proteïnes en els vins que han passat pel procés de criança. Aquest resultat es justifica amb el procés d'autòlisi dels llevats i l'alliberació de proteïnes del contingut intracel·lular (Zamora, 2021).

Seguidament, a la **Taula 5**, es presenten les concentracions de polisacàrids i oligosacàrids en els diferents vins que representen tot el procés de criança.

Taula 5: evolució de la concentració de polisacàrids i oligosacàrids durant la criança.

Paràmetres analítics	C	C+	O	B
Polisacàrids (mg/L)	260 ± 10 A	212 ± 30 B	114 ± 16 B	159 ± 10 B
Oligosacàrids (mg/L)	175 ± 15 A	130 ± 15 B	78 ± 10 C	97 ± 6 C

Control sense taní enològic ni llevat sec inactiu (C); control amb taní enològic i llevat sec inactiu (C+); vi envellit amb dipòsit de polietilè en forma ovoide (O); vi envellit en bota d'acàcia (B). Els resultats estan expressats amb la mitjana ± desviació estàndard. Les lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives entre grups experimentals ($p \leq 0,05$).

Els vins després de passar pel procés de criança en bota d'acàcia o en dipòsit de polietilè van mostrar una concentració en polisacàrids i oligosacàrids inferior respecte al grup experimental C i C+. Aquest resultat no és l'esperat, ja que, amb presència de llevat sec inactiu durant la criança s'esperava un augment d'aquestes macromolècules a causa de l'alliberament de polisacàrids i de manoproteïnes. No obstant això, cal considerar que part dels polisacàrids poden precipitar durant la criança en presència d'etanol, tal com és descrit a la bibliografia.

A més a més, l'augment de la concentració de proteïnes observada anteriorment i discutida a la **Figura 14**, en les mostres que han passat pel procés de criança ens estarien corroborant la transferència de macromolècules per part del llevat sec inactiu al vi. Per tant, aquesta inesperada baixada en la concentració de polisacàrids als vins envellits (O i B) seria el resultat d'un balanç entre l'alliberament per part del llevat sec inactiu i el procés de precipitació d'aquest degut a la presència d'etanol.

Comparant els vins que han realitzat la criança en botes d'acàcia i els vins que han realitzat la criança en dipòsits de polietilè no s'obtenen diferències significatives entre elles, tot i haver realitzat *batonnage* en les botes d'acàcia (mostra B) dos cops per setmana. Aquest fet és un aspecte molt positiu, ja que reforça la teoria dels moviments convectius de vi a l'interior del dipòsit en forma ovoide (O) igualant així el contingut de polisacàrids, oligosacàrids i proteïnes totals en un vi que ha estat forçat mecànicament dos cops a la setmana a remoure les lies amb la tècnica del *batonnage*.

5.2. Anàlisi sensorial dels vins

Tast triangular

En les diferents sèries realitzades enfrontant totes les mostres entre si, la conclusió final ha estat que només les botes d'acàcia són estadísticament diferenciables de totes les altres mostres. Així mateix, no s'han detectat diferències significatives entre els vins envellits en dipòsit ovoide de polietilè (O) i el vi abans de passar pel procés de cria (C). Les aromes relacionades amb la fusta, es podrien considerar elements clau per diferenciar els vins. Posteriorment, en el tast descriptiu, es mostren quins són els atributs veritablement significatius per diferenciar els vins objecte d'anàlisi.

A la **Taula 6** es mostren els resultats del tast triangular.

Taula 6: resultats del tast triangular.

Sèrie	Nº tastadors	Encerts	Errors	valor p	Significança
C vs O		6	6	0,382	NO
C vs B	12	8	4	0,048	Sí
O vs B		10	2	0,006	Sí

Control sense taní enològic ni llevat sec inactiu (C); vi envellit amb dipòsit de polietilè en forma ovoide (O); vi envellit en bota d'acàcia (B). Els resultats estan expressats amb la mitjana \pm desviació estàndard. Les lletres diferents indiquen l'existència de diferències significatives entre grups experimentals ($p \leq 0,05$).

Tast descriptiu

A continuació es presenta el diagrama de teranyina dels 3 vins amb 19 atributs elaborat a partir de les puntuacions (mínim, 0 i màxim, 5) dels 12 tastadors del tast descriptiu (**Figura 15**).

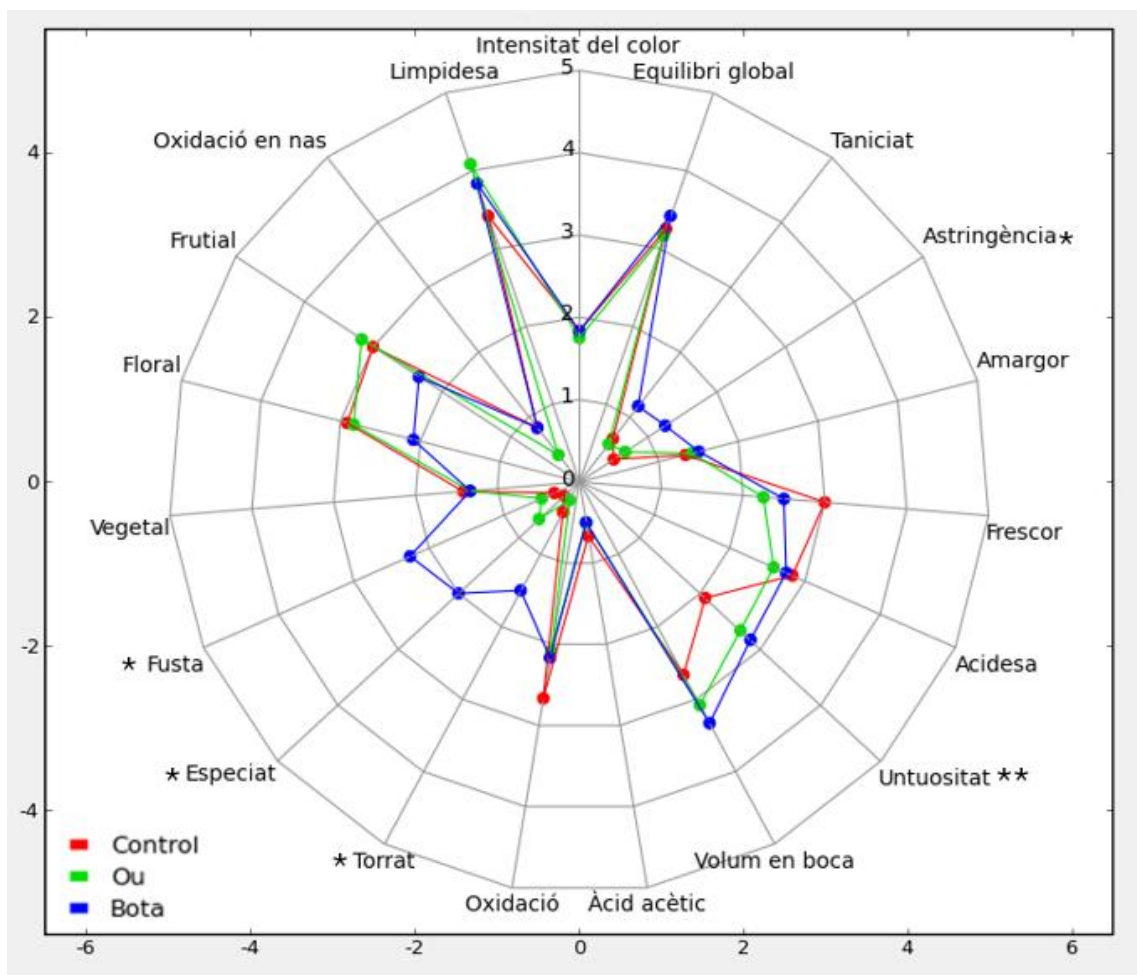


Figura 15: resultats del tast descriptiu quantitatiu. Les diferències significatives o significança es considera amb un p valor $\leq 0,05$. *Diferències estadísticament significatives entre el vi envellit en bota i el vi envellit en dipòsit de polietilè en forma ovoide. ** El control mostra diferències estadísticament significatives respecte els dos altres vins. Extret de PanelCheck V1.4.2 software (Nofima Mat, Technical University of Denmark & University of Copenhagen).

Atributs com l'astringència, el torrat, l'especiat i la fusta, són atributs en què el vi B, és a dir, el vi envellit en bota d'acàcia, ha obtingut diferències significatives respecte a les altres dues mostres (control-vi inicial i vi envellit en dipòsit de polietilè). En aquest sentit, els tastadors van puntuar amb una puntuació més alta aquests atributs, relacionats amb l'envelliment en fusta, al vi envellit en bota d'acàcia. Pel que fa a l'atribut untuositat, el control (C) va ser puntuat menys untuós pels tastadors significativament respecte a les altres dues mostres (O i B). Aquest fet reforça la teoria de que amb tècniques de resuspensió de lies com són el *batonnage* o els suposats moviments

convectius del vi dins dels dipòsits en forma ovoide, ens potencien la untuositat dels vins (Guillaument i Caltagirone, 2017).

El fet de no trobar diferències significatives entre la mostra O i B (en atributs no relacionats amb la fusta) és una troballa molt positiva, ja que, l'objectiu principal del dipòsit sintètic en forma ovoide s'ha dut a terme. Aquest objectiu és aportar totes aquells aspectes positius que aporta la bota (com la untuositat, la complexitat en boca, el volum en boca, etc.) però sense aportar aromes terciàries, és a dir, aromes procedents de la fusta i per tant conservar la tipicitat varietal en el seu màxim esplendor.

Cal remarcar que atributs com l'oxidació en nas, l'oxidació en boca, l'amargor, l'àcid acètic i vegetal que es consideren defectes o atributs no agradables, s'han mantingut igual en les tres mostres sense mostrar diferències significatives. Aquest és un resultat força positiu, ja que dona evidències de que sigui quin sigui el tipus de criança (de les criances posades en pràctica en el treball), no afecta negativament al vi accentuant aquests atributs.

Atributs com frutal i floral, no es troben diferències significatives i, per tant, es considera que la fusta d'acàcia no repercuteix en aquests atributs tot i aconseguir més puntuació en les mostres que no han envellit en fusta. Aquest fet és força positiu, ja que demostra que la criança en botes d'acàcia, té un gran respecte pel perfil varietal dels vins evitant emmascarar-los amb aromes terciàries procedents de la fusta. A diferència de les botes de roure sigui americà o francès, que tenen més influència sobre el perfil sensorial del vi.

Segons els resultats obtinguts en el tast descriptiu, es descriuria el vi procedent de la bota d'acàcia com un vi amb equilibri d'aromes primàries secundàries i terciàries millorades amb atributs positius (com la untuositat) respecte al control. Aquest tipus de vi segueix la tendència actual de producció de vins de criança, amb un equilibri constant entre els aromes de fruita, flors i fusta.

En canvi, el vi envellit en el dipòsit de polietilè, obtenim un vi amb no tanta complexitat degut a l'absència de les aromes terciàries. En canvi, obtenim un vi potenciat pels atributs procedents de l'autòlisi com la untuositat i el volum en boca. Aquests provenen de l'alliberació de proteïnes i altres components intracel·lulars dels llevats. Per tant, s'avalua positivament el pas del vi per aquest tipus de dipòsit.

A la **Taula 7** es mostren els resultats de la puntuació global de cadascun dels vins: el control, el vi envellit en dipòsit de polietilè i la bota d'acàcia.

Taula 7: resultats de la puntuació global dels vins.

Vi	Nº tastadors	Puntuació mitjana
C	12	3,16
O		3,41
B		3,55

Control sense taní enològic ni llevat sec inactiu (C); vi envellit amb dipòsit de polietilè en forma ovoide (O); vi envellit en bota d'acàcia (B). Els resultats estan calculats amb la mitjana de les valoracions globals de cada vi.

Després d'haver calculat les valoracions globals de cadascun dels vins, els resultats són els esperats, els vins envellits en dipòsit de polietilè en forma ovoide, i els vins envellits en bota d'acàcia han obtingut les puntuacions més altes. Aquest fet ens reafirma una de les hipòtesis del treball, que és la millora de les qualitats organolèptiques dels vins després de passar per un procés d'envelliment. La puntuació més alta l'ha aconseguit el vi envellit en bota d'acàcia probablement gràcies a la major complexitat aromàtica que aporta aquest tipus de criança.

6. Conclusions

Independentment dels avantatges i els desavantatges de cada mètode de criaça de vi blanc, els resultats mostren la similitud entre realitzar la criaça amb dipòsits en forma ovoide de polietilè i en botes de fusta d'acàcia. Analíticament, en les concentracions de polisacàrids i proteïnes s'han obtingut resultats similars entre els dos vins, fet que fa pensar que el comportament de l'evolució de les lies és molt similar en els dos dipòsits (tot i fer *batonnage* a les botes). Per altra banda, en l'evolució del color segons l'espai CIEL*a*b* s'han obtingut poques diferències entre els dos dipòsits i en molts casos donant com a valors estadísticament iguals. Aquest fet ha provocat que al calcular la diferència de color visible per l'ull humà (ΔE_{ab}^*), s'obtinguessin valors molt més baixos que 3 unitats i, per tant, arribem a la conclusió que l'ull humà no és capaç d'apreciar diferències en el color dels dos tipus de vins.

En el cas de l'anàlisi sensorial, la bota només ha estat capaç de ser diferenciada en els atributs relacionats amb les aromes terciàries (de la fusta). Pel que fa a altres atributs com la untuositat i el volum en boca, el vi procedent del dipòsit sintètic en forma ovoide, ha obtingut resultats molt semblants a la bota tot i no fer *batonnage* com en el cas de la bota.

D'altra banda, pel que fa a paràmetres clàssics, només es mostren diferències en la concentració d'àcid acètic, sent més alta en la bota a causa de les dificultats de neteja i desinfecció tot i haver aplicat vapor d'aigua, aigua a alta pressió i ozó per la neteja de les botes. Aquest és un punt en contra d'aquest tipus de recipient a diferència del dipòsit sintètic que és molt més fàcil de netejar i desinfectar.

Un altre punt en contra de les botes és l'elevada combinació del diòxid de sofre, fent necessari l'augment de les dosis d'aplicació, fet que cal tindre en compte per no superar els límits legals de concentració de SO₂ establerts per la OIV. En el dipòsit sintètic, en canvi, aquest no és un problema, ja que el percentatge de diòxid de sofre molecular és més elevat degut a la baixa combinació, fent que les dosis aplicades siguin molt més baixes a causa de la més elevada efectivitat.

Pel que fa a la concentració de tanins i IPT, en el dipòsit sintètic, s'han obtingut valors lleugerament més baixos que en les botes d'acàcia, això es degut a la no transferència de compostos fenòlics de la fusta al vi.

Tot i els aspectes negatius mencionats de les botes d'acàcia, aquestes han obtingut una valoració global mitjana més alta que tots els altres vins. Aquest fet, possiblement, és degut a la major complexitat obtinguda en els vins que han passat per una criança en fusta com seria la d'acàcia.

És per aquest motiu que concloc que l'ús de dipòsits sintètics de polietilè combinat amb l'addició de fragments de fusta d'acàcia com ara dogues, pot ser una opció molt viable per simular amb màxima fidelitat les propietats de les botes d'acàcia. Aquesta estratègia permetria incrementar la quantitat de precursors aromàtics i la concentració de compostos fenòlics.

Tot i les limitacions de l'estudi, s'han obtingut resultats força interessants i en un futur s'haurien de realitzar més investigacions relacionades tant en la repercussió al vi com en l'impacte ambiental que suposa la implementació d'aquests mètodes de criança al celler.

Pel que fa a l'impacte al vi, un punt de recerca important seria la utilització de dogues d'acàcia combinant-les amb dipòsits en forma ovoide de polietilè, amb l'objectiu de comprovar si realment s'obté un producte molt semblant al que s'obtindria en el cas d'envellir vins blancs en bota d'acàcia.

7. Annex

Annex 1. Caracterització del taní enològic comercial Green RH (Wine improve).

Taula 8: riquesa en compostos fenòlics i tanins expressat en percentatge (pes/pes). Els resultats estan expressats amb la mitjana \pm desviació estàndard

Nom comercial	Compostos fenòlics (%)			Tanins (%)		
Taní Green RH	58,4	\pm	0,4	34,4	\pm	0,6

8. Bibliografía

- Ayala, F., Echávarri, J. F., & Negueruela, A. I. (1997). A new simplified method for measuring the color of wines. II. White wines and brandies. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48(3), 364–369. <https://doi.org/10.5344/ajev.1999.50.3.359>
- Ayestarán, B., Guadalupe, Z., & León, D. (2004). Quantification of major grape polysaccharides (Tempranillo v.) released by maceration enzymes during the fermentation process. *Analytica Chimica Acta*, 513(1), 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2003.12.012>
- Clarke, S., Bosman, G., du Toit, W., & Aleixandre-Tudo, J. L. (2023). White wine phenolics: Current methods of analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(1), 7–25. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12120>
- Culleré, L., Fernández de Simón, B., Cadahía, E., Ferreira, V., Hernández-Orte, P., & Cacho, J. (2013). Characterization by gas chromatography-olfactometry of the most odor-active compounds in extracts prepared from acacia, chestnut, cherry, ash and oak woods. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.010>
- Fernández de Simón, B. F., 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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(8), 3217–3227. <https://doi.org/10.1021/jf803463h>
- Del Álamo-Sanza, M., Cárcel, L. M., & Nevares, I. (2017). Characterization of the oxygen transmission rate of oak wood species used in cooperage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(3), 648–655. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b05188>
- Delia, L., Jordão, A., & Ricardo-da-Silva, J. (2017). Influence of different wood chips species (oak, acacia and cherry) used in a short period of aging on the quality of "Encruzado" white wines. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 67, 87–96.
- Feng, Z., Martínez-Lapuente, L., Palacios, A., Ayestarán, B., & Guadalupe, Z. (2024). Influence of *Quercus alba* oak geographical origin on the colour characteristics and phenolic composition of Tempranillo wines. *European Food Research and Technology*, 250(6), 1587–1609. <https://doi.org/10.1007/s00217-024-04483-2>
- Fernández de Simón, B., Martínez, J., Sanz, M., Cadahía, E., Esteruelas, E., & Muñoz, A. M. (2014). Volatile compounds and sensorial characterisation of red wine aged in cherry, chestnut, false acacia, ash and oak wood barrels. *Food Chemistry*, 147, 346–356. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.158>
- FOSS Analytical. (s.d.). *OenoFoss™ – Wine analysis at the speed of light*. FOSS Recuperat el 7 de juny de 2025, <https://www.fossanalytics.com>
- Ghidossi, R., & Meunier, F. (2020). Vinification and aging: How much oxygen to add and when? *IVES Technical Reviews, Vine and Wine*. <https://doi.org/10.20870/ives-tr.2020.3097>
- Guillaument, R., & Caltagirone, J. P. (2017). Comment définir la cuve la mieux adaptée à ses besoins pour optimiser sa production et obtenir l'équilibre souhaité ? Une solution rapide :

- la simulation numérique de la circulation du vin dans des cuves de différentes géométries. *Revue Française d'Œnologie*, 279, 13–16.
- Infojardín. (s.d.). *Robinia, falsa acacia, acacia blanca, acacia bastarda*. Recuperat el 7 de juny de 2025, de <https://fichas.infojardin.com/arboles/robinia-pseudoacacia-falsa-acacia.htm>
- Issa-Issa, H., Lipan, L., Cano-Lamadrid, M., Nemš, A., Corell, M., Calatayud-García, P., Carbonell-Barrachina, Á. A., & López-Lluch, D. (2021). Effect of aging vessel (clay-tinaja versus oak barrel) on the volatile composition, descriptive sensory profile, and consumer acceptance of red wine. *Beverages*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/beverages7020035>
- Jackson, R. S. (2008). Postfermentation treatments and related topics. En *Wine science: Principles and applications* (3rd ed., pp. 418–476). Academic Press.
- Just-Borràs, A., Moroz, E., Giménez, P., Gombau, J., Ribé, E., Collado, A., Cabanillas, P., Marangon, M., Fort, F., Canals, J. M., & Zamora, F. (2024). Comparison of ancestral and traditional methods for elaborating sparkling wines. *Current Research in Food Science*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100768>
- Keserű, Z. (2016). Tending operation models for black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) stands growing on sandy soils in Hungary. *International Journal of Horticultural Science*, 21(3–4), 55–57. <https://doi.org/10.31421/IJHS/21/3-4./1166>
- Kim, D., Gollihue, J., Poovathingal, S. J., & DeBolt, S. (2024). Detailed three-dimensional analyses of tyloses in oak used for bourbon and wine barrels through X-ray computed tomography. *Scientific Reports*, 14(1), Article 67298. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67298-x>
- Li, G., Xu, G., Guo, K., & Du, S. (2014). Mapping the global potential geographical distribution of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) using herbarium data and a maximum entropy model. *Forests*, 5(11), 2773–2792. <https://doi.org/10.3390/f5112773>
- Maderas Aguirre. (2024). Ficha técnica de la especie: Acacia. Recuperat el 7 de junio de 2025, de https://www.maderasaguirre.com/materia_prima/acacia.html
- Gil, M., Ubeda, C., Laurie, V. F., & Peña-Neira, Á. (2022). Impact of type of winemaking vessel on the chemical composition of Sauvignon blanc wines. *IVES Technical Reviews*, 2022(4938). <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2022.4938>
- Hanna Instruments. (s.d.). User manual. Hanna Instruments. Recuperat el 6 de juny de 2025, de <https://www.hannainst.com>
- Martínez-Gil, A., Del Alamo-Sanza, M., & Nevares, I. (2022). Evolution of red wine in oak barrels with different oxygen transmission rates: Phenolic compounds and colour. *LWT*, 158, 113133. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113133>
- Martínez-Gil, A., Del Alamo-Sanza, M., Sánchez-Gómez, R., & Nevares, I. (2018). Different woods in cooperage for oenology: A review. *Beverages*, 4(4), Article 94. <https://doi.org/10.3390/beverages4040094>

- Martí-Raga, M., Martín, V., Gil, M., Sancho, M., Zamora, F., Mas, A., & Beltrán, G. (2016). Contribution of yeast and base wine supplementation to sparkling wine composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(15), 4962–4972. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7905>
- Merck KGaA, Darmstadt, Alemanya. (s.d.). *Quantificació de proteïnes*. Sigma-Aldrich. Recuperat el 6 de maig de 2025, de <https://www.sigmaaldrich.com/ES/es/applications/protein-biology/protein-quantitation>
- Miller, K. V., Oberholster, A., & Block, D. E. (2019). Predicting fermentation dynamics of concrete egg fermenters. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 25(3), 338–344. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12397>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.d.). *Robinia pseudoacacia L.* Recuperat el 6 de juny de 2025, de https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/robinia_pseudoacacia_tcm30-70155.pdf
- MSCV. (2012). *MSCV*. Recuperat de <http://www.unirioja.es/color/descargas.shtml>.
- Nofima Mat, Technical University of Denmark i University of Copenhagen. (s.d.). *PanelCheck* (versió 1.4.2) [Programari]. <https://www.panelcheck.com>
- OIV. (2023). *International Code of Oenological Practices*. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. Recuperat de <https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/2023-04/CPO%20complet%20EN%202023.pdf>
- Palomero, F., Suárez-Lepe, J. A., Morata, A., Benito, S., & Calderón, F. (2011, 29 d'octubre). Optimización de la crianza sobre lías. *Acenología* (Correspondencia científica). Recuperado de https://www.acenologia.com/optimiza_crianza_lias_cor1010/
- Pérez-Magariño, S., Martínez-Lapuente, L., Bueno-Herrera, M., Ortega-Heras, M., Guadalupe, Z., & Ayestarán, B. (2015). Use of commercial dry yeast products rich in mannoproteins for white and rosé sparkling wine elaboration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(23), 5670–5681. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01336>
- Pons-Mercadé, P., Giménez, P., Vilomara, G., Conde, M., Cantos, A., Rozès, N., Ferrer, S., Canals, J. M., & Zamora, F. (2022). Monitoring yeast autolysis in sparkling wines from nine consecutive vintages produced by the traditional method. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 28(3), 347–357. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12534>
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of enology. Volume 2: The chemistry of wine—Stabilization and treatments* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Rossi, S., Bestulić, E., Orbančić, F., Horvat, I., Lukić, I., Ilak Peršurić, A. S., Bubola, M., Plavša, T., & Radeka, S. (2024). Comprehensive analysis of Teran red wine aroma and sensory profiles: Impacts of maceration duration, pre-fermentation heating treatment, and barrel aging. *Applied Sciences*, 14(19), 8729. <https://doi.org/10.3390/app14198729>

- Sanz, M., Fernández de Simón, B., Esteruelas, E., Muñoz, Á. M., Cadahía, E., Hernández, M. T., Estrella, I., & Martínez, J. (2012). Polyphenols in red wine aged in acacia (*Robinia pseudoacacia*) and oak (*Quercus petraea*) wood barrels. *Analytica Chimica Acta*, 732, 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2012.01.061>
- Sarneckis, C. J., Damberg, R. G., Jones, P., Mercurio, M., Herderich, M. J., & Smith, P. A. (2006). Quantification of condensed tannins by precipitation with methyl cellulose: Development and validation of an optimised tool for grape and wine analysis. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 12(1), 39–49. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2006.tb00042.x>
- Schmitt, U., & Liese, W. (1994). Wound tyloses in *Robinia pseudoacacia* L. *IAWA Journal*, 15(2), 157–160. <https://doi.org/10.1163/22941932-90001357>
- Torija, M.-J., Mateo, E., Vegas, C.-A., Jara, C., González, A., Poblet, M., Reguant, C., Guillamón, J.-M., & Mas, A. (2009). Effect of wood type and thickness on acetification kinetics in traditional vinegar production. *International Journal of Wine Research*, 1, 37–44. Recuperat de www.dovepress.com
- Vieites-Blanco, C., & González-Prieto, S. J. (2020). Invasiveness, ecological impacts and control of acacias in southwestern Europe: A review. *Web Ecology*, 20(2), 33–51. <https://doi.org/10.5194/we-20-33-2020>
- Vítková, M., Müllerová, J., Sádlo, J., Pergl, J., & Pyšek, P. (2017). Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, 384, 287–302. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.057>
- Weibel. (2023, maig 16). Química del dióxido de azufre en el vino. *TDI Tecnología Difusión Ibérica*. Recuperat el 6 de juny de 2025, de <https://t-d-i.es/quimica-del-dioxido-de-azufre-en-el-vino/>
- Wine & Tools. (2022, 22 de març). El brassage de las lías en OVOÏD. *Wine & Tools*. Recuperat el 6 de juny de 2025, de <https://wine-and-tools.com/es/el-brassage-de-las-lias-en-ovoid/wine-and-tools.com+5>
- Wine & Tools. (s.d.). Medio ambiente. *Wine & Tools*. Recuperat el 6 de juny de 2025, de <https://wine-and-tools.com/es/medio-ambiente-sas/>
- Zamora, F. (2021). Barrel aging of white wines. En A. Morata (Ed.), *White wine technology* (pp. 269–279). Academic Press.
- Zamora, F. (2021, 6 d'octubre). Influència del tipus de dipòsit sobre la composició i qualitat del vi. *Acenologia*. Recuperat el 6 de juny de 2025, de https://www.acenologia.com/influencia_tipo_deposito_sobre_composicion_y_calidad_vino%E2%80%8E/
- Zhang, B., Cai, J., Duan, C. Q., Reeves, M. J., & He, F. (2015). A review of polyphenolics in oak woods. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(4), 6978–7014. <https://doi.org/10.3390/ijms16046978>

