

## INNOVACIONS ENOLÒGIQUES ELS DARRERS CENT ANYS

**Montse Nadal i Antoni Sánchez-Ortiz**  
 Grup de Vitivinicultura. Universitat Rovira i Virgili

### RESUM

Al final del segle XIX, l'efecte devastador de la fil·loxera provocà un punt d'inflexió en la vitivinicultura mundial, a partir del qual començà un període lent de recuperació del cultiu de la vinya. Entre les dècades dels seixanta i setanta es millorà la qualitat del raïm i el vi gràcies a la introducció de la tecnologia, que va permetre l'estalvi de temps i mà d'obra. Al camp, aparegueren màquines per a les pràctiques vitícoles anuals (tractors amb acoblaments per a tractaments, prepodadores i màquines de collir raïm); al celler, es renovaren les infraestructures, amb la incorporació de l'acer inoxidable en les conduccions i en els tancs de vinificació, i s'incorporà una nova maquinària per aixafar amb cura el raïm, el premsatge, i la clarificació i estabilització dels vins. Les grans innovacions, doncs, s'esdevingueren al final de la dècada dels noranta, amb el perfeccionament de la filtració del vi (osmosi inversa, resines de bescanvi catiònic). En el nou mil·lenni, amb la globalització, el sector vitivinícola es trobà amb nous reptes davant dels canvis dels consumidors de vi i del creixement de la competitivitat entre els mercats actuals, la qual cosa impulsà la diversificació i una gestió de qualitat mitjançant una producció integral i sostenible.

PARAULES CLAU: vitivinicultura, maquinària, tecnologia, innovació enològica, control analític de vins, efluents vitícoles.

### RESUMEN

A finales del siglo XIX, el efecto devastador de la filoxera provocó un punto de inflexión en la vitivinicultura mundial, a partir del cual empezó un lento periodo de recuperación del cultivo de la vid. Entre las décadas de los sesenta y setenta se mejoró la calidad de la uva y el vino gracias a la introducción de la tecnología, que permitió el ahorro de tiempo y mano de obra. En los viñedos, surgieron máquinas para las técnicas vitícolas anuales (tractores con acoplamientos para tratamientos, prepodadoras y máquinas de vendimia); en las bodegas, se renovaron las infraes-

Correspondència: Montse Nadal. Grup de Vitivinicultura, Departament de Bioquímica i Biotecnologia, Facultat d'Enologia, Universitat Rovira i Virgili. Campus Sescelades. 43007 Tarragona. A/e: [montserrat.nadal@urv.cat](mailto:montserrat.nadal@urv.cat).

estructuras, con la incorporaci3n del acero inoxidable en las conducciones y dep3sitos de vinificaci3n, y se incorpor3 una nueva maquinaria para estrujar m3s suavemente la uva, para el prensado, la clarificaci3n y la estabilizaci3n de los vinos. Las grandes innovaciones acontecieron a finales de la d3cada de los noventa, con el perfeccionamiento de la filtraci3n (3smosis inversa, resinas de intercambio cati3nico, etc.). En el nuevo milenio, la globalizaci3n del sector vitivin3cola se enfrent3 con nuevos retos debido a los cambios del consumo de vino y al crecimiento de la competencia entre los mercados actuales, cuyo hecho impuls3 la diversificaci3n y la gesti3n de la calidad mediante una producci3n integral y sostenible.

PALABRAS CLAVE: vitivinicultura, maquinaria, tecnolog3a, innovaci3n enol3gica, control anal3tico de vinos, efluentes vit3colas.

## **1. EVOLUCI3 DEL SECTOR VITIVIN3COLA**

Les primeres normatives per regular el sector vitivin3cola es van iniciar el 1924 amb la creaci3 de l'Office International de la Vigne et du Vin (OIV). Posteriorment, el 1947, es definiren i protegiren determinades regions vit3coles, les anomenades *appellation d'origine contr3lee* (AOC) a França i les denominacions d'origen (DO) a Espanya. En la d3cada seg3ent, en el tractat de Roma de 1957 s'acord3 de classificar el vi com a producte agr3cola, fet que, conjuntament amb la creaci3 de les denominacions d'origen, permet3 emparar i garantir la qualitat dels vins a trav3s dels seus consells reguladors. Els vins que es produ3en en aquestes zones delimitades i de caracter3stiques orogr3fiques i edafoclim3tiques espec3fiques s'anomenaren *vins de qualitat produ3ts en regions determinades* (VQPRD).

Entre el 1950 i el 1970, l'aprofundiment en el coneixement de l'an3lisi qu3mica dels vins aconsegu3 evitar nombrosos defectes i millorar la qualitat dels vins. El 1976 es public3 a França la tercera edici3 del *Tractat d'Enologia* de Jean Rib3reau-Gayon, que va incloure coneixements avançats dels diferents tipus de vinificacions. A Catalunya, en l'àmbit enol3gic, els anys seixanta es caracteritzaren per l'arribada de nous inversors, la creaci3 de nous cellers i la reestructuraci3 dels ja existents. Durant els anys setanta, quan era director de l'Estaci3 Enol3gica de Vilafranca Josep Vidal i Barraquer, es van realitzar diferents estudis i experi3ncies per millorar el sistema de vinificaci3 i l'estabilitzaci3 del vi. En la d3cada dels vuitanta, Jaume Ciurana va fer palesa la import3ncia de la qualitat del ra3m en la vinificaci3 i aconsell3, d'una banda, la necessitat d'introduir l'acer inoxidable en els cellers per millorar les condicions d'as3psia i, de l'altra, la necessitat d'escoles d'enologia per a la formaci3 d'en3legs i t3cnics de vendes, amb la finalitat d'aconseguir adinerar els vins catalans davant el repte de la imminent entrada en la Comunitat Econ3mica Europea. Les reestructuracions en els cellers van ser completes amb la introducci3 de l'acer inoxidable, la nova maquin3ria i la

pavimentació del sòl amb resines epòxid. El Penedès va ser la regió capdavantera a l'Estat espanyol en el procés de reforma els anys vuitanta (Nadal, 2003). A prop del 2000, el consumidor es va tornar més exigent, perquè augmentà el coneixement del món del vi i del cava, i demanava vins embotellats de qualitat (VQPRD).

## 2. INNOVACIONS ENOLÒGIQUES

Les noves tecnologies en el sector vitivinícola s'introduïren tímidament en la dècada dels vuitanta i progressivament s'implantaren en la dècada dels noranta, per esclatar en el nou mil·lenni amb el perfeccionament de les tècniques d'estabilització i filtració dels vins.

Algunes de les innovacions més destacables pel que fa a la maquinària d'entrada de raïm foren la recepció qualitativa de la vinya al celler amb remolcs vibrants per transportar el raïm sense trituració, taules de tria d'alta precisió òptica a l'entrada de la verema per seleccionar el raïm i les desrapadores d'última generació, que permeteren adaptar la velocitat de treball segons les característiques del raïm. En les operacions de trasbalsos i moviments de vins en el celler amb bombes, es va passar del tipus motobomba *fafeur* o bomba catalana manual (Marimon Pedret, 1928) a les actuals, més curoses amb el producte, tipus peristàltiques, de pistó, de rotor helicoidal o de pales flexibles. Les bombes peristàltiques, per exemple, són reversibles, respecten molt la integritat de les parts sòlides i això permet un tracte suau del raïm trepitjat sense malmetre'l durant el transport cap als dipòsits de fermentació. A més, quant a la implementació d'infraestructures en celler, aparegué l'ús de gasos inerts, com el nitrogen i el diòxid de carboni, que s'utilitzaven per inertitzar tines i dipòsits, la qual cosa significà un avantatge davant el risc d'oxidació, a l'hora de conservar els mostos premsats i els vins acabats.

Abans d'iniciar la fermentació alcohòlica, cal esmentar la implementació de tècniques prefermentatives que sorgiren per millorar la composició i qualitat del vi. Aparegueren noves tècniques, com la de la termovinificació, que consisteix a macerar en calent el raïm sencer abans de la fermentació amb l'objectiu d'obtenir més extracció de color i, per tant, millorar la concentració de tanins i color en raïms de baix potencial fenòlic. Amb la mateixa finalitat i també per augmentar-ne les aromes, s'utilitza la neu carbònica (maceració carbònica) i la criomaceració del raïm a les tines prèvia a la fermentació (Iland *et al.*, 2004). A més, també s'utilitzen en el most abans de la fermentació diferents tipus de productes per potenciar-ne el color i les aromes, com, per exemple, els enzims de clarificació adaptats als mostos difícils i els enzims d'extracció de color rics en activitat  $\beta$ -glucanasa i  $\beta$ -glucosidasa.

La microbiologia també ha estat en constant evolució, tant en processos de fermentació alcohòlica com malolàctica en els vins. Un avenç molt important en el control i l'evolució de la fermentació alcohòlica ha estat l'ús de llevats secs actius específics per a vins negres, blancs i rosats. Pel que fa al control de la fermentació malolàctica, existeixen en el mercat diferents seleccions de bacteris làctics liofilitzades. La sembra dels bacteris als vins acabada la fermentació alcohòlica ens facilita que es produeixi tot seguit la fermentació malolàctica, que assegura, en la major part dels casos, la transformació total de l'àcid màlic en àcid làctic. La completa finalització de la malolàctica abans de l'hivern ens dóna una estabilitat bona dels vins negres, i alhora un guany en complexitat aromàtica (Flanzy *et al.*, 2000).

La introducció dels equips de fred per a l'ús d'intercanviadors de calor per refredar la pasta abans de fermentar i camises de fred al voltant dels dipòsits de fermentació permeté controlar la temperatura i augmentar l'eficàcia del desfangament del most i l'estabilització tartàrica dels vins (amb addició d'hidrogenatrat de potassi o sense o tartrat neutre de calci). Igualment, el control de la temperatura de la fermentació alcohòlica representà un avantatge en el perfil aromàtic dels vins. Temperatures mantingudes entre 15 i 17 °C representen un augment dels esters volàtils aromàtics que produeixen els llevats durant el procés de fermentació.

Quant al procés de premsatge, s'evolucionà de la primera premsa manual amb ròtula o també anomenada *premsa americana* (de les primeries de segle), cap a premses horitzontals de plats amb politges i, més recentment, a final de la dècada dels noranta, s'utilitzaren les premses verticals i pneumàtiques amb programes informàtics que permeteren establir cicles de premsatge de diferent durada i pressió en funció de la qualitat del raïm i del vi desitjat.

Un dels grans reptes del sector en el transcurs dels últims cent anys ha estat garantir l'estabilitat dels vins. D'aquesta manera, amb relació a l'estabilització de vins tant de manera proteica com tartàrica s'utilitzaren primerament les gomes aràbigues (formulacions líquides i en pols microgranulat), que encara avui dia s'afegeixen als vins per garantir-ne l'estabilització proteica. També s'han seguit utilitzant amb noves formulacions productes clarificants com la gelatina líquida purificada d'origen porcí i productes naturals i sense al·lèrgens destinats a l'encolat de vins (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2000). Els últims anys s'han obtingut gomes de cel·lulosa o carboximetilcel·luloses (CMC) per a l'estabilització tartàrica, sobretot utilitzades en vins blancs, que han permès una reducció en els tractaments en fred i una millora organolèptica i una estabilització menys agressiva i energèticament menys costosa.

La filtració de vins ha evolucionat enormement. Els filtres tangencials actuals de doble aplicació per fangs i vins permeten augmentar significativament la productivitat en un sistema de filtrat de grans lots de vins respecte als utilitzats a inicis del segle xx, com el filtre cònic d'amiant de pressió, el

filtre cilíndric de pressió amb pasta de paper o el filtre senzill cònic. Posteriorment, aparegueren altres sistemes de filtració, com els filtres de plaques i de terres de diatomees amb descàrrega centrífuga. Actualment, l'associació de dos filtres tangencials, que funcionaven simultàniament i de manera diferent, han permès la filtració de vins bruts, d'una banda, i la concentració de retinguts que provenen del primer filtre, de l'altra. Altres sistemes innovadors de filtració són la microfiltració per cartutxos i el filtre de buit rotatiu.

Com a tecnologies físiques alternatives a la pasteurització o esterilització per filtració, amb possibilitat d'èxit de fer una estabilització biològica de mostos o vins, sense cap altra manipulació que una filtració devastadora, es poden esmentar els pols elèctrics d'alta intensitat de camp (PEAIC), pols electromagnètics (*ultra high electromagnetic pulse*, UHEMP) i també les altes pressions dinàmiques. Aquestes tecnologies poden permetre també una reducció parcial o total de la dosi de diòxid de sofre necessari per a la seva conservació, la qual cosa pot ser un gran avenç en la reducció dels conservants en el vi. També s'ha innovat en la concentració de mostos amb la tecnologia de l'osmosi inversa, que permet extreure una part d'aigua, concentrar el vi en estructura polifenòlica, reduir la concentració en sucres, eliminar l'acidesa volàtil, etc., o les resines d'intercanvi catiònic (Boulton *et al.*, 1996), que permeten l'eliminació de cations del most o vi, bescanviant-los per altres ions de càrrega positiva, tot i que l'autorització d'aquestes tècniques està sotmesa a la regulació dels diferents països.

L'evolució i el perfeccionament de les tècniques d'anàlisi i de la instrumentació han estat clau per aprofundir el coneixement de la composició química dels vins i millorar-ne la qualitat. D'una banda, els mètodes clàssics d'anàlisi ja existents per determinar paràmetres com el contingut en sucres (refractometria), acidesa tartàrica (volumetria), acidesa volàtil (destil·lació), percentatge d'etanol (destil·lació i picnometria), diòxid de sofre (iodometria) i extracte sec (gravimetria), etc., se segueixen utilitzant fins ara, amb les corresponents revisions fetes per l'OIV des dels anys noranta fins a l'actualitat.

D'altra banda, pel que fa als mètodes instrumentals, l'espectrofotometria de UV-visible ha permès aprofundir les característiques cromàtiques dels vins, la composició fenòlica i la capacitat antioxidant, mentre els mètodes enzimàtics han permès l'anàlisi de sucres i àcids, que, com el glucònic, permeten avaluar l'estat de podridura del raïm o l'àcid màlic, és a dir, un control més exhaustiu de la fermentació malolàctica. També alguns mètodes, com l'espectroscòpia d'absorció atòmica, han facilitat la determinació de metalls pesants contaminants en el vi, com l'arsènic o el cadmi. Tanmateix, per a separar i quantificar compostos orgànics en un nivell de menys concentració (ppm o ppb), les tècniques amb les quals es treballa actualment són la cromatografia de gasos acoblada a un espectròmetre de masses, que determina contaminants com el carbamat d'etil, la composició aromàtica

dels vins, etc. La cromatografia líquida d'alta eficàcia ha facilitat la detecció de contaminants (oocrotaxines i amines biògenes, entre d'altres) i ha permès de caracteritzar el perfil fenòlic dels vins determinant antocianidines i procianidines. Molt recentment, els aparells multiparàmetre basats en l'espectroscòpia de reflectància en l'infraroig proper o NIR, per exemple, analitzen el percentatge d'alcohol d'una manera més ràpida i amb menys manipulació de la mostra. Cal destacar la tècnica de l'espectrometria de masses en l'aplicació d'anàlisis isotòpiques, que juntament amb tots les anteriors han estat els mètodes instrumentals més innovadors de final del segle xx (OIV, 2011).

### **3. CONSUM ENERGÈTIC I SOSTENIBILITAT**

El consum energètic en el celler, particularment en les zones meridionals, haurà de tenir els objectius següents: assegurar la producció de fred i calor, particularment per al control de les fermentacions, realitzar tots els processos mecànics que es produeixen en el celler (trepitjat, premsatge, moviment d'ampolles i bótes, embotellament i paletització) i tenir el control del moviment de líquids (vi i aigua) i trasbalsos durant la filtració. En serà essencial la reducció del consum d'energia destinat al manteniment del fred d'edificis (sales de bótes i producte) i la del consum d'aigua en la neteja del celler. L'estalvi d'aigua racionalitzant-ne l'ús es pot dur a terme mitjançant sistemes de neteja d'aigua a alta pressió, de vapor d'aigua o de gas ozó. Així, ens assegurarem d'obtenir vins no només amb millors característiques organolèptiques, sinó de disminuir despeses amb la reducció de grans quantitats de l'aigua de rentatge.

Les tecnologies aplicables als efluents vitícoles i a les aigües residuals són importants per a l'ecosostenibilitat dels cellers (Mínguez Sanz *et al.*, 2011). En aquest sentit, diferents pretractaments, des dels més convencionals (desbastat i neutralització) fins als tractaments més acurats (eliminació/filtració o retenció de sals) i l'eliminació i retenció de materials a través d'ultrafiltracions i nanofiltracions o osmosi inversa, permetrien aconseguir aigua tractada apta per al consum humà o, en altres casos, ser destinada a regs de jardins o per a certs usos agrícoles.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Aplicació de les millors tècniques disponibles en l'elaboració del vi i cava* (2011). Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- BOULTON, R. B.; SINGLETON, V. L.; LINDA, F.; BISSON, L. F.; RALPH, E.; KUNKEE, R. E. (1996). *Principles and practices in wine making*. The Chapman and Hall Enology Library.

- FLANCY, C. (2000). *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*. Madrid: Mundi-Prensa.
- ILAND, P.; BRUER, N.; EWART, A.; MARKIDES, A. (2004). *Monitoring the Winemaking Process from Grapes to Wine: Techniques and Concepts*. Adelaide: Patrick Iland Wine Promotions.
- MARIMÓN PEDRET, J. (1928). *Manual enológico práctico para uso de vinicultores-enólogos y laboratorios enológicos*. Reus: Foment.
- NADAL, M. (2003). «De l'autarquia a l'expansió del sector (1940-2000)». A: *De l'aiguardent al cava: El procés d'especialització vitivinícola a les comarques del Penedès-Garraf*. Vilafranca del Penedès: El 3 de Vuit: Ramon Nadal, p. 113-139.
- OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN (2012). *Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des mouts*. París: OIV.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. (2000). *Handbook of enology*. Vol. 2: *The chemistry of wine. Stabilization and treatments*. Chichester: Wiley.