LA DESALCOHOLITZACIÓ: Una oportunitat estratègica per al sector del vi a Catalunya?

ESTUDI REALITZAT PER INNOVI PER ENCÀRREC DE LA'JUNTAMENT DE VILAFRANCA AMB EL SUPORT DE LA DIPUTACIÓ DE BARCELONA



Diputació Barcelona

AJUNTAMENT VILAFRANCA DEL PENEDÈS

innovi
Clúster Vitivinícola Català

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ A L'ESTUDI. OBJECTIUS I ABAST 3
2. METODOLOGIA 4
2.1 Fonts d'informació i recerca documental 4
2.2 Informació obtinguda mitjançant contacte directe amb actors clau 5
3. MARC REGULADOR DELS VINS DESALCOHOLITZATS 9
3.1 El marc normatiu a la UE 9
3.2 El marc normatiu als Estats Units 15
4. EL MERCAT DELS VINS DESALCOHOLITZATS 22
4.1 Introducció 22
4.2 El mercat Alemany: La referència Europea 29
4.3 El mercat nord-americà: El líder absolut que marca tendències 36
4.4 El mercat Espanyol: La categoria a escala local 42
4.5 El perfil dels cellers productors 49
5. TECNOLOGIES DE DESALCOHOLITZACIÓ 67
5.1 Estratègies i tecnologies pre-fermentatives 67
5.1.1 Reducció de l'àrea foliar del cep 67
5.1.2 Verema precoç 69
5.1.3 Filtració selectiva de sucres del most 70
5.1.4 Dilució del most 71
5.1.5 Addició de glucosa-oxidasa 72
5.2 Estratègies i tecnologies fermentatives 73
5.2.1 Ús de llevats específics 73
5.2.2 Mètodes d'implementació de llevats no Saccharomyces 75
5.2.3 Enginyeria genètica sobre llevats 76
5.2.4 Limitació nutricional dels llevats 77
5.3 Estratègies i tecnologies post-fermentatives 79
5.3.1 Tecnologies basades en membranes 79
5.3.1.1 L'osmosi inversa 84
5.3.2 Tecnologies basades en destil·lació al buit 97
5.3.2.1 Spinning cone column 98
6. ESCENARIS D'IMPLEMENTACIÓ 118
7. CONCLUSIONS 125
8. BIBLIOGRAFIA 128

1. INTRODUCCIÓ A L'ESTUDI

En els darrers anys la presència del vi desalcoholitzat està un clar augment. Ja sigui en mitjans, xarxes socials, etc cada cop és més habitual escoltar o llegir-ne alguna notícia, conèixer que s'organitza algun esdeveniment (jornades, seminaris, etc) al voltant d'aquests productes. D'altra banda l'oferta tan a nivell nacional com internacional no para de créixer. En un món globalitzat aquesta tendència ha arribat a Catalunya on contrasta intensament amb la llarga tradició i llegat que vincula vi i país, generant debat i polèmica però també oferint una nova oportunitat econòmica en un context de baixada global i continuada de consum del vi.

És important tenir en compte que la reducció de grau alcohòlic dels vins, no només permet accedir a un nou mercat amb uns nous productes, sinó que es torna una necessitat davant del increment de grau resultant d'un canvi climàtic que ens porta a un lleuger i constant increment de grau en els vins. Actualment ja es necessiten eines per a poder mantenir el grau dels vins.

Aquest estudi pretén ser una eina útil per entendre, en el context actual, elements clau d'aquest "nou mercat" i està plantejat en tres eixos fonamentals: **Regulació, mercats, i tecnologies**.

A nivell regulatori, aquest estudi presenta una breu recopilació de com aquests productes estan regulats actualment a nivell Europeu i Nord-americà i quin és l'escenari legislatiu que es planteja a curt termini.

Pel que fa als mercats aquest text analitza en detall tres mercats; l'Alemany, el Nord-americà i l'Espanyol. S'analitzen, a banda de dades bàsiques i referències rellevants, el perfil tan de consumidors com de cellers que produeixen aquest tipus de productes.

Finalment, hi ha una part significativa de l'estudi a explicar les tecnologies utilitzades per a desalcoholitzar els vins, on s'analitzen els dos models bàsics existents: els basats en membranes i els basats en destil·lació al buit, les seves avantatges i limitacions així com el seu nivell de desenvolupament i implantació comercial.

Per acabar es realitza un exercici de comparació entre escenaris d'implementació en els que s'analitza l'escenari d'incorporació d'equipament per a la producció de referències desalcoholitzades i es compara amb un escenari de contractació de serveis de desalcoholització per part d'empreses especialitzades i finalment es planteja un escenari alternatiu en el que es planteja la creació d'una infraestructura compartida a nivell català que permeti la retenció de valor en el territori i l'acumulació de coneixement en aquest efervescent espai de mercat.

Totes aquestes dades busquen aportar informació clau per tal que el conjunt d'agents del sector pugui adquirir criteri per a la presa de decisions informades en aquest segment actualment en expansió dins de la gamma de productes vitivinícoles.

2. METODOLOGIA

2.1 Fonts d'informació i recerca documental

Per a la realització d'aquest estudi sobre la viabilitat de la desalcoholització en el sector vitivinícola català, s'ha adoptat una estratègia de recerca documental rigorosa i multidimensional, amb l'objectiu d'obtenir una visió global i contrastada de l'estat actual del coneixement, les tendències de mercat, les tecnologies disponibles i el marc normatiu vigent. Aquesta aproximació ha combinat fonts científiques, legals i professionals, així com la consulta directa a agents implicats del sector.

a) Recerques bibliogràfiques en literatura científica

Una de les principals fonts d'informació ha estat la literatura científica especialitzada, especialment articles i revisions (reviews) publicats en revistes indexades internacionals dels àmbits de l'enologia, l'enginyeria alimentària i la química de processos. Per tal de garantir la qualitat i rellevància de les dades recollides, s'han aplicat criteris de selecció estrictes basats en la validesa científica, la recent actualització de la informació (amb especial atenció a publicacions dels darrers 10 anys) i la reputació dels autors o institucions.

Les cerques s'han dut a terme principalment a través de bases de dades acadèmiques com Scopus, Web of Science, ScienceDirect i Google Scholar, mitjançant l'ús combinat de paraules clau en anglès. Les estratègies de cerca han inclòs operadors booleans (AND, OR, NOT), com ara:

- "dealcoholized wine" OR "low-alcohol wine" AND "membrane technologies"
- "non-alcoholic wine" AND "consumer perception"
- "wine dealcoholization" AND "vacuum distillation"
- "low alcohol wine" AND "yeast metabolism" NOT "beer"

A més, s'han identificat publicacions rellevants a partir de la bibliografia citada en articles clau (mètode conegut com a "snowballing") i a través de les alertes personalitzades configurades en els portals científics esmentats. Aquesta metodologia ha permès identificar tant avenços tecnològics com resultats d'assaigs sensorials, dades de mercat i estudis de viabilitat econòmica.

b) Legislació i normatives vigents

El component normatiu ha estat fonamental per entendre els límits i les possibilitats que ofereix el marc legal actual per a la producció i comercialització de vins desalcoholitzats. En aquest sentit, s'ha analitzat detalladament la normativa vigent publicada per:

- La Unió Europea, especialment les disposicions incloses en el Reglament (UE) 2021/2117 que modifica la definició i classificació dels productes vitivinícoles i obre la porta a l'etiquetatge de vins amb contingut reduït o nul d'alcohol.
- L'Estat espanyol, amb especial atenció a la transposició i aplicació de la normativa europea en el context estatal i a les disposicions relatives a l'etiquetatge, traçabilitat i control d'aquests productes.
- Altres legislacions internacionals de referència (Estats Units, Austràlia, etc.) per tal d'identificar possibles esculls o facilitadors comercials en mercats objectiu.

Per a l'accés i anàlisi d'aquesta informació, s'han consultat fonts oficials com EUR-Lex, el BOE, el DOGC, i portals de referència de la OIV (Organització Internacional de la Vinya i el Vi), així com informes elaborats per agències reguladores i observatoris sectorials.

2.2 Informació obtinguda mitjançant contacte directe amb actors clau

Amb l'objectiu de complementar la informació tècnica i normativa amb coneixement aplicat i percepcions del sector, s'ha desenvolupat una estratègia d'identificació i consulta a actors rellevants del sistema vitivinícola català i internacional. Aquest procés ha inclòs:

- Cellers i cooperatives que ja han iniciat processos de R+D en desalcoholització o han experimentat amb vins de baixa graduació.
- Comercialitzadors i distribuïdors amb visió de mercat sobre la demanda actual i futura de vins desalcoholitzats.
- Organitzadors de concursos i esdeveniments relacionats amb vins innovadors, amb capacitat de valorar la recepció i el t d'aquests productes.
- Centres de recerca i tecnologia (tant públics com privats), que aporten coneixement sobre tecnologies emergents, assaigs pilot i evolució dels costos d'implantació.

El contacte amb aquests agents s'ha fet mitjançant entrevistes semiestructurades, reunions bilaterals i consultes per correu electrònic o formularis. Aquest enfocament ha permès identificar barreres pràctiques, condicions d'èxit i consideracions que sovint no es reflecteixen en la literatura formal, tot incorporant la veu del territori i dels operadors econòmics a l'estudi.

La recollida d'informació qualitativa mitjançant el contacte directe amb actors clau del sector ha estat una peça fonamental per complementar l'anàlisi documental i tècnica de l'estudi. Aquest enfocament ha permès integrar coneixement pràctic, percepcions de mercat, experiències d'implantació tecnològica i visions estratègiques dels agents que intervenen en tota la cadena de valor, des de la producció fins a la comercialització i valoració organolèptica del producte final. Els actors consultats han estat seleccionats per la seva rellevància, experiència i posicionament dins del sector, tenint en compte la seva vinculació directa amb la desalcoholització o amb activitats complementàries que aporten informació valuosa per a l'estudi.

CELLERS

VINYES PRÒPIES
EQUILIBRI I RESPECTE PER LA TERRA
RAIMAT
VITICULTURA SOSTENIBLE

Cellers Raimat, del Grup Codorníu, és un dels cellers més innovadors de Catalunya pel que fa a la integració de tecnologia i sostenibilitat. La seva aposta per la viticultura regenerativa i la seva orientació cap a productes de baixa graduació els converteix en interlocutor clau per analitzar la viabilitat en operacions de gran escala.

VALLFORMOSA

Amb una trajectòria centenària i una estratègia de marca orientada a la innovació, Vallformosa destaca per la seva adaptació a nous perfils de consumidor i per la seva flexibilitat productiva. Aporta una visió sobre consideracions comercials i logístiques associades a la desalcoholització.

FAMILIA TORRES Desde 1870

Família Torres ha estat un dels pioners a Espanya en desalcoholització amb la seva marca Natureo, present al mercat des de 2008, i s'ha posicionat com un referent a escala mundial, especialment en la línia de vins tranquils.

MÀQUINARIA ASSOCIADA A LA DESALCOHOLITZACIÓ

AZ3 oeno

Empresa especialitzada en tecnologies enològiques, incloses solucions de desalcoholització post-fermentativa. La seva presència local i coneixement dels vins catalans és clau per valorar la compatibilitat tècnica dels sistemes.

SERVEIS DE DESALCOHOLITZACIÓ

BEVZERO

Empresa internacional líder en serveis de desalcoholització a mida. Ofereix una perspectiva comparativa sobre models externalitzats i la seva viabilitat per a cellers petits i mitjans. És el proveïdor de servei de moltes referències disponibles tan a nivel nacional com internacional

DESALCO

Firma francesa que proporciona unitats mòbils i estacionàries de destil·lació al buit. El seu model d'implantació descentralitzada és rellevant per escenaris amb poca capacitat d'inversió inicial.

MICHAEL PAETZOLD

Empresa tècnica francesa amb solucions basades en osmosi avançada. La seva experiència en diversos àmbits de l'empresa auxiliar vinculada a cellers de gamma alta contribueix a la seva capacitat de valorar l'impacte sensorial i de marca.

INSTITUCIONS DE RECERCA

INCAVI
Institut Català de la Vinya i el Vi

Institut Català de la Vinya i el Vi. Ofereix visió institucional sobre la innovació i la competitivitat del sector, així com possibles vies de suport públic. Acumula un coneixement destacat en aspectes de desalcoholització i el seu impacte en el vi especialment en la part fermentativa.

VITEC
CENTRO TECNOLÓGICO DEL VINO

Centre resultants de la integració d'IRTA i l'antic VITEC, especialitzat en enologia aplicada i validació pilot de tecnologies. Aporta dades empíriques sobre l'impacte de la desalcoholització en qualitat i acceptació sensorial.

COMERCIALITZADORES

the Blue Dolphin
ALCOHOL FREE STORE

Tenda on-line especialitzada amb productes Premium sense alcohol (cerveses, vins i destil·lats) amb més de 90 referències de vi sense alcohol. Proporciona intel·ligència de mercat sobre posicionament i estratègies de canal.

ENTITATS ESPECIALITZADES EN TAST



CONCOURS MONDIAL *de* BRUXELLES

Concurs internacional que ha creat una categoria específica per a vins sense o amb baixa graduació alcohòlica. Proporciona criteris de valoració externa i tendències internacionals d'acceptació.

2.3 Anàlisi tècnic- econòmic de tecnologies

Per a la valoració tècnica i econòmica de les tecnologies associades l'objectiu ha estat clau incorporar tots els elements possibles a l'equació de manera que el resultat sigui el més representatiu, sòlid i coherent possible. De tota manera cal tenir en compte que, com qualsevol valoració econòmica, està subjecta a una gran volatilitat especialment quan està vinculada a aspectes com el cost energètic, de transport o de determinades matèries primeres.

En qualsevol cas en aquest anàlisi s'especifiquen els paràmetres en els que està realitzat i per tan és un exercici adaptable a les noves situacions vinculades a costos que poden sorgir.

3. MARC REGULADOR DELS VINS DESALCOHOLITZATS

El vi desalcoholitzat constitueix una innovació significativa dins del sector vitivinícola a escala mundial. La seva irrupció respon a l'evolució de les preferències dels consumidors, que cerquen alternatives per reduir la ingesta d'alcohol per un gran rang de motius salut,. Alhora, el desenvolupament tecnològic ha permès fer viable la producció de vins amb menys contingut alcohòlic o directament sense alcohol. Això ha forçat a les diferents administracions a tenir en compte aquest nou segment de productes en el marc legislatiu. En aquest estudi s'analitzen bàsicament els marcs reguladors aplicables a la Unió Europea i Nord Americana.

3.1 El marc normatiu a la Unió Europea

En aquest context, la Unió Europea ha impulsat un marc legal específic per tal de reconèixer, regular i comercialitzar aquesta nova categoria de vins, tant dins de l'àmbit general vitivinícola com dins la producció ecològica i el règim d'indicacions geogràfiques.

Aquest apartat de l'estudi analitza detalladament aquest marc normatiu, amb referències específiques als reglaments europeus aplicables, com ara el Reglament (UE) 2021/2117, el Reglament (CE) 606/2009, el Reglament (UE) 2018/848 i altres disposicions tècniques emanades de l'OIV i les autoritats estatals. L'objectiu és oferir una guia precisa i actualitzada sobre les condicions de producció, etiquetatge, comercialització i reconeixement del vi desalcoholitzat dins l'àmbit europeu.

A la luz de la creciente demanda de los consumidores de productos vitícolas innovadores con un grado alcohólico adquirido inferior al grado alcohólico adquirido mínimo establecido para los productos vitícolas en la parte II del anexo VII del Reglamento (UE) n.o 1308/2013, ha de ser posible asimismo producir dichos productos vitícolas innovadores también en la Unión. A tal fin, es necesario establecer las condiciones en las que determinados productos vitícolas puedan ser desalcoholizados o parcialmente desalcoholizados y establecer los procedimientos de desalcoholización autorizados. Dichas condiciones deben tener en cuenta las Resoluciones de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), OIV-ECO 432-2012 Bebida obtenida por desalcoholización del vino, OIVECO 433-2012 Bebida obtenida por desalcoholización parcial del vino, OIV-ECO 523-2016 Vino con grado alcohólico modificado por desalcoholización y OIV-OENO 394A-2012 Desalcoholización de vinos. Dichos productos vitícolas innovadores nunca se han comercializado en la Unión como vino. Por este motivo, sería necesario seguir investigando y experimentando para mejorar la calidad de esos productos y, en particular, para garantizar que la eliminación total del contenido de alcohol permita preservar las características diferenciadoras de los vinos de calidad protegidos por una indicación geográfica o una denominación de origen. Por tanto, si bien la desalcoholización parcial y total deben autorizarse para los vinos sin indicación geográfica o denominación de origen, para los vinos con indicación geográfica protegida o denominación de origen protegida solo debe autorizarse la desalcoholización parcial. Además, con el fin de garantizar claridad y transparencia tanto para los productores como para los consumidores de vinos con indicación geográfica o denominación de origen, conviene establecer que, cuando los vinos con indicación geográfica o denominación de origen puedan ser parcialmente desalcoholizados, el pliego de condiciones del producto debe incluir una descripción del vino parcialmente desalcoholizado y, en su caso, de las prácticas enológicas específicas que deban utilizarse para elaborar el vino o vinos parcialmente desalcoholizados, así como las restricciones pertinentes impuestas a su elaboración.

Definició i classificació legal

L'article 1, apartat 32, del Reglament (UE) 2021/2117 del Parlament Europeu i del Consell, de 2 de desembre de 2021, introdueix l'article 116 bis dins del Reglament (UE) 1308/2013, per incloure legalment les noves categories de vi desalcoholitzat i parcialment desalcoholitzat:

- "Vi desalcoholitzat": contingut alcohòlic ≤ 0,5% vol. Es considera que el procés de desalcoholització ha estat gairebé total.
- "Vi parcialment desalcoholitzat": contingut alcohòlic > 0,5% vol. però inferior al mínim establert per a la categoria de producte a la qual pertany el vi abans del tractament.

Categoría del producto vitícola de conformidad con el anexo VII, parte II. En el caso de las categorías de productos vitícolas definidas en el anexo VII, parte II, punto 1 y puntos 4 a 9, cuando dichos productos hayan sido sometidos a un tratamiento de desalcoholización con arreglo al anexo VIII, parte I, sección E, la denominación de la categoría irá acompañada por: i) el término "desalcoholizado" si el grado alcohólico volumétrico adquirido del producto no es superior al 0,5 %, o ii) el término "parcialmente desalcoholizado" si el grado alcohólico volumétrico adquirido es superior al 0,5 % e inferior al grado alcohólico adquirido mínimo de la categoría antes de la desalcoholización.

Aquesta modificació sobre el Reglament (UE) 1308/2013 implica que els vins desalcoholitzats formen part del conjunt de productes vinícoles reconeguts dins l'organització comuna de mercats (OCM) del sector agrícola, amb dret a ser etiquetats, distribuïts i comercialitzats com a vins sota condicions específiques. En concret, el nou apartat 2 de l'article 116 bis estableix que aquests productes poden portar una indicació d'origen o d'identitat varietal, sempre que s'ajustin als requisits aplicables.

Tècniques de desalcoholització autoritzades

El Reglament (CE) 606/2009 de la Comissió, de 10 de juliol de 2009, que estableix determinades normes per a les pràctiques enològiques autoritzades, és la base normativa per a la determinació de les tècniques acceptables per a la reducció d'alcohol. La seva redacció ha estat modificada per successives normes, especialment pel Reglament Delegat (UE) 2021/2117. L'annex I A del Reglament 606/2009, modificat per la Comissió, inclou les següents tècniques:

- **Evaporació parcial sota buit (vacuum evaporation)**: tècnica que redueix la pressió atmosfèrica per abaixar el punt d'ebullició de l'alcohol, permetent la seva eliminació a baixes temperatures. Això minimitza la pèrdua de volàtils aromàtics.
- **Tècniques de membrana**, com l'òsmosi inversa, la nanofiltració i la diafiltració, que permeten separar l'alcohol de la resta de components del vi mitjançant l'ús de pressió i filtres selectius.
- **Destil·lació**, incloent l'ús de columnes de rectificació dissenyades per eliminar l'alcohol de manera selectiva mantenint les propietats del vi base.

L'article 3 i l'annex I A exigeixen que l'aplicació d'aquestes tècniques no alteri substancialment les característiques essencials del vi, en particular el seu caràcter varietal i l'equilibri organolèptic. Aquesta condició es reforça mitjançant la Resolució OIV-OENO 394A-2012, aprovada per l'OIV,

que especifica que la desalcoholització ha de respectar l'estructura del vi i no ha de ser un mitjà per modificar artificialment el perfil del producte.

A fin de reducir parte o la casi totalidad del contenido de etanol en los productos vitícolas a que se refiere el anexo VII, parte II, punto 1 y puntos 4 a 9, se permitirá cada una de las operaciones de desalcoholización enumeradas a continuación, ya sea por separado o en combinación con otras operaciones de desalcoholización enumeradas: a) evaporación parcial al vacío; b) técnicas de membrana; c) destilación. Las operaciones de desalcoholización empleadas no darán lugar a defectos organolépticos del producto vitícola. La eliminación del etanol en productos vitícolas no irá aparejada a un aumento del contenido de azúcar en el mosto de uva

Condicions i limitacions de producció

Prohibició de sucre afegit

Segons l'annex I B del Reglament (CE) 606/2009 i la Resolució OIV-OENO 394A-2012, està prohibit afegir sucres al most o al vi per compensar la pèrdua de densitat o de sabor derivada de la desalcoholització. Aquesta mesura té com a objectiu preservar la naturalesa vinícola del producte i evitar l'ús del procés per crear begudes artificioses o dolces.

Productes amb indicació geogràfica (DOP/IGP)

El Reglament (UE) 2021/2117, a l'article 119, introdueix modificacions substancials en la possibilitat d'elaborar vins parcialment desalcoholitzats dins de les DOP i les IGP. Abans de la reforma, només era possible efectuar una reducció màxima del 20% del contingut alcohòlic, i només en vins sense indicació geogràfica (art. 9 del Reglament (CE) 606/2009). Amb la reforma, es preveu la possibilitat que els consells reguladors de les DOP i IGP n'autoritzin expressament l'ús fins a un límit inferior al grau alcohòlic mínim de la categoria abans de la desalcoholització, si es respecten els plecs de condicions.

Cuando el vino o vinos puedan ser parcialmente desalcoholizados, el pliego de condiciones incluirá también una descripción del vino o vinos parcialmente desalcoholizados con arreglo al párrafo segundo, letra b), mutatis mutandis y, cuando corresponda, las prácticas enológicas específicas utilizadas para elaborar el vino o vinos parcialmente desalcoholizados, así como las restricciones pertinentes impuestas a su elaboración

Aquest canvi representa un pas per a l'adaptació del sistema europeu de qualitat a les noves demandes del mercat, mantenint l'equilibri entre innovació i respecte per el valor i la tipicitat vinculada a les D.O. Tot i així a dia d'avui no es permet vincular vins totalment desalcoholitzats a D.O i/o IGP.

Regulació per a vins ecològics

Incompatibilitats prèvies

El Reglament (UE) 2018/848 del Parlament Europeu i del Consell, de 30 de maig de 2018, relatiu a la producció ecològica, excloïa les tècniques aplicades per obtenir vins desalcoholitzats post-fermentació, per considerar que alteraven de manera significativa els vins. Per tant, els vins desalcoholitzats quedaven fora del sistema ecològic de la UE.

Reforma de 2025.

A través del Reglament Delegat (UE) 2025/405 de la comissió, amb data de 13 de desembre de 2024 es modifica l'annex II, part VI, del Reglament (UE) 2018/848, per incloure la destil·lació sota buit com a tècnica autoritzada, sempre que:

- El producte resultant contingui <0.5º alcohòlics
- La temperatura utilitzada en el procés sigui <75ºc
- Mida de porus de membrana >0,2 per a les tècniques que les utilitzen.
- La destil·lació ha d'efectuar-se al buit.

Això obre la porta a l'etiquetatge ecològic de vins desalcoholitzats, a condició que es compleixin també els requisits generals del Reglament 2018/848, incloent l'origen de les matèries primeres i les pràctiques vitivinícoles.

Sobre esta base, procede añadir el uso de la evaporación parcial al vacío y destilación al anexo II, parte VI, punto 3.3, del Reglamento (UE) 2018/848, para autorizar dichos usos en la producción de vino desalcoholizado ecológico, siempre que el vino producido tenga un grado alcohólico volumétrico no superior al 0,5 % vol., la temperatura utilizada no sea superior a 75 °C, el tamaño de los poros para la filtración no sea inferior a 0,2 micrómetros y la destilación se efectúe al vacío.

Etiquetatge i comercialització

Informació nutricional i ingredients

El Reglament (UE) 1169/2011 sobre la informació alimentària facilitada al consumidor, juntament amb les modificacions del Reglament (UE) 2021/2117, obliga, a partir del 8 de desembre de 2023, a:

- Incloure una declaració nutricional per 100 ml (art. 30 i annex XV del Reglament 1169/2011).
- Especificar la llista completa d'ingredients, incloent additius, coadjuvants i al·lèrgens com els sulfits (art. 9 i annex II del mateix reglament).
- Incloure una data de consum preferent.

A fin de garantizar que los consumidores estén informados de la naturaleza de los productos vitivinícolas desalcoholizados y que las normas que rigen el etiquetado y la presentación de los productos del sector del vino también se apliquen a los productos vitícolas desalcoholizados o parcialmente desalcoholizados, debe modificarse el artículo 119 del Reglamento (UE) n.o 1308/2013. No obstante, con el fin de mantener el nivel actual de información sobre la duración mínima requerida para las bebidas con un grado alcohólico inferior al 10 % en volumen con 6.12.2021 ES Diario Oficial de la Unión Europea L 435/269 arreglo al Reglamento (UE) n.o 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo (17), conviene exigir que los productos que hayan sido sometidos a un proceso de desalcoholización con un grado alcohólico volumétrico adquirido inferior al 10 % indiquen obligatoriamente la fecha de consumo preferente.

la información nutricional con arreglo a lo dispuesto en el artículo 9, apartado 1, letra l), del Reglamento (UE) n.o 1169/2011, i) la lista de ingredientes con arreglo a lo dispuesto en el artículo 9, apartado 1, letra b), del Reglamento (UE) n.o 1169/2011; j) en el caso de los productos vitícolas que hayan sido sometidos a un proceso de desalcoholización con arreglo al anexo VIII, parte I, sección E, y tengan un grado alcohólico volumétrico adquirido inferior al 10 %, la fecha de

durabilidad mínima conforme a lo dispuesto en el artículo 9, apartado 1, letra f), del Reglamento (UE) n.o 1169/2011

Denominació de venda

Segons l'article 119, apartat 1, lletra f), del Reglament (UE) 1308/2013 modificat pel Reglament 2021/2117:

- El terme "vi" només es pot emprar si va acompanyat del qualificatiu "desalcoholitzat" o "parcialment desalcoholitzat", en funció del contingut alcohòlic.
- Si el producte supera el 0,5% vol., no pot presentar-se com a "vi" a seques.

El artículo 119 se modifica como sigue: a) el apartado 1 se modifica como sigue: i) la letra a) se sustituye por el texto siguiente: «a) categoría del producto vitícola de conformidad con el anexo VII, parte II. En el caso de las categorías de productos vitícolas definidas en el anexo VII, parte II, punto 1 y puntos 4 a 9, cuando dichos productos hayan sido sometidos a un tratamiento de desalcoholización con arreglo al anexo VIII, parte I, sección E, la denominación de la categoría irá acompañada por: i) el término "desalcoholizado" si el grado alcohólico volumétrico adquirido del producto no es superior al 0,5 %, o ii) el término "parcialmente desalcoholizado" si el grado alcohólico volumétrico adquirido es superior al 0,5 % e inferior al grado alcohólico adquirido mínimo de la categoría antes de la desalcoholización.»;

Etiquetatge ecològic

El logotip verd de la UE només pot ser emprat si es compleixen tots els requisits del Reglament 2018/848, inclosa la nova autorització per a la desalcoholització. El compliment d'aquestes condicions ha de poder ser verificat mitjançant auditories per l'organisme de control corresponent.

Aplicació al marc estatal espanyol

Publicitat i màrqueting

La Llei 34/1988 General de Publicitat estableix, en el seu article 3, que tota publicitat ha de respectar els valors de veracitat i no ha d'induir a error. L'article 8 prohibeix explícitament associar el consum de begudes alcohòliques amb l'èxit personal, la conducció o l'activitat esportiva.

Autoregulació

Organitzacions com la FEBE o la Federació Espanyola del Vi han establert codis d'autoregulació que recomanen incloure advertiments com "Begueu amb responsabilitat" o "Vi amb moderació" en la publicitat i les etiquetes. Tot i que no són obligatoris legalment, aquests missatges s'han anat consolidant com a pràctica estàndard del sector.

Conclusions

La normativa europea ha fet un salt qualitatiu amb la incorporació del vi desalcoholitzat dins el marc legal del sector vitivinícola. Els reglaments 2021/2117 i 2018/848, juntament amb les normes d'etiquetatge i els estàndards tècnics de l'OIV, conformen un sistema jurídic complex però coherent. Aquest sistema té per objectiu garantir la seguretat del consumidor, la transparència en la comunicació i el respecte per les tradicions vinícoles del països membres.

Tot i els avenços, cal continuar monitorant l'aplicació d'aquestes normes, especialment pel que fa a la inclusió dins de les DOP/IGP i la producció ecològica. També serà fonamental observar com evoluciona la legislació nacional i la jurisprudència derivada de l'aplicació pràctica del marc normatiu europeu.

Taula resum de les normatives clau:

Apartat	Element clau	Regulació / Font	Contingut essencial
Definició i classificació	Vi desalcoholitzat ≤ 0,5% vol Parcialment desalcoholitzat > 0,5% vol i < mínim legal	Reglament (UE) 2021/2117, art. 116 bis	Reconeixement legal com a producte vinícola amb possibilitat d'etiquetatge i indicació d'origen.
Tècniques autoritzades	Evaporació sota buit Membrana (òsmosi inversa) Destil·lació selectiva	Reglament (CE) 606/2009, Annex I A Resolució OIV-OENO 394A-2012	Només si no alteren les característiques organolèptiques del vi.
Prohibicions	No es pot afegir sucre anterior	Reglament (CE) 606/2009, Annex I B Resolució OIV-OENO 394A-2012	Evitar alteració artificial del perfil del vi.
DOP/IGP	Permís condicionat per a vins amb indicació geogràfica	Reglament (UE) 2021/2117, art. 119	Possible per a vins parcialment desalcoholitzats si ho autoritza el plec de condicions del consell regulador.
Producció ecològica (obsolet)	Prohibició de tècniques de desalcoholització	Reglament (UE) 2018/848	Inicialment no es permetia l'ús de tècniques com la destil·lació sota buit.
Reforma producció ecològica 2025	Destil·lació sota buit autoritzada en ecològic	Esmena prevista a l'annex II del Reglament 2018/848	Si es fa a baixa temperatura, amb finalitat de salut/sostenibilitat i sense afegits dolços.
Etiquetatge nutricional	Obligatori des de desembre 2023	Reglament (UE) 1169/2011, art. 30, Annex XV Reglament (UE) 2021/2117	Cal indicar valor energètic, greixos, sucres, proteïnes, etc. per 100 ml.
Denominació de venda	Ús restringit del terme "vi"	Reglament (UE) 1308/2013, art. 119 (modificat)	Només és vàlid amb l'etiqueta «desalcoholitzat» o «parcialment desalcoholitzat».
Etiquetatge ecològic	Logotip UE només amb tècniques autoritzades	Reglament (UE) 2018/848	Compliment verificat per organismes de control.
Publicitat a Espanya	Prohibició d'associacions enganyoses	Llei 34/1988, arts. 3 i 8	No es pot vincular el consum a èxit, conducció, esport.
Autoregulació	Missatges recomanats	Codi FEBE, FEV	Ex.: «Begueu amb responsabilitat», «Vi amb moderació».* Aplica com a

			simulació de beguda alcohòlica

A aquest marc normatiu cal afegir la darrera aplicació del paquet de mesures “Wine Package” que proposa (a espera de la seva aprovació final per part de les autoritats Europees) l’adopció dels termes 0,0 i “light” amb la intenció de facilitar la interpretació per part del consumidor, simplificant i convergint en la denominacions del producte.

3.2 El marc normatiu als Estats Units

Introducció

El marc normatiu estatunidenc per als vins desalcoholitzats presenta una estructura complexa que difereix significativament del sistema europeu. La regulació dels vins desalcoholitzats als Estats Units es caracteritza per una divisió jurisdiccional clara basada en el contingut alcohòlic, que determina quina agència federal té la competència principal sobre aquests productes. Aquesta segmentació regulatòria respon a la definició legal de "vi" establerta per la Federal Alcohol Administration Act (FAA Act), que fixa el llindar mínim del 7% d'alcohol per volum com a criteri clau.

La irrupció dels vins desalcoholitzats en el mercat estatunidenc ha generat la necessitat d'adaptar el marc normatiu existent per acomodar aquests nous productes, creant un sistema dual on la Food and Drug Administration (FDA) regula els productes amb menys del 7% d'alcohol per volum, mentre que la Alcohol and Tobacco Tax and Trade Bureau (TTB) manté la seva jurisdicció sobre els vins tradicionals. Aquest apartat analitza detalladament aquest marc normatiu, amb referències específiques als reglaments federals aplicables i les seves implicacions

Definició i classificació legal

Definició federal de vi

La Federal Alcohol Administration Act (FAA Act) estableix, a la secció 27 U.S.C. 211(a)(6), que el vi es defineix com un producte que conté "no menys del 7 i no més del 24 per cent d'alcohol per volum". Aquesta definició legal crea una divisió jurisdiccional clara que afecta directament la regulació dels vins desalcoholitzats.

Wine is defined in the Federal Alcohol Administration Act (FAA Act) as, among other things, containing not less than 7 and not more than 24 percent alcohol by volume [27 U.S.c. 211(a)(6)].

Els productes que contenen menys del 7% d'alcohol per volum no es consideren "vi" sota la FAA Act i, per tant, queden fora de la jurisdicció de la TTB pel que fa a l'etiquetatge. Aquesta classificació legal implica que els vins desalcoholitzats estan subjectes a les disposicions d'etiquetatge de la Federal Food, Drug, and Cosmetic Act, administrada per la FDA.

Dealcoholized wines are prepared by removing alcohol from a wine. Because dealcoholized wine products contain less than 7 percent alcohol by volume, they are not covered by the FAA Act and are subject to the labeling provisions of the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act.

Categories de productes desalcoholitzats

Segons la FDA Compliance Policy Guide Sec. 510.400, els productes desalcoholitzats es classifiquen en tres categories principals:

Vi desalcoholitzat ("dealcoholized wine"): Productes que contenen menys del 0,5% d'alcohol per volum. La FDA considera que l'ús dels termes "desalcoholitzat" o "alcohol-removed" en la declaració d'identitat d'un producte vinícola de contingut alcohòlic reduït és enganyós si el contingut alcohòlic supera el 0,5% per volum.

Vi lliure d'alcohol ("alcohol-free wine"): Segons la política de la FDA, un producte etiquetat com a "lliure d'alcohol" ha de contenir "cap alcohol detectable". Aquest és un estàndard més estricte que el de "desalcoholitzat".

Vi no alcohòlic ("non-alcoholic wine"): La FDA permet generalment que aquesta denominació aparegui en vins desalcoholitzats o amb alcohol eliminat, però no ha de ser utilitzada com a únic qualificador en la declaració d'identitat del producte vinícola.

Tile term "dealcoholized" or "alcohol-removed" should appear in the statement of identity, immediately preceding either the term "wine" or the standard of identity [27 CFR 4.21] designation of the type of wine from which it was derived, such as "burgundy." The qualifying words "dealcoholized" or "alcohol-removed" should appear in letters equal in size to "wine" or to the standardized name on the principal display panel of the label. Where a specific designation is used, such as "dealcoholized claret" or "alcohol-removed burgundy," the product must be true to source type as defined by BATF regulations. To ensure that consumers are not misled as to the alcohol content of the product, the statement of identity should be followed by the declaration, "contains less than 0.5 percent alcohol by volume." FDA considers use of the terms "dealcoholized" and "alcohol-removed" in the statement of identity of a reduced alcohol wine product to be misleading if the alcohol content exceeds 0.5 percent by volume.

Marc regulatori dual: FDA vs. TTB

Jurisdicció de la FDA

Els vins amb menys del 7% d'alcohol per volum han de complir amb els requisits d'etiquetatge i embalatge d'aliments de la FDA, inclosos els requisits d'ingredients, nutrició i al·lèrgens. Aquesta jurisdicció implica l'aplicació del 21 CFR part 101, que estableix els requisits complets d'etiquetatge alimentari.

Els requisits específics de la FDA per a vins desalcoholitzats inclouen:

- Declaració d'identitat al panell principal de visualització
- Contingut net en unitats imperials (per exemple, 12 fl oz)
- Nom i adreça del fabricant, envasador o distribuïdor
- Informació nutricional segons 21 CFR 101
- Llista d'ingredients completa

Jurisdicció de la TTB

Tot i que la TTB no exerceix la jurisdicció primària sobre l'etiquetatge dels vins amb menys del 7 % ABV —aquestes referències entren principalment dins l'àmbit d'actuació de la FDA (ingredients, informació nutricional, al·lèrgens, etc.)— la TTB conserva competències limitades que poden ser rellevants en casos concrets.

Per exemple, alguns assumptes tècnics relacionats amb la composició i el control de la producció (com els requisits de fórmules) s'apliquen independentment del grau alcohòlic, de manera que cal valorar si aquestes obligacions TTB són aplicables encara que el producte tingui menys de 7 % ABV.

A més, la normativa administrativa de la TTB exigeix que els explotadors etiquetin cada ampolla o altre envàs abans de la seva retirada per a consum o venda; aquesta regla té finalitats fiscal i de traçabilitat (control de producció i comprovació d'informació obligatòria) i no depèn del contingut alcohòlic del vi. En termes normatius aquesta obligació figura en 27 CFR § 24.257.

Finalment, determinades reivindicacions d'etiqueta que la FDA no regula específicament (p. ex. usos d'apel·lacions d'origen o la terminologia d'algunes denominacions) poden requerir atenció perquè la TTB administra programes com les Appellations of Origin / AVA i té regles pròpies sobre la seva utilització; per tant, convé revisar cas per cas si una afirmació d'etiqueta podria entrar en l'àmbit TTB.

Requisits d'etiquetatge i comercialització

Denominació

Segons la FDA Compliance Policy Guide Sec. 510.400, el terme "desalcoholitzat" o "alcohol-removed" ha d'aparèixer a la denominació del producte, immediatament precedint el terme "vi" o la designació estàndard d'identitat del tipus de vi del qual deriva. Les paraules qualificadores "desalcoholitzat" o "alcohol-removed" han d'aparèixer en lletres de mida igual a "vi" o al nom estandarditzat al panell principal de visualització de l'etiqueta.

Per garantir que els consumidors no puguin ser induïts a error sobre el contingut alcohòlic del producte, la denominació del producte ha de ser seguida per la declaració "conté menys del 0,5 per cent d'alcohol per volum".

Informació nutricional

Els vins que contenen menys del 7% d'alcohol per volum estan subjectes als requisits complets de la FDA pel que fa a informació nutricional. Això contrasta amb els vins tradicionals (7-14% ABV), que només han de llistar l'ABV i tenen l'opció de llistar calories però no estan obligats a fer-ho.

Els requisits nutricionals per a vins desalcoholitzats inclouen:

- Panell d'informació nutricional per 100 ml
- Declaració de calories (utilitzant el factor específic de 7,07 calories per gram d'alcohol quan sigui aplicable)
- Contingut de carbohidrats, proteïnes i greixos
- Vitamines i minerals si estan presents en quantitats significatives

Etiquetatge d'ingredients i al·lèrgens

A diferència dels vins tradicionals, els vins desalcoholitzats han de complir amb els requisits complets d'etiquetatge d'ingredients de la FDA. Això inclou la llista de tots els ingredients en ordre descendent de predominança per pes, inclosos additius, coadjuvants tecnològics i qualsevol al·lèrgen com els sulfits.

Per als vins desalcoholitzats, això podria incloure:

- Àcid tànnic o el tipus de fusta utilitzada per a l'envelliment
- Concentrats de suc de raïm (encara que no es requereix el nom de la marca)
- Llevats comercials utilitzats
- Qualsevol altre ingredient que modifiqui la textura o el sabor general

Advertències sanitàries i restriccions publicitàries

Alcoholic Beverage Labeling Act

Tot i que els vins desalcoholitzats amb menys del 7% d'alcohol no estan subjectes a tots els requisits de la FAA Act, poden estar subjectes a certes disposicions de l'Alcoholic Beverage Labeling Act si contenen més del 0,5% d'alcohol per volum. El 27 CFR part 16 estableix els requisits d'advertència sanitària per a begudes alcohòliques.

L'advertència sanitària estàndard requereix el text: "GOVERNMENT WARNING: (*1) According to the Surgeon General, women should not drink alcoholic beverages during pregnancy because of the risk of birth defects. (2) Consumption of alcoholic beverages impairs your ability to drive a car or operate machinery, and may cause health problems*".

Restriccions publicitàries estatals

A nivell estatal, moltes jurisdiccions mantenen restriccions sobre la publicitat de begudes alcohòliques que poden aplicar-se als vins desalcoholitzats segons el seu contingut alcohòlic específic. Les regulacions varien significativament entre estats pel que fa als llindars d'alcohol i les restriccions publicitàries corresponents.

Tècniques de desalcoholització autoritzades

Mètodes aprovats per la indústria

Tot i que la FDA no especifica tècniques de desalcoholització particulars en els seus reglaments, la indústria estatunidenca utilitza principalment tres mètodes reconeguts:

Destil·lació al buit: Aquest mètode permet la separació de l'etanol a baixes temperatures per no perjudicar altres components del vi com els aromes procés començar escalfant tot el líquid vinificat fins que arriba a una temperatura d'aproximadament 35 graus Celsius.

Tècniques de membrana (Òsmosi inversa): Desenvolupat inicialment per Vinovation (ara Winesecrets), aquest procés pressuritza el vi a través d'una membrana, separant l'alcohol i l'aigua. La barreja resultant (permeabilitat) consisteix en aigua i alcohol, mentre que el vi concentrat, sense alcohol i amb contingut d'aigua reduït, roman darrere.

Spinning Cone Column: Aquesta tècnica utilitza una columna vertical rotatòria amb cons alternats rotatoris i estacionaris. La destil·lació es du a terme sota buit per separar l'etanol a baixa temperatura.

Consideracions de qualitat

Les tècniques de desalcoholització als Estats Units operen sota principis de preservació de la qualitat organolèptica. Els sistemes d'òsmosi inversa utilitzen membranes amb una classificació

de tall de pes molecular de 100, mantenint tots els altres components del vi assegurats darrere d'una membrana protectora.

Regulació de vins ecològics desalcoholitzats

Estàndards del National Organic Program (NOP)

El USDA National Organic Program regula la producció de vi ecològic als Estats Units. Per ser etiquetat com a "vi ecològic", el producte ha de complir criteris estrictes:

- Tots els raïms i altres ingredients agrícoles han de ser certificats ecològics
- Els ingredients no agrícoles han de estar específicament permesos a la National List i no poden excedir un 5% combinat del producte total
- No es poden afegir sulfits (pot contenir fins a 10 ppm de sulfits naturals)
- Les etiquetes han d'indicar el nom de l'agent certificador

Limitacions actuals per a vins desalcoholitzats ecològics

Actualment, els estàndards del NOP no aborden específicament els processos de desalcoholització per a vins ecològics. Aquesta omissió crea un buit regulatori similar al que existia fins recentment a la Unió Europea. Els vins que han estat sotmesos a processos de desalcoholització poden perdre la seva certificació ecològica sota les regulacions actuals del USDA.

Tanmateix, els vins etiquetats com "elaborats amb raïms ecològics" tenen requisits diferents:

- 100% dels raïms utilitzats han de ser certificats ecològics
- El llevat i altres ingredients agrícoles no estan obligats a ser ecològics
- Es poden afegir sulfits fins a 100 parts per milió
- No poden mostrar el segell USDA ORGANIC

Processos d'aprovació i certificació

Certificate of Label Approval (COLA)

Tot i que els vins amb menys del 7% d'alcohol no requereixen aprovació prèvia de l'etiqueta per part de la TTB, els productors que volen utilitzar apel·lacions d'origen o fer certes declaracions pot requerir tramitar l'etiqueta a través del sistema COLA. El sistema COLA de la TTB és el sistema web per sol·licitar certificats d'aprovació d'etiquetes per al mercat nordamericà.

Per als vins ecològics desalcoholitzats (quan sigui aplicable), el procés d'aprovació d'etiquetes requereix:

- L'agent certificador revisa l'etiqueta per avaluar el compliment amb les regulacions ecològiques del USDA
- L'agent certificador segella/signa l'etiqueta verificant el compliment
- El titular del permís TTB completa la sol·licitud COLA
- Es presenta la sol·licitud COLA i les etiquetes aprovades per l'agent certificador a la TTB

Consideracions d'importació

Els vins desalcoholitzats importats amb menys del 7% d'alcohol per volum no estan subjectes als requisits de la FAA Act, però han de complir amb les regulacions d'etiquetatge alimentari de la FDA. Els importadors han de assegurar-se que els productes compleixin amb tots els requisits aplicables abans de la seva distribució en el mercat estatunidenc.

Implicacions fiscals i de control

Federal Excise Tax

Sota l'Internal Revenue Code, totes les begudes que contenen més del 0,05% d'alcohol per volum poden estar subjectes al Federal Excise Tax (FET) recollit per la TTB. Aquest fet implica que cal determinar amb molta precisió el grau alcohòlic final del producte desalcoholitzats, ja que podrien estar subjectes a impostos federals malgrat estar regulats principalment per la FDA pel que fa a l'etiquetatge.

Les reformes fiscals recents han introduït estructures d'impostos escalonades que poden afectar els vins desalcoholitzats amb contingut alcohòlic residual. La TTB interpreta l'estructura fiscal escalonada de manera cronològica així que cal una planificació i registre precís de quines eliminacions van ser "primeres" quan es decideix com dividir els crèdits fiscals.

Requisits de registre i notificació

Els productors de vins desalcoholitzats poden necessitar mantenir registres específics per al compliment tant amb la FDA com amb la TTB. Sota 27 CFR 24.257(a), els propietaris d'establiments vinícoles han d'etiquetar cada envàs abans de l'eliminació per al consum o venda amb informació específica incloent el contingut alcohòlic i la designació adequada del tipus de vi.

Conclusions

El marc normatiu estatunidenc per als vins desalcoholitzats presenta una estructura regulatòria dual complexa que difereix fonamentalment del sistema europeu integrat. La divisió jurisdiccional basada en el llindar del 7% d'alcohol per volum crea un sistema on la FDA té competència primària sobre l'etiquetatge i seguretat alimentària, mentre que la TTB manté certes competències en àrees específiques com apel·lacions d'origen i aspectes fiscals.

Aquesta dualitat regulatòria presenta tant oportunitats com reptes per als productors. D'una banda, els requisits complets d'etiquetatge alimentari de la FDA proporcionen transparència completa als consumidors sobre ingredients i informació nutricional. D'altra banda, la complexitat de navegar entre múltiples agències reguladores pot crear obstacles procedimentals significatius.

L'absència actual d'estàndards específics per a vins ecològics desalcoholitzats representa una llacuna normativa important que requereix atenció. Mentre la Unió Europea ha avançat recentment en aquesta àrea, els Estats Units mantenen una posició més conservadora que pot limitar les oportunitats de mercat per als productors ecològics.

El desenvolupament futur d'aquest marc normatiu requerirà una coordinació més estreta entre agencies federals i una consideració més específica de les necessitats úniques del segment de vins desalcoholitzats, especialment en l'àrea de certificació ecològica i harmonització de requisits entre jurisdiccions.

Aspecte regulatori	Normativa FDA aplicable	Implicacions pràctiques
Definició legal	- <0.5% ABV: "Vi desalcoholitzat" - 0.5%-7% ABV: "Vi parcialment desalcoholitzat"	- Prohibició d'usar "alcohol-free" si >0.5% ABV - Obligació d'especificar ABV exacte
Tècniques autoritzades	La normativa no especifica les tècniques autoritzades	- Sense restriccions específiques de mètode - Control de qualitat organolèptic
Condicions de producció	- Prohibició d'afegir sucres compensatoris - Registres de producció obligatoris 3	- Manteniment de característiques originals del vi - Auditories periòdiques 3
Etiquetatge nutricional	- Panell nutricional complet (21 CFR 101.9) - Llista d'ingredients exhaustiva 4	- Declaració de calories i macronutrients - Especificació d'al·lèrgens com sulfits 4
Declaració d'identitat	- "Dealcoholized wine" com a denominació principal - Font ≥1/16 inch 5	- Prohibició d'usar imatges enganyoses - Separació clara de vins tradicionals 5
Certificació ecològica	- USDA Organic Standard (7 CFR 205) - Prohibició de sulfits afegits 6	- Limitacions en mètodes de desalcoholització - Certificació dual FDA-USDA 6
Fiscalitat	- FET (Federal Excise Tax) per >0.5% ABV 7 - Exempció per ≤0.5% ABV 7	- Control dual FDA-TTB - Registres de producció detall

4. EL MERCAT DELS VINS DESALCOHOLITZATS

"El vi desalcoholitzat ja no és un producte residual; és una categoria en formació, amb potencial per redefinir part del consum vinícola del segle XXI"

4.1 Introducció

En les darreres dècades, el sector vitivinícola internacional ha experimentat un conjunt de transformacions que han alterat profundament la seva relació amb els consumidors i amb els mercats globals. Entre aquests canvis, pocs han estat tan disruptius i alhora tan carregats de potencial com l'aparició i consolidació del vi desalcoholitzat. L'objectiu del present apartat és oferir una introducció completa a la realitat d'aquesta categoria emergent, establint les bases que permetin entendre l'anàlisi posterior dels mercats internacionals, de les dinàmiques de consum, dels canals de distribució, dels perfils de productors i dels casos d'èxit.

El concepte de benchmark no s'ha d'entendre únicament com una comparació de dades de mercat, sinó com un exercici estratègic per identificar bones pràctiques, patrons d'èxit i condicionants estratègics. En el cas del vi desalcoholitzat, aquesta necessitat és encara més gran per una sèrie de factors entre els que destaquen els següents:

- El desenvolupament de la categoria és molt desigual segons el país.
- Les estratègies de posicionament i màrqueting són diverses i no sempre comparables.
- Els marcs normatius i legals varien i influeixen directament en l'èxit comercial.

Aquest apartat de l'estudi, per tant, té la funció de mapejar el terreny: veure on es concentren els volums, on hi ha més creixement, quins models de negoci han tingut èxit i com es planteja la superació de barreres culturals. La informació recollida no només té per objectiu ser una eina per avaluar la viabilitat econòmica i comercial dels productes desalcoholitzats, sinó també per identificar quins camins poden ser els més recomanables de seguir i identificar els principals riscos a tenir en compte.

A diferència d'altres segments, la trajectòria dels vins desalcoholitzats com a nínxol de producte és encara curta i fragmentada, un fet que, malgrat fer més difícil aquest exercici, també el fa més valuós. Observar què passa en entorns com Alemanya o als Estats Units, no només ofereix dades, sinó que mostra escenaris diversos per legitimar i expandir la categoria. Aquesta informació és clau per comprendre la magnitud de la transformació que representa aquest tipus de productes i les oportunitats que se'n deriven.

La realització d'un exercici de benchmark internacional és rellevant perquè, a diferència d'altres segments consolidats del vi, el vi desalcoholitzat encara representa una categoria en formació, i per tant, inclou productes amb una gran varietat de formulacions, estratègies comercials molt diverses, marcs normatius en evolució i unes percepcions de consum lligades a contextos culturals i socials molt diversos. Per tot això, una anàlisi del context el més complet possible resulta imprescindible per comprendre per què aquest fenomen ha esdevingut una de les principals línies de debat i d'inversió dins la indústria mundial del vi.

Històricament, el vi ha estat associat a la cultura, a la gastronomia i a la celebració, amb una forta càrrega simbòlica i identitària. Però també és cert que, des de fa dècades, els principals mercats

del vi han experimentat un descens en el consum per càpita. A França, per exemple, el consum de vi s'ha reduït a la meitat en cinquanta anys; a Espanya i Itàlia, tot i mantenir una presència cultural significativa, les noves generacions beuen menys vi que els seus pares i avis. Aquest descens no implica un abandonament de la categoria, més aviat un replantejament profund de les ocasions i de les quantitats de consum.

En paral·lel, ha emergit un moviment global de consum responsable i moderat d'alcohol. Conceptes com el "sober curious" als Estats Units, o iniciatives com el "dry January", han introduït en el debat públic la idea que abstenir-se de beure alcohol de manera parcial o temporal pot ser una opció de salut i de benestar, i no ha d'implicar un signe d'exclusió social. Aquest canvi ha obert la porta a begudes alternatives capaces de recrear l'experiència social, gastronòmica i cultural del vi, però sense el component alcohòlic.

És en aquest context que el vi desalcoholitzat ha passat de ser un producte marginal, associat durant dècades a necessitats mèdiques o a restriccions culturals i/o religiosos, a convertir-se en un segment legítim, amb creixements anuals de dos dígits en mercats clau i amb un interès creixent per part de cellers de diferents dimensions a tot el món.

Context històric



Imatge de Carl Jung, un pioner Alemany en els vins desalcoholitzats, que va patentar un sistema de desalcoholització per a begudes al 1913

Els primers intents de producció de vi sense alcohol daten de principis del segle XX, quan alguns pioners, com Carl Jung a Alemanya, van experimentar amb tècniques de destil·lació i evaporació per reduir el contingut alcohòlic en vins. Aquelles primeres experiències, però, van ser percebudes com a fallides a nivell de qualitat sensorial: la pèrdua d'aromes i de cos era tan acusada que el producte resultant no podia competir amb el vi convencional ni atraure nous consumidors, quedant força restringit comercialment a un segment molt estret de consumidors.

El gran salt es produeix a partir de les dècades de 1980 i 1990 amb la introducció de tecnologies com l'osmosi inversa o la tecnologia de destil·lació amb cons rotatoris en aquest àmbit, que ja permetien retirar part o la totalitat de l'etanol preservant una fracció significativa del perfil aromàtic. Marcaran una fita cellers com Ariel Vineyards a Califòrnia o algunes marques

alemanyes que, per primera vegada, posen al mercat vins desalcoholitzats estandarditzats i comercialitzables a gran escala.

Tot i això, fins ben entrat el segle XXI, el vi desalcoholitzat es percep com un producte secundari, gairebé marginal i orientat a col·lectius molt específics. El que canvia radicalment és l'última dècada, amb la convergència d'aquests factors;

- Una millora substancial de les tècniques de desalcoholització, derivada d'un desenvolupament tècnic intens, centrat en assolir les reduccions en etanol afectant el mínim possible la resta de compostos.

- Creixent demanda social d'alternatives a l'alcohol, no només en el vi, sinó que s'han consolidat en altres begudes (com la cervesa com a exemple paradingmàtic). Aquí hi intervenen diversos factors; vinculats a la percepció de l' impacte de l'alcohol en la salut, restriccions en àmbits com la conducció, etc.

- Normalització de la beguda sense alcohol com una alternativa de consum en el dia a dia. Com a exemple paradigmàtic es troba la cervesa sense alcohol, que en els darrers 20 anys ha multiplicat entre 4 i 5 vegades el seu mercat a nivell mundial.

- Un canvi generacional, on milenials i generació Z modifiquen la relació tradicional amb l'alcohol. Nous patrons de consum i una percepció d'imatge moderna i innovadora del vi desalcoholitzat que no té el convencional.

- La incorporació al mercat de marques majors i reconegudes vehiculen l'entrada de producte a canals de gran volum; incrementant la visibilitat de la categoria, afegint propostes de preu més elevat i amb més exigències de qualitat i experiència de consum. Això genera una forta pressió competitiva; el posicionament, la narrativa i la distribució son determinants per a l'èxit en la posada al mercat.

Aquesta convergència de factors situa la categoria en un punt d'inflexió, amb projeccions de creixement sostingut i amb una proliferació d'actors que hi veuen una oportunitat d'innovació, de diferenciació i de resiliència davant els nous models de consum.

El vi desalcoholitzat en el context de begudes desalcoholitzades

El mercat de les begudes NoLo (no and low alcohol) és molt més ampli que el del vi. El principal motor és la cervesa sense alcohol, que representa més del 80% del volum total del segment. Els destil·lats sense alcohol, les cerveses "low" i les begudes funcionals completen un panorama cada vegada més divers en versions desalcoholitzades de productes que, originalment, tenen alcohol.

Dins d'aquest univers, el vi desalcoholitzat representa encara un volum modest (depenent dels països oscil·la entre un 0.5% i un màxim d'un 2% de l'oferta de vi) però amb característiques pròpies que el fan singular i el doten d'oportunitats estratègiques úniques. En primer lloc, pot oferir un vincle directe amb la tradició gastronòmica, cultural i territorial del vi, que el diferencia, per exemple, de la cervesa o dels refrescos. En segon lloc, té una major capacitat d'ocupació d'espais premium, ja que pot associar-se a l'enologia, al territori i a llegat que representen les diferents varietats del raïm i els territoris productors. Finalment, permet explorar segments intermedis com el vi parcialment desalcoholitzat, que responen a una potencial demanda de

productes més lleugers però que mantenen part del cos i de la complexitat del vi original, oferint unes referències amb experiències més properes als vins convencionals.

Les dades de l'IWSR mostren que, entre 2018 i 2023, el consum global de vi desalcoholitzat ha crescut a taxes anuals compreses entre el 6% i el 9%, amb previsió de mantenir aquesta tendència fins al 2030. Això situa la categoria com una de les més dinàmiques dins el conjunt NoLo, especialment si es compara amb la relativa estabilitat d'altres begudes desalcoholitzades.

Un dels factors més determinants per entendre la consolidació del vi desalcoholitzat és la seva progressiva normalització cultural. Si en els seus orígens era vist com un "substitut de segona", actualment comença a defensar un lloc propi com a producte vinícola. Restaurants d'alta cuina, hotels i espais d'oci han començat a incorporar referències sense alcohol a les seves cartes, sovint amb un discurs centrat en la inclusió i la salut i motivats per oferir una opció més a clients que la puguin demanar independentment dels motius que hi pugui haver al darrera.

En mercats com Alemanya, on el vi sense alcohol ja representa una fracció no menyspreable del consum total de vi escumós , el coneixement i l'acceptació de la categoria és elevada i transversal. Als Estats Units, el dinamisme del mercat i la capacitat de màrqueting han convertit el vi desalcoholitzat en una categoria amb un grau elevat de visibilitat.

Aquest procés de normalització és fonamental per entendre per què el benchmarking internacional té sentit: no es tracta només de mesurar xifres, sinó de comprendre els mecanismes culturals darrere de la consolidació del producte.

Context mundial i dimensions de mercat

En poques dècades el vi desalcoholitzat ha passat d'una curiositat tecnològica o una solució per a restriccions mèdiques a un segment amb entitat pròpia dins del mercat global de begudes. Diverses consultores i informes especialitzats arriben a conclusions coincidents sobre la trajectòria: el mercat mundial de vins "no/low" va situar el seu valor en l'interval aproximat de 2.26 a 2.57 mil milions USD el 2023, amb diverses projeccions que el porten entre 4,8 i 8,8 mil milions USD en horitzons decennals segons l'escenari i definició adoptada per cada anàlisi. Aquesta amplitud de projecció es deu tan a la rapidesa de penetració com a la variabilitat metodològica entre consultores (p. ex. Grand View Research, Fact.MR, DataHorizzon) a l'hora de classificar i delimitar el que s'inclou en les definicions de "non-alcoholic" vs "dealcoholized" vs "low-alcohol".

Aquest creixement supera àmpliament les taxes de creixement del vi convencional en la mateixa finestra temporal. Les estimacions de CAGR reportades per fonts diverses oscil·len, en funció de l'abast: Fact.MR assenyala CAGR de fins al 10,4% en horitzó llarg (2035), mentre que altres consultores projecten ritmes entre el 7.6% i el 9–10% segons l'escenari i els productes inclosos (sparkling vs still). Aquesta variació no invalida la tendència: el consens és que el segment creix amb força i que la seva trajectòria mostra característiques per definir-la com a estructural, més enllà d'una moda a curt termini.

És, no obstant això, és important entendre que la mesura exacta del mercat depèn de les definicions aplicades. Algunes fonts comptabilitzen exclusivament "non-alcoholic wines" (normalment productes amb ≤0.5% ABV o explícit 0.0%), altres afegeixen categories "dealcoholized" i d'altres incorporen també referències "low-alcohol" (p. ex. 1–7% ABV). A més, certs informes sumen valors atorgats a formats i submercats (sparkling, still, ready-to-drink) que

canvien la magnitud final. Per això, quan s'exposen xifres globals cal sempre indicar l'abast metodològic i assumir-les com a aproximacions raonables més que xifres absolutes.

Països líders i dinàmiques regionals

La dinàmica regional presenta patrons identificables però amb matisos importants. Europa, Estats Units i Àsia-Pacífic son rellevants en aquest mercat per diferents motius: tradició vinícola i capacitat industrial a Europa, poder adquisitiu i dinamisme de referències i comerç electrònic als Estats Units, i al fort creixement de demanda i experiències d'innovació a l'Àsia-Pacífic.

A Europa la regió va generar aproximadament 955,4 MUSD el 2023 segons dades agregades sectorials consultades, el que suposa prop del 42% del mercat global en certes estimacions. Alemanya ocupa una posició destacada per volum i per tractar-se d'un mercat on la normalització del no/low es troba molt avançada: el segment d'escumosos (Sekt i equivalents) domina i actua com a motor de valor. Les referències alemanyes han assolit escala i expertesa tecnològica en desalcoholització, i això s'ha traduït en un ecosistema on hi ha productes massius a preu raonable (entorn de 10€) però també línies orientades a qualitat i a obtenir productes premium. Això converteix Alemanya en un bon laboratori per a pràctiques de mercat i tècniques que després es poden traslladar a d'altres països de la Unió.

Als Estats Units el mercat és líder en valor: Grand View i altres fonts situen el valor nord-americà al voltant de 1.0 mil MUSD (EEEUU) per 2023, convertint-lo en el mercat amb més ingressos absoluts. La configuració als Estats Units mostra una preferència per vins tranquils però també una adopció ràpida d'escumosos sense alcohol i un fort lligam entre aquest nínxol de mercat i plataformes de distribució on-line i delivery (Drizly, Instacart) que acceleren la prova i faciliten la repetició. El mercat nord-americà tendeix a estructurar-se al voltant d'un "wine for food / functional use", es busca vi per a moments de dia a dia, per moderar o per substituir en contextos concrets, amb varietals com Chardonnay, Cabernet Sauvignon i Merlot entre els més habituals en ofertes desalcoholitzades.

Àsia-Pacífic emergeix com la regió amb major velocitat de creixement projectada en múltiples informes, amb CAGRs que poden pujar al 13% en períodes 2024–2030, impulsada per Japó, Corea, Austràlia i la mateixa Xina. Aquí conviuen factors de demanda molt diferents: en alguns països (Japó, Corea) hi ha una sensibilitat elevada per la innovació i una predisposició a adoptar formats premium; en països més grans i singulars com la Xina, el mercat està en fases més primerenques però amb ràpida escalada del consum d'alternatives per la via del retail i l'e-commerce. Aquesta diversitat regional implica oportunitats per a productors i distribuïdors però amb dificultats per explotar-les.

Altres mercats a considerar per la seva dinàmica local o per la seva importància estratègica inclouen el Regne Unit (líder en normalització i canals de tast), França (tradició vinícola que comença a explorar alternatives en segments premium) i mercats emergents d'Europa central com Hongria, que mostren taxes de creixement elevades però sobre bases absolutes força petites.

Finalment, certs països amb tradició musulmana —on l'oferta 0.0 podria encaixar per a consum intern, turisme o espais amb regulació estricta— es poden veure com una oportunitat per a productes totalment desalcoholitzats (aquest punt és clau, no hi ha espai per als parcialment desalcoholitzats). Aquesta oportunitat, que pot semblar intuïtivament força atractiva presenta alguns reptes ja que en molts països on hi ha restriccions sobre els productes alcohòlics, les versions desalcoholitzades de productes generen friccions culturals i religioses que fan que les

poblacions locals no incorporin el consum d'aquests productes i que el seu consum quedi restringit, ara per ara, bàsicament a turistes i residents estrangers que treballen allà.

Un cas peculiar el suposa l'Índia. Potencialment és un mercat gran però vinculat a barreres molt significatives. Tot i representar un mosaic d'estats amb regulacions molt diferents respecte de l'alcohol, hi ha una tradició profunda d'evitar les begudes alcohòliques arrelada a la figura de Mahatma Gandhi. Fruit d'això hi ha estats on directament està prohibida la venda (com Gujarat) i d'altres on hi ha restriccions fins als 25 anys. Aquesta idiosincràsia pot representar una oportunitat per als productes desalcoholitzats però cal tenir en compte que és un mercat molt fragmentat amb una gran estratificació social que redueix molt el mercat efectiu i que mostra preferència per a productes "Proxy", és a dir, potencialment productes que amb una base vínica desalcoholitzada integrin sabors i ingredients locals.

Segmentació per tipologia i preferències per mercat

Una lectura útil per al benchmarking és la composició per estils (escumós, blancs, negres o rosats). En global i amb particular èmfasi en Europa, els escumosos representen la porció més gran del mercat per valor (percentatges de l'ordre del 60% del segment non-alcoholic segons Grand View i altres), fet que reflecteix la seva capacitat per substituir moments de celebració i per justificar preus premium. Els vins blancs i tranquils representen la major part de la resta, amb negres i rosats en quotes menors però amb creixement accelerat en alguns mercats (p. ex. Estats Units). Aquesta composició varia per regió: Europa mostra una forta concentració en escumosos (Sekt, Prosecco, Cava), mentre que als EUA predominen els tranquils (blancs i negres) orientats a consum funcional. A Àsia, la resposta a escumosos premium és notable, especialment en mercats on la celebració social pren formes diferents.

Per país, les quotes relatives són les següents en termes generals, en valors de 2023: Alemanya és rellevant per volum i innovació i els seus escumosos dominen la graella; els Estats Units representen la partida de major valor en termes absoluts; Europa com a regió concentra una part molt rellevant del valor global; Àsia-Pacífic és la regió de major creixement relativitzat. Aquestes observacions són útils per decidir prioritats d'exportació, tipus de productes a desenvolupar i campanyes de màrqueting localitzades.

Factors tecnològics i normatius que condicionen el mercat

La tecnologia de desalcoholització ha estat un dels eixos centrals que han permès augmentat l'escala productiva i l'acceptació per part del consumidor. Les tècniques més rellevants avui són les basades en SCC, una tècnica basada en la destil·lació a baixa temperatura incloent recuperació d'aromes, com a estat de l'art per a desalcoholitzacions totals i diferents processos de membranes per reduccions parcials, d'on en destaca principalment l'osmosi inversa. La combinació d'una selecció de varietats adequades, l'aplicació de tractaments en celler abans de la desalcoholització i estratègies de reincorporació d'aromes han estat els factor claus de la gran evolució que aquest segment ha realitzat aquests darrers anys. Aquest aprenentatge tecnològic ha permès crear productes on la pèrdua d'expressió varietal es minimitza i la textura es treballa amb diverses estratègies (p. ex. addició ingredients o maneig de lies) per guanyar cos i longitud en boca dels productes. L'innovació permanent en aquest àmbit continua sent un factor d'avantatge competitiu per a entitats amb know-how i capacitat d'I+D. En aquest sentit es veu una evolució del mercat en dos eixos; per una banda la cerca de formulacions més saludables i "clean label" amb una reducció d'ingredients tècnics i de sucre i per altra banda una evolució cap a formulacions amb perfils més secs i propers a l'experiència sensorial dels vins convencionals.

En l'àmbit regulatori, les diferències jurídiques entre països i regions tenen un impacte directe en les definicions dels productes a incloure en l'anàlisi. A la UE i EEUU el llindar per a "alcohol-free" o "non-alcoholic" es mou habitualment al voltant de ≤0.5% ABV, però les interpretacions i etiquetatges varien; a alguns mercats del Golf Pèrsic (p. ex. EAU) i països amb legislacions més estrictes qualsevol traça d'etanol a la formulació pot comportar limitacions de comercialització. A Europa, la reforma de marcs legals i l'aparició d'exigències d'etiquetatge nutricional han afavorit la transparència, però han incrementat l'exigència documental per als productors (analítiques, llistes d'ingredients, etc.). Aquesta realitat normativa condiciona decisions com la definició de les unitats de consum així com tota la informació present en l'etiquetatge i la seva presentació al consumidor.

Dinàmiques de consum i drivers de demanda

Les activitats de recerca realitzades en aquest àmbit apunten a quatre drivers principals que impulsen el consum de vi desalcoholitzat: La salut i moderació; la descoberta i curiositat; la conveniència i noves ocasions; i la sostenibilitat i responsabilitat social. L'Organització Mundial de la Salut i altres fonts sanitàries transmeten recurrentment els impactes en la salut (i en la societat) associats al consum d'alcohol, i aquesta consciència mediàtica s'ha traduït en una demanda creixent de productes que permetin "participar de l'ocasió sense alcohol". Addicionalment, els moviments socials i campanyes com Dry January o Sober October han actuat com a palanques d'adquisició, especialment en països anglosaxons, tenint en compte que la conversió d'aquest consum puntual a consum regular depèn de l'experiència de consum del producte així com de la seva disponibilitat en canals convenients i fàcils per al consumidor. En el canal HORECA, la voluntat d'oferir productes adaptats a diversos perfils (celíacs o persones intolerants a diversos components) impulsa a tenir opcions per a persones abstèmies. A aquests factors s'afegeix la innovació en formats (RTD, llauna, monodosi) que facilita la prova en contextos urbans i de conveniència. Finalment, la sostenibilitat del packaging i la procedència responsable s'han convertit en codis de valor especialment entre Millennials i Gen Z, un públic clau per a la penetració sostinguda i el futur de la categoria.

Cal destacar, a més, un aspecte econòmic: la categoria 0.0 pot tenir un avantatge de preu en mercats amb gravàmens fiscals elevats per l'alcohol, ja que no està subjecta a certes taxes especials; això pot permetre preus més competitius o marges majors segons la cadena de valor. Aquest component fiscal explica, en part, l'interès de grups majors per explorar la categoria com a via de diversificació.

Marques i actors globals: ecosistema de mercat

El panorama de productors combina actors especialitzats (marques nascudes ja amb el claim de no alcohol), cellers tradicionals que han ampliat gamma (cases d'escumosos, productors de cava/prosecco) i grans grups que han llançat referències per capturar demanda en els mercats amb més potencial. Entre els noms rellevants citats en informes i diverses fonts es troben empreses com Ariel (històric als EUA), Giacobazzi (Itàlia), Schloss Wachenheim (Alemanya), Torres (Espanya), LVM i un conjunt de marques emergents o d'autor que busquen un posicionament premium amb productes molt estudiats. Aquests actors operen en un entorn omnicanal: supermercat i gran distribució, e-commerce, distribuïdors especialitzats i HORECA. La presència de grans empreses en el segment de ha accelerat la professionalització de tots els aspectes de posicionament del producte: packaging, preu i storytelling.

Projeccions i escenaris de futur

Les projeccions varien segons definicions i escenaris: Fact.MR projecta creixements forts amb una estimació de mercat que pot arribar a 7.6–10.4% CAGR en horitzons més llargs; DataHorizzon reporta xifres superiors en certes definicions (per exemple 4.9B el 2023 en la seva lectura), mentre Grand View aporta una lectura conservadora però consistent sobre la dominància de l'escumós i la consolidació del mercat americà. El missatge estratègic és que, independentment de l'amplitud numèrica, la direcció és de creixement sostingut, amb especial intensitat en escenaris on les marques majors, la distribució electrònica i la normalització a HORECA es conjuguen. Aquesta dinàmica pot conduir a una premiumització del segment (més marques premium, més presència en cartes gastronòmiques i maridatges), però també a un creixement "per sota" (formats accessibles, ampli lineal en supermercats) segons la regió, la resposta regulatòria i l'evolució de les tendències de consum.

4.2 El mercat Alemany: La referència Europea

El mercat alemany del vi desalcoholitzat ocupa avui una posició singular a l'escena internacional: és, segons diverses fonts sectorials, el referent per volum a Europa i un dels països amb major tradició i oferta en aquest segment. Aquesta condició s'explica per una combinació d'elements estructurals (normalització prèvia del "no/low" en altres categories, com la cervesa 0.0), d'una oferta industrial ampla i de canvis culturals en els hàbits de consum, especialment entre cohorts més joves. El pes d'Alemanya en la categoria es tradueix també en una diversitat de productes (escumosos i tranquils) i en una atenció a la qualitat de base que ha ajudat a elevar els estàndards del sector a escala global.

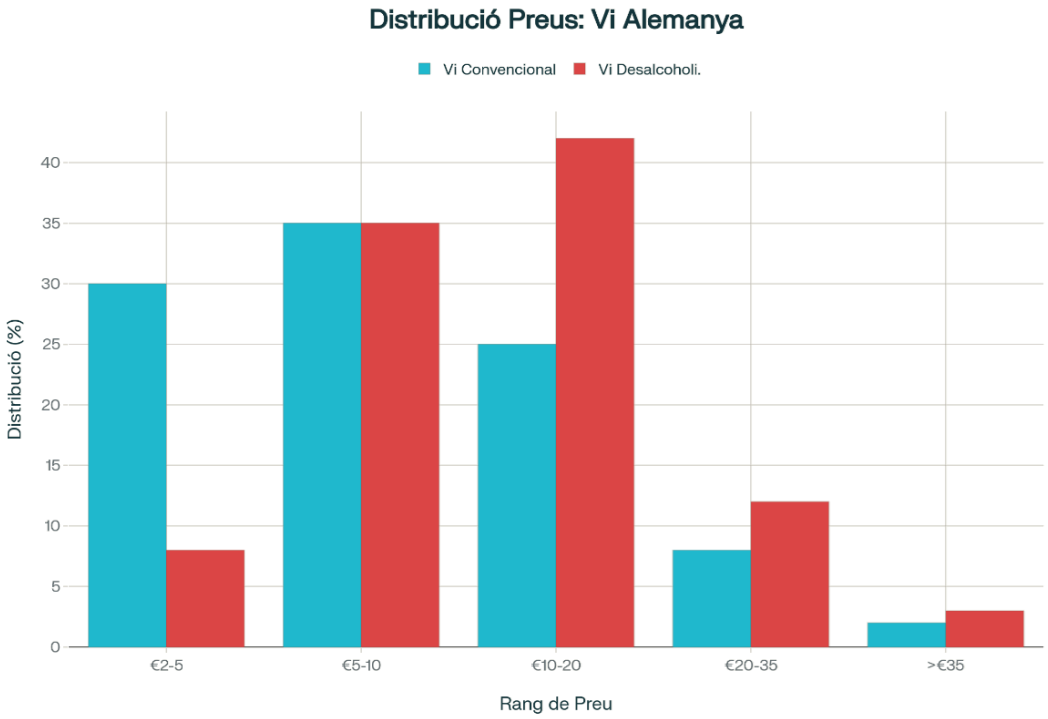
El mercat actual es calcula en uns 256,2 milions € (2023), representant aproximadament un 1,5% del volum que representa el vi convencional. Si parlem exclusivament dels escumosos aquesta quota arriba fins al 5%. Segons dades de Wine Intelligence, ha tingut una forta acceleració entre els anys 2023 i 2024, xifrant en un 86% l' augment en compres i un 68% de creixement en valor de venda. El mercat projecta un creixement del 9.2% per el període entre 2024-2030.

Comparativa vi convencional respecte vi desalcoholitzat al mercat alemany

	Vi convencional	**Vi desalcoholitzat**
Valor mercat	15.720 M€ (2022)	256,2 M€ (2023)
Volum vendes	1.720 M litres (2022)	Aproximadament <2%
Quota mercat	100%	1,50%
Tendència 2030	Lenta caiguda volum	Creixement accelerat (CAGR 9,2%)

En referència al posicionament en preu, s'identifica un diferencial clar respecte el vi convencional, mentre que en el vi convencional hi ha una àmplia representació de les referències situades per sota dels 5€ aquest segment no existeix en el vi desalcoholitzat. Quasi la meitat de

les referències es troben en el rang d'entre 10 i 20 € mentre que pel vi convencional aquest percentatge es troba al voltant del 25%.



La següent taula analitza l'oferta disponible al mercat alemany a partir de les dades presents en els catàlegs principals punts de venda on-line. Tot i que es calcula que el mercat representa aproximadament un 15% de la venda de vi, ofereix una visió representativa de la oferta disponible en vins desalcoholitzats en aquest mercat clau a Europa.

	Total referències	Vi desalcoholitzat 0,0-0,5%	% total	Vi parcialment desalcoholitzat (0,5-6%)	% total approx.	Escumós (Sekt) %	Blanc %	Rosat %	Negre %	Observacions tipologia
Amazon	7.000	170	2,40%	20	<0,3%	55%	30%	10%	5%	Escumós molt dominant, rosat i negre en augment
Hawesko	2.200	55	2,50%	2	0,09%	60%	25%	10%	5%	Elevada oferta d'escumós premium, blancs selectes
WirWinzer	18.000	64	0,35%	1	0,01%	45%	40%	10%	5%	Major diversitat en vi tranquil, blanc força present
Jacques	1.100	19	1,70%	0	0%	48%	38%	8%	6%	Enfocament a gamma mitjana-alta, varietat equilibrada
Vinexus	3.200	43	1,30%	5	<0,2%	50%	35%	10%	5%	Predomini escumós i blancs, rosat consolidat
Vino24	2.700	37	1,40%	3	0,11%	52%	33%	10%	5%	Escumós sobresurt com a estrella del segment
TOTAL	**34.200**	**388**	**1,13%**	**31**	**0,09%**	**51,67%**	**33,50%**	**9,67%**	**5,17%**	

Com a dades destacades, en el seu conjunt els vins desalcoholitzats representen el 1,13% de les referències disponibles en els catàlegs d'aquests marketplaces. La posició dels vins parcialment desalcoholitzats és força residual (no arriba al 0,1%). Pel que fa a la tipologia els resultats son coherents amb les anàlisis realitzades per diferents entitats que han estudiat aquest mercat; hi ha un predomini del escumós 0,0 (quasi el 52%) seguit per les referències de blanc (33,5%). Les referències de rosat i negre son força més reduïdes (9,67% i 5,17% respectivament). Respecte a la distribució de vins convencionals, es veu una sobre-representació molt gran dels escumosos, una opció molt consolidada en el mercat (en vi convencional representa només un 17% del consum total) i una infra-representació del vi negre (en mercat convencional té una quota de mercat situada entre el 30 i el 35%). Això es deu, bàsicament a dos factors; un es degut al perfil de consumidor de vi desalcoholitzat i les seves preferències de consum més centrades en productes lleugers , i l'altre a que l'impacte de la desalcoholització és mes acusat en aquesta tipologia de vins, generant més desequilibri organolèptic i oferint una experiència de consum per sota de les expectatives dels consumidors.

La següent taula mostra referències destacades per quota de mercat per a cada tipologia:

Tipologia	Imatge	Sucre (per litre)	Referència	Preu mitjà (€)	Observacions
Escumós (Sekt)		45 g	Oddbird Rosé Espumoso	8,5€	Escumós rosat elaborat amb Chardonnay i Syrah (Languedoc-Rosellón, França), fermentació tradicional amb bombolles delicades.
		54 g	Freixenet 0,0%	7,99€	Escumós popular, àmpliament disponible
		47 g	Natureo Sparkling (Torres)	10,75€	Escumós desalcoholitzat de Torres, versió premium
Vi tranquil blanc		44 g	Oddbird Low Intervention Organic White	12,00€	Vi blanc orgànic, baixa intervenció, sense alcohol, perfil ecològic i premium

		3 g	Le Naturel Zero Zero Blanco	8,8€	Opció orgànica i sense gluten
Vi tranquil rosat		28 g	Kolonne Null	10,70€	Rosat baixes calories, posicionament premium
Vi tranquil negre		23 g	Kolonne Null	12,80€	Vi negre desalcoholitzat posicionament premium
		5 g	Win Tempranillo 12 mesos	13,99€	Opció premium, criança en bota

El perfil del consumidor Alemany

El mercat alemany del vi desalcoholitzat ocupa avui una posició singular a l'escena internacional: és, segons diverses fonts sectorials, el referent per volum a Europa i un dels països amb major tradició i oferta en aquest segment. Aquesta condició s'explica per una combinació d'elements estructurals (normalització prèvia del "no/low" en altres categories, com la cervesa 0.0), d'una

oferta industrial ampla i de canvis culturals en els hàbits de consum, especialment entre les generacions més joves. El pes d'Alemanya en la categoria es tradueix també en una diversitat de productes (espumosos i tranquils) i en una atenció a la qualitat de base que ha ajudat a elevar els estàndards del sector a escala global.

Demogràficament, el consum de vins sense alcohol a Alemanya presenta trets que el diferencien d'altres mercats com pot ser el nord-americà. Si bé els Millennials (nascuts entre el 1980 i el 1996) són un vector important d'adopció i experimentació, en línia amb la tendència global cap a la moderació i el "sober curious, la literatura sectorial i estudis recents assenyalen que la categoria a alemanya disposa d'una representació significativa de consumidors de la generació Z (1996-2012) i una presència menor però rellevant de generacions més grans. Així doncs, una part significativa dels compradors de vi desalcoholitzat a Alemanya són joves que han incorporat aquesta alternativa com a opció de vida, per motius de salut pròpia o consciència social, mentre que una fracció d'adults més grans adopten el producte per motius més funcionals com son la conducció, la medicació, o el benestar. Estudis sectorials indiquen que més d'un 30% dels consumidors de begudes sense alcohol a Alemanya el 2023 eren menors de 35 anys, fet que posiciona el país com un mercat on la generació jove contribueix de manera rellevant a la demanda i augura un creixement futur sòlid d'aquest segment de producte.

Les motivacions que empenyen el consumidor alemany cap al vi desalcoholitzat mostren una combinació d'impulsors a nivell personal i social. En primer terme, l'interès per la salut i moderació alimenta la decisió: la consciència sobre els riscos associats a l'alcohol i l'interès per reduir-ne la ingesta, ja sigui de manera permanent o temporal, constitueixen un motor de la demanda. Al mateix temps, la curiositat i la voluntat de provar alternatives amb una experiència sensorial positiva, extensible a tot el sector de begudes a Alemanya, determinen una taxa de prova elevada de noves referències. Els moviments estacionals (per exemple, iniciatives de reducció temporal del consum com "Dry January" actuen com a catalitzadors a curt termini, menys que als mercats anglosaxons, la solidesa del mercat alemany es basa en la normalització del producte dins d'ocasions quotidianes i festives, més que en la simple prova puntual. Aquest fet explica que en aquest mercat s'hi identifiquin unes taxes de recompra més elevades que en d'altres. Aquesta normalització queda reflectida en l'ampli assortiment disponible als punts de venda i en el fet que grans fabricants alemanys i marques exteriors reconegudes han incorporat línies 0.0 a les seves gammes, contribuint a la familiaritat del consumidor amb el concepte de vi desalcoholitzat.

Pel que fa a les ocasions d'ús, Alemanya presenta un patró basat en dos moments principals. D'una banda, hi ha un pilar en ocasions socials i d'oci on tradicionalment es consumia beguda alcohòlica (festes, reunions, moments de celebració), i d'una altra banda es detecta un ús important a la llar per consum diari o semi-diari, en entorns on el consumidor vol mantenir el ritual del vi sense ingerir alcohol. En particular, els escumosos 0.0 han trobat a Alemanya un espai natural en celebracions i esdeveniments, mentre que els vins tranquils sense alcohol guanyen terreny com una opció de consum quotidià. Aquest comportament es reforça amb la facilitat de localització del producte al punt de venda: la ubiqüitat de referències i la seva presència en lineals principals contribueixen a la normalització i a la supressió de l'estigma que en altres mercats encara pot persistir.

La percepció de qualitat i el factor sensorial són determinants per a la repetició de compra. Alemanya ha exercit un efecte de promoció de la qualitat en la categoria: la indústria local ha apostat per vinificacions base sòlides i adaptades al procés, dissenyant la referència desalcoholitzada des de la vinya, i per tècniques de desalcoholització que prioritzen la

preservació aromàtica, el que ha elevat l'expectativa del consumidor. Això ha creat un cercle virtuós, més oferta de qualitat comporta un major índex de prova, fet que genera una major retenció del comprador, que situa Alemanya com a laboratori de bones pràctiques en producció i posicionament. Alhora, la competència en preu i la presència de productes de gran consum signifiquen que és un mercat altament estratificat: des d'opcions accessibles i de volum fins a referències amb orientació més premium, aquesta estratificació és destacada sobretot en escumosos, mentre que en vins tranquils (especialment en rosats i negres) hi ha un predomini de referències posicionades a preus mitjos o elevats. Aquest mosaic obliga el productor a definir clarament i justificar coherentment el posicionament del producte, el seu perfil organolèptic i el seu preu.

Pel que fa a canals i formats, el retail alemany i la gran distribució han estat els principals vectors d'accés, però la venda online i el delivery també han augmentat la seva importància, especialment entre perfils urbans i joves. A diferència d'alguns mercats on el 0.0 arrenca per la restauració o l'e-commerce, a Alemanya l'ampli catàleg en supermercats i la presència de marques nacionals conegudes i vinculades a una percepció de qualitat han fet que la prova i la compra de repetició pivoten sobretot des del punt de venda tradicional. Així mateix, formats més convenients i d'imatge més moderna, ampolles petites, llaunes i packs, han guanyat quota en ocasions d'ús informals i en l'estratègia de sampling que facilita la prova. Tot i així el format de 75cl segueix sent dominant en aquest format en uns nivells relativament similars als del vi convencional.

Els patrons d'adopció mostren també una relació amb la cultura local respecte a la beguda. Al contrari d'alguns països on l'abstinència encara pot portar un cert estigma, a Alemanya la creixent preocupació per la salut i el benestar ha contribuït a desestigmatitzar la decisió de no beure. Això és especialment visible entre els joves: enquestes i estudis sociològics recents revelen nivells elevats de persones joves que moderen o eviten l'alcohol, aquest fet impacta directament en la taxa d'incorporació de nous consumidors per a la categoria. Aquest canvi cultural es vincula també a l'evolució de la cultura de la festa i a una menor centralitat de l'alcohol en rituals universals com festivals i sortides nocturnes.

Malgrat la bona acollida i el paper de lideratge del mercat alemany, existeixen barreres i matisos que en limiten el creixement i son claus per entendre el context d'aquest mercat Per començar, és un mercat relativament madur el que significa que la incorporació de nous consumidors és inferior a la d'altres països menys madurs; algunes anàlisis indiquen que la manca d'innovació percebuda per part dels consumidors pioners ha ralentit l'entrada neta de nous compradors amb aquest perfil en períodes recents. En segon lloc, encara hi ha segments de consumidors que perceben el vi desalcoholitzat com a producte "diferent", no sempre equivalent, al vi amb alcohol, la qual cosa obliga a una comunicació més sofisticada sobre ocasions d'ús i atributs de valor del producte. Finalment, la pressió competitiva al canal retail i el poder de negociació dels cadenes comporten reptes comercials per a productors petits que volen posicionar referències de qualitat sense renunciar a marges sostenibles.

Les implicacions comercials d'aquest perfil de mercat impacten en les decisions estratègiques dels cellers que volen estar presents al mercat alemany. Les empreses que volen posicionar vi desalcoholitzat amb èxit a Alemanya han d'articular una proposta sòlida en termes d'experiència de consum, adaptar-les als preus a les dinàmiques del retail local i comunicar amb una narrativa que en normalitzi l'ús. A la pràctica, això significa una importància cabdal de la comunicació, que ha de poder justificar sòlidament la proposta de valor del producte. Aquest procés ha de començar ja des de les vinyes i mitjançant processos enològics que ofereixin una base robusta

per a la desalcoholització, per el seu desplegar línies d'escumosos 0.0 amb alts estàndards d'experiència sensorial i treballar acords amb principals cadenes de distribució per assegurar display i visibilitat. També és estratègic desenvolupar iniciatives d'educació del consumidor a través de tastos i col·laboracions amb restaurants que ofereixin cartes "no/low" visibles i amb criteris de maridatge sòlids.

Aquestes dinàmiques, la mida de mercat i la seva tendència prevista en els propers 5 anys, fan que Alemanya esdevingui un mercat referent que marca metodologies de qualitat i estratègies comercials aplicables a d'altres països europeus.

A tall de resum, el consumidor alemany de vi desalcoholitzat combina una elevada sensibilitat per la qualitat amb una predisposició cultural cap a la moderació, especialment entre les generacions més joves. Aquests atributs defineixen un mercat que exigeix productes ben resolts i estratègies comercials que harmonitzin qualitat, disponibilitat i missatge. Per a la indústria vitivinícola, Alemanya representa, per tant, tant una oportunitat de volum com un banc de proves per al posicionament de productes en d'altres mercats.

4.2 El mercat nord-americà: El líder absolut que marca tendències

El mercat nord-americà de vins desalcoholitzats és el més gran i dinàmic del món: el 2023 va generar aproximadament 1.008,9 MUSD i s'espera que arribi a 1.518,6 MUSD el 2030, amb un CAGR que es calcula entre el 6% i el 10% per al període 2024 i 2030. Aquesta dimensió situa els Estats Units com a centre global de demanda, innovació comercial i experimentació de formats i posicionaments (premium i mass market). La categoria està liderada per un consumidor millennial, amb patrons d'ús alternat (consumidors que combinen productes amb i sense alcohol) i una penetració en canals online molt elevada, fet que ha accelerat l'aparició de noves marques i d'estratègies de comercialització directa al consumidor.

Indicador	**Vi convencional (USA)**	**Vi desalcoholitzat (USA)**
Valor mercat (USD)	75.300 M$ (2024),	1.009 M$ (2023)
Volum vendes (litres)	3.740 M L (2022)	60.5 M L (2023, inferit)
% sobre mercat (valor)	100%	1.5-3%
% sobre mercat (volum)	100%	1.6 – 2.4%
Preu mitjà per ampolla (750 ml)	~12.09 $ / ampolla (2023, mitjana	Mitjà estimat 12.5 $ / ampolla però rang molt ampli: $8–$55
Tendència 2030 (previsió)	Estabilització o lleu caiguda en volum; premiumització per valor	Crec. accelerat (CAGR 6.0-10,4%) USA



El mercat nord-americà mostra una distribució de preus del vi desalcoholitzat que, mostra un mercat madur on hi ha un major grau de solapament amb els preus del vi convencional, de manera que trobem oferta en pràcticament tots els grups de preus. Tot i així es percep un diferencial, amb un desplaçament en la categoria dels 21-30 $ que acumula fins el 45% de les referències, mentre que aquest mateix percentatge en vi convencional correspon a les referències entre els 11 i 20 $. En preus superiors als 30 $ les diferencies s'amorteixen. En la categoria més econòmica, de 10 $ o menys, l'oferta desalcoholitzada no arriba a la de vi convencional però aquesta diferència és menor que en d'altres mercats.

A nivell de dinàmica global, la categoria no-alcohòlica en general (cerveses, destil·lats i vins) va experimentar increments de vendes anuals molt per sobre de la mitjana (per exemple, +62% de creixement a la categoria no-alcohòlica en marketplaces com Drizly interanual 2022→2023). Aquest impuls es basa en factors socio-culturals (sober-curiosity), en la professionalització de l'oferta (millora sensorial dels productes) i en el doble pol d'innovació: marques noves amb propostes de productes 0.0 i entrades de grans grups que revaloritzen la categoria.

Dades de penetració mostren que, malgrat el fort creixement percentual, el volum que ocupa la categoria dins del conjunt del vi encara és modest (amb algunes diferències però totes les estimacions situen el segment per sota de l'2% de quota respecte el vi convencional) però amb velocitats de creixement molt superiors i amb un gran interès per generacions més joves com la Z (que entren actualment al consum de begudes alcohòliques) fet que la fa especialment rellevant des d'un punt de vista estratègic i posicionament a futur.

Per analitzar la disponibilitat de producte i la gamma d'oferta al mercat nord-americà s'ha analitzat els principals canals online de venda, que actuen com a termòmetre del conjunt del sector. Tot i que segons les últimes dades (de ISWR) la venda on-line representa únicament un 6% del mercat nord-americà, aquest és un reflex precís de l'oferta en referències desalcoholitzades al país.

Marketplaces analitzades

Total Wine & More és el gran referent retail amb una oferta molt amplia (catàleg públic amb més de 8.000 referències de vi a la seva interfície), on els vins desalcoholitzats apareixen en un 1,8% del catàleg. La seva política de preus va de productes de baix cost a referències premium i el seu volum (centenars de milions en vendes on-line) li confereix un paper clau com a motor en la difusió de les noves referències. Wine.com mostra un focus més ampli, amb una especial importància del segment amb un posicionament més premium; Amazon ofereix una elevada varietat, mentre que plataformes com Drizly (integrada a Uber eats des d'inicis de 2024) destaquen per la ràpida rotació i un increment de l'oferta 0.0 que va registrar increments de quotes i disponibilitat en 2023 (Drizly va publicar que la categoria no-alcohòlica va créixer un 62% en la seva plataforma entre 2022 i 2023). Aquest patró confirma una forta orientació a l'e-commerce i, al delivery en el cas d'Uber eats, com a canals essencials per la difusió del producte en els EUA.

Pel que fa a la tipologia de vins, l'anàlisi d'aquestes referències mostren que en el mercat nord-americà hi ha un predomini clar de blancs i escumosos per aquest ordre. La tendència del mercat ha estat en els darrers anys ha passat d'un domini dels escumosos, vinculats a ocasions especials i de celebració a una preeminència dels vins blancs, associats a un consum més diari.

Plataforma	Total referències vi	Vi desalcoholitzat 0,0–0,5%	% total (0,0–0,5%)	Vi parcialment desalcoholitzat (0,5–6%) (est.)	% total approx. (partials)	Observació	Escumós %	Blanc %	Rosat %	Negre %	Observacions tipologia
Total Wine & More	8.000	145	1,81%	12	0,15%	Gran retailer amb secció dedicada a NA; inclou importacions europees i low-alc comercials; Distribució més representativa del "mainstream" americà	22	42	6	30	Oferta àmplia;molts productes mass-market (Stella Rosa, Torres) presentats com 0% o baix % ABV.
Wine.com	17.000	200	1,18%	20	0,12%	Reatiler orientat al producte premium i selecció acurada; ofereix imports i productes nadius; menor proporció relativa de mass-market NA però més referències premium.	20	45	7	28	Major presència de referències premium i edicions limitades; més vins tranquils aromàtics i escumosos premium (Wölffer, Leitz)
Amazon	7.000	160	2,29%	23	0,33%	Marketplace molt heterogeni; alta presència de productes importats i marques comercials; facilita venda de productes low-alc i 0.0 d'origen europeu i EUA.	18	40	7	35	Amazon conté un ampli rang de preus amb major concentració de mass-market i productes d'importaciói
Drizly (ara Uber eats)	3.500	110	3,14%	2	0,06%	Plataforma de delivery amb fort creixement en NA (categoria +62% 2022→2023 a Drizly); escumosos i premis "trending" tenen èxit; selecció més dinàmica i orientada a la demanda immediata	25	38	5	32	Drizly destaca per tenir productes "de moda" (TÖST, Wölffer). Delivery i disponibilitat local són clau.

El perfil del consumidor de vi desalcoholitzat als Estats Units

El mercat nord-americà del vi desalcoholitzat ha evolucionat de manera notable durant la darrera dècada, i especialment en els darrers anys, impulsat per transformacions socials, culturals i econòmiques que han reconfigurat el comportament dels consumidors i per tant del conjunt de la categoria. Tot i ser encara una categoria relativament petita dins del conjunt del sector vitivinícola, el seu creixement sostingut i les dinàmiques que l'acompanyen la situen avui en el centre de les estratègies de moltes empreses. Comprendre qui és el consumidor, què el motiva i com utilitza aquest producte és clau per analitzar la viabilitat del vi desalcoholitzat com a línia de negoci estable i competitiva.

Des del punt de vista demogràfic, la generació millennial és la que concentra de manera més clara el gruix de la demanda. Segons dades de l'IWSR i Drizly, representen aproximadament el 60 % de tots els compradors de vi desalcoholitzat als Estats Units. Aquest fet no és casual: els Millennials són la franja de població amb més capacitat econòmica disponible en aquest moment i, alhora, la que mostra més predisposició a provar productes nous i innovadors (aquest fet és una característica pròpia dels Estats Units, extensible al conjunt del sector de les begudes) La seva relació amb el consum de begudes és més flexible i funcional que la de generacions anteriors, i es mou en un espectre que combina interès per la salut i la moderació amb el desig de mantenir els rituals socials associats al vi. El consumidor millennial és, per tant, el motor de creixement d'aquesta categoria i la referència a partir de la qual es dissenyen bona part de les estratègies de producte i comunicació.

La generació Z, tot just incorporada a la majoria d'edat legal de consum, juga un paper emergent però cada vegada més influent. El seu comportament evidencia un canvi cultural: alternen amb naturalitat begudes amb i sense alcohol en un mateix context, i valoren especialment aquells productes que responen a codis de sostenibilitat, inclusió i experiència compartida. Si bé encara tenen menys pes en volum, la seva capacitat de marcar tendències i la seva relació diferent amb el consum els converteix en un públic estratègic de futur. A l'altre extrem, els Boomers i part de la Generació X adquireixen vi desalcoholitzat per raons més vinculades a salut i seguretat (compatibilitat amb medicació, conducció, benestar personal). El seu patró de compra és més estable i menys estacional, i contribueix a consolidar una base de consum recurrent, encara que de menor dinamisme innovador.

Quant a les motivacions de compra, hi ha quatre vectors principals que expliquen l'entrada a la categoria. El primer és la recerca d'un estil de vida més saludable: gairebé un terç dels consumidors afirmen triar vi desalcoholitzat per reduir la ingesta d'alcohol i calories sense renunciar al ritual del vi. El segon és la curiositat, que mou prop del 40 % dels compradors inicials, atrets per la novetat i la possibilitat de provar una alternativa que encara no forma part de l'oferta generalista. El tercer vector correspon a aquelles persones que no poden beure alcohol en determinats moments de la seva vida —ja sigui per motius mèdics, professionals o religiosos— i que veuen en el vi desalcoholitzat una solució per mantenir la participació en experiències socials. Finalment, la categoria s'alimenta de manera significativa de l'estacionalitat, amb moviments com *Dry January* o *Sober October*, que actuen de catalitzador de prova amplificat per les xarxes socials. Segons dades recents, més del 20 % dels adults nord-americans es proposen reduir o eliminar l'alcohol durant aquests mesos, i això multiplica les ocasions de consum i la visibilitat del producte.

Tanmateix, aquest factor d'estacionalitat planteja un repte per a la consolidació del mercat. Molts consumidors entren a la categoria durant aquests períodes, però no tots mantenen l'hàbit

durant la resta de l'any. La retenció depèn, sobretot, de la qualitat sensorial del producte: si el vi desalcoholitzat no ofereix una experiència organolèptica satisfactòria, difícilment aconseguirà repetir compra. La millora del perfil aromàtic i gustatiu és, doncs, un requisit indispensable perquè el consumidor inicial, mogut per la curiositat o el repte temporal, esdevingui un consumidor recurrent.

El comportament de consum també mostra trets diferencials. La gran majoria dels compradors de vi desalcoholitzat no són abstemis totals, sinó moderats: les fonts indiquen que més del 90 % també adquireixen regularment vi amb alcohol. Això significa que el vi desalcoholitzat no és percebut com un substitut absolut, sinó com una opció complementària que amplia el repertori disponible per al consumidor. Les dades apunten, a més, que en una proporció creixent d'ocasions el vi desalcoholitzat està començant a substituir el vi amb alcohol; aproximadament un 30 % dels consumidors declara que en aquelles situacions, abans, hauria begut un producte amb graduació. Aquesta evolució cap a la substitució té implicacions rellevants per a la indústria, ja que obre la porta a un canvi estructural en els hàbits de consum.

Les ocasions de consum més habituals reforcen aquesta idea de complementarietat. El vi desalcoholitzat es consumeix sobretot a la llar, en àpats quotidians i en moments de relaxació que abans quedaven exclosos del consum de vi per raons de salut, descans o compromisos laborals. També té un pes important en contextos socials associats a la conducció —afterworks, barbacoes suburbials o trobades familiars— on el consumidor vol gaudir de la copa però mantenir-se en plenes facultats. A més, guanya presència en l'hostaleria, especialment en restaurants i bars que incorporen cartes "better-for-you" i *mocktails*, legitimant el seu consum en un entorn social on la pressió per beure alcohol encara pot ser significativa. Per últim, cal destacar el paper que juga la parentalitat: molts consumidors en edat de criança prefereixen optar per vi desalcoholitzat per poder gaudir del ritual sense comprometre la responsabilitat de la cura.

Quant als estils i formats, els escumosos sense alcohol són els que concentren més volum de vendes, gràcies a la seva associació natural amb la celebració i l'experiència festiva. El vi tranquil desalcoholitzat, en canvi, és la categoria que mostra un ritme de creixement més ràpid, atesa la seva funcionalitat en el consum diari. El canal de distribució també reflecteix aquesta dualitat: les compres a través d'ecommerce i plataformes de *delivery* com Drizly han estat fonamentals per al descobriment i la prova inicial, mentre que els supermercats i botigues especialitzades consoliden la disponibilitat i la recurrència. En aquests espais físics, la col·locació conjunta amb els vins amb alcohol contribueix a normalitzar la decisió de compra i a trencar barreres culturals.

El preu i la percepció de valor són factors crítics. El consumidor nord-americà accepta pagar un preu lleugerament superior si percep qualitat i autenticitat, especialment en el cas dels escumosos. No obstant això, presenta un nivell d'exigència amb el vi tranquil desalcoholitzat, on les mancances sensorials són més evidents i poden generar frustració. Això explica per què el desenvolupament tecnològic i l'esforç en R+D per millorar textura, aromes i complexitat són avui elements clau en l'estratègia de molts cellers i proveïdors tecnològics.

Malgrat l'avenç de la categoria, persisteixen barreres d'adopció. La primera i més destacada és la percepció de qualitat: molts consumidors encara associen el vi sense alcohol a un producte de menor interès sensorial. La segona és la pressió social, que en determinats entorns pot fer que l'elecció d'un vi desalcoholitzat sigui percebuda com un gest de renúncia. Això és especialment rellevant en la Generació Z, que, paradoxalment, és la que més experimenta amb la categoria i alhora la que més reconeix sentir pressió per beure alcohol. Finalment, la qüestió de l'etiquetatge

i la regulació no és menor: als Estats Units, la diferenciació entre vins <0,5 % ABV i vins 0,0 % ABV no sempre és clara per al consumidor, i això pot afectar la confiança en la categoria, sobretot en aquells segments que requerixen una abstinència absoluta.

En resum podríem definir el consumidor nord-americà de vi desalcoholitzat tipus com un millennial amb poder adquisitiu mig-alt i interessat en la salut, que veu en aquesta categoria una oportunitat per mantenir el ritual del vi sense els efectes de l'alcohol. La seva motivació inicial pot ser la curiositat o l'estacionalitat, però la seva fidelització i recurrència depèn en gran mesura de la qualitat i la consistència del producte. Al seu costat, la Generació Z aporta una nova mirada cultural que pot accelerar la normalització social del vi desalcoholitzat, mentre que generacions més grans contribueixen a donar estabilitat a la base de consum. Per a la indústria vitivinícola, el mercat dels Estats Units representa un laboratori d'innovacions i, alhora, el camp de prova principal per demostrar fins a quin punt el vi desalcoholitzat pot consolidar-se com a categoria estructural i superar el producte de moda vinculada a campanyes puntuals.

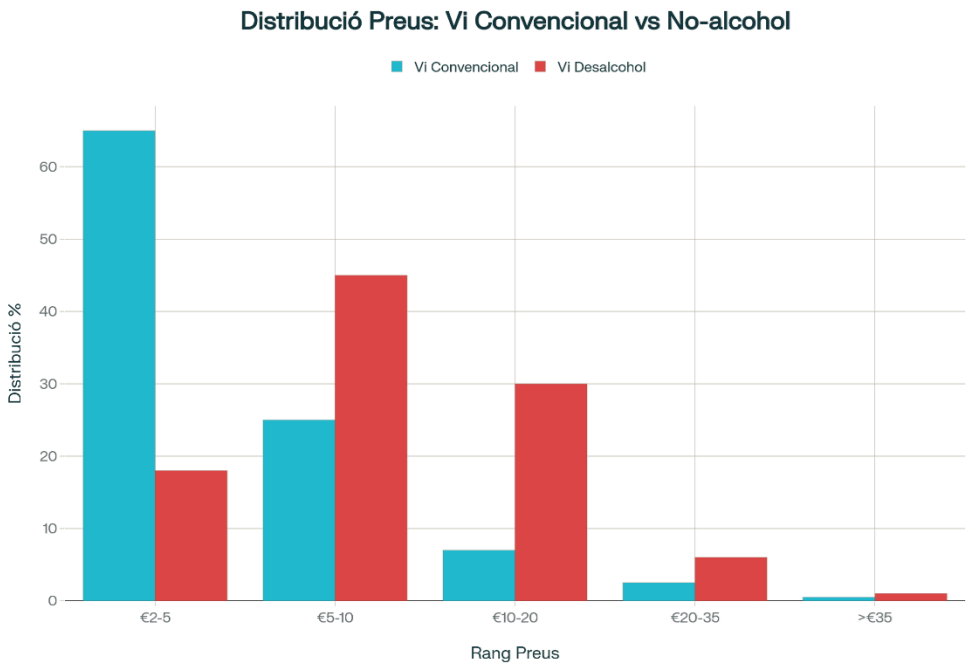
4.3 El mercat Espanyol: La categoria a escala local

El mercat espanyol és un mercat on la irrupció d'aquests productes ha estat fins ara més lenta que en d'altres mercats com l'Alemany o el nord-americà.

Estudis específics xifren el mercat al voltant dels 35-37 milions d'euros (xifra consolidada del 2023) i representa, segons les diferents fonts disponibles, entre un 0.25 i un 0.35% del mercat del vi convencional.

Indicador	**Vi convencional (Espanya)**	**Vi desalcoholitzat Espanya**
Valor mercat (2023/2024)	15.720 M €	37.7 M€ (2023)
Volum vendes (litres)	≈ 9,70 M hl	25-40.000 hl
%sobre mercat (valor)	100%	Entre 0,12% i 0,35%
% sobre mercat (volum)	100%	Entre 0,18% – 0,45%
Tendència 2030 (previsió)	- 1,0% (2025-2030)*	4.9% (2024–2030)

* Informe Vinetur, previsions del mercado del vino en España 2025-2030



La distribució de preus al mercat espanyol mostra un diferencial clar en preu del vi desalcoholitzat, especialment en les categories més econòmiques on es pot veure que hi ha un percentatge significatiu de vi convencional (+60%) que no existeix en vi desalcoholitzat. Una gran part dels vins desalcoholitzats es situen en un rang de preu entre els 5 i 20 € (75% de les referències en vi desalcoholitzats per un 40% aproximat en vi convencional). En les categories de més preu, ja per sobre del 20 € les diferències entre els vinc convencionals i desalcoholitzats es minimitzen.

Referències destacades al mercat:

Tipologia		**Sucre (g/L)**	**Referència**	**Preu mitjà (€)**	**Breu descripció**
Escumós		47	Torres — cava sense alcohol 0,0%	10,75 €	Escumós de moscatell de Torres; àmpliament distribuït; perfil aromàtic i dolç.
		38	Freixenet — 0,0%	7,50 €	Opció de gran distribució a supermercats; bombolla suau i perfil festiu.

		ND	Blanc Pescador 0,0% (vi d'agulla)	7,20 €	Referència local del Penedès amb bona rotació; bombolla fina mediterrània.
Blanc (tranquil)		23.5	Gallina de Punk — Neverwine (Albariño) 0,0%	10,95 €	Blanc 0,0% orgànic i d'autor
		40.6	Torres — Natureo Blanco 0,0% (Moscatell)	7,41 €	Referència massiva de Torres; perfil dolç (moscatell),referència d'alta rotació
		3	Sombras – Tercero Claro 0,0% (Moscatell)	10,80 €	Opció d'autor Premium, perfil sec i amb un contingut baix en sucre
Negre		38.2	Torres — Natureo Tinto 0,0%	8,71 €	Garnatxa–Syrah; referència distribució nacional.
		20	Aldea 0,0 Red (Tempranillo)	6,11 €	Negre 0,0% assequible; baix residu de sucre segons fitxa comercial.
		≤5	Win Tempranillo 12 mesos (Matarromera, 0,0%)	13,99 €	Opció premium amb criança; escassa però rellevant en revistes i e-commerce.

Rosat (tranquil)		33.6	Torres — Natureo Rosé 0,0%	8,71 €	Rosat (Garnatxa–Syrah) del grup Torres; fruita vermella i dolçor moderada.
		30	Disfrutand 0,0 Rosat	8,97 €	Rosat 0,0% (perfil fresc, fruites vermelles); bona rotació a retail especialitzat.
		24	Aldea 0,0 Rosat	6,11 €	Rosat assequible amb perfil sec-frescor per consum diari.

El perfil del consumidor de vi desalcoholitzat a Espanya

El mercat espanyol del vi desalcoholitzat es troba en una fase de transició. Encara que la categoria representa una quota de valor reduïda respecte al mercat total del vi i inferior a d'altres mercats com el nordamericà, el britànic o l'Alemany , les dinàmiques de canvi de comportament del consumidor —i les pressions macroeconòmiques i culturals— situen Espanya com un mercat amb potencial de creixement en aquesta categoria i amb algunes particularitats pròpies que condicionen l'estratègia comercial. En primer lloc, convé recordar que, segons estimacions d'informes de mercat, el valor del segment de vi desalcoholitzat a Espanya va ser d'aproximadament 37,7 milions el 2023, amb una projecció de creixement moderada fins al 2030 (CAGR ≈ 4,9%). Aquests paràmetres, tot i ser modestos en relació a d'altres mercats, coincideixen amb una tendència global d'increment de l'interès per productes "no/low" que actuen com a opcions complementàries al portfoli tradicional.

Perfil demogràfic i generacional

A diferència d'alguns mercats anglosaxons on la presència de millennials i consumidors per sota dels 44 anys és molt marcada en la compra de productes desalcoholitzat, les dades per a Espanya suggereixen un patró amb més pes de generacions més grans i marcadament diferenciat segons geografia i canal. Fonts globals com IWSR indiquen que, en els mercats madurs de vi convencional (entre els quals figura Espanya), la categoria no/low tendeix a presentar una població consumidora més madura en comparació amb mercats emergents, encara que l'entrada de nous compradors joves sembla augmentar de manera notable els darrers anys. Així, la segmentació per edat a Espanya mostra una combinació de perfils: joves adults (Gen Z i Millennials) que impulsen la prova i la normalització social, i generacions més grans (Gen X i

Boomers) que consumeixen per motius funcionals (salut, medicació, conducció). Aquesta heterogeneïtat obliga a dissenyar estratègies dirigides tan a públics que busquen experiència i innovació, com a aquells que demanden garanties en termes d'origen, qualitat i claredat en l'etiquetatge.

A Espanya hi intervé de manera clara un factor regional: l'adopció tendeix a ser més ràpida en àrees urbanes i en mercats autonòmics amb major concentració d'hostaleria d'alta gamma i cultura gastronòmica activa (Madrid, Catalunya, País Basc), on la normalització del producte en cartes i la seva presència en mocktails (combinats sense alcohol) accelera la prova i la repetició. Aquesta diferència urbana-rural és coherent amb altres mercats europeus madurs i obliga a tenir en compte aquest factor per tal adaptar la distribució i les accions de màrqueting a la realitat territorial.

Les motivacions que porten els espanyols a consumir vi desalcoholitzat corresponen fonamentalment a quatre eixos entrellaçats: salut i benestar, curiositat i prova, restriccions personals i estacionalitat/campanyes. El primer vector —la recerca d'un estil de vida més saludable— s'ha consolidat com a motor rellevant en la tipologia de compradors: una fracció creixent de consumidors opta per reduir el consum d'alcohol per motius relacionats amb la salut, la forma física o la pròpia percepció de benestar. En paral·lel, la curiositat impulsa una part important de la demanda inicial: moltes compres es produeixen com a prova motivada per xarxes socials, amb recomanacions d'influencers i prescriptors assenyalats. A Espanya, moviments com *Dry January* i la proliferació de campanyes de moderació també han augmentat la visibilitat de la categoria, tot i que la penetració d'aquestes campanyes és significativament més baixa que en països anglosaxons, i la conversió d'aquestes iniciatives a consum recurrent és encara una incògnita. Finalment, aquells amb restriccions mèdiques o professionals (conducció, tasques laborals) troben en el 0.0 una solució pràctica per mantenir la participació social sense ingerir alcohol. Aquest conjunt de motivacions queda reflectit tant en el comportament de compra a retail com en la demanda d'opcions a l'hostaleria.

És important subratllar un aspecte rellevant: mentre que la prova puntual és una porta d'entrada important, la conservació del client en el temps depèn de la satisfacció sensorial i de la percepció de valor. A Espanya, on la cultura del vi té un pes simbòlic elevat, la qualitat percebuda i el respecte pel ritual (presentació, servei en copa) són determinants per convertir la curiositat en hàbits de compra que puguin ser recurrents.

Ocasions de consum i comportament d'ús

Les ocasions on el vi desalcoholitzat troba més encaix a Espanya són diverses: la llar constitueix el principal espai d'ús per a pràctiques quotidianes (sopars, moments de relax), mentre que l'oci social i les celebracions (on els escumosos 0.0 són especialment adequats) conformen les ocasions on el producte és més visible. En l'àmbit de l'hostaleria, l'adopció encara és desigual: mentre que alguns restaurants i bars n'inclouen opcions en cartes amb l'argument de la inclusió,. En aquest àmbit la tradició de servir vi per copes pot ralentitzar la penetració del 0.0 en aquest model de servei, més encara quan la cultura local coneix i valora la tipicitat varietal i l'origen. En resum, el consum domèstic és, ara per ara, la palanca principal per a la normalització, i l'hostaleria actua com a catalitzador quan accepta i visibilitza referències desalcoholitzades amb bones experiències de consum en carta.

A diferència d'alguns mercats anglosaxons on el 0.0 és sovint complement del ritual de celebració, a Espanya la funció "moderadora" (substitució parcial) és molt important: molts consumidors (més del 70%) segons les fonts consultades alternen entre ampolles amb i sense

alcohol, buscant reduir la ingesta sense renunciar a l'experiència social del vi. No obstant això, la substitució completa del vi amb alcohol encara és força minoritària i condicionada per factors com el gust, l'hàbit i el context social.

Preu, percepció de valor i elasticitat

El mercat espanyol mostra una certa disposició a pagar per productes 0.0 que ofereixin qualitat sensorial i narrativa d'origen. Tanmateix, el consumidor exigeix una coherència entre preu i experiència: si el producte és més car que un vi amb alcohol però no aporta satisfacció organolèptica, la probabilitat de repetir compra baixa. Això reforça la necessitat que els cellers estiguin implicats, no només en tecnologia de desalcoholització, sinó en la globalitat del producte començant per la vinya, eines enològiques, formulació posterior i treball en la part sensorial (textura, equilibri) per justificar preus de mercat que, en alguns casos, poden situar-se en rangs d'accés a productes "Premium". Les polítiques comercials de promoció inicial, degustacions, packs, mixtes, maridatges, són una eina efectiva per superar la barrera de prova.

Barreres d'adopció i reptes culturals

Les principals barreres identificades en el mercat espanyol, es poden resumir en tres grups:

Experiència sensorial en relació al vi convencional: la percepció que el vi sense alcohol "no és el mateix" és encara un obstacle significatiu i una raó freqüent perquè la prova no es converteixi en compra recurrent.

Pressió social associada al consum d'alcohol: Un fet encara present en certes edats i cercles que pot limitar la normalització del vi desalcoholitzat en reunions on el consum alcohòlic està fortament present i ritualitzat.

Origen, qualitat i etiquetatge: El consumidor té, en termes generals, poca experiència en l'etiquetatge d'aquests productes i a diferència dels vins convencionals, en aquests productes hi apareixen llistats directament els ingredients i la taula nutricional. Aquesta informació és complexa i pot resultar confosa per a la gran majoria dels consumidors. Tampoc son productes que es trobin, ara per ara, de manera massiva en punts de venda habitual. Aquesta falta de comprensió sobre els conceptes de pot afectar la confiança dels compradors que requereixen garanties absolutes (per motius religiosos o mèdics) pel que fa a l'alcohol o d'altres ingredients

Implicacions comercials i recomanacions pràctiques

D'aquest anàlisi es desprèn una sèrie de conclusions aplicables a operadors i productors que contemplin entrar o escalar la seva presència en el segment 0.0 a Espanya . Primer, cal prioritzar la qualitat sensorial com a palanca d'adopció; això exigeix processos de selecció de matèria primera, inversió en tecnologia punta (amb criteris de recuperació d'aromes) i una experiència de tast que avali la coherència del producte en posicionament i preu. Segon, la segmentació de canal ha de ser precisa: el gran retail i l'e-commerce són vies per al volum i la descoberta, mentre que la restauració (restaurants gastronòmics i bars d'innovació) és l'espai per a la legitimització cultural si s'aborden els reticències vinculada al servei per copes. Tercer, la comunicació ha de ser clarificadora (distingir 0.0 vs. <0,5%) i enfocada en ocasions d'ús (moderació, conducció, celebració), evitant discursos potencialment "moralistes" que puguin alienar consumidors de tradició. Finalment, els productors han de considerar formats i packs que incentivin la prova (mini-formats, packs assortits) i estratègies promocionals vinculades a períodes que poden ser d'alta demanda (gener i tardor).

El perfil de consumidor es pot resumir en tres arquetips que permeten orientar decisions estratègiques en aquest segment de producte:

- “Millennial urbà moderat”: 30–45 anys, urbà, compra en supermercat i online; busca opcions saludables i accepta premium si la qualitat és alta. Hàbit: alterna 0.0 i vins amb alcohol durant la setmana.
- “Jove explorador (Gen Z)”: 21–29 anys, busca experiències noves, formats petits i presència digital; prova a l’hostaleria i a casa; la pressió social és rellevant.
- “Consumidor funcional”: 45+ anys, busca seguretat (medicació, conducció); fidel quan la qualitat i l’etiquetatge li donen confiança.

Conclusions

El consumidor espanyol de vi desalcoholitzat reflecteix la confluència d’un mercat amb una gran tradició vinícola amb unes tendències globals dirigides a la moderació del consum alcohòlic i la salut. Tot i la mida actualment limitada del segment la seva perspectiva d’expansió es recolza en una base de coneixement i proximitat a la cultura domèstica del vi convencional sòlida i històrica, una penetració ràpida en zones urbanes com Barcelona o Madrid i l’aparició incipient de perfils joves que normalitzen la categoria del vi desalcoholitzat. Les perspectives d’èxit de les propostes en aquest camp passen per una proposta molt sòlida en la part sensorial, una política de canals adequada (aquesta categoria és poc present en la majoria de punts de venda de vins ja sigui retail general o especialitzat) i passa per una comunicació clara i totalment contextualitzada al mercat espanyol. Finalment, cal subratllar que la trajectòria de la categoria dependrà molt de factors externs (evolució del consum total de vi a Espanya, percepcions de la categoria, regulació i comportament de canals), de manera que el seguiment periòdic de dades de vendes i de l’evolució del mercat serà clau per ajustar estratègies.

4.5 El perfil dels cellers productors

El mercat de vins desalcoholitzats està impulsat bàsicament per dos models empresarials radicalment diferents que coexisteixen: empreses consolidades que expandeixen la seva oferta mitjançant línies de desalcoholitzats, i startups especialitzades que es fan un lloc al mercat mitjançant un posicionament premium, propostes innovadores i un enfocament que inclou de manera més significativa els canals directes al consumidor (D2C).

En aquest apartat de l'estudi s'examina quin és l'actor principal a cada mercat i s'analitzen els motius per els quals els models esmentats funcionen en els seu context. Agafant com a referents els mercats alemany, nord-americà i afegint la perspectiva local del mercat nacional, les principals conclusions es poden resumir en els següents punts:

- A Espanya, les empreses gran i consolidades diversifiquen la seva oferta. Cellers com Matarromera o Torres han estat pioners i controlen l'oferta mitjançant lideratge tecnològic i una sòlida exportació. En els darrers anys s'estan incorporant gradualment empreses de mida més petita, en un model en el que es van incorporant cellers cada cop més petits.
- A Alemanya, coexisteixen especialistes centenaris tradicionals com Carl Jung, grans grups amb marques que utilitzen un model híbrid de comercialització que combina el B2C i el B2B i start-ups emergents amb un clar component tecnològic i un posicionament premium (Kolonne Null) que busca un producte de molta qualitat i "clean label"
- Als Estats Units, existeix una competència polaritzada entre grans corporacions amb estratègia d'oferta àmplia (Trinchero) i startups que, com en el cas alemany, busquen un posicionament de qualitat premium i que s'orienten cap a un canal més directe al consumidor (Studio Null, Moderato) amb un target clar cap al nínxol d'alt preu i marge.

Cada model és resultat del context complexe de cada país, però els factors principals que el defineixen son: la maduresa del mercat, la sofisticació del consumidor local, i les barreres d'entrada específiques de cada regió.

Marc conceptual i definicions: dos models de negoci convergents

Per tal de poder oferir un anàlisi rigorós del perfil dels cellers és important aclarir les definicions aplicades a les empreses. En aquest sub-apartat es descriuen les definicions aplicades i requisits per aplicar-los.

El model d'empresa consolidada

Definició: Bodega o corporació vitivinícola establerta amb base de distribució existent, una llarga història de marca i un elevat grau de coneixement per part del públic. També disposa d'una elevada capacitat de R+D, de manera que crea la línia de vins desalcoholitzats com una extensió estratègica del seu portfoli.

Avantatges Competitius:

1. Distribució massiva i a través de vies pre-establertes, alta capacitat exportadora (retail nacional/internacional)
2. Reconeixement de marca i confiança del consumidor
3. Accés a capital per a inversió en tecnologia

4. Economies d'escala en producció i logística

5. Experiència vinícola acumulada; know-how de selecció varietal i fermentació

Desavantatges:

1. Potencial conflicte amb línies tradicionals (canibalització)

2. Complexitat operacional (múltiples nivells de preu)

3. Inèrcia organitzacional; processos de presa de decisions lents

4. Risc de prestigi de marca (si el producte desalcoholitzat ofereix una experiència per sota de la expectativa generada)

El Model de startup especialitzada

Definició de start-up: Empresa fundada fa menys de 10 anys i enfocada 100% en la línia de vins desalcoholitzats, treballa amb proveïment extern de raïm o vi base extern, i busca un model de distribució amb més pes de la relació directa amb el consumidor complementat amb retail selectiu ja sigui de vins en general o, en alguns casos, de vins desalcoholitzats).

Avantatges Competitius:

1. Autenticitat i coherència de proposta; "sense contradiccions de portfolio"

2. Flexibilitat operacional i velocitat de decisió

3. Connexió directa amb consumidor (retorn ràpid)

4. Posicionament de preu via D2C (eliminació d'intermediaris)

Desavantatges:

1. Escala limitada (volum d'ampolles reduït)

2. Cost elevat de producció i distribució (economies d'escala limitades)

3. Poc coneixement de marca (requereix inversions elevades en marketing)

Model híbrid: especialista tradicional en desalcoholitzats

Definició: Productora especialitzada en desalcoholitzats amb tradició que manté marca pròpia i sovint proporciona serveis contractats a tercers. Té una gran reputació i un gran coneixement entre els seus consumidors, son referents en productes desalcoholitzats. Els exemples arquetípics son l'empresa alemanya Carl Jung i el grup, també alemany, Schloss Wachenheim.

Avantatges:

1. Estabilitat del flux d'ingressos (diversificació client + brand)

2. Eficiència operacional (volum distribuït en ambdós canals)

3. Expertesa profunda i de llarg recorregut en processos i mercats

4. Elevada resiliència davant canvis de mercat

Desavantatges:

- Complexitat en gestió de relacions client-competidor
- Risc reputacional de vincular-se a determinades marques

ESPANYA: Domini del model les empreses consolidades

Context del Mercat Espanyol

El mercat de desalcoholitzats a Espanya és relativament modest en volum local, però estratègicament rellevant ja que el país reuneix condicions per ser un actor de referència global per a desalcoholització, ja que actualment és un gran productor de vi base per a marques internacionals, una part de la qual es destina ja a referències desalcoholitzades i si es consolida el creixement d'aquesta categoria aquesta fracció anirà en augment.

Les condicions que faciliten posicionar espanya com un actor de referència en vins desalcoholitzats es poden resumir en els següents aspectes:

Tradició vinícola antiga; capacitat de producció massiva

Espanya compta amb una tradició molt antiga de producció de vi, present en gairebé la totalitat del territori i reconeguda internacionalment. Vins amb terrer, varietats valorades i un ampli coneixement i llegat enològic . També compta amb una gran capacitat de producció derivada de la presencia de cellers grans i grans grups presents en diverses zones vinícoles.

Inversió pionera en tecnologia de desalcoholització SCC

Matarromera i Torres tenen un llarg recorregut en la producció de vins desalcoholitzats i han pogut anar consolidant les seves propostes, tecnologies i objectius a l'evolució del context tant de mercat com regulatori d'aquests productes. A aquestes apostes individuals cal sumar-hi la presència d'agents internacionals de serveis com Bevzero o Desalco.

Declivi del consum intern de vi i reorientació a exportació

La caiguda del consum de vi representa un repte global, però especialment per a països amb la capacitat productiva i un sector dimensionat com està l'espanyol. Això fa de l'exportació una necessitat bàsica i creixent. També ha creat un ecosistema orientat per a poder exportar de manera fluida als principals mercats consumidors de vi.

En aquest entorn la generació de noves referències amb tendències de creixement positives s'estableix com un bon complement per al repte que suposa la caiguda tan domèstica com global de consum de vi.

Cost competitiu relatiu de producció

Respecte a mercats com el nord-americà o l'alemany, Espanya representa un model de producció amb uns costos associats més baixos. Això permet generar una oferta competitiva en termes de la relació qualitat/cost.

Empreses Consolidades: Els pioners en desalcoholitzar

Bodegas Matarromera (projecte WIN) i Familia Torres (marca Natureo) han estat referents clars a nivell nacional. Aquest apartat descriu el seu recorregut en aquest segment de productes, la

seva posició actual en mercat ie, les principals varietats emprades, les tecnologies de tractament i les semblances i diferències operatives i estratègiques entre aquestes dues empreses.

Perfil resum i trajectòria en desalcoholització

Matarromera (WIN): Inicia la venta de vins desalcoholitzats fa 20 anys i disposa d'una línia específica de vins sense alcohol comercialitzada sota la marca WIN i altres referències 0% (incloent blanc, negre i escumosos). A nivell tècnic es basen en un procés d'elaboració basat en l'aplicació precisa de tècniques industrials punteres de desalcoholització (basades en el SCC) i en el treball de cupatge per recuperar perfil aromàtic. Les comunicacions i fitxes de producte mostren una oferta estructurada amb varietats locals com el Verdejo o el Tempranillo.

Familia Torres (Natureo): Inicia la venta de vins desalcoholitzats el 2008 i ha integrat Natureo com una línia establerta dins del seu portfoli; la marca s'ha orientat a obtenir referències que generin una experiència de consum positiva mitjançant processos punters de desalcoholització i una selecció acurada de varietats i vi base. Les referències actuals de Natureo inclouen blanc amb perfils aromàtics (Muscat / Moscatel) i negres basats en garnatxa i syrah/cabernet segons les anyades i llançaments comercials. Torres explota la capacitat del seu abast comercial i àmplia xarxa de distribució per posicionar Natureo a mercats internacionals i canals premium.

Les empreses es recolzen bàsicament en les mateixes tècniques de desalcoholització; la Spinning Cone Column (SCC), una de les tecnologies clau en la indústria degut a la capacitat de recuperació d'aromes prèvia a l'extracció eficaç de l'alcohol i minimitzant l'impacte tèrmic sobre compostos volàtils. De tota manera, si bé la SCC i les seves iteracions, son un referent en la preservació dels compostos aromàtics, cal tenir clar que cap tècnica pot garantir el manteniment exacte del perfil d'un vi convencional i sovint calen estratègies complementàries per millorar-ne l'acceptabilitat (cupatge, reintroducció d'aromes, ingredients tècnics) per restaurar cos i complexitat sensorial.

Situació de mercat, posicionament actual i varietats emprades

Ambdues marques treballen canals premium (retail especialitzat, horeca selecte, e-commerce selectiu) i situen l'exportació com una palanca comercial clau. Torres aprofita la seva àmplia xarxa global per introduir les referències en mercats madurs, mentre que Matarromera combina la marca pròpia amb serveis i experiències (potencia molt les visites i presentacions del projecte WIN) per comunicar valors associats a l'innovació.

Varietats i referències: Matarromera ha orientat les seves referències cap a Verdejo (blanc) i Tempranillo (negre), entre altres; Torres treballa amb varietats aromàtiques com Moscatel o

Muscat en blancs i Garnatxa/Syrah en negres per obtenir perfils robustos una vegada extret l'etanol. Aquest disseny de referències respon a la necessitat de seleccionar les matèries primeres més aptes per tal de conservar intensitat i perfil sensorial després del procés.

Startups Espanyoles i models emergents

A diferència d'Alemanya i EE.UU. Espanya té actualment poca representació de startups en el camps dels vins desalcoholitzats. Les raons, principals es poden inferir i es descriuen a continuació: Un mercat local petit i amb una quota respecte el vi convencional inferior a altres mercats (entre el 0.30 i el 0.50%), un capital venture limitat en el sector dels vins i un control del mercat per part de les empreses consolidades. Això fa que el cost d'adquisició per client sigui elevat i que consolidar una start-up en aquest camp sigui especialment complex.

Conclusions: Qui impulsa Espanya

El model espanyol està força marcat per empreses consolidades diversificant port-folis amb lideratge tecnològic. El creixement d'aquest mercat, encara molt per sota de mercats com l'alemany o el nord-americà, comporta que cada cop cellers de mida més petita que les empreses consolidades facin el pas i ampliïn portfoli amb referències desalcoholitzades. Dels pioners Matarromera i Torres fa més de 15 anys l'entorn ha evolucionat de manera que s'han anat incorporant cellers amb una clara correlació entre la data d'entrada en aquest nínxol de mercat i la mida, en un format cascada en el que els cellers més grans i posicionats internacionalment han donat lloc a cellers mitjans amb cert volum exportador i on cada cop son cellers més petits els que introdueixen aquestes referències, sempre amb una visió exportadora clara.

ALEMANYA: Coexistència de especialistes centenaris + startups Premium

Context del Mercat Alemany

Alemanya es pot definir com el mercat més sofisticat de desalcoholitzats del conjunt d'Europa amb dinàmiques molt diferents a Espanya, on el vi desalcoholitzat té un llarg recorregut històric, es troba present en moltes grans superfícies i comerços d'alimentació i amb un consumidor coneixedor de la categoria i a la cerca de la novetat i la qualitat.

Les principals característiques del mercat alemany son:

- Tradició històrica: 125 anys de desalcoholització comercial (des de 1900)
- Consumidor sofisticat; disposició a pagar més per qualitat
- Creixement explosiu 2023-2024: +86% en volum de compra
- Quota de mercat: 1,5% del consum de vi total (5% en escumosos)
- Alta presència en retail; normalitza la categoria i la fa accesible

Especialistes Tradicionals: Model Híbrid B2B+B2C

Carl Jung: de pioner tecnològic a especialista global en vins desalcoholitzats

CARL JUNG
ALCOHOLFREE

La història de Carl Jung es remunta al 1868, quan la família Jung inicia la seva activitat vitivinícola al Rheingau. La seva aposta més disruptiva es produeix a principis del segle XX: el Dr. Carl Jung, fill de la família, patenta l'any 1908 el primer mètode de desalcoholització de vi registrat al món, establint les bases d'una tècnica que marcaria el futur de la categoria. Aquesta innovació tecnològica, que es convertirà en el pilar de la identitat de la marca, posiciona Carl Jung com a referent històric únic dins del segment i li atorga una legitimitat que continua sent un actiu competitiu per a l'empresa més d'un segle després.

Fa aproximadament 20 anys, l'empresa pren una decisió estratègica radical: abandona completament la producció de vins tradicionals i s'especialitza de manera exclusiva en vins desalcoholitzats. Aquesta aposta, arriscada en el seu moment, s'ha convertit avui en el factor diferenciador que la situa com un dels pocs actors mundials amb dedicació exclusiva i una experiència acumulada que abarca fins a cinc i sis generacions.

El seu model de negoci es basa en una estratègia dual que combina un pilar industrial B2B i un pilar comercial B2C. D'una banda, Carl Jung ofereix serveis de desalcoholització per a tercers, essent Leitz el seu client principal: aquesta col·laboració, centrada en vins base premium del Rheingau, aporta entre un 40% i un 50% del total dels seus ingressos i atrau altres cellers europeus que busquen una elevada qualitat tècnica sense invertir en equipament propi. D'altra banda, la marca pròpia CARL JUNG comercialitza un portfoli global de vins sense alcohol amb un posicionament premium basat en l'herència històrica i un gran nivell d'expertesa tecnològica. Inclou referències com el seu Riesling insígnia, varietals blancs com Chardonnay, rosats d'assemblatge i una oferta limitada en escumosos. Els preus, situats habitualment entre 12 i 18 euros, reforcen aquest posicionament.

La seva tecnologia ha evolucionat des del procés patentat original fins a l'ús actual d'equips de Spinning Cone Column (SCC) combinats amb sistemes avançats de recuperació d'aromes i un control tèrmic i de buit optimitzat per les condicions climàtiques del Rheingau. Aquesta combinació permet maximitzar la preservació d'aromes varietals i de textura, un element crucial en vins desalcoholitzats de categoria premium.

En termes d'escala, la companyia produeix fins a 8 milions d'ampolles anuals, combinant marca pròpia i contractació, i opera a més de 50 països. S'estima que factura entre 15 i 25 milions d'euros anuals. Les seves fortaleses es resumeixen en quatre eixos: patrimoni històric únic, especialització tècnica profunda, un client tractor que impulsa visibilitat internacional (Leitz) i un model dual que equilibra la producció per a tercers i el desenvolupament de la marca pròpia.

Tanmateix, el seu model presenta certes debilitats estructurals: l'escala és relativament modesta davant de certs conglomerats industrials com Schloss Wachenheim, mostra dependència del seu client tractor, fora d'Alemanya la marca no gaudeix encara el mateix nivell de reconeixement que productors amb orientacions més modernes i apel·lacions al lifestyle o al segment premium-iconic. Malgrat això, la seva posició és singular i difícilment replicable.

Leitz: el prestigi Rheingau que eleva la categoria desalcoholitzada

La bodega Leitz, també situada al Rheingau, és un productor familiar de vins premium amb un fort enfocament en el Riesling com a varietat d'excel·lència. A diferència de Carl Jung, Leitz no busca especialitzar-se en tecnologia sinó en expressió de terrer: manté el seu model tradicional i delega la desalcoholització a un únic proveïdor, precisament Carl Jung, amb qui manté una relació de confiança directa i continuada.

A partir d'aquesta col·laboració neix la seva gamma desalcoholitzada EINS ZWEI ZERO, un joc dialèctic entre el codi numèric i el valor "zero alcohol", i que es posiciona com una experiència de luxe dins del segment. L'objectiu no és "copiar el vi", sinó oferir el concepte "Riesling Rheingau sense alcohol", transmetent singularitat territorial i aspiració qualitativa. Aquest enfocament reforça l'associació entre premium i desalcoholització, contribuint al prestigi de la categoria.

El portafoli EINS ZWEI ZERO inclou referències com riesling signatura, blancs secs i varietals de gamma alta, amb preus situats entre 15 i 20 euros, i marges superiors als de gamma regular. Tot i que el volum no és gran (estimat en unes 100.000 a 150.000 ampolles anuals), l'impacte reputacional és alt, perquè la marca projecta qualitat i legitimitat davant mercats desenvolupats. De fet, Leitz és avui el líder en distribució de vins desalcoholitzats premium importats als EUA, segons IWSR (2023), i té presència consolidada a Alemanya, Regne Unit, Nòrdics, Benelux, Japó i Àsia.

Les seves principals fortaleses resideixen en el prestigi del seu origen i varietal, en una distribució internacional ja articulada abans de l'existència de la gamma desalcoholitzada i en un posicionament de luxe que ofereix diferenciació i valor afegit. En canvi, les seves febleses es poden associar a que té una dependència total de Carl Jung per a la desalcoholització i el pes dels desalcoholitzats dins el seu negoci total és encara modest (0,2–0,3%).

Schloss Wachenheim / Eisberg: la força industrial del "Premium-accessible" global

Schloss Wachenheim AG representa un model oposat als dos casos anteriors. És un conglomerat professionalitzat amb origen històric en el sector del Sekt alemany i un portfoli industrial orientat a volums massius. Mitjançant la marca EISBERG (la més destacada en el camp de desalcoholitzats), ha desenvolupat una estratègia agressiva en la categoria de vins desalcoholitzats tan escumosos com tranquils, amb un posicionament que es podria definir Premium-accesible i especialment pensat per ocasions de celebració.

Eisberg opera amb preus situats entre 8 i 12 euros i ha consolidat una escala superior a la de qualsevol actor europeu en el segment: s'estima una producció actual de fins a 20 milions

d'ampolles anuals. L'empresa ha anunciat una inversió per doblar capacitat fins a finals de 2025, arribant a més de 105.000 ampolles/dia, mitjançant la instal·lació de nou equipament de destil·lació al buit amb una orientació clara a conservar aromes i a realitzar una carbonatació precisa i ràpida en vins espumosos. Amb les dades avui és un dels productors referents en volum en aquest segment de producte a nivell mundial.

La seva distribució és global, amb presència en més de 80 països i especial fortalesa a gran distribució, supermercats internacionals i cadenes especialitzades. També combina producció pròpia i contractació industrial, gràcies a una estructura multibrand dins del grup empresarial.

Tot i el domini industrial, Eisberg pateix un repte rellevant: la marca no s'associa necessàriament a "premium" com fan Leitz o Carl Jung en el segment; això la fa vulnerable a l'entrada de marques petites i de perfil artesanal que aspiren a captar el segment aspiracional.

Startups Premium Alemanyes

Kolonne Null – el model "startup" que marca tendència en el vi sense alcohol

KØLONNE/NULL
DER ALKOHOLFREIE WEIN

Kolonne Null és un dels exemples més il·lustratius de com les *start-ups* estan redefinint el mercat alemany del vi sense alcohol. Fundada entre 2018 i 2020 a Berlín per emprenedors locals, neix amb una ambició singular: demostrar que el *non-alcoholic wine* pot competir amb el món vinícola premium sense renunciar a l'experiència sensorial. La seva estructura és més pròpia d'un laboratori d'innovació que no pas d'un celler tradicional. Opera com un hub experimental que combina recerca sensorial interna i col·laboracions amb bodegues europees per produir vins base que després seran desalcoholitzats mitjançant tecnologia pròpia. Part de la seva consolidació inicial deriva de finançament *venture capital*, però l'empresa s'ha anat reforçant a través de reinversió dels beneficis generats en el mercat alemany i europeu.

El seu posicionament comercial és molt clar: oferir vins sense alcohol que no siguin percebuts com una alternativa, sinó com un producte gastronòmic complet. Per això Kolonne Null insisteix en la idea de "vi real, sense compromís", amb un relat basat en transparència en el *sourcing*, explicació del procés tecnològic i educació constant del consumidor. Aquesta pedagogia és un tret diferencial important en una audiència jove —especialment *millennial*— que exigeix informació verificable sobre qualitat, sostenibilitat i origen. El seu segment de preu (14–19 €) confirma aquest posicionament com a producte *premium* , situant-se per sobre del mass market, però per sota del luxe més clàssic representat per marques com Leitz.

La cartera de Kolonne Null reflecteix la seva aposta sensorial i internacional: vins varietals com Riesling, Chardonnay, Sauvignon Blanc o Pinot Grigio, rosats d'estil provençal, referències en negres elaborades a partir de Merlot o Cabernet Sauvignon, i fins i tot versions d'escumosos inspirades en estils champagne. Aquest ventall respon a una estratègia de llarga mirada: que el consumidor no concebi el vi sense alcohol com una subcategoria limitada, sinó com un membre de ple dret dins dels productes vinícoles.

Tecnològicament, Kolonne Null opera amb destil·lació al buit a molt baixa temperatura (aproximadament a 30 °C) per reduir la pèrdua aromàtica i preservar les característiques varietals, complementada amb sistemes propis i contrastats de reintroducció d'aromes que busquen recuperar els compostos volàtils perduts en el procés. Aquesta recerca constant està impulsada per un laboratori intern que permet testejar maceracions, aromes recuperades i perfils sensorials abans de llançar noves referències al mercat.

En lloc de controlar vinyes pròpies, la *start-up* aposta per la co-producció amb cellers europeus seleccionats segons criteris estrictes de qualitat i, sovint, de sostenibilitat i viticultura orgànica. Aquest model flexible i col·laboratiu redueix capital immobilitzat i accelera el llançament de productes nous. També implica una vulnerabilitat evident: una dependència estructural d'aquests socis, que limitaria eventual expansió si l'empresa no tanca acords a llarg termini o no avança cap a producció pròpia.

El seu model de negoci combina elements D2C (directe al consumidor) mitjançant la seva pròpia plataforma digital, programes de subscripció que incentiven la recurrència de compra, presència en punts de venda d'alimentació gourmet, *wine bars* i restaurants premium. Aquesta presència a llocs on hi ha prescriptors professionals com son els sommelieres i experts en vi, facilita legitimar la categoria i ampliar públic, molt especialment a les grans ciutats alemanyes (Berlín, Munic, Hamburg). La seva expansió internacional es vehicula principalment a través de països escandinaus i Benelux mercats molt sensibles a consum responsable i noves tendències gastronòmiques.

Segons estimacions del sector, Kolonne Null ven fins a 100.000 ampolles anuals, genera ingressos de fins a 5 milions d'euros i creix a ritmes del 40–50% anual entre 2022 i 2025. Aquest creixement exponencial és característic d'un model flexible i altament connectat al consumidor.

Com a referent dins el mercat alemany, Kolonne Null no representa grandària ni volum, sinó un canvi cultural. És l'exemple d'una nova generació que redefineix la narrativa entorn al vi desalcoholitzat: la categoria no representa una renúncia, sinó una elecció. I aquesta idea, més que la tecnologia o el volum, és un dels motors actuals de transformació del mercat.

Conclusions: Qui impulsa Alemanya

Alemanya s'ha consolidat com el mercat més avançat en vins desalcoholitzats gràcies a un teixit empresarial divers, especialitzat i capaç d'integrar tradició i innovació. El sector no està dominat per un únic tipus d'empresa, sinó per la convivència de quatre perfils complementaris que defineixen el seu lideratge internacional: fabricants històrics, marques premium amb projecció global, grans grups industrials i startups amb una clara orientació a la comunitat i a la digitalització.

En primer lloc, hi trobem els especialistes centenaris com Carl Jung, pioners tecnològics que han construït la base industrial del sector. Aquesta empresa va desenvolupar i perfeccionar la destil·lació al buit molt abans que el mercat reclamés alternatives sense alcohol, fet que li ha permès mantenir un posicionament estable tant en B2B com en B2C. Tot i que no parteix d'una imatge "aspiracional", el gran valor de Carl Jung és la seva capacitat d'assegurar un producte tècnicament fiable, escalable i competitiu així com el seu reconeixement per part dels consumidors d'amplis sectors d'edat. De manera complementària, Leitz ha aconseguit portar el vi desalcoholitzat al segment premium, aprofitant el prestigi vinícola del seu propi portfoli de vins convencionals combinat amb l'expertesa i reconeixement de Carl Jung en el camp dels vins desalcoholitzats. Amb aquest moviment, Leitz busca demostrar que el desalcoholitzat pot

posicionar-se no com una “alternativa saludable” sinó com una categoria vinícola d’alta qualitat amb identitat pròpia i capacitat d’oferir una qualitat capaç de competir en mercats internacionals i canals exigents com la restauració especialitzada.

El tercer gran motor del mercat alemany prové de l’escala industrial. Schloss Wachenheim, un gegant europeu de l’escumós, ha desenvolupat una estratègia agressiva per aquest segment basada en grans volums i presència als principals punts de venta d’alimentació general afavorint economies d’escala i una inversió significativa en tecnologia, orientada a satisfer la ràpida expansió del consum massiu. La presència d’aquest tipus d’operadors permet que el mercat creixi en distribució i disponibilitat, alimentant la normalització del producte en la cistella de consum i esdevenint un tractor de tot el conjunt de la la categoria.

Finalment, el lideratge alemany incorpora un element més recent i disruptiu: les startups. Kolonne Null exemplifica aquest moviment, aportant una visió de marca contemporània centrada en la qualitat, la transparència i la creació de comunitat. La seva proposta es fonamenta en un model de co-creació amb cellers europeus, una orientació D2C i una comunicació aspiracional dirigida principalment a un públic millennial. Aquesta nova generació no busca competir directament amb els grans actors, més aviat busca ampliar el mercat i redefinir la percepció del producte com una experiència moderna i realitzada des de la elecció no de la renúncia.

Aquesta combinació d’història, escala industrial, prestigi vinícola i innovació de marca explica l’avantatge competitiu d’Alemanya: un mercat suficientment gran per sostenir múltiples estratègies i prou especialitzat per evolucionar amb profunditat, no només amb diversificació. El resultat és un lideratge clar no només en volum, sinó en qualitat, tecnologia i construcció de categories, marcant tendències que posteriorment adopten altres països productors.

ESTATS UNITS: Corporacions Multi-Tier vs. Startups Premium D2C

Context del Mercat USA

Els Estats Units és el mercat més dinàmic i competitiu de desalcoholitzats, reuneix prop del 50% del mercat mundial, situat en un rang de preus molt ampli, on hi ha presència de referències en totes les gammes de preu.

Drivers:

- Penetració creix explosivament: 2-3% penetració el 2024 (vs. 1,5% el 2023; 0,5% 2022)
- 59-66% de compradors són millennials (vs. Gen X 22%, Gen Z 7%)
- 31% de millennials practiquen absència ≥1 mes de lifestyle (vs. 21% població general)
- 94% de compradors vins desalcoholitzats són "substituidors" (compren també alcohol; moderation, no abstinència)
- On-premise en acceleració: +7,5% volum on-trade 2024 (vs. +2,8% off-trade)
- E-commerce: 3-4% penetració però +15% CAGR anual

Grans Corporacions: Estratègia Multi-Tier

Trinchero Family Estates: l'exemple de la gran corporació que impulsa el mercat vins desalcoholitzats als EUA

Trinchero Family Estates representa el prototip de la gran empresa vitivinícola nord-americana que ha sabut aprofitar la seva escala, infraestructura i coneixement del mercat per liderar la incipient categoria del vi desalcoholitzat. Fundada el 1947 per Mario Trinchero, un immigrant italià que va construir la seva visió des de Napa Valley, la companyia ha crescut fins a convertir-se en un dels quatre cellers nord-americans més grans per volum. Aquesta dimensió massiva li atorga un avantatge substancial: control sobre el camp i la matèria primera, la producció i la distribució, així com la capacitat d'invertir en R+D i noves línies amb menys risc que una empresa petita.

La seva estratègia per als productes desalcoholitzats segueix un model multi-tier molt estructurat. Trinchero ha llançat tres marques per a productes desalcoholitzats, FRE, Seaglass i Luminara, cadascuna amb un posicionament diferent, en un esquema pensat per capturar segments demogràfics i d'ocasió molt diversos. FRE, amb un preu de 12–15 USD, s'adreça al consum massiu i es distribueix en grans cadenes com Walmart, CVS o Amazon Fresh. Seaglass, per la seva banda, situa el seu volum mig-premium (14–17 USD) en canals de retail accessible, mentre que Luminara (18–25+ USD) es dirigeix al consumidor que busca una experiència de "vi real" de tipus Napa, amb varietats com el Cabernet Sauvignon o el Chardonnay i distribució en botigues selectes i restauració sofisticada.

Aquesta diversificació de marques permet a Trinchero no només proliferar en escala, sinó també experimentar amb imatge i preu sense comprometre la seva marca principal o alienar cap client. Tanmateix, aquesta estratègia comporta certs riscos: existeix el perill que la seva marca massiva FRE dilueixi la percepció general de qualitat dels desalcoholitzats, especialment si es compara amb actors europeus més especialitzats o amb startups premium. Al mateix temps, la línia Luminara, tot i la seva aspiració, encara opera amb volums petits, fet que limita la seva capacitat d'inversió independent i podria afectar el reconeixement de marca a gran escala.

En termes tecnològics, Trinchero assegura que compta amb una tecnologia propietària per a l'eliminació d'alcohol, tot i que no revela detalls precisos sobre el procés. Aquesta opacitat és típica en empreses corporatives que volen protegir el seu know-how, però també dificulta el relat sobre transparència, un relat cada cop més valorat pels consumidors conscients. La promesa de "preservació de sabor i aroma" és clau en la seva comunicació, però sense una base sòlida i una validació externa independent podria ser vista com una reivindicació de màrqueting més que un valor associat a les marques.

Pel que fa a les xifres, l'estimació raonable indica sobre uns 6 milions d'ampolles de dealcoholitzat (sumant FRE, Luminara i Seaglass), però cal tractar-les amb prudència. No hi ha

una garantia pública independent que confirmi volum exacte ni distribuïdors puntuals per a cada marca: parteix d'informes d'analistes i comunicats corporatius. Aquesta manca d'auditoria externa fa que l'evolució d'aquest segment es basi en gran mesura en estimacions, cosa que pot inflar les percepcions de domini o creixement si no es contextualitza correctament.

Malgrat aquests riscos, el cas de Trinchero demostra una cosa molt clara: per al mercat dels EUA, el mercat de desalcoholitzats no està impulsat exclusivament per noves start-ups innovadores o per empreses europees amb propostes sòlides i d'alta qualitat, sinó per actors consolidats amb capacitat per moure grans volums, gestionar múltiples estrats de preu i aprofitar les cadenes logístiques existents. Aquesta capacitat de desplegar una oferta "multi-tier" des d'un mateix grup és precisament el que li permet adaptar-se a un mercat fragmentat, amb consumidors que busquen tant alternatives econòmiques i accesibles com experiències vinícoles sofisticades.

Trinchero exemplifica com una corporació consolidada, amb recursos i distribució massiva, pot ser un motor clau per escalar el vi desalcoholitzat. És un actor que tant normalitza la categoria en el *mainstream* com obre camí cap a opcions més aspiracionals. No obstant això, la seva aposta depèn de mantenir l'equilibri entre volum i qualitat, i d'assegurar que les seves marques de referències desalcoholitzades siguin percebudes com a veritables vins, i no només com begudes "sense alcohol". Aquest és el repte central de qualsevol gran productor que entri a la categoria: convertir el desalcoholitzat en part de la seva narrativa vinícola, i no en una addició superficial.

Freixenet-Mionetto USA: corporació consolidada i diversificació premium en desalcoholitzats

Freixenet-Mionetto constitueix un exemple clar de com les grans corporacions internacionals poden entrar al mercat nord-americà de vi desalcoholitzat aprofitant el seu portfoli global i reconeixement global de la marca. El grup sorgeix de la fusió entre l'espanyola Freixenet, coneguda pels seus caves icònics, i el grup alemany Henkell, especialitzada en begudes escumoses, creant una multinacional amb abast global i experiència en gestió de marques premium i distribució massiva.

La seva estratègia en el segment vins desalcoholitzats als EUA és clarament de diversificació del portfoli i enfocament en escumosos. Les dues marques principals, Mionetto 0.0% i Freixenet Cordon Negro 0.0%, apunten al consumidor premium i a ocasions concretes, com celebracions, brunch o aperitius, més que a un consum diari o massiu. Amb preus de 14-16 USD i 15 USD respectivament, es posicionen en un rang premium accessible, utilitzant varietats conegudes, Glera per Mionetto i Macabeo, Parellada i Xarel·lo per Freixenet, i intentant conservar les característiques sensorials de les seves versions convencionals.

Tanmateix, la seva presència encara és lluny de la del grup Trinchero. El volum estimat es situa al voltant de les 500.000 ampolles anuals el que indica que, tot i la força global de marca, el grup encara depèn molt de la seva estratègia d'entrada gradual i de l'aprofitament de la xarxa de distribució existent. Això els limita per competir en el segment mass-market, on Trinchero ja té una xarxa més consolidada i volums significatius.

Un altre punt crític és la dependència de tecnologia externa. La desalcoholització es realitza a Europa amb partners específics, la qual cosa aporta qualitat però redueix el control directe sobre el procés i sobre els temps de producció en comparació amb empreses com Trinchero, que disposen d'infraestructura propia als EUA. Això podria afectar la capacitat de donar resposta ràpida a demandes emergents i a tendències del consumidor.

Pel que fa a distribució, Freixenet-Mionetto aprofita canals selectius com Whole Foods, specialty retailers, travel retail i on-premise Premium, així com e-commerce emergent, posicionant-se clarament en el segment Premium vinculat a celebracions. Aquest enfocament és coherent amb la seva proposta de valor, però també limita l'abast immediat: el mercat massiu dels EUA està dominat per actors amb distribució de gran escala, i el consumidor mitjà encara té un accés limitat a aquests productes.

De la mateixa manera el grup també presenta avantatges competitius: Disposa d'un sòlid reconeixement global de marca, credibilitat associada a escumosos, accés a know-how europeu en desalcoholització i una gran capacitat de màrqueting. Això els permet introduir-se en un mercat emergent sense necessitat de construir marca des de zero, com han de fer les start-ups. No obstant això, la seva aposta és relativament conservadora i orientada a un nínxol de mercat premium, depenent de l'èxit en educar al consumidor nord-americà sobre l'experiència que ofereixen els escumosos sense alcohol.

Freixenet-Mionetto USA exemplifica com les grans corporacions consolidades poden entrar al mercat del vi vins desalcoholitzats mitjançant diversificació de portfoli i apalancament global, però amb reptes inherents: volums limitats, dependència de processos externs i haver d'entrar en un segment altament competitiu. A diferència de Trinchero, que actua com un motor d'escala multi-tier dins dels EUA, Freixenet-Mionetto es mou amb una estratègia de penetració més selectiva i amb un target de preu més alt, servint d'exemple de corporació internacional que aposta pel mercat vins desalcoholitzats però amb reptes addicionals

Startups nordamericanes, posicionament Premium i D2C

La dinàmica del mercat nord-americà del vi desalcoholitzat és especialment marcada per l'activitat de petites *start-ups* que han obert camí no des del volum, sinó des de l'experimentació i el discurs cultural. A diferència d'Europa, on la innovació sovint neix dins d'actors consolidats, als Estats Units el desenvolupament del 0,0% s'ha gestat en mans d'empreses joves que han sabut interpretar una nova sensibilitat de consum: el "*sober curious*", el control del benestar, la cultura del fitness i, en general, el desig de mantenir el ritual del vi sense renunciar a un estil de vida saludable. Aquest context ha donat lloc a actors que, tot i ser petits, han cristal·litzat la idea d'un vi sense alcohol com a digne representant dels productes vinícoles capaços d'oferir una bona experiència de consum.

Studio Null (San Francisco, Califòrnia)



El cas de Studio Null representa un bon exemple de la startup nord-americana. Fundada el 2021 a San Francisco, la marca ha construït la seva identitat a partir de la qualitat i del respecte pel vi base, no com a imitació, sinó com un nou producte vinícola que només prescindeix de l'alcohol.

Treballen amb cellers europeus ,sobretot alemanys i espanyols, i opten per processos de destil·lació al buit que permeten conservar aromes i estructura al nivell de l'estat de l'art. El resultat és una gamma reduïda, coherent i premium, que no busca conquerir superfície de retail sinó convèncer al perfil de consumidor que busca activament i escull, que està disposat a pagar per un vi de qualitat i que valora l'origen i el terrer del raïm del vi base. Busquen allunyar la petita escala de ser una debilitat i utilitzar-la per reforçar la credibilitat del projecte: Studio Null ha estat capaç de donar legitimitat cultural a una categoria que, fins fa poc, era percebuda com banal o massa propera al món de les soft drinks. Destaca la total transparència: a cada ampolla indiquen el seu origen ("vine to glass"), i publiquen informació del procés de desalcoholització i nutricional. També han realitzat un gran esforç per formular els productes amb una percepció sensorial "seca", amb cos i complexitat i allunyada de la sensació dolça habitual en la categoria i amb unes quantitats baixes de sucre (2g/ 100 ml).

Les referències que comercialitzen son les següents.

Les referències de Studio Null són curades i amb perfil gastronòmic: *Prickly Red* (Tempranillo + Syrah), *Blanc Burgunder*, *Sparkling Rosé*, *Verdejo* i un *Grüner Veltliner* dealcoholitzat que la marca ha posat en relleu com a novetat. Es posicionen en un target clarament Premium i de preu alt, aquest preu al consumidor va sovint des dels 22 fins als 34 USD per ampolla segons la referència i llançaments concrets

El procés de desalcoholització s'adapta segons el perfil del vi. Han posat molt èmfasi en la captura d'aromes

El seu ABV final està declarat com a "0.3%" en alguns vins, cosa que significa que no són completament 0,0%, sinó "less than 0.5%", segons normativa FDA.

Model de negoci

El canal principal de venda és D2C: la seva web permet comprar directament, amb enviament des del seu magatzem a Califòrnia. A més, només col·laboren amb botigues especialitzades i alguns bars de restauració premium. Aquesta estratègia reflexa un posicionament molt cuidat, que no va a buscar escala massiva sense control. No tenen una distribució majorista molt àmplia: preferència per relació directa amb el consumidor i amb punts de prescripció. De fet la venta directa a consumidor és el nucli (web pròpia amb vendes i model de subscripció), complementat per presència selectiva a botigues i bars a San Francisco, Nova York i altres punts de costa. No treballen amb grans distribuïdors; volen controlar de primera mà l'experiència i missatge.

Tot i que no existeixen xifres públiques auditades de volum de venda (ampolles/any). Per la seva petita empremta digital, vendes limitades i llançaments de tirades reduïdes (pre-ventes de 30 caixes en algun llançament limitat), una estimació raonable és entre 15.000 i 30.000 ampolles/any.

Studio Null parteix d'una posició molt sòlida pel que fa a credibilitat organolèptica i narrativa: la seva aposta per fer "vi real" (fermentacions completes en cellers seleccionats i posterior dealcoholització amb processos suaus com destil·lació al buit i sistemes de recuperació d'aromes) li dona una carta de presentació impecable davant de sommeliers i mitjans especialitzats. El fet de treballar amb varietats concretes i vinyes europees (Rheingau per a varietats alemanyes, Rueda/Jumilla per a Verdejo i Garnatxa) li permet llançar referències amb identitat i origen i justificar preus premium (rangs habituals a l'entorn 22–34 USD per ampolla segons referència). El seu model que prima la venta directa a consumidor i la poca presència

però altament cuidada i estudiada en retail i on-premise reforcen la percepció de marca d'autor i dota a l'empresa d'un alt grau de control del missatge. Ara bé, aquest model té riscos estructurals: la producció limitada (estimada prudencialment entre 15.000 i 30.000 ampolles/any) condiciona l'economia d'escala i fa que els costos logístics d'enviament nacional siguin elevats; per escalar hauria de generar capital addicional o cedir part del control a distribuïdors o inversors, i això pot acabar diluint la filosofia de qualitat que els diferencia. A més, la dependència de proveïdors internacionals de vi base i de capacitat de dealcoholització externa implica vulnerabilitat en cadenes de subministrament i temps de resposta comercial, mentre que la percepció d'exclusivitat que ara els beneficia pot convertir-se en un fre si el mercat demanda disponibilitat més àmplia.

Surely (Austin, Texas)

Surely va néixer el 2020 a Austin i ha desenvolupat ràpidament una presència retail regional i una estratègia de canal que combina la venta directa al consumidor i distribució a grans cadenes, fruit de l'entrada en cadenes com son Sprouts o Target. Té una escala operativa més gran que la d'altres start-ups marcades per un enfoc més a la relació propera al consumidor i a tirades més grans i de preu més elevat.

La marca proposa vins desalcoholitzats fets a partir de raïm californià, amb processos de retirada d'alcohol que busquen un equilibri entre preservar cos i aromes i mantenir una eficiència industrial i uns costos controlats, una proposta intermèdia entre la que poden fer empreses com Studio Null i un producte accessible per a mass market. En alguns projectes Surely ha col·laborat amb proveïdors com BevZero per a serveis de dealcoholització i formulació. L'estratègia és clarament orientada a assolir volum, rotació i accesibilitat.

Els seus productes típics són: *Sparkling Rosé* (24,99 USD SRP en retailers específics), *White Blend* (Riesling + Gewürztraminer, aparegut a Target a 18,99 USD), així com *Red Blend* per a canals seleccionats. A diferència d'altres start-ups, Surely ofereix formats i preus orientats a un consumidor més mainstream i no tan selecte com altres startups en aquest àmbit. És representatiu d'això la seva aposta per la llauna com a format per aquest tipus de producte, un format que en termes generals té una presència reduïda i en una quota similar al del vi convencional.

Respecte als canals de distribució Surely aplica un model híbrid que combina la venta directa amb la distribució retail (Sprouts, Target, etc), a més d'aliances per campanyes temporals (Dry January) que generen ventes estacionals significatives (per exemple, 8.500 ampolles venudes en una campanya de Dry January segons cobertura de 2022). Les dades de 2023 apunten a un creixement sòlid.

Pel que fa al volum de vendes Dealroom indica una xifra de negoci de fins a 1,8 M USD pel 2023. Si agafem aquesta base per estimar el volum d'ampolles a través d'una conversió raonable i prudent, podem assumir un volum d'ampolles entre els 150-250.000 ampolles anuals (assumint un preu mitjà per ampolla entre 8–12 USD. Això indica un volum molt per sobre d'empreses com Studio Null i erigeix a Surely com a representant de les start-ups amb aspiracions de volum i creixement.

Les startups estrangeres als EEUU

Les *start-ups* d'altres països que entren al mercat nord-americà juguen un paper específic i complementari respecte als actors locals: no busquen competir per volum des del primer dia, sinó aportar narratives diferenciades, repertoris varietals poc comuns al mercat i una experiència de producte que justifiqui un posicionament alt i preus superiors. Moderato i Oddbird il·lustren dues maneres d'operar des d'Europa amb una clara vocació cap al mercat nord-americà: la francesa vol construir categoria des de l'herència i la nòrdica opera des d'un posicionament de disseny i sensibilitat minimalista. Ambdues estratègies tenen punts en comú, una selecció acurada de materia prima, tecnologia puntera de dealcoholització i una distribució altament selectiva però també recorren itineraris diferents quan es tracta d'estendre la seva empremta als EUA.

Moderato (França)

Moderato arriba des de París amb una ambició explícita: "construir una categoria, no només una marca". La seva proposta parteix d'una matriu tradicional, cellers francesos de qualitat, vinificació basada en tècniques clàssiques i varietats emblemàtiques com Cabernet, Merlot i Chardonnay— i l'aplica al producte desalcoholitzat amb criteris estrictes de selecció de raïm i de coneixement enològic. A nivell de desalcoholització, Moderato treballa sol encarregar la desalcoholització en instal·lacions a Europa abans d'exportar les ampolles. Això els permet protegir la narrativa d'origen i justificar un posicionament de preu premium (al voltant de 18–25 € a Europa i plantejat entre 22–28 $ als EUA), així com un control de la distribució mitjançant socis seleccionats, formació de sommeliers i esdeveniments de maridatge que reforcen la seva credibilitat gastronòmica. Ara bé, l'estratègia té límits pràctics: al mercat europeu Moderato mou volums relativament modestos (estimats entre 50.000 i 100.000 ampolles/any), mentre que la seva fase inicial als EUA es mou en xifres d'entrada (amb rangs prudents de 5.000 a 15.000 ampolles/any). Això vol dir que l'impacte nord-americà és, de moment embrionari, simbòlic i orientat a prescriptors. En termes de riscos, Moderato s'enfronta al dilema clàssic del creixement: la pressió del capital de risc (ronda de finançament en l'entorn dels 3,3 M USD) impulsa l'objectiu d'expandir-se, però accelerar la distribució podria obligar-los a sacrificar control d'origen, processos o els canals selectes que defineixen la seva proposta; a més, la logística d'exportació des d'Europa, els aranzels i la elevada fragmentació dels canals de venda nord-americans encareixen l'accés i retarden el retorn de la inversió.

Oddbird (Suècia)



OddBird

LIBERATED FROM ALCOHOL

Oddbird representa l'altra cara: una marca nòrdica nascuda el 2019 que ha triat una sensibilitat escandinava, minimalista, de producte de disseny i altament estudiat, per posicionar vins desalcoholitzats amb un to propi. Les seves fonts de matèria prima provenen de tota Europa, amb socis proveïdors a Espanya, Itàlia i França, i la seva tecnologia pròpia de desalcoholització està pensada per preservar un perfil net i directe, adequat a la narrativa "Nordic sensibility". Als EUA la seva presència és encara emergent i testimonial, estimacions prudents situen les vendes entre 2.000 i 5.000 ampolles/any, i la distribució es concentra en comerços especialitzats i botigues online. El valor d'Oddbird rau en la seva capacitat per aportar una imatge nòrdica i novedosa, establint una alternativa que crida l'atenció en segments urbans preocupats per estil, l'origen i la qualitat. Però també pateix les limitacions típiques d'una marca estrangera premium: coneixement i reputació limitada fora de nínxols, costos d'entrada al mercat elevats per la logística i les campanyes, i la dependència d'importadors i distribuïdors locals que solen definir condicions comercials i marges.

Les start-ups estrangeres als EUA realitzen una funció de "catalitzador cultural": porten al mercat referents de terroir i estil que no es generen amb el mateix context que la producció local nord-americana, i actuen com a punts de contacte entre prescriptors (sommeliers, restauradors) i un públic urbà disposat a pagar més per productes sofisticats i vinculats a experiències de consum diferenciades. Contribueixen a elevar la percepció de categoria: quan Moderato organitza formacions per a sommeliers o Oddbird ocupa prestatges en botigues de New York o San Francisco, no només venen ampolles, sinó que impulsen el debat sobre què pot i que ha ser un vi sense alcohol. Això, a mig termini, facilita l'entrada de marques locals i de corporacions que volen replicar aquests posicionaments amb escala.

Ara bé, el camí per a empreses europees no és senzill, especialment per startups i empreses mitjanes o petites. Les dificultats logístiques i regulatòries (etiquetatge, toleràncies d'ABV, requisits estatals per a l'enviament d'alcohol i productes derivats) fan que operar des d'Europa sigui més complex i requereixi aliances locals sòlides. També hi ha el factor preu: els marges necessaris per cobrir exportació, aranzels i distribució fan que el preu hagi de ser elevat per mantenir rendibilitat, cosa que limita la base de consum i obliga a concentrar-se en ciutats concretes i en canals premium. Finalment, hi ha la contradicció estratègica: aquestes marques arriben amb una identitat de qualitat que es fonamenta en control gairebé artesanal i en relacions molt cuidades; per arribar a volum i justificar inversió significativa sovint cal obrir canals més massius o externalitzar producció, passos que poden erosionar les bases del seu relat i el posicionament.

Les startups estrangeres suposen aproximadament un 25% del mercat nord-americà de vins desalcoholitzats, i es situen a la banda de segment de preu més elevada i basant-se bàsicament en tres valors: Origen, Qualitat i "Clean label". L'objectiu és convertir l'origen europeu en una palanca de posicionament i diferenciació en un mercat amb moltes opcions d'oferta local.

A nivell comercial l'estratègia sol passar per una combinació de punts de prescripció seleccionats (restaurants i determinats comerços especialistes) amb una disponibilitat en plataformes d'e-commerce prioritzant els grans entorns urbans on es concentra la major part del consum com los Angeles o Nova York.

En aquest sentit l'oferta tecnològica d'ALTR amb el seu hub pretén oferir a les empreses de fora dels EEUU un model en el que poden enviar a EEUU els seus vins base per a ser desalcoholitzats, formulats, envasats i enviats a distribuïdors locals als EEUU.

5. TECNOLOGIES DE DESALCOHOLITZACIÓ

L' aproximació de tecnologies per reduir el grau alcohòlic dels vins contempla un rang ampli d'actuacions, ja que en realitat donen resposta a dos objectius diametralment diferents. Per una banda hi ha les aproximacions destinades al manteniment del grau del vi en un context en el que el canvi climàtic comporta un increment sostingut de grau alcohòlic derivat, entre altres factors, del increment d'insolació anual que rep el cultiu. Això obliga als elaboradors a adoptar estratègies i a aplicar eines per a mantenir la graduació actual dels vins. Aquest objectiu conviu amb un altre objectiu radicalment diferent; el de crear noves referències amb graduació alcohòlica reduïda o bé sense alcohol. Entendre aquesta diferència és clau per a la selecció de quines estratègies es poden emprar per a

Segons el moment del procés productiu en el que s'apliquen aquestes tecnologies o aproximacions es diferencien entre:

Estratègies pre-fermentatives: Com el seu nom indica son estratègies aplicades abans del procés fermentatiu, aquestes tècniques s'apliquen o bé al maneig del cultiu o bé al most. L'objectiu és aconseguir reduir la quantitat de sucre que es convertirà en etanol en el procés fermentatiu.

Estratègies fermentatives: Aquestes estratègies s'apliquen durant el procés fermentatiu i tenen per objectiu reduir la quantitat d'etanol produït en el procés.

Estratègies post-fermentatives: Aquestes estratègies s'apliquen un cop ha acabat el procés fermentatiu i es basen en la retirada d'etanol del vi. Son la base dels productes desalcoholitzats.

5.1 ESTRATÈGIES I TECNOLOGIES PRE-FERMENTACIÓ

Aquest apartat desenvolupa tot un conjunt d'estratègies agronòmiques i de tractament del most que estan orientades a obtenir una most, com a matèria primera per a l'obtenció del vi, amb menys capacitat de generar etanol en l'etapa de fermentació. Algunes d'aquestes estratègies es basen en l'actuació sobre el maneig del cultiu (reducció de l'àrea foliar del cep i la verema precoç) per reduir la quantitat de sucres que acumula el fruit mentre que d'altres es centren en la reducció, o inactivació, dels sucres presents ja en el most. En tots aquests casos es comparteix l'objectiu; reduir la capacitat fermentativa del most abans d'iniciar aquest procés.

5.1.1 Reducció de l'àrea foliar del cep

La reducció de la superfície foliar és una estratègia plantejada per reduir el contingut alcohòlic del vi mitjançant el impacte que té aquesta reducció sobre l'acumulació de sucres en els grans de raïm. Les fulles tenen un paper fonamental en la fotosíntesi, el procés pel qual la llum solar es converteix en sucres. Aquests sucres són posteriorment transformats en alcohol pels llevats durant la fermentació. En conseqüència, el contingut de sucre del raïm en el moment de la verema és un factor clau per determinar el potencial grau alcohòlic del vi resultant.

Mantenir una ràtio òptima entre superfície foliar i producció, generalment compresa entre 0,8 i 1,2 m^2/kg, és essencial per assolir els nivells adequats de sucre en el raïm, tot preservant el perfil aromàtic i el contingut fenòlic del vi. Mitjançant la poda o el desfullament estratègic, els elaboradors poden limitar la capacitat fotosintètica de la vinya i, d'aquesta manera, controlar els nivells de sucre del raïm i obtenir vins amb un menor contingut alcohòlic.

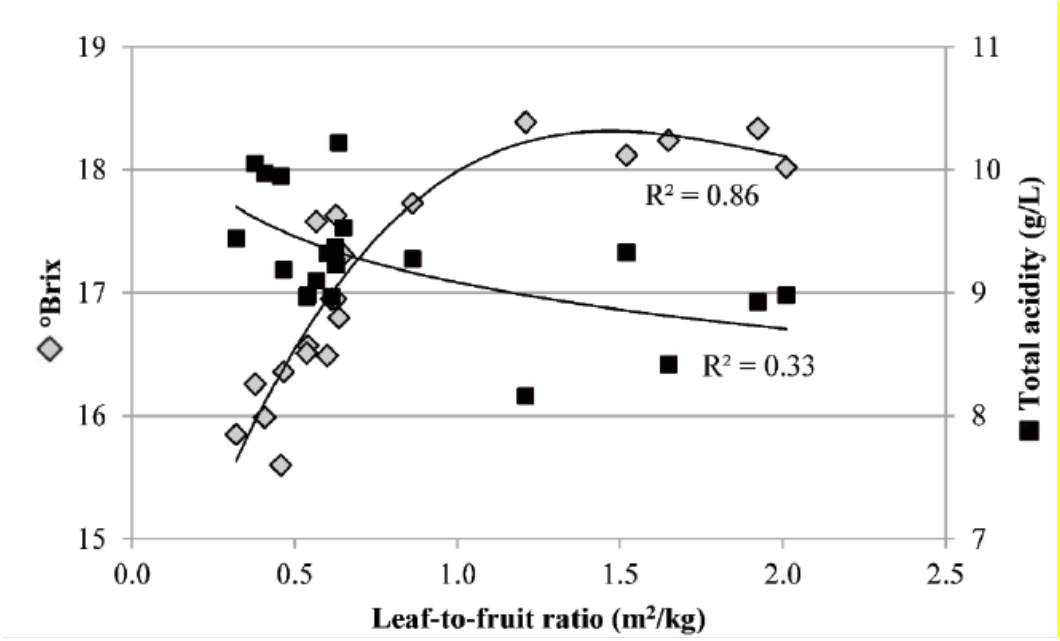


Fig 1. Representació gràfica de l'impacte de la ràtio fulla/fruit (m^2/kg en els sòlids solubles totals (TTS, º Brix) i l'acidesa (TA g/l com a àcid tartàric) autor: Chasselas, Pully, 2013

Per tant, el moment i els mètodes aplicats en la reducció de la superfície foliar són crítics. És important que els elaboradors gestionin aquest procés de manera exhaustiva per alentir l'acumulació de sucres en etapes específiques del desenvolupament del raïm, sense afectar negativament altres característiques importants com el gust, els tanins o l'acidesa. L'eficàcia d'aquesta tècnica pot variar segons la varietat de raïm i les condicions ambientals, cosa que destaca la importància que tant viticultors com enòlegs tinguin un coneixement profund de les condicions específiques de la seva vinya i de com el conjunt de pràctiques de gestió agronòmica poden influir en les seves vinyes.

Per exemple, estudis amb raïm de la varietat Syrah han demostrat que la defoliació apical —que consisteix en eliminar les fulles de la part superior del cep— pot retardar l'acumulació de sucres i reduir el contingut alcohòlic final del vi sense comprometre'n les qualitats aromàtiques.

De manera similar, la desfoliació mecànica després del verol, o inici de la maduració, ha demostrat ser efectiva per reduir el contingut de sucres en raïm Sangiovese, donant lloc a vins amb un menor grau alcohòlic tot mantenint el seu perfil organolèptic característic.

Tanmateix, aquests resultats no són universals per a totes les varietats. En varietats com Carot Noir i Cabernet Sauvignon, s'ha observat que el desbrot augmenta tant els sòlids solubles com el contingut alcohòlic del vi, cosa que suggereix una interacció complexa I entre les pràctiques vitícoles i els processos bioquímics propis de cada tipus de raïm.

El conjunt d'estudis analitzats posen de manifest la necessitat d'un enfocament personalitzat en la gestió agronòmica, adaptada a les característiques i requeriments particulars de cada varietat, per poder assolir els perfils desitjats de vi. L'eficàcia de pràctiques com el desbrot i la reducció de la superfície foliar varia significativament segons la varietat. Així doncs, una planificació acurada i una implementació precisa d'aquestes tècniques són crucials, ja que influeixen substancialment en el contingut alcohòlic, el perfil sensorial i la qualitat global del vi obtingut. Aquest enfocament requereix un coneixement integral de la viticultura, així com una comprensió

detallada de les particularitats de cada varietat i de les característiques que es volen aconseguir en el vi.

5.1.2 Verema precoç

La gestió de la data de verema és una estratègia pre-fermentativa utilitzada per reduir el contingut alcohòlic del vi i és aplicable tant a varietats de raïm negre com blanc**.** Aquest enfocament inclou habitualment la verema anticipada dels raïms o la mescla de raïms madurs amb raïms collits de manera primerenca. La recerca en aquest àmbit ha demostrat que aquestes pràctiques poden reduir significativament la concentració d'etanol al vi, aproximadament en un 3%. ha provat que hi ha dos factors de la maduresa del raïm que impacten en la matriu química del vi. Per una banda, hi ha una menys sucre acumulat, ja que a les darreres etapes de maduració es produeix un increment en el rati d'acumulació de sucres.

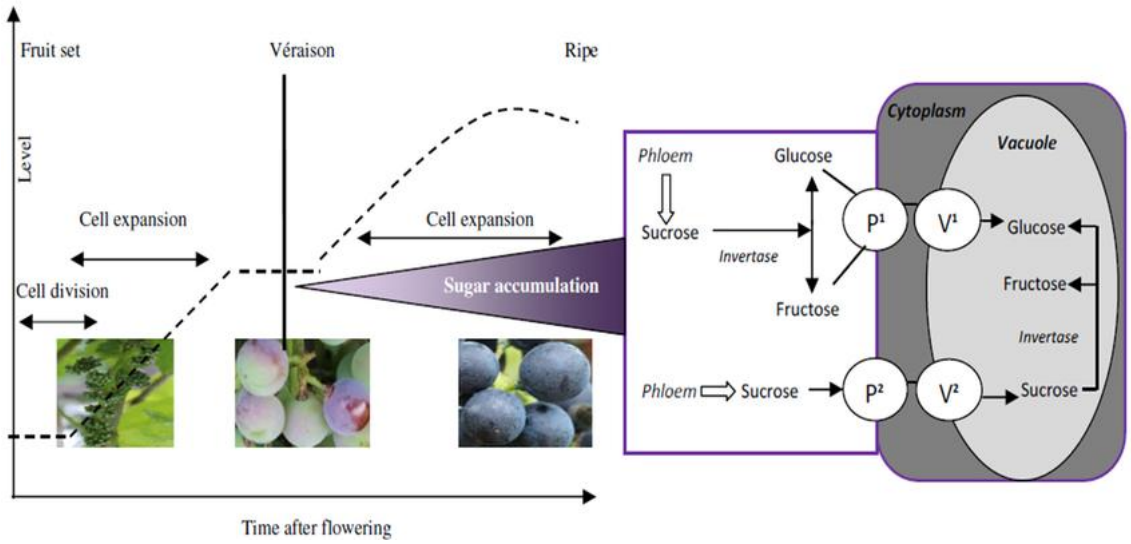


Fig 2. Representació esquemàtica del desenvolupament de la baia de raïm, la captació de sucres i el metabolisme durant la maduració del raïm. La corba indica els canvis en la mida de la baia i s'hi representen dues vies possibles per a la captació i el metabolisme dels sucres. Llegenda: (-----) la baia canvia de mida. P1 i V1 — Transportadors d'hexoses; P2 i V2 — Transportadors de sacarosa.

Una tècnica específica, coneguda com l'estratègia de doble verema, consisteix a programar de manera precisa dues collites separades. Aquesta tècnica implica determinar la quantitat òptima de raïm que s'ha de collir en cadascuna de les dues veremes i seleccionar el millor mètode per conservar el raïm collit, ja sigui en forma de most o de vi. L'aplicació d'aquest mètode requereix ajustaments experimentals per afinar les variables implicades.

Tanmateix, la verema anticipada pot donar lloc a vins amb propietats organolèptiques poc desenvolupades, ja que el raïm pot no haver tingut prou temps per acumular tots els precursors aromàtics habituals abans de la collita. A més, els vins elaborats amb raïms veremats prematurament poden presentar defectes organolèptics, com sabors herbacis, i nivells d'acidesa més elevats de l'habitual.

Un estudi interessant va investigar els efectes del most de dues varietats de raïm negre, Pinot Noir i Tannat, veremades a diferents estadis de maduresa, amb l'objectiu de produir vins negres amb un contingut alcohòlic i un pH reduïts, alhora que s'intensificaven el color i la concentració

de compostos fenòlics. Els vins obtinguts van mostrar un menor contingut alcohòlic i una acidesa total reduïda, sense canvis significatius en altres components del vi.

A més, l'estudi va analitzar l'impacte de la verema anticipada sobre el contingut alcohòlic i les qualitats aromàtiques dels vins de les varietats Barbera i Pinot Noir. Els resultats van evidenciar que la verema primerenca va reduir el contingut alcohòlic dels vins aproximadament en un 3,2%, especialment en els vins de Barbera, tot mantenint un perfil aromàtic òptim.

Un exemple proper d'aquesta estratègia la tenim a Nakens un vi amparat per la DO Terra alta que es basa en aquesta estratègia en la varietat Parellada, obtenint un vi de 9º.



5.1.3 Filtració selectiva de sucres del most

Una altra estratègia per reduir el contingut alcohòlic del vi consisteix a disminuir el contingut de sucres del most mitjançant tècniques de filtració a través de membranes específiques. Inicialment, aquest mètode no estava permès a Europa, però l'any 2012 l'Organització Internacional de la Vinya i el Vi (OIV) va autoritzar l'ús del sistema de combinació de membranes, concretament la ultrafiltració (UF) i la nanofiltració (NF), amb aquesta finalitat (Resolució OIV-OENO 450B-2012).

Aquesta tecnologia s'ha comercialitzat sota la marca patentada REDUX, que utilitza una primera etapa d'ultrafiltració per filtrar el most. El procés d'UF genera un permeat que conté aigua, sucres, àcids, minerals i traces d'antocians i tanins. Aquest permeat s'introdueix després en la NF, obtenint-se un filtrat viscós ric en sucres. El permeat de la NF, compost principalment d'aigua, àcids i minerals, es reintegra amb el filtrat d'UF —ric en polisacàrids, proteïnes, antocians i tanins— al most tractat. Els vins elaborats a partir d'aquest most reconstituït mostren una reducció del contingut alcohòlic d'entre l'1 i el 2% quan es tracta entre un 20 i un 25% del most amb aquesta tecnologia.

Aquest procés de membrana en dues etapes és preferible al tractament únic amb NF, ja que la UF redueix la pressió osmòtica i el contingut de molècules d'alt pes molecular, fet que permet una concentració de sucres més eficient per part de la NF i minimitza les mermes en el procés.

Els estudis mostren efectes diversos sobre les propietats del vi segons el mètode emprat. Per exemple, experiments amb mostos de Verdejo i Tinta de Toro, tractats amb processos de NF d'una i dues etapes, van aconseguir reduccions alcohòliques de fins al 3,3%, però també van provocar lleugeres reduccions en la intensitat del color del vi i alteracions en la percepció de compostos volàtils específics, especialment en camps com en les aromes florals i afruitades.

De manera similar, assajos amb mostos blancs i negres mitjançant NF d'una i dues etapes amb una membrana de 200 Da de mida de porus van aconseguir reduccions del contingut alcohòlic del vi d'entre l'1 i el 2% respecte als vins control, amb un impacte sensorial mínim.

5.1.4 Dilució del most

Tot i que aquesta pràctica no està permesa per la OIV, la EFSA o en l'àmbit legal dels Estats Units d'Amèrica és una via aplicada tant a nivell acadèmic, on s'ha estudiat tant la seva efectivitat com els efectes colaterals que produeix, com dins del marc legal en dos països concrets; Argentina i Austràlia, on aquesta pràctica està permesa per les regulacions legals de cadascun dels països.

A Austràlia està permesa l'addició de fins a un 7% d'aigua el que comporta que es pot reduir fins a més d'un grau alcohòlic el vi resultant. De tota manera cal tenir en compte que, a banda del sucre, també s'estan diluint altres elements presents al most i que aquests acaben impactant en multitud de paràmetres crítics del vi com son acidesa total, color, tanins i el conjunt del perfil sensorial del vi.

S'han realitzat estudis amb raïm de la varietat Merlot en la que dilució del most ha proporcionat reduccions de fins al 2% de grau alcohòlic respecte al vi control, mantenint, i fins i tot millorant el perfil organolèptic dels vins (en notes de fuita fresca)

Aquesta tècnica també es pot utilitzar per filtrar mostos de Tinta Roriz, Syrah i Alicante Bouschet va permetre reduccions alcohòliques de fins al 5%. Tot i això, aquest procés té impacte en la intensitat del color, els polifenols i els antocians, afectant així les propietats sensorials del vi.

Atès que els mostos són líquids col·loïdals complexos, poden aparèixer dificultats com la colmatació de membranes durant la filtració. Per tant, la selecció adequada de membranes i les condicions òptimes d'operació són factors clau per preservar els sabors i aromes desitjats del vi.

5.1.5 Addició de glucosa-oxidasa al most

La glucosa oxidasa (Gox) és un enzim oxidorreductasa que catalitza la conversió de la D-glucosa en àcid glucònic. En el context enològic, la seva capacitat per reduir el contingut de glucosa en el most obre la porta a estratègies innovadores per controlar el contingut alcohòlic del vi, mantenint-ne la qualitat sensorial. La glucosa oxidasa (Gox) és produïda principalment per fongs, especialment per soques d'Aspergillus i Penicillium. No obstant això, la producció industrial d'enzims fúngics sovint presenta problemes com una baixa eficiència, la generació de subproductes no desitjats i una elevada sensibilitat als ions metàl·lics. Per fer front a aquests reptes, s'han aplicat avenços biotecnològics per millorar la producció de Gox.

La Gox té potencials aplicacions interessants en la indústria vitivinícola. Aquest enzim catalitza la conversió de la glucosa present al most de raïm en àcid glucònic mitjançant un procés d'oxidació en dues etapes. Aquesta transformació no només redueix la quantitat de sucre disponible per a la producció d'alcohol, sinó que també influeix directament en el contingut alcohòlic final del vi. Per exemple, la Gox s'ha utilitzat per reduir significativament els nivells de glucosa en suc de raïm Riesling, cosa que ha comportat una reducció del contingut alcohòlic després de la fermentació

L'ús de Gluzyme, un producte basat en Gox derivat d'*Aspergillus oryzae* comercialitzat per Novozymes també ha demostrat una disminució moderada del contingut d'etanol, tot afectant altres característiques del vi, com ara l'acidesa i les propietats sensorials.

Altres estudis han posat de manifest la complexa relació entre l'aplicació de Gox i la qualitat del vi, evidenciant com les addicions repetides de l'enzim poden afectar no només el contingut alcohòlic, sinó també l'acidesa i el perfil organolèptic general del vi ja que el paper de la Gox va més enllà de la fermentació; l'enzim roman actiu al vi i participa en reaccions que poden influir

en la formació de nous compostos en condicions àcides. Aquestes interaccions poden modificar les qualitats visuals i sensorials del vi, fet que pot ser especialment rellevant en varietats de vi blanc, on aquests canvis poden ser menys desitjables. Sumat a aquest fet també cal tenir en compte que certes investigacions han indicat el potencial de la Gox per inhibir l'enfosquiment no desitjat del vi, suggerint una funció dual de l'enzim tant en la preservació del color com en la gestió de les transformacions químiques durant l'emmagatzematge del vi.

La recerca acumulada sobre la Gox posa de manifest la seva utilitat i potencial aplicació com a ingredient enològic, tot i que actualment lús d'aquest enzim no es troba autoritzat per part de l'OIV, la EFSA o la, quedant restringit el seu ús actual estrictament en l'àmbit acadèmic.

5.2 ESTRATÈGIES I TECNOLOGIES FERMENTATIVES

Introducció

La fermentació alcohòlica és un procés biològic complex realitzat pels llevats, on els microorganismes, bàsicament el llevat *Saccharomyces cerevisiae*, converteixen els sucres del most de raïm en, principalment, etanol i diòxid de carboni. En el context actual del canvi climàtic i les demandes dels consumidors per vins amb menor contingut alcohòlic, les estratègies fermentatives basades en l'ús de microorganismes alternatius han emergit com una eina prometedora per reduir la graduació alcohòlica dels vins sense comprometre'n la qualitat organolèptica.

Aquestes estràtegies inclouen a banda de l'ús d'altres llevats alternatius, la limitació de nutrients als llevats per tal de reduir la seva capacitat fermentativa a estratègies d'enginyeria genètica per modular el metabolisme dels llevats.

5.2.1 Ús de llevats específics

En enologia, el terme no-Sacharomyces fa referència a tots aquells llevats d'altres gèneres que es troben presents al most durant les primeres fases de la fermentació abans que *Saccharomyces cerevisiae* les desplaci i es converteixi en l'espècie majoritària a les darreres etapes de la fermentació. Actualment aquest terme ha passat quasi exclusivament per a llevats amb la capacitat de modificar, en positiu, propietats del vi.

Soques específiques de *Saccharomyces cerevisiae*

De manera general, l'opció més fàcil i directa és treballar amb soques concretes de *S. cerevisiae*. De fet en els darrers anys hi ha hagut un gran desenvolupament de soques en aquesta direcció, la d'obtenir llevats que minimitzin la producció d'etanol. Cal dir que aquesta direcció de desenvolupament és recent i va contra direcció respecte el criteri de dècades prèvies on s'ha buscat desenvolupar soques que maximitzin el grau. Actualment hi ha un alt grau de desenvolupament, testatge i patent de soques amb aquesta finalitat.

Llevats no-*Saccharomyces*

En aquesta secció es mostren, per una banda, els llevats alternatius a *Saccharomyces* que s'estan analitzant com a alternatives per a reduir el grau alcohòlic i per altra els mecanismes per a la seva integració en el procés fermentatiu.

Els llevats no-Saccharomyces representen una alternativa prometedora per a la producció de vins amb menor contingut alcohòlic, gràcies a la seva diversitat fisiològica i metabòlica. Aquests llevats es caracteritzen generalment per una menor eficiència fermentativa i un metabolisme que porta a una menor producció d'etanol en la matriu vínica. La seva utilització en vinificacions industrials requereix una sèrie d'etapes prèvies de caracterització i selecció a nivell clonal per conèixer en profunditat el seu metabolisme i l'impacte que generen en una matriu tan complexa com és la matriu vínica. En gairebé tots els casos es planteja el seu ús com a complement, que no substitució, de Saccharomyces

Metschnikowia pulcherrima

Metschnikowia pulcherrima és un llevat semi-fermentatiu que freqüentment es troba en el most fresc de raïm i que té la capacitat de millorar el perfil aromàtic del vi en les etapes finals. Es tracta

d'un llevat que presenta una tolerància baixa a l'etanol, la qual cosa limita el seu poder fermentatiu en les etapes inicials de la fermentació. En estudis recents, s'ha observat que l'ús d'aquest llevat en cultius seqüencials amb *S. cerevisiae* pot reduir el contingut d'alcohol entre un 0,6% i un 1,2% (v/v) en vins blancs.

M. pulcherrima també es caracteritza per la seva capacitat per consumir ràpidament l'oxigen dissolt, fins i tot en condicions altament airejades, la qual cosa pot ser beneficiosa en cultius mixtos. Sota condicions optimitzades, s'ha aconseguit una reducció d'alcohol del 2,2% amb nivells acceptables d'acidesa volàtil. Aquest llevat té la capacitat de créixer en combinació amb altres espècies com *S. cerevisiae* i presenta un poder fermentatiu moderat amb activitats enzimàtiques interessants que involucren precursors aromàtics.

Lachancea thermotolerans

Lachancea thermotolerans és un altre llevat no-Saccharomyces amb potencial per a la producció de vins amb menor contingut alcohòlic. Aquest llevat es caracteritza per la seva capacitat de produir àcid làctic i consumir àcid màlic, exhibint nivells moderats d'etanol. Les soques de *L. thermotolerans* són capaces d'utilitzar part del sucre del most per produir àcid làctic i d'aquesta manera reduir el grau i modular l'acidesa.

La utilització de soques de *L. thermotolerans* amb aptitud enològica pot ser una estratègia important per afrontar les conseqüències del canvi climàtic en el raïm, com és la pèrdua d'acidesa. En fermentacions de laboratori, aquesta espècie ha demostrat resultats atractius principalment per la baixa producció d'àcid acètic. Aquests llevats tenen, en general, un baix poder fermentatiu que fa necessari el seu ús combinat amb *S. cerevisiae*.

Torulaspora delbrueckii

Torulaspora delbrueckii s'ha convertit en un microorganisme d'interès en la recerca enològica com a cultiu iniciador per a la fermentació alcohòlica del vi. L'ús d'aquest llevat no-Saccharomyces pot modular diferents atributs del vi, com ara substàncies aromàtiques, àcids orgànics i compostos fenòlics. Els vins obtinguts són diferents dels fermentats amb *Saccharomyces cerevisiae* com a únic iniciador.

T. delbrueckii destaca pel seu potencial per millorar els atributs sensorials dels vins i ha demostrat la seva capacitat per optimitzar aspectes vinculats a la fermentació malolàctica. En cultius mixtos de *S. cerevisiae* amb *T. delbrueckii* s'ha vist en diferents estudis que redueixen la producció de l'acidesa volàtil i l'acetaldehid. Les soques de *T. delbrueckii* poden sobreviure a grans concentracions d'etanol quan no estan en cultius purs, de manera que poden estar presents durant quasi tota la fermentació.

Candida stellata

Candida stellata ha demostrat nivells elevats de producció de glicerol, tot i que amb una taxa de fermentació baixa i un contingut d'etanol reduït. Per superar la poca capacitat de competència respecte *S. cerevisiae*, s'han realitzat proves de fermentació amb cèl·lules immobilitzades de *C. stellata*, soles o en combinació amb *S. cerevisiae*. La immobilització de cèl·lules de *C. stellata* va reduir considerablement la durada de la fermentació en comparació amb la obtinguda amb cèl·lules lliures.

Altres llevats no-Saccharomyces d'interès

En aquesta secció s'introdueixen algun llevats en els que actualment s'hi està realitzant recerca per a incorporar-los en processos vinícoles. El seu ús es troba, ara per ara, limitat a experiències acadèmiques i es troben més allunyats d'aplicacions comercials que els seus

Wickerhamomyces anomalus és un llevat àmpliament utilitzat en la indústria cervesera i té efectes positius en els perfils aromàtics dels vins degut a les seves característiques fisiològiques úniques. Aquest llevat pot tolerar fins a un 9% (v/v) d'etanol, i el 12% (v/v) d'etanol té un fort efecte inhibitori sobre el seu creixement.

Starmerella bacillaris (anteriorment coneguda com *Candida zemplinina*) pot reduir significativament el rendiment en etanol durant la fermentació del vi. En fermentacions de laboratori, aquest llevat produeix altes concentracions de glicerol amb baixes quantitats d'àcids volàtils

Saccharomycodes ludwigii ha estat identificat com una espècie adequada per a la producció de productes de cervesa amb baix contingut alcohòlic. Això es deu a la incapacitat de l'espècie per fermentar maltosa, la qual cosa condueix a un contingut d'alcohol més baix que altres espècies de llevat tradicionals. *S. ludwigii* ha mostrat una taxa de fermentació dependent de la soca, produint entre 5,2% i 9,9% de concentració d'etanol.

5.2.2 Mètodes d'implementació de llevats no Saccharomyces

Un factor crític per tal de tenir èxit en l'ús de llevats alternatius en els processos de fermentació és poder establir en quin moment s'incorporen i quina interacció o competència tenen amb Saccharomyces. Conèixer el quan i com incorporar-los es clau per a poder maximitzar els beneficis de la seva incorporació. A continuació es descriuen les estratègies bàsiques d'implementació

Fermentació Seqüencial

La fermentació seqüencial, en la qual s'inocula inicialment un llevat no-Saccharomyces seguit per la inoculació del llevat *S. cerevisiae*, permet aprofitar el metabolisme del primer llevat inoculat sense una influència excessiva sobre la soca de *S. cerevisiae* . Per poder beneficiar-se de les particularitats metabòliques d'alguns llevats no-Saccharomyces, el nivell d'inoculació i la durada de l'interval entre la primera i la segona inoculació són fonamentals.

Un augment del nivell d'inoculació de llevats no-Saccharomyces millorarà la competitivitat envers els llevats salvatges i la soca iniciadora de *S. cerevisiae* . L'ús de llevats no-Saccharomyces immobilitzats en fermentacions seqüencials permet taxes d'inoculació elevades, amb les consegüents taxes de reacció elevades. És important controlar la disponibilitat de nutrients i la mida de l'inòcul per evitar problemes de fermentació en inoculacions seqüencials.

Fermentació amb Cultius Mixtos

La utilització de cultius mixtos de soques no-Saccharomyces amb soques Saccharomyces constitueix una eina molt útil que permet aprofitar els avantatges d'una fermentació espontània mentre s'eviten problemes d'alentiment i parades fermentatives . Aquesta estratègia ha demostrat ser eficaç per reduir el contingut d'alcohol en vins.

Les cinètiques de creixement i fermentació, així com els perfils analítics dels vins produïts indiquen que aquestes soques de no-Saccharomyces poden ser utilitzades amb cultius iniciadors de *S. cerevisiae* amb la finalitat d'incrementar la producció de polisacàrids, glicerol i compostos

volàtils. L'efecte general dels llevats no-Saccharomyces sobre la fermentació i qualitat dels vins són molt sensibles a la proporció de Saccharomyces/no-Saccharomyces de l'inòcul.

Co-inoculació

La coinoculació implica inoculacions concurrents de llevats no-Saccharomyces o d'altres Saccharomyces no cerevisiae en alta concentració cel·lular juntament amb *S. cerevisiae*. Utilitzant *M. pulcherrima* en una coinoculació amb *S. cerevisiae* en bioreactors a escala de laboratori, s'ha aconseguit una reducció del 2,2% (v/v) en el contingut d'etanol, mantenint nivells acceptables d'acidesa volàtil.

5.2.3 Enginyeria genètica sobre llevats

L'enginyeria genètica ofereix un enfocament prometedor per desenvolupar soques de llevat amb capacitat reduïda de producció d'etanol . No obstant això, cal tenir en compte que la comercialització i consum d'organismes modificats genèticament depèn del país i en el cas d'Europa, està estrictament prohibit la comercialització de llevats modificats genèticament per l'elaboració de vins.

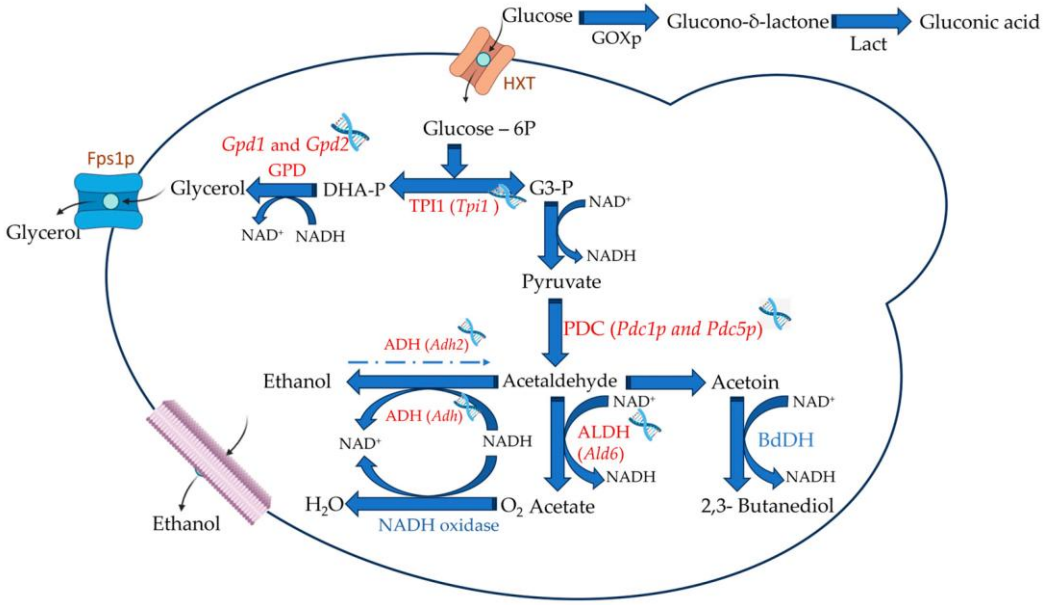


Fig 3. Representació esquemàtica del metabolisme de producció d'etanol i de les vies metabòliques associades

Modificació de gens implicats en la producció de glicerol

Una de les estratègies més eficients per reduir la concentració d'etanol és augmentar la producció de glicerol mitjançant l'augment de l'expressió del gen de la gliceraldehid-3-fosfat deshidrogenasa, *GPD1* . Aquest enfocament permet desviar part del carboni de la producció d'etanol cap a la producció de glicerol.

En estudis realitzats amb soques de llevat de vi transformades amb plasmidis multicòpia que porten *GPD1* sota el control del promotor *ADH1*, han aconseguit produir entre 12 i 18 g de glicerol/l i aproximadament un 1% (v/v) menys d'etanol. Els variants naturals de *GPD1* produeixen diferents nivells de glicerol i rendiments.

En un estudi exhaustiu, es van generar i avaluar un gran nombre de modificacions genètiques que potencialment podien impactar en la formació d'etanol. Utilitzant el pool genètic de llevat,

es van avaluar 41 modificacions, sent l'augment de la producció de glicerol mitjançant l'augment de l'expressió del gen *GPD1* l'estratègia més eficient per reduir la concentració d'etanol.

Dues soques que portaven diverses modificacions estables, integrades cromosòmicament, van mostrar una producció d'etanol significativament menor en la fermentació del suc de raïm. La soca AWRI2531 va poder disminuir les concentracions d'etanol del 15,6% (v/v) al 13,2% (v/v), mentre que AWRI2532 va reduir el contingut d'etanol del 15,6% (v/v) al 12% (v/v) tant en mostos de Chardonnay com de Cabernet Sauvignon.

No obstant això, ambdues soques van produir altes concentracions d'acetaldehid i acetoïna, que afecten negativament el sabor del vi . Modificacions addicionals d'aquestes soques van permetre la reducció d'aquests metabòlits. Per tant, per la millora de llevats vínics, s'han d'utilitzar tècniques no-OMG, en què els procediments es basen en tècniques de millora tradicionals com la hibridació o la recombinació sexual.

5.2.4 Limitació nutricional dels llevats

La limitació nutricional dels llevats és una estratègia que pot influir significativament en la producció d'etanol durant la fermentació . Els requeriments nutricionals dels llevats depenen de l'espècie utilitzada en la fermentació, i la composició nitrogenada del most té un efecte directe sobre el perfil de fermentació i el creixement dels llevats .

Limitació de Nitrogen

El nitrogen és un nutrient essencial per al creixement i metabolisme dels llevats durant la fermentació alcohòlica . La limitació de nitrogen pot afectar significativament la viabilitat dels llevats i, per tant, la producció d'etanol . Els continguts de nitrogen assimilable pels llevats, és a dir nitrogen que el llevat pot incorporar a les seves rutes metabòliques, són crucials per portar a terme la fermentació alcohòlica .

Certes varietats tenen continguts mitjans per sota del valor de 140 mg/l, considerat com la mínima concentració de nitrogen necessària per a portar a terme la fermentació alcohòlica . Els mostos de Riesling i Chardonnay, a part de tenir una mitjana propera del mínim necessari de nitrogen, presenten una gran variabilitat, indicant que molts mostos d'aquestes varietats estarien per sota del mínim .

La supervivència del llevat es va reduir en presència d'excés de nitrogen en fermentacions limitades en lípids . Les cèl·lules de llevat que morien ràpidament en fermentacions en condicions d'alt nitrogen i limitades en lípids mostraven un menor emmagatzematge dels carbohidrats trehalosa i glicogen . Aquests resultats revelen un possible paper negatiu del nitrogen en la fermentació .

Limitació de Micronutrients

La limitació de micronutrients també pot afectar la viabilitat dels llevats i la producció d'etanol durant la fermentació . S'ha observat que les limitacions d'àcid oleic, ergosterol, àcid pantotènic i àcid nicotínic van conduir a la mort cel·lular durant la fermentació en condicions d'excés de nitrogen .

Les limitacions d'àcid oleic (limitació d'ergosterol en el model utilitzat) van conduir a una ràpida pèrdua de viabilitat durant la fase estacionària de la fermentació . La taxa de mort cel·lular està fortament modulada per la disponibilitat i naturalesa del nitrogen . Mentre que les cèl·lules sota condició de limitació de nitrogen sola eren capaces de resistir un xoc tèrmic, les cèl·lules en

presència d'alt nitrogen però amb manca d'àcid oleic, ergosterol, àcid pantotènic o àcid nicotínic no eren capaces de sobreviure a cap tractament tèrmic .

Interaccions Nutricionals en fermentacions mixtes

En fermentacions mixtes, *S. cerevisiae* no sempre ha demostrat poder d'imposar-se al llarg de la fermentació, sobretot en inoculacions seqüencials amb espècies no-Saccharomyces amb alta capacitat fermentativa . Existeix una competència per nutrients entre aquestes espècies de llevats no-Saccharomyces i *S. cerevisiae*, que condueix a interaccions complexes i que pot provocar problemes en fermentacions seqüencials .

S'ha observat una millora en la fermentació amb l'addició de tiamina, zinc i aminoàcids al most que havia estat parcialment fermentat per l'espècie de no-Saccharomyces . La tiamina està involucrada en la resposta contra diversos estressos abiòtics en microorganismes i pot alleujar l'efecte inhibitori de l'etanol sobre altres llevats com per exemple *W. anomalus* .

Control d'Oxigen i ondicions de Fermentació

Control d'Oxigen en Fermentacions amb Llevats no-Saccharomyces

Una estratègia prometedora per reduir el contingut alcohòlic dels vins és la combinació de llevats no-Saccharomyces i el control d'oxigen durant la fermentació . S'ha desenvolupat un procediment de fermentació de vi que aprofita les característiques metabòliques d'una soca de *Metschnikowia pulcherrima* per reduir la producció d'etanol.

Aquest procediment implica l'ús de cultius mixtos de *M. pulcherrima*/*Saccharomyces cerevisiae*, condicions d'oxigenació controlada durant les primeres 48 hores de fermentació i condicions anaeròbiques posteriorment. L'impacte de l'oxigenació sobre la fisiologia del llevat va més enllà del primer pas airejat i influeix en els rendiments i les taxes de supervivència durant l'etapa anaeròbica

L'activitat de *M. pulcherrima* en cultius mixtos oxigenats han derivat en una reducció en el rendiment d'etanol, en comparació amb *S. cerevisiae*. Sota condicions d'oxigenació controlada durant les primeres 48 hores de fermentació, seguides de condicions anaeròbiques, s'han aconseguit reduccions d'alcohol de fins a un 3,7% (v/v), tot i que generant uns nivells inacceptables d'acidesa volàtil.

El control de la temperatura de fermentació és un altre factor crític que pot influir en l'activitat dels llevats i la producció d'etanol . Les temperatures de fermentació més baixes tendeixen a retenir aromes de fruita i altres aromàtics volàtils mentre mantenen una sensació en boca més plena. La temperatura de fermentació adequada depèn de molts factors, el més important dels quals és l'estil de vi a produir. A l'introduir altres microorganismes aquest factor es torna més complex i cal analitzar en detall com afecta al ecosistema de microorganismes.

Els llevats han d'adaptar-se al nou ecosistema, derivat del canvi de condicions, del most per poder sobreviure, realitzant canvis en la composició de la membrana cel·lular per poder suportar el pH àcid del most i la gran pressió osmòtica que exerceix el sucre. Aquest procés d'adaptació es tradueix en temps i energia, temps que endarrereix el procés de fermentació i energia que ha de consumir-se en preparar tota la maquinària cel·lular.

Conclusions

Les estratègies fermentatives per a l'obtenció de vins amb menor graduació alcohòlica ofereixen un ventall ampli de possibilitats centrades principalment en l'ús de llevats específics amb menor capacitat fermentativa . Els llevats no-Saccharomyces, especialment *Metschnikowia pulcherrima*, *Lachancea thermotolerans*, *Torulaspora delbrueckii* i *Candida stellata*, han demostrat capacitat per reduir el contingut alcohòlic dels vins quan s'utilitzen en fermentacions seqüencials o mixtes amb *Saccharomyces cerevisiae*

L'enginyeria genètica, tot i estar limitada per restriccions regulatòries a Europa, ofereix estratègies prometedores com la modificació del gen *GPD1* per augmentar la producció de glicerol i reduir la d'etanol. La limitació nutricional dels llevats, especialment pel que fa al nitrogen i micronutrients, constitueix una eina addicional per modular la fermentació i la producció d'etanol, tot i que sovint té un impacte negatiu en l'evolució del perfil aromàtic del vi i cal una anàlisi molt profunda i detallada d'aquests impactes.

La combinació d'aquestes estratègies, especialment l'ús de llevats no-Saccharomyces amb control d'oxigen i optimització nutricional, representa un enfocament prometedor per obtenir vins amb menor contingut alcohòlic sense comprometre la qualitat organolèptica. La recerca contínua en aquest camp permetrà desenvolupar noves estratègies fermentatives per respondre als reptes del canvi climàtic i les demandes dels consumidors moderns.

5.3. ESTRATÈGIES I TECNOLOGIES POST-FERMENTATIVES

Aquestes estratègies s'apliquen un cop finalitzada la fermentació i mentre que les analitzades anteriorment estan, ara per ara, limitades a la reducció de pocs graus alcohòlics i per tan associades al manteniment de grau o al seu ajust les que es presenten a continuació son les que es troben associades a la producció de referències desalcoholitzades.

Aquestes tecnologies es troben agrupades en dues grans aproximacions: Les **basades en membranes**, amb l'objectiu de fer una retenció selectiva de l'etanol, i les **basades en la destil·lació al buit**, que busquen realitzar una separació de l'etanol basada en la seva particular temperatura d'ebullició.

5.3.1 Tecnologies basades en membranes

La història de les tecnologies de separació de compostos mitjançant membranes s'estén més de dos segles enrere, marcada per descobriments científics progressius que han transformat el seu ús de curiositat acadèmica a una tecnologia industrial fonamental en diversos processos. Els orígens documentats de la ciència de les membranes es remunten a mitjans del segle XVIII, quan l'abat Nollet va observar el fenomen de l'osmosi (1748), establint les bases conceptuals per a la comprensió del transport de molècules a través de barreres amb una permeabilitat selectiva. Més d'un segle més tard, Adolf Fick va formular la seva llei de difusió a través de membranes (1855), principi fonamental que continua sent central en la física del transport mitjançant membranes.

No obstant això, els desenvolupaments clau per a la seva aplicació industrial a gran escala en aplicacions com la retenció d'etanol no es van produir fins al segle XX. Durant les primeres dècades, les membranes es consideraven simplement tamisos purament mecànics, i la recerca estava centrada principalment en la microfiltració per aplicacions microbiològiques. Va ser durant els anys trenta quan es va introduir el concepte de semi-permeabilitat i la teoria de la solubilitat parcial, que descriuen la permeabilitat de la membrana no només com dependent de

les mides de porus sinó també del comportament químic dels soluts i de les propietats de la membrana mateixa.

El salt revolucionari en la tecnologia de membranes es va produir a mitjan segle XX. Durant els anys cinquanta i seixanta, es va desenvolupar intensament la tecnologia d'osmosi inversa (RO), impulsada per diversos programes nacionals de recerca i desenvolupament, especialment als Estats Units. Entre 1965 i 1966, companyies químiques multinacionals com Dow Chemical i DuPont van iniciar projectes de recerca i desenvolupament simultàniament. El 1966, H.I. Mahon de Dow va dissenyar el primer sistema comercial de filtre de fibra buida que produïa membranes basades en triacetat de cel·lulosa. En paral·lel, DuPont va patentar components basats en poliamida (US3567632), mentre que empreses japoneses com Toyobo s'incorporaven a aquesta ruta tecnològica durant els anys setanta.

El desenvolupament més significatiu es va produir amb la innovació de John E. Cadotte, qui va inventar suports de polisulfona microporosa i va establir processos de polimerització interfacial que generen membranes de pel·lícula fina composta (TFC, Thin Film Composite). Cadotte va fundar FilmTec, transformant descobriments acadèmics en productes llestos per al mercat. La tecnologia de TFC establerta per FilmTec continua sent l'estàndard en la indústria actual, bé que amb millores significatives i incrementals en materials i processos.

En les últimes tres dècades, el desenvolupament de membranes s'ha accelerat amb la introducció de membranes de materials orgànics diversos (polisulfona, polieteresulfona, fluorur de polivinilidè) i, més recentment, materials inorgànics com ceràmiques. Les innovacions en nanotecnologia han permès dissenyar membranes amb estructures controlades a escala nanomètrica, obrint noves possibilitats per a separacions totalment selectives i amb un elevadíssim grau de precisió.

Els principis fonamentals

La separació per membranes es basa en la capacitat de les membranes d'actuar com a barreres selectivament permeables que permeten el pas preferent de certs components d'una barreja mentre que retenen altres. En la seva aplicació a la desalcoholització de vins, l'objectiu és clar; separar l'etanol de la resta de components. Els principis fonamentals que governen aquesta selectivitat es divideixen en dos mecanismes principals: exclusió per mida (o cribratge) i interaccions físico-químiques entre els soluts i la membrana.

Mida de porus i molecular weight cut-off (MWCO)

Les membranes de separació es classifiquen segons la seva mida de porus, que és inversament proporcional a la seva selectivitat. Les membranes de microfiltració (MF) posseeixen porus grans que oscil·len entre 100 i 10.000 nanòmetres, adequats per a retenir partícules en suspensió però no soluts dissolts. Les membranes d'ultrafiltració (UF) presenten porus entre 2 i 100 nanòmetres, retenint molècules de pes molecular entre 1.000 i 350.000 Daltons, especialment útils per a proteïnes i polisacàrids.

Les membranes de nanofiltració (NF) tenen porus més petits, entre 0,5 i 2 nanòmetres, retenint micromolècules amb pesos moleculars entre 120 i 1.000 Daltons. El "molecular weight cut-off" (MWCO) d'una membrana es refereix a la massa molecular promig més petita d'un solut conegut que no travessarà la membrana. Per a la desalcoholització de vins, aquesta classificació és crítica: l'etanol (46 g/mol) presenta un diàmetre molecular d'aproximadament 0,44 nanòmetres, situant-se al límit superior dels porus de les membranes de RO. Cal tenir en compte que per a

realitzar de manera eficient i efectiva una separació per NF és important que en passos previs s'hagi realitzat filtracions prèvies per tal d'evitar danys a la membrana.

Model de solució-difusió en l'osmosi inversa

L'osmosi inversa (RO) és el sistema més utilitzat entre els processos de separació per membrana aplicats a la desalcoholització. El procés funciona aplicant una pressió hidrostàtica superior a la pressió osmòtica sobre el costat de la solució més concentrada (en aquest cas, el vi). Aquesta pressió inverteix el flux osmòtic natural, forçant l'aigua i molècules petites com l'etanol a travessar la membrana semipermeable, mentre que molècules més grans (compostos aromàtics, polifenols, tanins, etc) queden retingudes (tècnicament anomenat retentat)

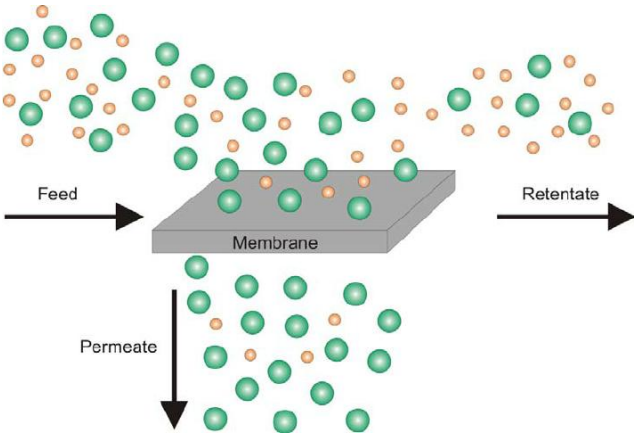


Fig 4. Esquema representatiu de les definicions bàsiques relatives a la membrana, on es mostren els conceptes de permeat i retentat extret de Investigation of Cross-Linked and Additive Containing Polymer Materials for Membranes with Improved Performance in Pervaporation and Gas Separation

El mecanisme físic que descriu aquest transport per a molècules petites es coneix com a "model de solució-difusió". En aquest model, les molècules petites es dissolen en el material de la membrana en el costat d'entrada a la membrana i difonen a través d'ella seguint gradients de concentració i pressió. L'etanol, amb el seu caràcter amfipàtic (té una part hidrofílica i una hidrofòbica), es comporta com una molècula intermèdia que es dissocia parcialment en el material de la membrana i difon cap al permeat.

Mecanismes d'exclusió selectiva

A més de l'exclusió per mida, la selectivitat depèn d'interaccions electrostàtiques (efecte Donnan) entre els compostos iònics de la solució i la càrrega superficial de la membrana. Les membranes de poliamida (PA), les més comunes en RO comercial, presenten caràcter negatiu per la presència de grups carboxílics lliures, la qual cosa afecta la retenció de ions i compostos polars.

Per a la nanofiltració, l'efecte Donnan és fonamental: compostos negatius com els polifenols del vi són millor retinguts per membranes de NF carregades negativament, mentre que ions monovalents (sodi, potassi) presenten menor retenció[web:41]. Els compostos amb similars pes molecular però diferent càrrega poden ser fraccionats de manera selectiva, oferint la possibilitat de preservar components aromàtics mentre es redueix l'alcohol.

La hidrofobicitat/hidrofilicitat de la membrana també juga un paper crucial. Les membranes més hidrofíliques retenen millor l'etanol (per dissolució preferent en la fase aquosa de la membrana),

mentre que membranes més hidrofòbiques són més selectivament rebuig l'etanol en favor de l'aigua.

Els processos de separació per membrana per a desalcoholització es divideixen en dues categories principals segons els requeriments de pressió i energia: processos dirigits per pressió i processos de baixa pressió o sense pressió.

Osmosi inversa (OI): La tecnologia dominant

L'osmosi inversa és actualment el mètode de membrana més utilitzat en la desalcoholització de vins, tant a nivell comercial com pilot. El procés funciona a pressions entre 35 i 70 bar, temperatura entre 10 i 20°C, i permet reduccions d'alcohol incremental però controlada. L'avantatge principal de la RO és la seva capacitat de retenir compostos aromàtics de pes molecular relativament alt mentre permet el pas d'etanol. Degut al seu pes específic compta amb un apartat a complert a continuació.

Nanofiltració (NF) i ultrafiltració (UF)

La nanofiltració és una tècnica intermèdia entre RO i UF, operant a pressions més baixes (3-25 bar) però amb selectivitats més altes que UF. Per a desalcoholització, la NF presenta interessants possibilitats de reducció parcial d'alcohol (1-2%), especialment quan es combina amb altres tècniques. Els estudis amb membranes NF en vins blancs i negres han demostrat reduccions alcohòliques fins al 3,3% amb impacte mínim en el color i aroma.

La UF, amb porus més grans, és menys selectiva per a l'etanol però es pot utilitzar com a etapa de pretractament per eliminar matèria en suspensió i protegir membranes de RO/NF de fouling o colmatament. Les membranes UF de 30 kDa de MWCO es fan servir habitualment en tàndem amb NF en sistemes integrats.

Destil·lació osmòtica (OD) i tecnologies de baixa pressió

La destil·lació osmòtica (OD) emergeix com una alternativa prometedora per a la desalcoholització amb avantatges de qualitat sensorial superiors als mètodes de pressió alta. El procés utilitza una membrana hidrofòbica amb microporus, típicament de polipropilè, que separa el vi d'una solució extractant (usualment aigua o solucions aquoses concentrades) El flux d'etanol a través de la membrana està impulsat per diferències en la pressió de vapor de l'etanol entre les dos costats de la membrana, operant a pressions molt baixes (0,2-0,5 bar) i temperatures moderades (10-25°C).

Els avantatges de l'OD són significatius: la retenció de compostos volàtils és superior a RO gràcies als processos de temperatura més baixa. Els estudis recents demostren que vins parcialment desalcoholitzats de 14,0% a 11,0% ABV per OD mantenen perfils d'aroma comparables als vins control, particularment quan la solució extractant es renova regularment. EL gran desavantatge és que van associats a un elevat consum d’aigua.

Altres tecnologies minoritàries en desenvolupament són Osmosi directa (FO), pertracció i pervaporació

Osmosi Directa (FO) és una tecnologia emergent per a desalcoholització que opera sense aplicar pressió hidrostàtica, fent servir un "draw solution" o solució extractora amb pressió osmòtica elevada. Els estudis amb vins de kiwi han demostrat que utilitzant $MgCl_2$ com a solució extractora es pot assolir contingut alcohòlic tan baix com 0,45% v/v amb millora paral·lela del contingut de

compostos fenòlics (fins a 91,6 µg/mL). Malgrat el potencial, la FO està limitada per costos operacionals molt alts i la necessitat de recuperar i regenerar constament la solució extractora.

La Pertracció (o ús de les anomenades membranes líquides) és una tècnica incipient que utilitza membranes hidrofòbiques amb microporous per a la transferència selectiva d'etanol a una "strip solution" o solució de extracció separada. Aquesta tècnica ofereix una gran relació superfície/volum i permeten la separació contínua de dos fluxos líquids sense que es mesclin. Estudis preliminars suggereixen que aquesta configuració té un gran potencial per a preservar aromes millor que les tècniques de membrana tradicional.

La Pervaporació (PV) és una tecnologia separadora on una membrana hidrofòbica, típicament de polissioxano dimetil (PDMS), es posa en contacte amb la fase líquida i permet que compostos orgànics volàtils passin a través en forma de vapor. A banda de la seva utilitat en desalcoholització, la PV és també útil per a la recuperació d'aromes. És una tècnica amb un gran potencial de desenvolupament en el camp de la desalcoholització de vins. A banda de la seva aplicació aïllada també s'han analitzat sistemes integrats que combinen osmosi inversa (per desalcoholització) amb PV (per recuperació d'aromes) i han demostrat a escala de laboratori potencial per generar resultats sensorials molt satisfactoris.

Destil·lació per membrana (MD) és una tecnologia híbrida que combina membranes hidrofòbiques amb gradients de temperatura. El procés pot operar a temperatures baixes comparades amb destil·lació tradicional, minimitzant la degradació tèrmica dels compostos volàtils. Membranes de contacte directe (DCMD) operant a 60°C han mostrat retencio significativa de compostos polifenòlics.

5.3.1.1 L’osmosi inversa

Introducció

La tecnologia d'osmosi inversa (OI) ha emergit com una de les tècniques més prometedores per a la desalcoholització, especialment en les operacions de desalcoholització parcial. Aquesta tecnologia, basada en processos de separació per membrana, permet la reducció selectiva del contingut en alcohol mentre preserva en gran mesura les característiques organolèptiques i composicionals del vi original.

La Organització Internacional de la Vinya i el Vi (OIV) ha establert un marc normatiu específic per a aquestes pràctiques mitjançant la resolució OIV-OENO 394A-2012, que autoritza la reducció parcial o total del contingut alcohòlic utilitzant tècniques de separació com l'evaporació al buit, processos de membrana i destil·lació. Entre aquests processos autoritzats s’hi compta l’osmosi inversa

Fonaments tècnics de l’osmosi inversa

Principis Físico-Químics Fonamentals

L'osmosi inversa constitueix un procés de separació física per membrana semipermeable que opera segons principis termodinàmics. El fenomen d'osmosi natural es produeix quan dues dissolucions amb diferent concentració de soluts tendeixen a igualar les seves concentracions a través d'una membrana semipermeable, amb el solvent movent-se des de la zona de menor concentració cap a la de major concentració.

El procés d'osmosi inversa inverteix aquest flux natural mitjançant l'aplicació d'una pressió externa superior a la pressió osmòtica de la dissolució, de manera que es poden forçar situacions de concentració a una banda de la membrana.

En el cas específic del vi, que essencialment constitueix una dissolució hidroalcohòlica complexa amb múltiples soluts tan orgànics com inorgànics, la pressió osmòtica natural varia entre 0,5 i 1,5 bar segons la composició concreta. Els sistemes comercials d'osmosi inversa per a desalcoholització de vins operen típicament a pressions entre 35 i 70 bar, és adir, valors molt superiors a la pressió osmòtica natural.

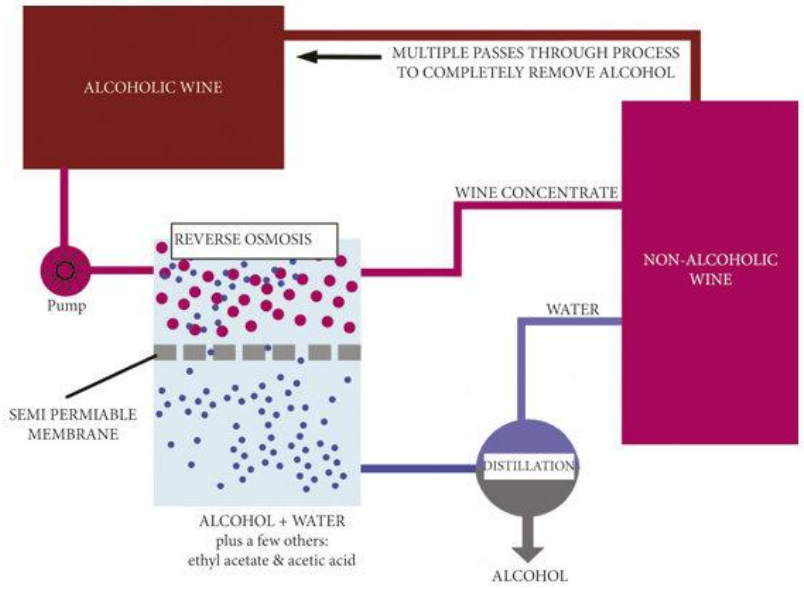


Fig 5. Representació gràfica de l'obtenció de vi desalcoholitzat mitjançant osmosi inversa. Extreta de Akyereko, Yaw Gyau & Wireko-Manu, Faustina & Alemawor, Francis & Adzanyo, Mary. (2021). Effects of Production Methods on Flavour Characteristics of Nonalcoholic Wine. Journal of Food Quality. 2021. 10.1155/2021/3014793.

Tecnologia de membranes osmòtiques

Les membranes utilitzades en osmosi inversa per a aplicacions vinícoles presenten característiques estructurals i químiques pròpies que determinen la seva selectivitat i eficiència en la separació de l'etanol. Les membranes més utilitzades són de dos tipus principals:

Membranes de "Thin film composite" (TFC): Fabricades en poliamida, ofereixen una gran resistència química i excel·lents índexs de retenció, amb capacitat de rebuig superior al 99%. Aquestes membranes presenten una estructura asimètrica amb un estrat superior molt prim (<150nm) de poliamida encarregada d'oferir la selectivitat a l'etanol i l'aigua a través de la mida de porus. A aquesta capa específica se li afegeixen dues (nanocomposite i polièster) per tal d'oferir suport mecànic a la membrana.

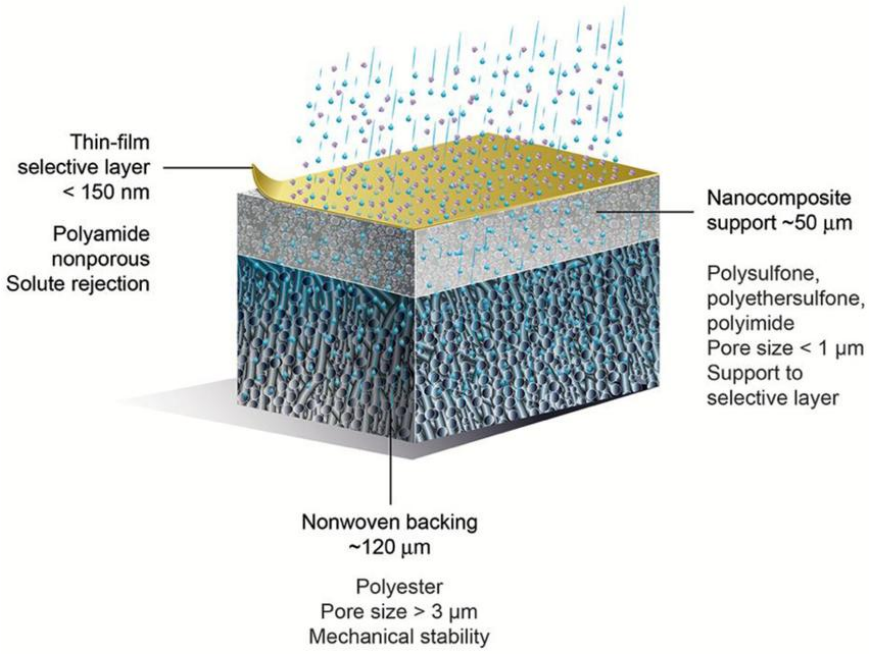


Fig 6. Representació gràfica de l'estructura d'una membrana TFC mostrant les seves capes. Extreta de Idarraga-Mora, Jaime & Childress, Anthony & Friedel, Parker & Ladner, David & Rao, Apparao & Husson, Scott. (2018). Role of Nanocomposite Support Stiffness on TFC Membrane Water Permeance. Membranes. 8. 111. 10.3390/membranes8040111.

Membranes d'acetat de cel·lulosa: Menys resistents als productes químics però més econòmiques, amb una capacitat de rebuig una mica més limitada, que va entre el 95 i el 98% . La seva menor resistència química limita la seva aplicació en medis àcids com el del vi.

La mida de porus de les membranes d'osmosi inversa oscil·la entre 0,1 i 0,5 nanòmetres, permetent el pas selectiu de molècules d'aigua i etanol mentre retenen la gran majoria de compostos aromàtics, polifenols i altres components del vi. La selectivitat específica per a l'etanol depèn de diversos factors, llistats a continuació:

- **Mida molecular:** L'etanol (46 g/mol) presenta un diàmetre molecular de 0,44 nm, proper al límit superior dels porus de la membrana.
- **Propietats hidrofíliques/hidrofòbiques:** L'etanol presenta caràcter amfipàtic, amb una part hidrofílica (-OH) i una hidrofòbica (-CH3CH2-).
- **Altres interaccions amb la membrana:** La naturalesa química de la membrana influeix en l'afinitat dels diferents soluts (electrostàsi)

Els mecanismes físics que defineixen el pas de molècules a través de membranes d'osmosi inversa són els següents:

- **Model de Solució-Difusió:** Aplicable a molècules petites com l'aigua i l'etanol, que es dissolen en el material de la membrana i difonen a través d'ella segons gradients de concentració i pressió.
- **Exclusió per mida:** Molècules grans com polisacàrids, proteïnes i tanins queden retingudes físicament pels porus de la membrana.
- **Interaccions Electrostàtiques:** Compostos iònics i polars experimenten repulsió o atracció segons la càrrega superficial de la membrana.

Configuracions de sistemes d'osmosi inversa

Els sistemes d'osmosi inversa per a desalcoholització vinícola presenten diferents configuracions segons l'aplicació específica on s'apliquen. Les configuracions més habituals són:

Configuració Simple: El vi es concentra progressivament mentre el permeat (aigua + etanol) passa a través de la membrana i s'extreu de manera contínua. Aquesta configuració requereix la posterior reconstitució amb aigua per recuperar el volum original.

Sistemes multietapa: En aquest model, la combinació de diverses unitats d'osmosi inversa en sèrie amb l'objectiu d'augmentar l'eficiència d'extracció d'etanol. Aquests sistemes permeten assolir reduccions alcohòliques superiors amb un menor impacte en els components aromàtics.

Configuració de diafiltració: Utilitzada per mantenir el volum constant del vi mitjançant l'addició contínua d'aigua desalcoholitzada procedent de la destil·lació del permeat. Aquest sistema permet reduccions alcohòliques significatives mantenint la concentració de components no volàtils. Mitiga l'impacte fisico-químic derivat de la pèrdua d'etanol i aigua amb l'inconvenient de fer el sistema més complex.

Paràmetres operacionals

Els paràmetres del sistema crítics que determinen l'eficiència del procés d'osmosi inversa en desalcoholització de vins són bàsicament 3; pressió, temperatura i flux:

Pressió de Treball: Típicament entre 35-70 bar per a aplicacions en vins, amb la possibilitat d'utilitzar pressions més elevades per a reduccions alcohòliques majors. La pressió òptima depèn de la composició del vi i el grau de desalcoholització desitjat.

Temperatura: Operació entre 10-20°C per tal de minimitzar la degradació tèrmica de compostos termolàbils. Temperatures inferiors redueixen el flux però milloren l'eficiència de la membrana.

Flux de permeat: Varia entre 100 i 2800 l/h·m² segons la configuració del sistema i les condicions operacionals. El flux no és constant, decreix amb el temps d'operació per acumulació de compostos en la membrana (colmatació).

La següent taula reflecteix els paràmetres típics de treball dels sistemes d'osmosi inversa.

Paràmetre	Rang Típic	Unitats
Cabal de permeat	100-2800	L/h
Pressió operacional	35-70	bar
Temperatura operacional	10-20	°C
Concentració instantània	40-70	%
Nombre de mòduls	1-24	unitats
Eficiència de rebuig* (selectivitat)	95-99	%

Processos i equipament

Descripció del Procés de Desalcoholització

El procés de desalcoholització per osmosi inversa es desenvolupa en diverses etapes seqüencials que garanteixen l'eficiència de la separació i la qualitat del producte final. El procés típic comprèn les següents fases:

Etapa de Pretractament: El vi inicial passa per un sistema de clarificació per eliminar la matèria en suspensió i, si n'hi hagués, el CO_2 dissolt. Aquest pretractament inclou unes fases de filtració; una filtració més grollera (300 µm) seguida de filtració fina (65 µm) per protegir les membranes d'osmosi inversa de les partícules més grans.

Ajust de pressió: El vi pretractat passa per un recipient equilibrador que estabilitza la pressió abans d'arribar a l'osmotitzador. Aquest pas és crucial per garantir un flux constant i evitar fluctuacions que puguin afectar la membrana.

Osmosi Inversa: En aquesta etapa central, el vi travessa la membrana semipermeable sota pressió controlada. El sistema separa el vi concentrat (retentat) del permeat, que conté principalment aigua, etanol i àcid acètic en proporcions variables segons les condicions operacionals.

Destil·lació del permeat: El permeat obtingut es sotmet a destil·lació per separar l'etanol de l'aigua i altres components. Aquesta destil·lació permet recuperar l'etanol concentrat (típicament 85-90% v/v) i obtenir un permeat aquós i desalcoholitzat que es reincorpora al vi original.

Reconstitució Final: El vi concentrat es barreja amb el permeat desalcoholitzat (composat bàsicament per aigua i altres molècules de mida petita) per obtenir el vi final amb el grau alcohòlic desitjat. Aquest pas requereix control rigorós per garantir la composició química i l'estructura organolèptica adequada.

Tot i que la principal aplicació es centra en el seu ús post-fermentatiu, tècnicament també es pot fer servir en les darreres etapes de la fase fermentativa, aplicada quan la densitat del most arriba a 1020 g/L, aquests sistemes han d'incloure un desbastat per reduir la matèria en suspensió i el CO2 dissolt abans de procedir a l'osmosi inversa. El departament de Desarrollo Rural, Industria, Empleo y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra ha impulsat un estudi on ha utilitzat aquesta tècnica en aquesta fase del procés productiu del vi.

Sistemes Comercials Disponibles

Els sistemes comercials d'osmosi inversa per a desalcoholització vinícola presenten diferents capacitats i configuracions segons les necessitats de producció:

Sistemes MOVIRO (Della Toffola): Equipats amb membranes espirals de diferents tipus per ultrafiltració, nanofiltració i osmosi inversa. Aquests sistemes, fabricats en acer inoxidable AISI 304-316L, ofereixen capacitats de 100 a 2800 L/h de permeat.



Sistemes Paetzold (Michael Paetzold): La gamma Alcoff® combina equipament d'osmosi inversa amb columnes posteriors de destil·lació del permeat per a operació contínua. Ofereixen tres gammes (OS Tech, OS Pro, OS Perf) per satisfer diferents necessitats tècniques i pressupostàries.

Sistemes Termofriger: Equipats amb bombes centrifugues en acer inoxidable AISI 304 i bombes de pressurització de pistó en AISI 316. Inclouen contenidors de membranes, sistemes de neteja automàtica i control PLC.



Sistemes Libero: La gamma libero wine es un sistema integral basat en osmosi inversa que utilitza un sistema de membranes de doble nucli i que incorpora una destil·lació posterior de la mescla d'alcohol i aigua. Guanyadors del premi



A banda de les empreses comercialitzadores d'equips de desalcoholització basats en membranes hi ha un conjunt d'empreses que ofereixen aquesta tecnologia en un model d'oferta de servei. En aquest sentit hi destaquen empreses com Michael Paetzold, empreses que ofereixen el servei de desalcoholització sovint en format mòbil, de manera que es pot desplaçar al celler un equip de desalcoholització.

D'entre els serveis ofertats en destaca ALTR des dels Estats Units, una start-up que ha desenvolupat un sistema de membranes des de zero plantejat exclusivament per aplicacions de desalcoholització de vins. Aquest desenvolupament s'ha fet conjuntament amb responsables d'enologia de cellers del Nappa Valley i someliers. Aquesta tecnologia es planteja des de la seva base tècnica per tal d'evitar l'efecte de concentració que es dona en els processos d'òsmosi inversa i assolir uns temps de processament baixos. En aquest moment l'empresa ofereix tecnologia centrada en la desalcoholització parcial i espera oferir serveis de desalcoholització total al llarg de 2026.

A banda de la tecnologia i el servei associat ALTR busca oferir un model innovador per a les empreses europees plantejant que realitzin enviament de vi base a l'engròs a les seves instal·lacions i ALTR assumeix tan la desalcoholització, com la posterior formulació, si s'escau, el seu embotellament i entrega a distribuïdors nord-americans de manera que es simplifica molt el model logístic i d'importació als EEUU per part d'empreses que hi vulguin comercialitzar referències desalcoholitzades.

Impacte en el vi

Efectes en la composició química

Com qualsevol tècnica de desalcoholització, hi ha uns impactes inherents a la retirada de l'etanol que es combinen amb els impactes de cada tècnica especifica que s'hi aplica. La desalcoholització per osmosi inversa produeix modificacions significatives i particulars en la composició química del vi, afectant tant components majoritaris com minoritaris. Les alteracions més rellevants són les següents:

Paràmetres físico-químics bàsics:

L'eliminació d'etanol i d'aigua (encara que aquesta es reincorpora posteriorment) genera un efecte significatiu de concentració dels components no volàtils, manifestant-se en increments de la densitat, extracte sec total i glicerina. Els estudis realitzats a Navarra documenten increments del contingut en glicerina de 6,7 a 8,3 g/L en vins desalcoholitzats fins a 4,5%. Simultàniament, s'observa un lleuger increment de l'acidesa total en el rang del 8% (de 4,6 a 5,0 g/L d'àcid tartàric) i una disminució del pH de fins a un 9% (de 3,39 a 3,36)

Compostos volàtils:

La tecnologia d'osmosi inversa afecta significativament la fracció aromàtica del vi. Estudis comparatius documenten pèrdues de β-damascenona del 35,54-61,98% en vins desalcoholitzats per osmosi inversa. Els èsters etílics experimenten reduccions proporcionals al grau de desalcoholització, amb pèrdues de fins a 20% per cada 2% vol d'etanol eliminat.

Els compostos més afectats inclouen:

- Acetat d'etil: reducció de 48 mg/l a 29 mg/L en desalcoholitzacions del 4,5%
- Alcohols superiors isoamílics: disminució de 212 mg/L a 159 mg/L
- Metanol: reducció progressiva de 49 mg/L a 32 mg/L

Components fenòlics:

Els polifenols i antocians mostren major estabilitat durant el procés d'osmosi inversa comparativament amb altres tècniques de desalcoholització. L'índex de Folin-Ciocalteu, que s'utilitza com a mesura global de la presència de compostos fenòlics, presenta reduccions lleus i progressives correlacionades amb el grau de desalcoholització, passant de 10,63 a 9,71 unitats en reduccions del 4,5%.

Àcids orgànics:

El contingut en àcids orgànics experimenta modificacions per efecte de concentració i possibles alteracions de l'equilibri químic. L'àcid màlic mostra una tendència a la reducció amb la desalcoholització (de 1,1 a 0,3 g/L en processos fermentatius), mentre que l'acidesa volàtil presenta increments lleus atribuïbles a la concentració i retorn de l'àcid acètic del permeat. En general aquests increments d'acidesa son més lleus que en d'altres tècniques de desalcoholització.

Efectes sensorials

L'impacte sensorial de la desalcoholització per osmosi inversa ha estat objecte de diversos estudis exhaustius que revelen modificacions complexes en el perfil organolèptic:

Percepció aromàtica:

La reducció del contingut alcohòlic modifica significativament la percepció aromàtica dels vins. La desalcoholització parcial (fins al 20% del contingut original) manté una composició aromàtica acceptable, mentre que reduccions superiors condueixen a alteracions evidents. Els aromes fruiters i florals es veuen més afectats per la pèrdua d'èsters responsables d'aquestes notes. A banda de la pròpia pèrdua dels compostos en el procés, cal tenir en compte que la pèrdua d'etanol i la conversió del vi en un medi més polar (en base aigua) redueix la volatilitat dels compostos.

Estructura i cos:

L'etanol contribueix significativament a la percepció de cos, dolçor i estructura del vi. La seva reducció comporta a una percepció augmentada d'acidesa i astringència, especialment en vins negres on els tanins juguen un paper crític. L'increment de glicerina i extracte sec pot compensar parcialment aquesta pèrdua d'estructura, especialment en vins negres.

Equilibri gustatiu:

La desalcoholització altera l'equilibri entre dolçor, acidesa i amargor. Vins amb contingut alcohòlic reduït presenten una major percepció d'acidesa i astringència, disminuint la sensació de rodonesa en boca. Aquest efecte és més pronunciat en reduccions superiors al 20% del contingut alcohòlic original.

Estudis de tast i acceptació

Els estudis de tast realitzats amb professionals i consumidors revelen patrons consistents en l'acceptació dels vins desalcoholitzats a través de:

Els tests binaris de preferència amb professionals utilitzant fitxa normalitzada de la OIV mostren que els vins testimoni i lleument desalcoholitzats (-1,5%) rebien puntuacions similars mentre que vins desalcoholitzats amb més intensitat (-3% i -4,5%) obtenien puntuacions significativament inferiors.

Les anàlisis estadístiques (ANOVA) confirmen l'absència de diferències significatives entre vins testimoni i desalcoholitzats lleugerament (al 1,5%) però evidencien diferències significatives ($p \leq 0,05$) respecte vins desalcoholitzats amb més intensitat. El percentatge de diferenciació més elevat s'observa en comparacions entre vi testimoni i vi desalcoholitzat fins al 4,5%, demostrant que l'impacte de la desalcoholització és clarament perceptible per al conjunt dels consumidors. Val a dir que aquestes anàlisi s'han realitzat utilitzant el mateix vi abans i després del procés, enlloc de referències dissenyades des de l'inici per ser desalcoholitzades.

Impacte en l'estabilitat

La reducció del contingut alcohòlic té impactes en múltiples aspectes de l'estabilitat del vi:

Estabilitat microbiològica:

L'etanol contribueix naturalment a l'estabilitat microbiològica del vi. La seva reducció incrementa el risc de contaminació per llevats i bacteris, generant desafiaments significatius per a l'estabilitat a llarg termini i la vida útil del producte. Això requereix mesures addicionals de conservació com l'augment de SO_2, altres tècniques d'estabilització del producte o bé l'ús de condicions d'emmagatzematge més estrictes. També suposa un repte nou per als processos d'envasat.

Estabilitat química:

La modificació de l'equilibri químic pel canvi en la concentració d'etanol pot afectar l'equilibri entre la formació i hidròlisi d'èsters. Aquest efecte contribueix a les pèrdues aromàtiques observades i pot continuar evolucionant durant l'emmagatzematge, degradant

Estabilitat Física:

Els canvis en la densitat i viscositat poden influir en la precipitació de compostos i l'estabilitat col·loidal del vi. L'increment de la concentració de sals i àcids orgànics pot modificar els equilibris de precipitació, especialment per l'àcid tartàric.

Avantatges i inconvenients

Avantatges de l'osmosi inversa:

Conservació de components no volàtils:

L'osmosi inversa presenta l'avantatge fonamental de conservar la majoria de components no volàtils del vi, incloent polifenols, antocians, àcids orgànics i minerals. Aquesta característica la diferencia favorablement de tècniques tèrmiques que poden degradar compostos termolàbils. Els estudis comparatius demostren que l'osmosi inversa té una capacitat de mantenir més fidelment la composició fenòlica original comparativament amb tècniques com la destil·lació al buit.

Operació a baixa temperatura:

El procés opera a temperatures ambientals (10-20°C), eliminant el risc de degradació tèrmica de compostos aromàtics i fenòlics. Aquesta característica és especialment rellevant per a la preservació de compostos altament termolàbils com terpens i èsters.

Control precís i senzill del grau alcohòlic:

L'osmosi inversa permet un control precís i fàcilment reproduïble del grau alcohòlic final. La tecnologia permet reduccions graduals i controlades, que poden anar des de reduccions lleugeres (0,5-1%) fins a una desalcoholització quasi total (<0,5% v/v).

Escalabilitat:

Els sistemes d'osmosi inversa són fàcilment escalables des d'aplicacions pilot fins a produccions industrials. La modularitat dels sistemes permet adaptar la capacitat a les necessitats específiques de cada celler.

Eficiència energètica relativa:

Comparativament amb tècniques de destil·lació, degut als seus principis l'osmosi inversa presenta generalment un menor consum energètic. El consum energètic principal es concentra en les bombes de pressurització, però no requereix els sistemes

Costos

Apriorísticament els sistemes basats en membranes presenten un avantatge competitiu en el seu cost, tan d'equipament com de

Inconvenients i limitacions

Pèrdua de compostos aromàtics:

L'inconvenient més significatiu de l'osmosi inversa és la pèrdua inevitable de compostos aromàtics volàtils. Aquesta pèrdua és proporcional al grau de desalcoholització i afecta especialment èsters responsables d'aromes afruitats. Certs estudis documenten pèrdues del 20% d'èsters per cada 2% de reducció alcohòlica.

Alteració de l'Equilibri Sensorial:

La reducció d'etanol modifica l'equilibri gustatiu, incrementant la percepció d'acidesa i astringència. Aquest efecte és especialment pronunciat en vins negres i pot requerir ajustos enològics complementaris.

Complexitat tecnològica:

Els sistemes d'osmosi inversa requereixen personal especialitzat per a la seva operació i manteniment. La tecnologia implica múltiples paràmetres de control i procediments de neteja especialitzats. Tot i que son més simples que altres tecnologies, suposen també una complexitat operativa afegida als cellers.

Inversió de capital relativament elevada:

Els sistemes comercials d'osmosi inversa poden arribar a representar inversions significatives, amb costos que oscil·len en un rang molt ampli, que van dels 50.000 i més d'1.000.000 d'euros segons la capacitat i configuració. Tot i que parteixen d'uns principis basats en elements econòmics els sistemes van agafant complexitat a mida que es busca més grau de desalcoholització, un temps de processat molt baix o bé una qualitat més elevada del resultat del procés.

Generació de subproductes:

El procés genera alcohol concentrat que requereix gestió específica com a subproducte, implicant aspectes de seguretat i aspectes administratius i fiscals. La destil·lació del permeat (etanol + aigua) també genera efluents que poden requerir tractaments posteriors.

Consum d'aigua:

Tot i que els sistemes més avançats d'osmosi poden recuperar un percentatge alt de l'aigua present en el vi a través de sistemes de diafiltració, els sistemes més bàsics requereixen aportacions significatives d'aigua per mantenir el volum constant. Això genera un consum d'aigua associat a l'ús d'aquestes tecnologies.

Colmatació de membranes:

L'acumulació de compostos en les membranes, coneguda com a colmatació o (fouling) redueix progressivament l'eficiència i requereix procediments de neteja freqüents. Aquesta limitació té un impacte en els costos operacionals i la disponibilitat del sistema.

CONCLUSIONS

L'anàlisi global de la tecnologia d'osmosi inversa aplicada a la desalcoholització de vins revela que és una tecnologia madura i versàtil amb capacitat per oferir solucions efectives per als reptes del sector vinculats a la reducció del grau alcohòlic dels vins. Les conclusions principals d'aquesta anàlisi es poden resumir en els següents aspectes:

L'osmosi inversa ha demostrat ser una tecnologia tècnicament viable per a la desalcoholització de vins, amb capacitat de reduir el contingut alcohòlic entre 0,5% i 4,5% volum mantenint característiques unes organolèptiques acceptables. La tecnologia és idònia per a la desalcoholització parcial, on ha mostrat que reduccions entre el 1-2% de grau alcohòlic no generen alteracions aromàtiques significatives. Els estudis comparatius confirmen que reduccions de fins al 20% del contingut alcohòlic original mantenen un rang d'acceptabilitat dels vins per part dels consumidors.

La tecnologia de membranes ha evolucionat significativament en els darrers anys, amb membranes tipus TLC que ofereixen selectivitats superiors al 99% i una resistència química adequada per a la matriu del vi.

L'impacte de l'osmosi inversa en la qualitat del vi presenta un equilibri complex i particular entre beneficis i limitacions. Els aspectes positius inclouen la conservació de components fenòlics, i àcids orgànics, així com una operació a baixes temperatures que evita la degradació tèrmica dels compostos més sensibles. Els paràmetres físico-químics bàsics experimenten modificacions per efecte, principalment, de la concentració per pèrdua de volum, amb increments en glicerina, extracte sec i acidesa total. No obstant, l'impacte aromàtic constitueix una limitació de la tècnica, amb pèrdues proporcionals al grau de desalcoholització que afecten especialment als èsters. Aquestes pèrdues, poden arribar a ser d'un 20% per cada 2% de reducció alcohòlica. L'equilibri sensorial també s'altera, amb un increment de la percepció d'acidesa i astringència que pot requerir ajustos enològics complementaris.

L'osmosi inversa es posiciona com una tècnica adequada en el panorama de tecnologies de desalcoholitzacions parcials ja que ofereix un equilibri adequat entre eficiència, qualitat i costos. Comparativament amb la destil·lació al buit, l'osmosi inversa pot conservar satisfactòriament el conjunt de compostos aromàtics amb costos inferiors. En l'estat de desenvolupament actual l'osmosi inversa no és, en general, una opció gaire idònia per les aplicacions de desalcoholització total, ja que requereix temps de processament força elevats que degraden molts dels components aromàtics i repercuteixen negativament en la qualitat del vi desalcoholitzat

Per a desalcoholització parcial, l'osmosi inversa emergeix com una tecnologia adequada, establint-se com una opció interessant per combatre els efectes del canvi climàtic en l'increment del grau alcohòlic . Per a desalcoholització total altres tecnologies, com la columna de cons rotatoris, poden oferir millors resultats però comporten inversions elevades, alts requeriments en espai i personal.

A nivell econòmic, les inversions requerides són significatives però inferiors a altres tecnologies de desalcoholització, posicionant-se com una de les aproximacions a la desalcoholització més econòmiques. Els factors crítics per a la viabilitat econòmica de l'adquisició d'aquests sistemes inclouen la utilització de capacitat dels sistemes (mínima del 60%), el posicionament comercial amb preus adequats i l'accés a mercats concrets per a aquest tipus de vins. El creixement projectat del mercat global de vins desalcoholitzats suggereix l'existència d'oportunitats comercials que poden justificar les inversions tecnològiques requerides. Segons el perfil i volum de vi a produir es poden definir els següents escenaris.

Cellers petits (<10.000 L/any): L'ús de serveis externs de desalcoholització resulta més viable econòmicament que la inversió en equipament propi. Les empreses que ofereixen sistemes desalcoholització mòbils ofereixen una gran flexibilitat sense inversió de capital ni complexitat operativa permanent a les instal·lacions del celler.

Cellers mitjans (10.000-100.000 L/any): L'osmosi inversa modular representa una opció viable que es pot afegir a sistemes ja presents de filtració. Cal garantir un ús suficient de la capacitat operativa i una estratègia comercial clara per als vins desalcoholitzats que generi un mercat que justifiqui la inversió realitzada en aquesta tecnologia.

Cellers grans (>100.000 L/any): La inversió en sistemes d'osmosi complets i complexos inversa pot estar plenament justificada, especialment en configuracions que permetin diversificació de productes. En aquest cas és essencial disposar d'una gran tracció comercial de les referències desalcoholitzades.

Per a desalcoholització lleugera (0,5-1,5% reducció) orientada a compensar efectes del canvi climàtic, l'osmosi inversa ofereix una de les millors relacions entre eficiència, qualitat i cost disponible actualment.

Les perspectives futures de l'osmosi inversa en desalcoholització de vins apunten cap a millores tecnològiques i d'integració enfocades a superar les limitacions actuals. El desenvolupament de membranes amb una major selectivitat per l'etanol i menor permeabilitat a compostos aromàtics pot reduir l'impacte organolèptic en els vins resultants i que aquesta tecnologia faci un salt cap a una eina competitiva desalcoholització . La integració amb altres tecnologies (pervaporació, destil·lació osmòtica) en sistemes híbrids ofereix possibilitats d'evolució de la tecnologia

La implementació de sistemes de control avançat amb intel·ligència artificial permetrà optimització de paràmetres operacionals en temps real, millorant l'eficiència i la consistència de qualitat. L'enfocament cap a la sostenibilitat, amb sistemes de recuperació energètica i reciclatge d'aigua, millorarà la viabilitat econòmica i ambiental de la tecnologia

L'osmosi inversa constitueix una tecnologia madura i viable per a la desalcoholització de vins, especialment adequada per a aplicacions de desalcoholització parcial on ofereix el millor equilibri entre eficiència tècnica, preservació de qualitat i viabilitat econòmica. Malgrat les limitacions en preservació aromàtica, la tecnologia representa una eina valuosa per adaptar la producció vinícola als reptes del canvi climàtic i les demandes canviants del mercat.

La implementació exitosa requereix planificació acurada que consideri l'objectiu específic de desalcoholització, el volum de producció, la capacitat d'inversió i l'estratègia comercial. Amb aquestes consideracions, l'osmosi inversa pot contribuir significativament a la competitivitat i sostenibilitat de la indústria vinícola contemporània, oferint solucions tecnològiques avançades per als reptes del segle XXI.

5.3.2 Tecnologies basades en destil·lació al buit

Introducció

La tecnologia de destil·lació al buit representa una de les metodologies més establertes i àmpliament utilitzades en la desalcoholització de vins, constituint una alternativa tècnicament madura i comercialment viable per a la reducció del contingut alcohòlic dels productes vitivinícoles. Aquesta tecnologia, desenvolupada inicialment per el comerciant de vins alemany Carl Jung el 1908, ha evolucionat significativament fins a convertir-se en el mètode més emprat per la indústria per a la producció en grans quantitats de vins desalcoholitzats, degut a les seva capacitat d'operar en grans volums i mantenir en gran mesura els elements volàtils i, per tant, les seves característiques organolèptiques.

La destil·lació al buit opera segons principis termodinàmics fonamentals que permeten la separació selectiva de l'etanol mitjançant la reducció de la pressió operacional, disminuint de manera significativa la temperatura d'ebullició dels components volàtils. Així doncs els sistemes apliquen un buit per baixar de manera dràstica la temperatura d'evaporació de l'etanol.

L'aplicació de la destil·lació al buit en la desalcoholització vinícola presenta avantatges distintius comparativament amb altres tecnologies, incloent la capacitat d'assolir reduccions alcohòliques completes (fins a <0,5% v/v) mantenint gran part de les característiques organolèptiques del vi original. La tecnologia permet operació a temperatures entre 25-40°C, significativament inferiors als 78°C requerits en destil·lació convencional, minimitzant així la degradació tèrmica de compostos aromàtics i altres components termolàbils (com poden ser els compostos fenòlics)

La regulació internacional, establerta per la Organització Internacional de la Vinya i el Vi (OIV) mitjançant la resolució OIV-OENO 394A-2012, reconeix la destil·lació al buit com una de les tècniques autoritzades per a la desalcoholització de vins. Aquesta normativa ha estat incorporada a la legislació europea, proporcionant un marc regulador sòlid per a la implementació comercial d'aquestes tecnologies.

Principis Físico-Químics Fonamentals

La destil·lació al buit constitueix un procés de separació termodinàmic basat en les diferències de volatilitat entre components químics sota condicions de pressió reduïda. El principi fonamental s'estableix en la relació de Clausius-Clapeyron, que descriu la dependència de la pressió de vapor respecte a la temperatura.

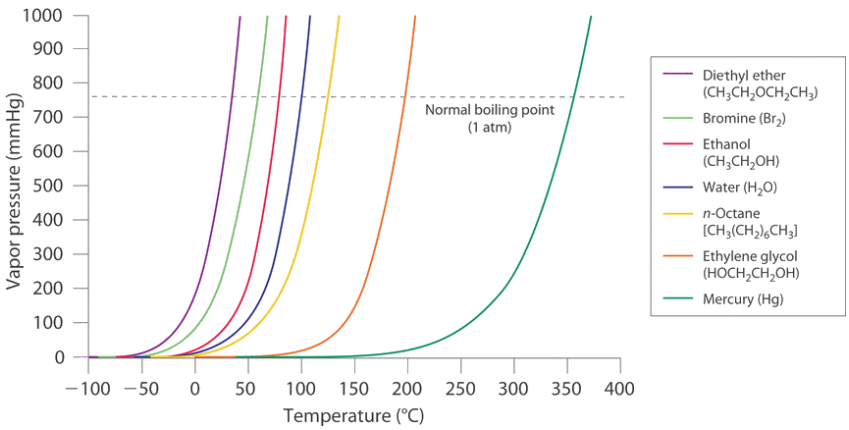


Figura 1 : La pressió de vapor de diversos líquids en funció de la temperatura. El punt en el que la pressió de vapor és equivalent a 1 atm la línia (puntejada) és el punt d'ebullició (CC BY-SA-NC 3.0; Anonymous)

La destil·lació al buit aprofita aquesta reducció del punt d'ebullició per separar l'etanol del vi a temperatures significativament inferiors del punt d'ebullició, preservant compostos termolàbils que es degradarien a temperatures elevades. El procés opera habitualment a pressions entre 50-150 mbar (entre un 0,5% i un 1,5% de la pressió atmosfèrica convencional), permetent temperatures de treball en el rang de 25-40°C segons l'aplicació específica.

Cal tenir en compte que a la matriu del vi hi ha una gran quantitat de components i que tots es veuen afectats per el buit generat en el procés. Els components principals que experimenten transport són:

- **Etanol:** Component objectiu amb elevada volatilitat relativa
- **Aigua:** Solvent principal amb menor volatilitat
- **Compostos aromàtics:** Molècules orgàniques complexes amb volatilitats variables
- **Àcids volàtils:** Principalment àcid acètic amb volatilitat intermèdia

La selectivitat de la separació depèn de la volatilitat relativa entre els components presents a la matriu:

Configuracions de Sistemes de Destil·lació

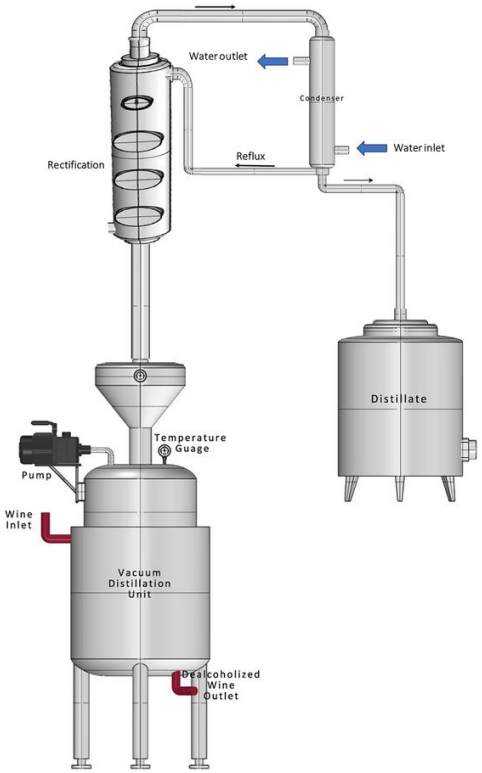
Els sistemes de destil·lació al buit per a desalcoholització vinícola presenten diverses configuracions segons l'aplicació específica i el grau de sofisticació tecnològica requerit.

Destil·lació Simple al Buit:

La configuració més bàsica consisteix en un dipòsit d'evaporació connectat a un condensador sota buit. El vi s'escalfa gradualment mentre el vapor generat es condensa, separant l'etanol de l'aigua i altres components. Aquesta configuració és adequada per a aplicacions de laboratori o produccions molt petites. Degut a la baixa relació entre superfície i volum, el temps de processament s'incrementa ràpidament en relació al volum a tractar

Destil·lació Fraccionada al Buit:

Incorpora una columna de fraccionament entre l'evaporador i el condensador, permetent múltiples etapes d'equilibri vapor-líquid. Aquesta configuració millora la selectivitat de separació i permet major control sobre la composició del destil·lat.



Sistemes de Rectificació Contínua:

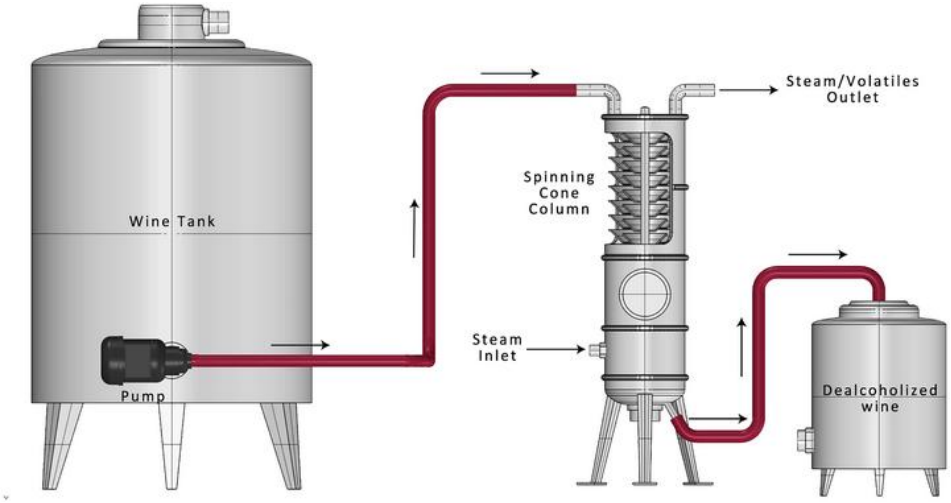
Utilitzen columnes de plats o empaquetament per assolir separacions d'alta eficiència en operació contínua. Aquests sistemes permeten processar volums elevats amb control un control de la composició del destil·lat i minimitzant el temps de processat.

Tecnologia de Columna de Cons Rotatoris (SCC):

És la base tecnològica utilitzada en una gran majoria de les aplicacions de desalcoholització aplicades a vins. Representa l'estat de l'art en destil·lació al buit per a aplicacions destinades al sector. Va néixer a la dècada de 1930, fruit de la recerca on calia aplicar processos que capaços d'oferir una gran zona d'intercanvi superficial i un temps de processament molt curt. Les aplicacions madures per alimentació i begudes daten dels anys 80 quan es va constituir Flavourtech amb l'objectiu de desenvolupar i comercialitzar aquesta tecnologia en diversos processos industrials que van des de l'obtenció d'aromes fins a la desalcoholització.

La SCC consta d'una columna vertical amb una sèrie d'elements cònics alterns (cons fixos a la paret i cons amb moviment rotatiu en un eix central). El líquid flueix cap avall formant una làmina molt prima sobre els cons rotatius per força centrifuga; alhora s'aplica un gas a contracorrent i sovint en condicions de buit parcial. Això provoca l'evaporació selectiva dels components més volàtils en temps molt curt (habitualment inferior als 30 segons). El conjunt format pel gas i els elements evaporats es pot condensar i recuperar. La combinació del baix temps de residència i les baixes temperatures busca minimitzar la degradació tèrmica de les molècules més sensibles. Es poden ajustar els paràmetres per tal que els elements evaporats siguin compostos aromàtics o etanol. De fet els sistemes més avançats aplicats a desalcoholització de vins realitzen el procés en dues etapes; en una primera columna s'ajusten els paràmetres per a maximitzar l'extracció aromàtica i posteriorment en una segona columna els paràmetres estan ajustats per maximitzar la retirada d'etanol. Al final es combina la fracció desalcoholitzada amb els aromes recuperats en

la primera columna de manera que s'obté un producte on la retirada de l'etanol ha estat força selectiva.



Paràmetres operacionals crítics

Els principals paràmetres operacionals que determinen l'eficiència i qualitat del procés de desalcoholització per destil·lació al buit son els següents:

Pressió de treball:

Típicament es troba entre 50-150 mbar per a aplicacions vinícoles. Pressions inferiors permeten temperatures més baixes però requereixen sistemes de buit més sofisticats, costosos i amb un consum energètic superior. La pressió òptima representa un compromís entre preservació de la qualitat i eficiència econòmica.

Temperatura de procés:

La desalcoholització de vins és una operació que s'aplica habitualment en un rang entre 25-40°C segons la pressió aplicada. Temperatures inferiors preserven millor els compostos aromàtics però redueixen les velocitats de transferència de massa. La temperatura es controla mitjançant l'ajust de la pressió i el subministrament de calor.

Temps de residència:

El temps de residència és un factor especialment rellevant per poder minimitzar la degradació tèrmica. Sistemes avançats com l'SCC assoleixen temps de residència de fins 20-30 segons, mentre que sistemes convencionals de destil·lació simple poden requerir minuts o fins i tot hores depenent del volum.

Relació de reflux:

En sistemes de rectificació, controla la puresa del destil·lat i l'eficiència de separació. Relacions elevades milloren la separació (de determinades fraccions o de la relació etanol-aigua) però incrementen el consum energètic.

Recuperació i Reintegració d'Aromes

Una característica distintiva dels sistemes avançats de destil·lació al buit basats en el SCC és la capacitat de recuperar compostos aromàtics i reintegrar-los posteriorment al vi desalcoholitzat. Aquest procés en tres fases constitueix un avenç tecnològic fonamental amb un

impacte significatiu en el perfil dels vins desalcoholitzats obtinguts. Les fases d'aquest procés son, en ordre cronològic, les següents:

Fase de recuperació d'aromes:

En la primera etapa, operant a temperatures de 28-30°C, es destil·len preferentment els compostos aromàtics més volàtils. Aquesta fracció, rica en èsters, terpens i altres molècules aromàtiques, es captura i posteriorment es condensa i conserva separadament.

Fase de desalcoholització:

En la segona etapa, a temperatures lleugerament superiors (35-40°C), s'extreu l'etanol del vi. El temps de residència curt minimitza la pèrdua addicional d'aromes durant aquesta fase.

Reintegració controlada:

La fracció aromàtica es reintegra al vi desalcoholitzat en unes proporcions i condicions controlades, amb l'objectiu de recuperar gran part del perfil aromàtic original. Aquest procés permet obtenir vins desalcoholitzats amb unes característiques sensorials més properes al producte original.

PROCESSOS I EQUIPAMENT

Sistemes convencionals de destil·lació al buit

Els sistemes convencionals de destil·lació al buit per a desalcoholització vinícola comprenen un rang de configuracions que van des d'equips d'escala de laboratori fins a instal·lacions industrials amb capacitats

Equips de Laboratori i Pilot:

Els sistemes de laboratori utilitzen típicament evaporadors rotatoris sota buit amb capacitats de 2 fins als 20 litres. Aquests equips, com els Hei-VAP Industrial Rotary Evaporators, operen a temperatures de 40°C i pressions de 50 mbar, assolint desalcoholitzacions completes en 2 hores per a volums de fins a 18 litres o d'entre 20 i 30 minuts per volums de 750 ml. La rotació del matràs (60 rpm típicament) busca millorar la transferència de calor i massa, accelerant el procés de separació.

Aquest és bàsicament la configuració present en l'opció comercial GIROVAP, destinada a restaurants amb un model d'arribada al consumidor innovadora; desalcoholitzar qualsevol referència present a la carta de vins d'un restaurant.



Sistemes semiindustrials:

Les unitats semiindustrials presenten capacitats entre 100-1000 L/h, utilitzant configuracions de destil·lació fraccionada amb columnes empaquetades o de plats. Aquests sistemes incorporen control automatitzat de temperatura, pressió i cabal, permetent una operació reproduïble i eficient. Permeten extreure conclusions sòlides sobre l'impacte en el vi de la tècnica de desalcoholització.

Instal·lacions industrials:

Els sistemes industrials poden processar més de 10.000 L/h, utilitzant configuracions de múltiples columnes amb sistemes integrats de recuperació energètica. Aquests sistemes requereixen inversions significatives, tant en l'equipament en si com en tots els requeriments associats pel que fa a l'espai, aigua, però al mateix temps ofereixen economies d'escala per a produccions elevades.

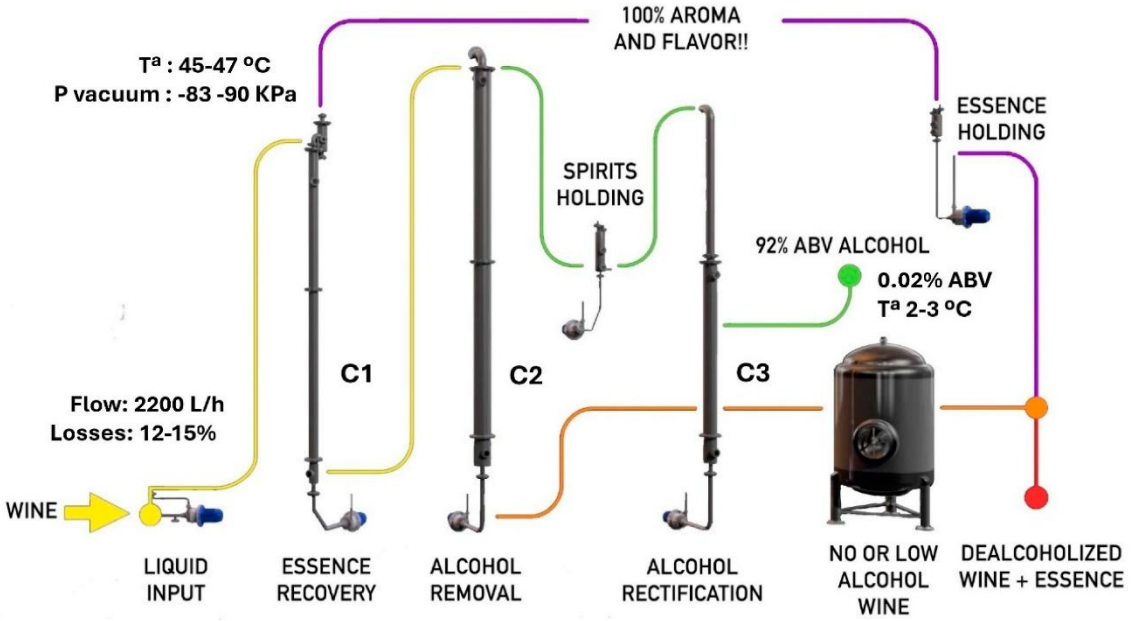
Les configuracions comercials associades a la tecnologia son diverses i pretenen oferir solucions a diversos nivells d'escalat. Agafant com a referència el catàleg de Flavoutech , podem veure com el sistema s'ofereix en tres nivells de magnitud, incloent dissenys a escales menors.

- **SCC 100:** Capacitat 25-115 L/h, adequada per R&D i produccions petites
- **SCC 1,000:** Capacitat fins 1,000 L/h per a produccions mitjanes
- **SCC 10,000:** Capacitat fins 10,000 L/h per a produccions industrials

Tecnologies Avançades i Emergents associades a la destil·lació al buit

Tecnologia GoLo:

Desenvolupada per ConeTech, la tecnologia GoLo constitueix una evolució de l'SCC tradicional, permetent una desalcoholització completa (<0,05% ABV) simplificant l'operativa de manera que integra els passos d'extracció d'aromes i retirada d'etanol. Aquesta tecnologia de destil·lació a molt baixa temperatura (VLTD) separa el vi en tres fraccions: alcohol, beguda desalcoholitzada i essència aromàtica. La reintegració controlada de la part aromàtica permet mantenir les característiques organolèptiques amb menor pèrdua de producte que altres mètodes.



Tecnologia Clearalc:

Desenvolupada per Tomsa i utilitzada per Bevzero, ClearAlc és una solució de destil·lació en buit d'un sol pas orientada a desalcoholització amb rectificació de la fracció alcohòlica: separa i fracciona la part aromàtica entre caps, centre i cues en un flux continu, permet reduir ABV fins a nivells molt baixos (fins 0,05%) i rectificar la puresa de la fracció alcohòlica; el plantejament de Clearalc busca maximitzar eficiència energètica i minimitzar pèrdues d'aroma mitjançant una alta capacitat de recuperació i reintegració selectiva de les fraccions aromàtiques.

Mentre Golo i Clearalc representen l'estat de l'art de l'evolució del model de SCC hi ha altres devenvolupaments que realitzen altres aproximacions que, basades en els principis de la destil·lació al buit, intenten fer una passa endavant en aquestes tecnologies.

Sistemes Híbrids membrana-destil·lació (pervaporació)

Alguns sistemes busquen la integració de tecnologies de membrana amb destil·lació al buit per optimitzar l'eficiència i qualitat combinant els punts forts d'ambdues tecnologies. Aquests sistemes utilitzen preconcentració per membranes seguida de destil·lació al buit per a la separació final, combinant els avantatges de cada tecnologia. Aquests sistemes es troben implementades en altres sectors on , per exemple, cal separar l'aigua de diversos solvents orgànics i estan en fase d'adaptació a una matriu com la del vi.

Destil·lació Assistida per Nitrogen:

Tecnologies emergents plantegen l'ús de nitrogen per assistir la destil·lació al buit, permetent una baixada significativa de la temperatura associada a la destil·lació al buit, operant a temperatures màximes de 26-28°C en atmosfera inert. Aquest enfocament minimitza l'oxidació i preserva compostos sensibles, encara que a costa d'una major complexitat operacional.

Requisits d'Instal·lació:

És important tenir en compte que els sistemes de destil·lació al buit requereixen instal·lacions altament especialitzades i complexes que representen un grau de complicació extra per al celler que es plantegi la seva instal·lació que inclouen:

- Sistemes de buit d'alta capacitat amb bombes d'anell líquid o rotatoris
- Sistemes de condensació
- Subministrament de gasos i sistemes de calefacció
- Sistemes de tractament d'efluents per gestió d'aigües residuals

Aquestes instal·lacions també comporten uns requisits de manteniment elevats i unes condicions de seguretat rigoroses derivades, principalment, del risc que suposen els sistemes generadors de buit. També cal tenir en compte que cal disposar d'operadors especialitzats i formats específicament en aquesta tecnologia.

Impacte en el vi

Efectes en la Composició Química

La destil·lació al buit, com totes les tecnologies de desalcoholització, produeix modificacions significatives en la composició química del vi, aquestes modificacions son particulars per a cada tecnologia aplicada. En aquest apartat es descriu les principals modificacions associades a

l'aplicació de tecnologies de buit i la seva comparació amb altres tecnologies de desalcoholització. Cal tenir en compte que en aquest cas s'uneix l'impacte propi de la tecnologia amb l'impacte de la retirada de l'etanol, que per si mateix ja genera uns canvis significatius en el vi.

Paràmetres Físico-Químics:

La destil·lació al buit genera un efecte de concentració dels components no volàtils més pronunciat que altres tecnologies. Estudis comparatius demostren que la destil·lació al buit incrementa significativament l'extracte sec total i l'acidesa total, mentre que aquestes característiques disminueixen en vins tractats amb tecnologies de membrana. Les concentracions de minerals també s'incrementen notablement, amb augments del 55-59% en magnesi, calci i potassi comparativament amb el vi original.

La concentració també afecta els sucres reductors, que experimenten increments significatius. Aquest efecte és particularment rellevant en vins amb sucres residuals, on la seva concentració pot alterar l'equilibri organolèptic del producte final.

Components Fenòlics:

La destil·lació al buit mostra un comportament propi respecte als compostos fenòlics. Estudis específics revelen que aquesta tecnologia produeix un increment significatiu dels polifenols totals, contrastant amb reduccions observades en altres mètodes. La intensitat colorant és considerablement major en vins tractats amb destil·lació al buit comparativament amb altres tecnologies.

En vins negres, la preservació d'antocians i tanins és generalment bona, amb el vi desalcoholitzat mantenint gran part del contingut fenòlic original. No obstant, l'efecte de la concentració d'aquests compostos per pèrdua de volum altera l'equilibri gustatiu, incrementant la percepció d'astringència. Aquest és un dels frens

Àcids Orgànics:

La destil·lació al buit afecta de manera específica els àcids orgànics. L'àcid tartàric experimenta increments per efecte de concentració, mentre que l'àcid màlic pot mostrar reduccions variables segons les condicions de procés. La concentració d'àcids orgànics contribueix a l'increment observat de l'acidesa total i la disminució del pH.

Es poden presentar pèrdues d'acidesa volàtil per arrossegament durant el procés de destil·lació, especialment quan s'optimitza el procés per minimitzar pèrdues d'àcid acètic.

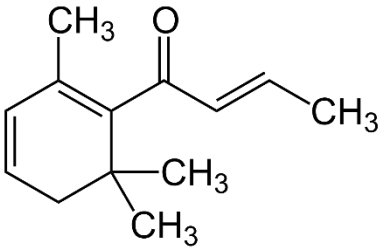
Impacte en Compostos Volàtils

L'efecte de la destil·lació al buit sobre compostos volàtils constitueix l'aspecte més crític d'aquesta tecnologia, impactant en la qualitat sensorial del producte final.

Pèrdues d'Èsters:

Els èsters, responsables dels aromes fruiters, son els compostos que experimenten pèrdues més significatives durant la destil·lació al buit. Estudis detallats documenten pèrdues del 74-99% d'èsters segons el compost específic. L'acetat d'etil, èster majoritari en vins, mostra pèrdues proporcionals al temps i intensitat del procés. Per aquest motiu les iteracions de la tecnologia com Go lo i clearalc es centren en augmentar el buit i minimitzar el tems de tractament. D'aquesta manera milloren la retenció de compostos com l'acetat d'etil.

Com a compost representatiu dels aromes associats a fruita, La β-damascenona, , experimenta pèrdues d'entre un 93,62-97,39% en vins desalcoholitzats per destil·lació al buit, significativament superiors a les observades amb osmosi inversa (35,54-61,98%).



Alcohols Superiors:

Els alcohols superiors (2-metilpropanol, 3-metilbutanol) mostren pèrdues moderades del 20-40% segons les condicions operacionals. Aquests compostos contribueixen a la complexitat aromàtica i la seva reducció pot simplificar el perfil sensorial del vi.

El 2-feniletanol, menys volàtil, presenta pèrdues inferiors (0,9-5,6%), com a mostra la selectivitat del procés segons la volatilitat dels compostos.

Aldehids i Compostos Carbonílics:

Els aldehids experimenten pèrdues elevades, amb reduccions del 60% per l'etanal i fins al 80% per altres aldehids. Aquestes pèrdues poden ser beneficioses si eliminen compostos responsables d'aromes desagradables, però també poden reduir la complexitat aromàtica.

Terpens i Norisoprenoides:

Els terpens i C13-norisoprenoides, responsables d'aromes florals i fruiters, mostren una sensibilitat variable a la destil·lació al buit. La preservació d'aquests compostos depèn críticament de les condicions operacionals, especialment temperatura i temps de residència.

4.3. Efectes Sensorials

L'impacte sensorial de la destil·lació al buit reflecteix els canvis químics descrits, manifestant-se en alteracions perceptibles en el perfil organolèptic dels vins desalcoholitzats.

Percepció aromàtica:

La reducció significativa de compostos volàtils es tradueix en una disminució de la intensitat aromàtica. Els aromes fruiters i florals, dependents d'èsters i terpens, es veuen especialment afectats. Els panells sensorials realitzats detecten pèrdues d'aromes fruiters i frescos, amb simplificació del perfil aromàtic.

En vins blancs, la pèrdua d'aromes primaris és particularment evident, mentre que en vins negres la preservació de compostos fenòlics pot compensar parcialment les pèrdues aromàtiques pròpies del procés d'extracció.

Equilibri organolèptic:

La destil·lació al buit altera significativament l'equilibri organolèptic a través de diversos mecanismes, les alteracions principals es llisten a continuació, gran part d'aquestes alteracions provenen de la pèrdua de volum de la retirada de l'acohol a:

- Increment de la percepció d'acidesa per la concentració d'àcids orgànics

- Reducció de la sensació de cos, rodonor i escalfor
- Augment de l'astringència en vins negres per concentració de tanins
- Increment de la percepció de dolçor per concentració de sucres residuals

Acceptabilitat del Consumidor:

Els panells de tast professionals identifiquen diferències significatives respecte als vins originals, especialment en aspectes d'intensitat aromàtica i equilibri organolèptic.

No obstant, l'addició de most concentrat o d'altres ingredients correctors pot millorar significativament l'acceptabilitat del vi tractat per part del consumidor, demostrant que les limitacions sensorials poden ser parcialment corregides amb formulació posterior del vi desalcoholitzat.

Estratègies de Millora Sensorial

La investigació actual se centra en estratègies per minimitzar l'impacte sensorial negatiu de la destil·lació al buit, aquestes es troben centrades principalment en tres àmbits. Uns estan relacionats amb els processos anteriors a l'aplicació de la tecnologia, uns en els paràmetres propis de la tecnologia i d'altres en la formulació del producte un cop ha passat per el procés de desalcoholització.

Processos anteriors a la desalcoholització:

Formulacions Enològiques Específiques:

El desenvolupament de vins destinats específicament a desalcoholització, amb perfils aromàtics intensificats i equilibris gustatius adaptats, representa una estratègia prometedora per optimitzar la qualitat i el perfil organolèptic final del producte. Plantejar el producte desalcoholitzat des de la vinya, tenint en compte les varietats de raïm més adequades degut al seu perfil aromàtic, seleccionant les eines enològiques i els processos per tal de generar el millor vi base destinat a la desalcoholització i interioritzant des del primer moment que el vi sofrirà aquest procés i les conseqüències implicades. Aquest enfocament redueix la necessitat d'utilitzar ingredients posteriors per millorar l'acceptabilitat del producte i és el present en productes desalcoholitzats posicionats en preus elevats (especialment a Alemanya) i una tendència en creixement en els darrers anys.

Recuperació i Reintegració d'Aromes:

Els sistemes avançats incorporen tecnologies específiques per recuperar compostos aromàtics abans de la desalcoholització principal. Aquesta fracció aromàtica, capturada a temperatures més baixes, es reintegra posteriorment al vi desalcoholitzat, amb l'objectiu de recuperar al màxim possible de compostos aromàtics. En aquesta direcció s'han desenvolupat les darreres iteracions tecnològiques associades a la destil·lació al buit.

Processos propis del procés de desalcoholització:

Optimització de Paràmetres Operacionals:

Les modificacions dels paràmetres de treball (pressió i temperatura) permeten optimitzar la retenció de determinats compostos. Aquesta optimització és particular per a grups particulars de compostos. L'augment del buit aplicable permet baixar la temperatura i millorar la retenció d'èsters, mentre que pressions de 150 mbar incrementen l'eliminació d'alcohols superiors i

aldehids. Aquest ajust de diversos paràmetres operatius amb l'objectiu de retenir diverses fraccions permet adaptar el procés al perfil sensorial desitjat.

Formulació posterior dels productes:

En aquesta direcció hi ha diverses estratègies que van des de no afegir cap ingredient acceptant les característiques resultants del procés fins a l'addició d' ingredients orientats a recuperar característiques sensorials del vi previ a la seva desalcoholització. Això implica objectius en la recuperació de cos, disminució de la sensació l'acidesa, etc. La tendència ha estat cada cop a reduir els ingredients tècnics i manipular menys el perfil del vi resultant. Un dels ingredients més emprats és el most concentrat de raïm com un element eficaç per tal de corregir l'equilibri organolèptic del vi desalcoholitzat. Proporciona dolçor natural que equilibra l'acidesa incrementada, millorant l'harmonia gustativa del producte final. Sovint s'utilitza el mateix most que s'ha utilitzat prèviament en la fase de fermentació del vi per alineament aromàtic. També és habitual (depenent de les condicions d'elaboració i envasat) l'ús de conservants per mantenir l'estabilitat del vi, ja que amb la reducció d'etanol es perd un element clau per a l'estabilitat microbiològica del producte. La selecció dels conservants ha de tenir en compte el pH del producte, el contingut de sucres residuals, les condicions d'emmagatzematge i els requisits regulatoris del mercat on es destina. Els conservants més efectius i àmpliament utilitzats són el SO_2 (en línia amb la resta de productes vinícoles), el sorbat de potassi (E-202) i el dimetil dicarbonat o DMDC conegut comercialment com Velcorin, sovint en combinació amb àcid ascòrbic com antioxidant.

És important destacar que, a diferencia dels vins convencionals, la regulació obliga a proporcionar directament en l'etiqueta tots els ingredients presents en el vi. Així doncs, aquest element extra de transparència envers al consumidor fa que sigui rellevant aquesta selecció d' ingredients tècnics a incorporar.

Avantatges i inconvenients

Avantatges de la destil·lació al buit

Desalcoholització completa i eficient:

La destil·lació al buit ofereix la capacitat única d'assolir una desalcoholització completa amb continguts alcohòlics finals inferiors a 0,05% v/v. Aquesta capacitat supera les limitacions d'altres tecnologies com l'osmosi inversa, que típicament assoleix reduccions màximes d'entre el 4-5% per cicle i exigeix un gran nombre de cicles per assolir desalcoholitzacions elevades. La tecnologies GoLo i clearalc, en particular, permeten la desalcoholització total en una sola passada, simplificant i permetent una optimització dels procés de desalcoholització respecte la SCC convencional.

Temps de procés curt:

Els sistemes SCC més avançats assoleixen temps de residència extremadament curts (de fins a 20-30 segons), minimitzant l'exposició tèrmica i la potencial oxidació de determinats compostos. Aquesta característica és especialment important per preservar compostos sensibles tan al calor com a l'oxigen i és, en part, responsable de la actual superioritat respecte als sistemes de membrana al assolir una desalcoholització total en temps de processat baix.

Àmplia escalabilitat:

La tecnologia presenta una gran escalabilitat que va des d'aplicacions de laboratori (25-115 L/h) fins a instal·lacions industrials (>10.000 L/h). Al ser la base tecnològica actual per a la desalcoholització total de vins, hi ha un desenvolupament que abarca diverses magnituds i que permet adaptar la tecnologia a diferents entorns i necessitats en volum, qualitat i diferents característiques dels vins base.

Recuperació de subproductes valuosos:

La destil·lació al buit permet la recuperació d'alcohol concentrat (fins a 85-90%) que pot ser valoritzat com a subproducte o utilitzat. Cal tenir en compte que aquest procés genera unes obligacions a nivell fiscals que cal atendre i gestionar. Addicionalment, sistemes avançats permeten la recuperació selectiva d'aromes amb l'opció d'utilitzar-los posteriorment com a extractes aromàtics en altres productes o bé comercialitzar-los.

Precisió en el control de procés:

La tecnologia permet control precís de múltiples paràmetres (temperatura, pressió, cabal de gas), facilitant l'optimització del procés per a diferents objectius. Aquesta precisió permet adaptar les condicions per minimitzar pèrdues específiques o maximitzar la qualitat sensorial.

Inconvenients i Limitacions

Pèrdues significatives de certs compostos aromàtics:

El principal inconvenient de la destil·lació al buit són les pèrdues substancials de compostos volàtils responsables de determinats aromes. Les pèrdues de β-damascenona, com a representant dels aromes fruiters, d'entre un 93 i un 97% i d'èsters en el rang entre el 74 i el 99% representen una limitació que impacta en la qualitat sensorial del producte final.

Alteració de l'equilibri gustatiu:

La concentració de components no volàtils altera significativament l'equilibri gustatiu. L'increment d'acidesa, astringència i possible amargor requereix correccions enològiques que poden complicar el procés productiu i incrementar costos. Aquesta limitació no és exclusiva de la tecnologia de destil·lació al buit sinó que és una conseqüència directa de la pèrdua de volum derivada de la retirada de l'etanol.

Complexitat tecnològica i operacional:

Els sistemes de destil·lació al buit, especialment les configuracions avançades com SCC, presenten una complexitat tecnològica considerable. Aquesta complexitat requereix personal especialitzat àmpliament format en la tecnologia, manteniment específic i exhaustiu i pot incrementar el risc d'avaries operacionals.

Inversió de capital elevada:

Els sistemes comercials requereixen inversions elevades, amb preus que comencen als 400.000 € per sistemes SCC petits i superen el milió d'euros per instal·lacions completes. A banda dels sistema de desalcoholització en si cal tenir en compte que requereixen sistemes de generació de buit, gestió de gasos i elevats requisits d'espai, de subministrament energètic i de personal capacitat en aquestes tècniques. També cal comptar amb el processament posterior

Consum energètic consideració:

La destil·lació al buit, encara que més eficient que la destil·lació convencional, requereix subministrament de calor i energia per sistemes de buit. El consum energètic és superior a les tecnologies basades en membranes com la nanofiltració o osmosi inversa.

Generació d'efluents:
El procés genera aigües de condensació i altres efluents que requereixen tractament abans de l'abocament. Aquesta generació d'efluents pot representar costos addicionals i complicacions en gestió ambiental afegides a les derivades de la producció d'alcohol d'alta graduació (seguretat, fiscalitat, etc...)

Limitacions per volums petits:
Per a produccions petites, la inversió en equipament propi pot no ser econòmicament viable, forçant el recurs a serveis externs que poden incrementar costos unitaris i reduir el control sobre el procés.

Comparació amb Altres Tecnologies

Destil·lació al Buit vs. Osmosi Inversa:

Com a tecnologia de referència en les tecnologies de desalcoholització basades en membrana es selecciona l'osmosi inversa per a comparar-la

La comparació directa entre aquestes dues tecnologies revela avantatges i inconvenients específics per a cada tecnologia:

Aspecte	**Destil·lació al Buit**	**Osmosi Inversa**
Reducció alcohòlica màxima	<0,05% v/v	1-4% v/v
Pèrdua de β-damascenona	93,62-97,39%	35,54-61,98%
Efecte sobre polifenols	Increment significatiu	Conservació
Intensitat de color	Major (+0,96)	Menor impacte
Inversió inicial	>800.000 USD	50.000-1M€
Complexitat operacional	Alta	Moderada

GRAU D'IMPLANTACIÓ I COMPARACIÓ AMB ALTRES TÈCNIQUES

Estat Actual de la Implantació

La destil·lació al buit presenta un grau d'implantació significatiu en la indústria vinícola global, consolidant-se com la tecnologia estàndard per a desalcoholització completa i una opció establerta per a reduccions parcials.

Implantació a Nord-amèrica:

Nord-Amèrica lidera la implementació de tecnologies de destil·lació al buit, amb més de 600 productors de la costa oest dels Estats Units utilitzant tecnologia SCC per ajust alcohòlic. Aquesta adopció massiva reflecteix tant la necessitat de gestionar graduacions elevades derivades del clima càlid com la disponibilitat de tecnologia i serveis especialitzats.

ConeTech, empresa pionera en la tecnologia, ha estat instrumental en aquesta adopció, oferint tant equipament com serveis de desalcoholització. L'empresa BevZero, amb instal·lacions a Califòrnia, ha experimentat un creixement de producció de 500.000 a gairebé 7 milions de litres en un període de vuit anys, evidenciant el creixement de la demanda.

Implantació a Europa:

Europa presenta una adopció més heterogènia, amb diferències significatives entre països. Alemanya ha estat particularment activa, liderant iniciatives regulatòries per autoritzar la destil·lació al buit en vins ecològics i tècniques en l'aproximació global al vi desalcoholitzat des de la vinya. L'aprovació recent de la normativa europea autoritzant la destil·lació al buit per a vins ecològics representa un avenç significatiu per a la implantació. Bevzero i Desalco ofereixen serveis de desalcoholització a Espanya basats en aquesta tecnologia. Recentment el grup família Torres i Eisberg han anunciat una ampliació significativa de les seves instal·lacions destinades a la producció de referències desalcoholitzades, en línia amb el creixement del mercat d'aquests productes.

Implantació a Altres Regions:

Austràlia, país d'origen de la tecnologia SCC desenvolupada per Flavourtech, manté una posició de lideratge tecnològic amb un grau d'implementació significativa. L'empresa exporta tecnologia de desalcoholització a més de 60 països, evidenciant l'adopció global de les seves solucions tecnològiques.

Sud-àfrica presenta una implantació emergent, amb BevZero establint instal·lacions a Wellington, sent indicatiu l'expansió cap a regions vinícoles emergents.

PROVEÏDORS DE SISTEMES I SERVEIS

Proveïdors d'Equipament Principal

El mercat de sistemes de destil·lació al buit per a desalcoholització vinícola està dominat per diversos proveïdors especialitzats que ofereixen diverses tecnologies adaptades a diferents necessitats que van des de sistemes bàsics fins a solucions d'alta tecnologia.

Flavourtech Pty Ltd (Austràlia):

Flavourtech és un dels desenvolupadors originals de la tecnologia i un referent a nivell mundial en l'aplicació del SCC. Establerta el 1987 i amb seu a Austràlia, l'empresa exporta a més de 60 països amb una xarxa global d'oficines, distribuïdors i agents. Pel que fa als sistemes de desalcoholització basats en SCC ofereixen tres nivells d'escalat:

- **SCC 100:** Capacitat 25-115 L/h, ideal per R&D i produccions petites. Preu aproximat des de 400.000 USD
- **SCC 1,000:** Capacitat fins 1,000 L/h per produccions mitjanes
- **SCC 10,000:** Capacitat fins 10,000 L/h per instal·lacions industrials

Els sistemes Flavourtech es caracteritzen per un temps de residència de 20-30 segons, construcció en acer inoxidable per superfícies en contacte amb producte, i mecanismes de control i automatització avançats.

ConeTech (Estats Units):

ConeTech, empresa pionera en l'aplicació de la tecnologia SCC, s'ha especialitzat en iteraccions avançades d'aquesta tecnologia com GoLo. Ubicada a Santa Rosa, Califòrnia, ofereix sistemes de destil·lació de capa fina de líquid al buit amb enfocament en aplicacions vinícoles. La tecnologia GoLo permet desalcoholització completa en una sola passada a temperatures màximes de 48°C

aplicades un cop ja s'han recuperat els aromes en una fase prèvia amb un plantejament més suau

Alfa Laval (Suècia/Global):

Alfa Laval ofereix mòduls de desalcoholització basats en tecnologia de stripping al buit. Els sistemes presenten capacitats que van des dels 3 fins als 100 hL/h, calcualdes amb reducció d'ABV del 14% a <0,05%.

Característiques distintives inclouen:

- Procés en una sola passada amb temps de residència 5-8 minuts
- Temperatura de procés <45°C
- Cost operacional <4 EUR/hL
- No requereix zones ATEX per operar amb condensat <25% ABV

Proveïdors d'equipament especialitzat

Maleta cyclic distillation (Internacional):

Maleta ofereix sistemes de destil·lació cíclica basats en columnes coaxials per destil·lació al buit. Els sistemes utilitzen rectificació al buit contínua per eliminació suau d'alcohol, amb avantatges que inclouen:

- Eliminació d'alcohol amb pèrdua mínima d'aroma
- Tecnologia de baixa temperatura al buit
- Estalvi energètic fins al 30%
- Desalcoholització final <0,1% alcohol
- Capacitats de 200 a diversos milers de litres per hora

Eresson (Vietnam):

Eresson ofereix unitats de destil·lació al buit amb intercanviadors de calor tubulars i de plaques. Els sistemes presenten temperatura de ebullició baixa (55-60°C), sistema de control automàtic compacte i integrat, i capacitat per separar productes no desitjats durant la fase de destil·lació

Grupo PHI (Espanya):

Grupo PHI ofereix desalcoholitzadors al buit en fred que poden operar a temperatures de 25°C. El sistema assegura una ràpida destil·lació del vi amb extracció d'alcohol amb unes graduacions obtingudes de fins al 50-60°. La desalcoholització pot arribar a valors de 0,15-0,25° d'etanol residual.

Proveïdors de Serveis Externs

BevZero (Internacional):

BevZero és el líder global en serveis de desalcoholització amb instal·lacions a Califòrnia, Espanya i Sud-àfrica. L'empresa ofereix serveis complets utilitzant destil·lació al buit per pel·lícula prima, amb capacitat de processar fins a 3.785 litres/ hores. Característiques del servei:

- Temperatures màximes de 48°C (118°F)
- Temps de residència mínim

- Sense addició d'aigua en el procés
- Capacitat per processar tots els tipus de vins, incloent fermentadors i vins amb CO_2 dissolt

BevZero ha experimentat un creixement de producció de 500.000 a gairebé 7 milions de litres en vuit anys, evidenciant la demanda creixent del model de la desalcoholització com un servei.

Serveis Regionals Especialitzats:

Diversos proveïdors regionals (com Desalco a Requena) ofereixen serveis de desalcoholització utilitzant equipament punter. Aquests serveis són especialment rellevants per a cellers petits i mitjans que no poden justificar la gran inversió en equipament propi. Aquest model permet realitzar tirades curtes de producció

Proveïdors de Components i Sistemes Auxiliars

En els sistemes de desalcoholització basats en destil·lació al buit, els elements auxiliars no són només components de suport: determinen la seguretat, tenen un paper important en la qualitat final del producte i en l'eficiència energètica de tot el procés. Un sistema de buit potent i ben dimensionat és imprescindible perquè la destil·lació es pugui fer a temperatures baixes, evitant danyar components volàtils fonamentals en el vi. Això implica sovint l'ús de bombes d'anell líquid reforçades o conjunts de bombes en cascada que garanteixin pressions molt baixes (de pocs mbar a desenes de mbar, segons configuració) i una capacitat de tractar el vapor i els condensats amb fiabilitat. En projectes industrials és habitual recórrer a proveïdors especialitzats (per exemple, Wintek Corporation o Marpa vacuum) que subministren equips adaptats per a processos alimentaris i amb materials i segells apropiats per a un líquid àcid com el del vi.

Al costat dels equips de buit hi ha la instrumentació de buit: sensors capaços de mesurar en rangs baixos, vàlvules d'aïllament ràpid, trapes, trampes fredes i sistemes de drenatge de condensats per a una correcta gestió de l'aigua i l'etanol extrets. També és freqüent incloure bombes de suport o sistemes redundants per garantir temps productius elevats i facilitar les operacions de manteniment sense aturar la línia.

Els intercanviadors de calor i condensadors formen un altre bloc funcional clau. Per a aplicacions vinícoles s'escullen solucions que combinen alta eficiència tèrmica amb un disseny higiènic i de fàcil manteniment: intercanviadors de plaques o carcassa amb juntes i materials compatibles amb productes amb ph àcids i amb uns protocols de neteja adequats. La freqüència de neteja i la facilitat de desmuntatge han de ser considerades des del disseny, ja que les aplicacions vinícoles poden requerir rentats freqüents per evitar sedimentacions i proliferació microbiològica. Els condensadors poden ser refrigerats amb aigua, glicol o amb sistemes d'intercanvi amb recuperació d'energia, depenent de l'estratègia energètica del conjunt de la instal·lació.

El sistema de control és el cervell que integra tot això amb la garantia de traçabilitat i seguretat. PLCs industrials i HMI comercials (per exemple, solucions de fabricants reconeguts com Siemens) s'utilitzen per gestionar receptes de desalcoholització, control de temperatures, pressions i fluxos en temps real, regulació PID de bombes i vàlvules, i registre automàtic d'alarmes i dades de procés. Les interconnexions modernes (OPC UA, Profinet, Ethernet/IP) faciliten la connexió amb SCADA corporatiu, l'emmagatzematge d'arxius i la integració de sistemes per complir amb requisits de traçabilitat i qualitat.

Pel que fa a la xarxa de canonades i components higiènics, cal dissenyar amb materials i acabats que minimitzin zones mortes i facilitin l'eficiència: canonades en acer inoxidable , corbes amb radi adequat, vàlvules asèptiques i l'ús de sensors de flux i temperatura en línia. Els materials han d'escollir-se tenint en compte compatibilitat amb productes alimentaris i els agents de neteja; moltes instal·lacions opten per materials com PTFE per al segellat en àrees crítiques de les instal·lacions.

La seguretat i la gestió dels riscos exigeixen proteccions específiques: detecció i protecció contra sobrepressió i sota pressió, sistemes d'arrencada/aturada segurs, alarmes de fuites i protocols de tancament d'emergència. A més, el maneig de condensats alcohòlics i dels residus requereix solucions per al seu emmagatzematge i disposició, ajustant-se a la normativa ambiental i a criteris de prevenció d'incendis quan sigui necessari.

Anàlisi del Mercat de Proveïdors

El mercat de sistemes de desalcoholització presenta una concentració significativa en pocs refererents capaços de desenvolupar i comercialitzar tecnologia d'alt valor, amb Flavourtech dominant el segment SCC i ConeTech amb un posicionament d'empresa innovadora. Aquesta concentració de proveïdors és resultat de les barreres d'entrada (de coneixement i recursos econòmics) per al desenvolupament de tecnologies de destil·lació al buit avançades. Geogràficament els principals proveïdors es concentren en països amb indústries vinícoles desenvolupades (Austràlia, Estats Units, Europa), però busquen oferir cobertura global mitjançant extenses xarxes de distribució. Aquesta distribució facilita l'accés a tecnologia però pot limitar el suport tècnic local en regions emergents.

Estratègies Comercials:

Comercialment, els proveïdors adopten estratègies diverses que van des de l'oferta d'equipament pura, exemplificada per Flavourtech, a complementar l'oferta d'equipament amb una oferta de servei, aquest és l'origen de la connexió entre Conetech i Bevzero. Alfa Laval

El mercat experimenta tendències de consolidació de proveïdors, amb grans corporacions adquirint tecnologies especialitzades per ampliar i reforçar portfolis. Aquesta consolidació pot millorar l'accés a tecnologia però també té el risc d'incrementar la concentració de mercat.

Innovació i Desenvolupament:

La inversió continuada en R&D per part dels proveïdors principals indica una evolució tecnològica força activa d'aquesta tecnologia. La innovació en aquest camp es centra en els següents reptes dels sistemes;

- Simplificació operativa:

  La desalcoholització mitjançant SCC amb millors resultats es dona en sistemes amb diverses etapes. Les primeres estan centrades en la recuperació d'aromes i van associades a condicions més suaus. Les etapes posteriors solen ser més agressives i estan enfocades a l'eliminació de l'etanol del vi. Això requereix una adaptació precisa de molts paràmetres per tal de poder obtenir els resultats esperats. La simplificació operativa d'aquestes instal·lacions complexes son un vector clar d'innovació

- Recuperació d'aromes:

Aquest ha estat un dels camps on s'ha realitzat una innovació més intensa en aquesta tecnologia i la que ha permès el salt de qualitat organolèptica que han tingut aquestes referències. Recuperats en una fase inicial del procés, aquests aromes

- Eficiència energètica:

  Un dels eixos d'innovació ha estat l'eficiència d'un procés que necessita moviment continuat, buit, bombeig i generació i control de la temperatura. Conscient que l'aspecte de sostenibilitat és un dels "pain points" d'aquests processos

Les darreres iteracions, com la tecnologia GoLo o Clearalc, son exemples de l'avenç d'aquesta tecnologia en aquestes tres àrees en aquestes àrees.

ANÀLISI DE VIABILITAT ECONÒMICA

Costos d'Inversió Inicial

L'anàlisi de viabilitat econòmica dels sistemes de destil·lació al buit per a desalcoholització vinícola revela una estructura de costos significativament diferent d'altres tecnologies, caracteritzada per inversions inicials elevades tan en maquinaria com en elements tangencials (formulació, pèrdua de volum, sistemes auxiliars, personal, etc) però pot dotar als cellers d'un avantatge estratègic clau si s'aposta per aquest segment de mercat i aquest consolida o accelera el seu creixement.

Sistemes d'Entrada (SCC 100):

Els sistemes de menor capacitat, com el Flavourtech SCC 100 amb capacitat de 25-115 L/h, tenen un preu inicial de poc més de 400.000 USD. Aquests sistemes són adequats per a cellers mitjans, desenvolupament de projectes d' R&D o aplicacions pilot. La inversió inclou la columna principal, sistemes auxiliars i instal·lació bàsica, però exclou construcció especialitzada i sistemes perifèrics. És complicat que puguin resultar competitius en cost respecte a la prestació de serveis que s'ofereix actualment, però poden ser interessants per qui vulgui desenvolupar aproximacions o solucions pròpies.

Sistemes de Producció Mitjana (SCC 1,000):

Els sistemes amb capacitats de fins a 1,000 L/h representen inversions substancialment superiors, típicament entre 800.000-1.500.000 USD segons configuració i especificacions. Aquests sistemes requereixen instal·lacions més complexes i sistemes auxiliars d'major capacitat.

Sistemes Industrials (SCC 10,000):

Les instal·lacions industrials amb capacitats de fins a 10,000 L/h poden requerir inversions de 2-5 milions d'€ o més. Aquestes inversions inclouen múltiples columnes, sistemes de recuperació energètica i instal·lacions especialitzades completes. També cal Els costos d'instal·lació i equips auxiliars poden representar fins a un 50-100% del cost del equip principal:

- Sistemes de buit d'alta capacitat: de 100.000-300.000 €
- Sistemes de condensació i refrigeració: de 150.000-400.000 €
- Instrumentació i control: de 50.000-150.000 €
- Instal·lació i posada en marxa: de 100.000-300.000 €
- Construcció especialitzada i serveis associats : de 200.000-800.000 €

Costos Operacionals

Els costos operacionals dels sistemes de destil·lació al buit presenten components específics que diferencien aquesta tecnologia d'alternatives com l'osmosi inversa.

Consum Energètic:

El consum energètic representa un component significatiu dels costos operacionals. Alfa Laval declara uns costos operacionals inferiors a 4 EUR/hL (uns 0,05 €/ ampolla) per als seus sistemes, mentre que altres estimacions suggereixen costos energètics de 660 Wh/kg d'evaporació per sistemes optimitzats.

Consum de gasos:

Els sistemes de destil·lació requereixen subministrament de vapor per al procés d'extracció (tant d'aromes com d'etanol)o stripping. El consum típic de vapor pot oscil·lar entre 1,5-3 kg vapor/L vi processat

Manteniment Especialitzat:

El manteniment de sistemes SCC requereix personal especialitzat i peces de recanvi específiques. Els costos anuals de manteniment poden representar entre un 3-8% de la inversió inicial, equivalent a 15.000-60.000 EUR anuals per sistemes mitjans.

Personal Operacional:
L'operació dels sistemes requereix personal amb formació específica. Encara que els sistemes moderns són altament automatitzats, la supervisió especialitzada pot representar costos laborals addicionals d'entre 50.000-100.000 EUR anuals per als sistemes de producció de més capacitat.

Anàlisi de Rendibilitat

L'anàlisi de rendibilitat dels sistemes de destil·lació al buit depèn críticament del model de negoci adoptat i la capacitat d'utilitzar la inversió de manera eficient.

Model de producció "in house"

Per a cellers que implementen sistemes per a producció pròpia, la rendibilitat depèn principalment de la capacitat de comercialitzar grans volums de vins desalcoholitzats a un preu superior al del vi original. Considerant una inversió de 2 milió EUR per un sistema de 1,000 L/h:

- Capacitat anual (operació 50% del temps): 4.380 hL (+580.000 ampolles)
- Cost de processat (energia + manteniment): 4-8 EUR/hL (0,06-0,11 per ampolla)
- Amortització a 20 anys: 23 EUR/hL (0,31€)
- Cost personal associat : 30.000 € anuals (0,05 € /ampolla)
- Cost total de desalcoholització: (0,42-0,47 €/ ampolla)

La viabilitat requereix un preu de venda que, com a mínim sigui de +0,75 € / ampolla per a vins desalcoholitzats comparat amb el vi original i poder vendre quasi 600.000 ampolles per any al llarg de 20 anys. Cal tenir en compte dos factors variables addicionals; un és el cost d'ingredients posteriors a aplicar (most, conservants, etc) així com tecnologia a aplicar derivada de l'increment de complexitat per mantenir l'estabilitat del producte un cop desalcoholitzat així com que la retirada d'alcohol produeix una merma de volum directament relacionada amb la graduació del vi original. Aquests factors poden encarir el cost de producció de manera significativa.

A banda d'aquest factor cal tenir en compte que, donat l'actual ritme de desenvolupament tecnològic en aquest camp (especialment en el desenvolupaments en membranes i pervaporació), pot resultar arriscat invertir en una tecnologia concreta que requereix grans períodes d'amortització en un mercat que, actualment, és encara petit en termes absoluts.

Model de Serveis Contractuals:

Els serveis contractuals presenten avantatges clars respecte BevZero, amb creixement de 500.000 a 7 milions de litres en vuit anys, aquest fet demostra la viabilitat i id d'aquest model de prestació de serveis. Els preus de servei contractual oscil·len entre 2-8 EUR/L segons volum i especificacions.

Recuperació de Subproductes:

La valorització d'alcohol recuperat pot contribuir a la rendibilitat de l'operació, tot i que planetja reptes administratius i fiscals considerables. L'alcohol concentrat (85-90%) pot utilitzar-se per la formulació d'altres referències com el brandy

CONCLUSIONS

L'anàlisi exhaustiu de la tecnologia de destil·lació al buit aplicada a la desalcoholització de vins revela una tecnologia madura i especialitzada que ofereix capacitats úniques per a aplicacions específiques dins la indústria vinícola contemporània. Les conclusions principals d'aquest estudi tècnic es poden estructurar en els següents aspectes fonamentals:

Viabilitat tècnica i capacitats distintives

La destil·lació al buit ha demostrat ser la única tecnologia comercialment viable capaç d'assolir desalcoholització completa amb continguts alcohòlics finals inferiors a 0,05% v/v. Aquesta capacitat distintiva posiciona la tecnologia com a eina indispensable per a la producció de vins desalcoholitzats.

Els fonaments físico-químics del procés estan ben establerts i permeten la separació d'etanol a temperatures d'entre 25 i 40°C, significativament inferiors als 78°C requerits en destil·lació convencional. Aquesta reducció de temperatura minimitza la degradació tèrmica, encara que no elimina completament les pèrdues de compostos volàtils.

La tecnologia SCC (Spinning Cone Column) representa la tecnologia més establerta per aquests processos l'estat de l'art en destil·lació al buit, amb temps de residència de només 20-30 segons i sistemes de recuperació aromàtica que permeten millorar la qualitat sensorial del producte final comparativament amb sistemes convencionals.

Impacte en la qualitat del vi

L'impacte de la destil·lació al buit en la qualitat del vi presenta un perfil complex amb avantatges i limitacions pròpies. Els aspectes positius inclouen la capacitat de concentrar components fenòlics (increment del 55-59% en minerals) i la preservació de compostos termolàbils gràcies a l'operació a baixa temperatura.

No obstant, l'impacte negatiu més significatiu és la pèrdua substancial de determinats compostos aromàtics volàtils, amb reduccions que poden arribar al 97% per a la β-damascenona i fins a un 99% per a èsters. Aquestes pèrdues superen significativament les observades amb tecnologies alternatives com l'osmosi inversa, representant una de les limitacions fonamental de la tecnologia.

L'alteració de l'equilibri gustatiu per concentració de components no volàtils pot requerir d'estratègies de correcció específiques, com l'addició de most o d'altres ingredients que poden millorar l'acceptabilitat sensorial però compliquen el procés productiu en els àmbits de la formulació i l'envasat.

Posicionament competitiu

La destil·lació al buit ocupa una posició específica en el panorama de tecnologies de desalcoholització, diferenciada clarament d'alternatives com l'osmosi inversa o nanofiltració. El seu ús preferencial en desalcoholitzacions totals és clar, amb un domini hegemònic respecte mentre que per a desalcoholització parcial competeix amb altres tecnologies que poden oferir certs avantatges.

Viabilitat econòmica

L'anàlisi econòmica revela que la destil·lació al buit presenta viabilitat sota condicions específiques d'aplicació. Les inversions requerides, sovint superiors al milió d'euros, són significativament superiors a d'altres tecnologies, però la capacitat única de producció de vins sense alcohol pot justificar aquestes inversions en empreses que, per una banda, tenen un mercat ampli per aquests productes i

El model de serveis contractuals ha demostrat la seva idoneïtat, mostrant creixements força sòlids en els darrers anys. Aquest model permet amortitzar inversions elevades servint múltiples clients, distribuint riscos i optimitzant utilització de capacitat de la tecnologia instal·lada. Això facilita que disposin de l'equipament amb els darrers avenços en aquesta tecnologia.

Per a cellers individuals, la viabilitat depèn críticament de:

- Volum de producció suficient (>5.000 hL/any de vins desalcoholitzats)
- Capacitat de comercialització amb preus adequats (per sobre del vi convencional)
- Accés a personal format, especialitzat i serveis de manteniment específics.

Apunts finals

La destil·lació al buit constitueix una tecnologia assentada, madura i extesa per a la desalcoholització de vins, amb una gran penetració en els mercats de. Malgrat les limitacions en la preservació d'una determinada part aromàtica i els costos elevats, la tecnologia ofereix capacitats úniques especialment en el camp dels vins amb -0.5º que, per ara, no poden ser assolides amb altres tecnologies. Aquestes capacitats es poden resumir en que actualment és la tecnologia capaç de desalcoholitzar vins pràcticament fins a la seva totalitat mantenint de la millor manera possible les característiques organolèptiques originals del vi.

6. ESCENARIS D'IMPLEMENTACIÓ

La necessitat d'incorporar solucions de desalcoholització en el catàleg estratègic d'un celler ja no és simplement una opció teòrica: la demanda creixent de fa que la capacitat de generar productes desalcoholitzats pugui ser un factor competitiu clau. Però aquest nou nínxol exigeix un diagnòstic precís i personalitzat: la decisió entre construir una capacitat pròpia, externalitzar a un operador especialitzat o promoure una infraestructura compartida implica incentius i riscos molt diferents. Per això s'ha optat per comparar tres escenaris operatius ben definits —in-house (capacitat pròpia), externalització (servei a plantes especialitzades) i infraestructura compartida regional— i per fer-ho sobre una base metodològica homogènia que permeti comparacions reals i viables per al sector català.

La selecció d'aquests tres escenaris obeeix a raons pràctiques i estratègiques. En primer lloc, representen les alternatives reals que es plantegen avui als productors: o bé integrar tecnologies al propi celler, o bé subcontratar el procés a empreses que ofereixen la desalcoholització com a servei, o, com a tercera opció, agrupar productors per desenvolupar economies d'escala a través d'una planta d'ús compartit. En segon lloc, aquests escenaris cobreixen la totalitat de la cadena de decisions estratègiques —des del control del procés i la propietat intel·lectual fins a la gestió fiscal i la valorització del subproducte (alcohol recuperat)— i per tant són els que ofereixen una panoràmica completa per a qualsevol operador que vulgui aproximar-se a la categoria. Finalment, la comparativa és especialment útil per a Catalunya: la comunitat presenta una concentració de productors molt heterogènia (micros, mitjans i grans cellers), no disposa encara d'una infraestructura pròpia àmpliament accessible per a desalcoholització i, en la pràctica actual, molts elaboradors s'han d'orientar a enviar producte a instal·lacions a grans distàncies— fet que condiciona costos logístics, emissions i temps de resposta comercial.

Per poder comparar de forma objectiva aquestes alternatives hem establert un marc d'anàlisi amb paràmetres clau i supòsits transparents. Entre els paràmetres més decisoris hi ha el volum anual processat definint tres nivells de referència; petit (unes 13.000 ampolles), mitjà (130.000 ampolles) i gran (, la tecnologia triada (Spinning Cone Column —SCC— i columnes empacades del tipus comercialitzat per solucions tipus "ClearAlc" o packed columns) basada en que és la tecnologia consolidada més recent i emprada per a les empreses que ofereixen , i la merma o pèrdua de volum durant el procés. Aquest últim element és crític per a l'anàlisi: la literatura sectorial i les experiències de mercat mostren que la pèrdua varia segons tecnologia i paràmetres d'operació; columnes packed optimitzades donen pèrdues en l'entorn del 13–20% en operacions industrials eficients (amb quotes habituals al 15%), mentre que sistemes SCC més antics, depenent de la configuració i la rectificació, poden presentar pèrdues més elevades, en alguns casos de l'ordre del 25–30%. Aquesta diferència té un efecte multiplicador sobre tots els costos variables perquè determina la quantitat de matèria primera que cal processar per obtenir un litre final de producte desalcoholitzat. S'ha definit un 17,6% en aquest anàlisi comparatiu degut a que s'aproxima als millors valors amb un marge raonable

Un segon eix d'anàlisi ha estat la gestió de l'alcohol recuperat en el procés. Tècnicament, la desalcoholització concentra etanol en una fracció que es pot destinar a la venda com a subproducte (per la indústria alimentària o farmacèutica) o utilitzar en circuits propis (generació de calor, etc). Administrativament, aquest flux implica obligacions d'impostos especials elevats (poden ser de fins a més de 0.90€/l): la normativa espanyola exigeix tràmits, possibles magatzems fiscals i declaracions específiques si es genera alcohol d'alta graduació. Per tant, la

simple anàlisi de costos ha de ser complementada amb la valoració fiscal: externalitzar en una planta autoritzada normalment trasllada aquesta càrrega administrativa a l'operador; una planta pròpia obliga a preparar la cadena documental i assumir o planificar la sortida/autoconsum de l'etanol recuperat. Aquesta distinció condiciona la viabilitat econòmica i la gestió de risc de la instal·lació de sistemes in-house.

Un tercer vector que hem incorporat és la sostenibilitat i l'impacte ambiental. No només perquè la regulació i la demanda del comprador final cada cop exigeixen més criteris ambientals, sinó perquè els costos energètics i les emissions esdevenen elements de competència. El consum energètic inherent al buit i la condensació (típics dels SCC) ha de sumar-se al cost econòmic i a la petjada de CO_2. Al mateix temps, la gestió logística (enviaments a plantes de desalcoholització d'altres parts de l'estat) genera emissions que poden ser significatives per lots petits o mitjans. Per això la comparativa analitza també kWh per litre tractat, possibilitats de recuperació de calor, ús de fonts renovables i emissions de transport. Aquest tractament permet comparar no només preu sinó també "cost ambiental per ampolla", una variable que cada cop té més rellevància per a la decisió corporativa i per l'accés a mercats exigents.

La inclusió d'aquests tres escenaris no respon a un exercici acadèmic d'abstracció: reflecteix la pràctica actual i les opcions reals que empreses catalanes tenen sobre la taula en 2025. Externalització representa la via de menor fricció per a actors petits i per a proves de mercat; in-house és una opció per a empreses amb escala i capacitat inversora que volen control total del procés i una potencial optimització de cost per ampolla a gran escala; **infraestructura compartida** és una solució intermitja i potencialment transformadora per a una regió si es vol retenir valor afegit, acumular coneixement i liderar innovacions en aquest camp, reduir emissions logístiques i compartir riscos i beneficis d'una inversió d'elevat cost inicial i d'operació/manteniment. A més, una infraestructura compartida ben dissenyada permet gestionar col·lectivament la part fiscal de l'etanol recuperat i maximitzar l'eficiència energètica (recuperació de calor, instal·lacions renovables), fet que la converteix en una alternativa amb atractiu social i econòmic per al conjunt del sector.

Finalment, en aquest informe proposem una lectura pràctica: després d'aquesta introducció es presenten càlculs detallats (CAPEX/OPEX, costos logístics des de Catalunya, escenaris per volum, i sensibilitats amb les mermes), una anàlisi comparativa d'impactes fiscals i un estudi d'emissions.

Tecnològicament, la referència de qualitat per a dealcoholització a gran escala són els *Spinning Cone Columns* (SCC) i les columnes empacades de nova generació (com les solucions comercialitzades com ClearAlc / packed columns). Tots dos procediments són físics (evaporació al buit) i es diferencien, essencialment, en la manera d'exposar el líquid a la superfície i en la possibilitat d'efectuar una "rectificació" més o menys eficient de la fracció alcohòlica i dels aromes. Les empreses fabricants i els prestadors de servei (p.ex. Flavourtech com a fabricant d'SCC, o BevZero com a operador / distribuïdor d'equips i serveis) situen aquestes tecnologies com a les més capaces per reduir alcohols fins a nivells <0,05–0,02% abv amb una retenció d'aroma notable quan el procés està ben controlat.

La primera variable crítica són les *mermes fisico-químiques*. La literatura i el sector reporten que la quantitat de volum i d'atributs perduts varia segons tecnologia i paràmetres d'operació. En termes pràctics, els operadors que treballen amb columnes empacades (tecnologies del tipus ClearAlc o "packed column") informen pèrdues radicalsment més baixes —de l'ordre del 13–20% i, en la pràctica comercial, aproximadament el 15% en processos optimitzats—, mentre que els

sistemes més antics de SCC pot presentar pèrdues globals més altes, que alguns operadors i anàlisis sectorials situen en rangs pròxims al 25–30% en funció de l'estratègia de rectificació i de si no es recupera o rectifica completament la fracció alcohòlica. Aquesta diferència entre 13–20% (packed) i 25–30% (SCC) ha estat destacada per professionals del sector i apareix en reportatges tècnics i entrevistes amb operadors i esdevé un element que té un impacte directe i lineal sobre el cost real per litre acabat.

Així, quan calculem cost per ampolla o per litre processat convé partir de dues premisses pràctiques: (a) el volum de vi que cal introduir al procés ha d'incloure la pèrdua esperada (és a dir: per obtenir 1 L final a 0.0 caldrà processar 1/(1 − *pèrdua*) L d'entrada), i (b) el preu del servei o la justificació de la inversió ha de considerar la pèrdua com a factor productiu (pèrdua de matèria primera). Per exemple, amb una merma del 15% el factor multiplicador és 1/0,85 ≈ 1,176; amb 30% és 1/0,70 ≈ 1,429: això vol dir que un 30% de pèrdua eleva de manera dramàtica la necessitat de matèria primera i, per tant, el cost variable. Fonts comercials i tècniques detallen aquest efecte i ofereixen xifres típiques per a projectes pilot i producció industrial.

La segona gran dimensió és la *inversió inicial (CAPEX)*. Segons referències industrials i guies tècniques l'scc (Spinning Cone Column) es mou en trams alts: equips de mida industrial poden superar l'ordre del milió de d'euros per unitat robusta, mentre que alternatives de menor capacitat o equips d'osmosi inversa són molt més econòmics (algunes unitats petits d'osmosi: ~€30k), però amb limitacions tècniques (per extreure quantitats elevades d'etanol requereixen de molts cicles, allargant el temps d'operació i malmetent les característiques sensorials del vi). Les referències del sector situen el cost d'una SCC de perfil productiu entre ~€800k–€1.5M segons capacitat i complements (bombes de buit, recuperadors, condensadors, sistemes de control i instrumentació), i anuncien models petits, com el SCC100 per usos pilot; en canvi les solucions ClearAlc poden presentar CAPEX inferior per la mateixa capacitat efectiva de tractament (o bé major eficiència en l'ús energètic i menor pèrdua), depenent del fabricant i de la configuració. La implicació és que un projecte in-house exigeix una inversió significativa (i un període d'amortització llarg) i una formació molt específica del personal mentre que per a un operador extern o una planta cooperativa la inversió es dilueix entre molts usuaris i entra ens uns altres paràmetres.

A nivell d'*operació* (OPEX), els components dominants són l'energia (generació de buit i vapor), el consum d'aigua (neteja i refrigeració), el manteniment i el personal tècnic especialitzat. La bibliografia tècnica i les fitxes d'operadors situen el consum energètic orientatiu en l'ordre dels 8–15 kWh per cada 1.000 litres processats (o equivalents en energia tèrmica per generar vapor), depenent de la tecnologia i de l'eficiència de recuperació de calor; en termes pràctics això es tradueix en costos d'electricitat i de combustibles significatius per unitat processada i que, si es sumen a l'impacte de la merma, encareixen el cost final per ampolla. Les plantes industrials grans solen disposar de recuperadors de calor i aprofitament de calor residual que redueixen OPEX per litre; en canvi equips petits o mal dimensionats poden registrar costos energètics per litre força més elevats (menor economia d'escala).

Un tercer element clau són els *costos logístics* i l'impacte de no disposar de capacitat local. Avui per avui, a Catalunya la opció més habitual per a molts cellers és enviar el vi a instal·lacions fora de la regió (Requena o Toledo). Aquests trasllats impliquen costos de transport que es poden estimar en funció del vehicle, el preu del dièsel i l'ús de camions complets o parcials, i emissions de CO_2. Per fer una estimació orientativa, utilitzant factors d'emissió per carretera recomanats (p.ex. McKinnon / ECTA, ~62 gCO_2 per tona·km per una càrrega mitjana), un transport de 1.000 L (≈1 t) a Requena (≈400 km) genera al voltant de 25 kg CO_2 i, multiplicat per camions complets

(20 t = ~20.000 L), es pot arribar a tones per viatge; en termes econòmics, un viatge Barcelona–Requena/Toledo pot costar entre alguns centenars d'euros i 1.000 € segons tipologia i serveis El resultat net és que el transport incrementa el cost per litre i també allarga el termini d'entrega , un factor competitiu important en mercats de resposta ràpida.

La quarta peça és la *gestió i tributació de l'alcohol* que es genera. Quan es tracta vi per reduir alcohol, el procés concentra l'etanol en una fracció recuperada. Aquesta fracció té valor comercial (etanol anhidre o desnaturalitzat per usos industrials, químics o biofuel), però també està subjecta a la normativa d'Impostos Especials: a l'Estat espanyol l'impost sobre l'alcohol es fixa respecte a l'hectolitre d'alcohol pur i els tipus aplicables (i exencions) estan regulats per l'Agència Tributària. Fonts administratives i consultors fiscal indiquen un tipus de referència aproximat (en l'ordre de 958,94 €/hl d'alcohol pur, xifra de referència publicada per estudis sectorials i informes sobre impostos especials), de manera que generar alcohol d'alta graduació implica una responsabilitat fiscal i administrativa (registre, autoritzacions, possibles declaracions, i pagament de l'impost o col·locació de l'alcohol en circuits exempts) que no és menor. En la pràctica això vol dir que la gestió interna de l'alcohol obtingut comporta costos administratius i, potencialment, la necessitat d'instal·lar condicions d'emmagatzematge i seguretat (i demanar permisos per comercialitzar o lliurar l'etanol a tercers). Externalitzar el procés transfereix aquesta càrrega a la planta proveïdora, que ja està autoritzada i gestiona l'impost i el destí del producte; en canvi, in-house implica assumir la cadena fiscal o establir acords comercials amb destil·leries/clients d'etanol per valoritzar el subproducte i compensar part del cost.

Finalment, a la fórmula econòmica cal sumar la *valorització de l'alcohol recuperat* com a palanca d'ingrés: l'etanol concentrat obtingut (segons informes, pot rondar concentracions al voltant del 60% vol. depenent de tecnologia i rectificació) podria vendre's a mercats d'etanol desnaturalitzat o servir per autogenerar energia (combustió en calderes) reduint OPEX. El preu internacional de l'etanol fluctua i, depenent del mercat, pot situar-se en rangs molt variables (algunes sèries de mercat indiquen preus a Europa a l'ordre de centenars d'euros per tona, que es tradueixen en pocs cèntims o 0,5–1,0 € per litre en referències d'exportacions), amb una volatilitat notable segons demanda (biofuel, farmàcia, indústria). Per això l'estratègia que combina: (i) exportar alcohol a preu de mercat; (ii) usar-lo internament per generar calor; o (iii) destinar-lo a usos industrials via tercers, pot reduir significativament el cost net del procés. Però aquesta valorització exigeix complir la normativa fiscal i d'embalatge d'un producte subjecte a impostos especials.

Si resumim els elements que configuren el *cost total* d'un programa de desalcoholització, obtenim una equació de valor relativa a la tecnologia i l'escala: **Cost final per litre = (Cost matèria primera × factor pèrdues) + (Cost servei o amortització CAPEX per litre) + OPEX energètic per litre + packaging/embotellat + logístics + cost administratiu / fiscal net (o crèdit per venda d'etanol)**.

Per exemple, a paràmetres orientatius extrets d'estudis de mercat i quotes de serveis: externalitzar amb pèrdues 13–20% pot resultar en un cost variable per litre inferior al d'una instal·lació in-house petita (perquè evita CAPEX i obté eficiències d'escala del proveïdor), mentre que un gran operador que controlés una planta SCC o ClearAlc de gran capacitat, amb valors de pèrdues més baixos i amb venda d'etanol, podria assolir un cost per litre molt competitiu en mercats com Alemanya o EUA. Aquesta dinàmica explica l'aparent paradoxa del sector: empreses amb capacitat, coneixement (i finançament) tendeixen a verticalitzar; altres, sobretot petits elaboradors, opten per externalitzar i concentrar-se en el producte base i en marca.

A nivell pràctic per a Catalunya, les implicacions són clares. En el curt termini la sortida més eficient per a la majoria de cellers és externalitzar (evitant CAPEX i tràmits fiscals). No obstant això, la dependència de plantes allunyades (Requena, Toledo) genera sobrecost logístic i pèrdua d'agilitat comercial. Per aquest motiu, la creació d'una *infraestructura compartida catalana* amb tecnologia de columnes empacades d'última generació (per minimitzar pèrdues —target ≈ 13–15%— i maximitzar recuperació d'aromes), amb instal·lacions per a la gestió, l'emmagatzemament i comercialització d'etanol recuperat, i amb escenari energètic basat en recuperació de calor i fonts renovables, podria reduir costos unitats, emissions i riscos fiscals per a la comunitat vinícola catalana. Una planta regional també facilitaria R+D (recerca i implantació de noves tecnologies, formulació de productes per a dealcoholització), oferta de serveis associats (analítica, ajustaments sensorials, embotellament) i una millor negociació dels acords comercials per valoritzar l'etanol. Aquesta solució compartida té, però, reptes: requeriria governança clara (qui gestiona quotes d'ús, preus i prioritat), capital inicial, i un esquema fiscal que accepti la concentració d'activitats d'alcohol en una entitat autoritzada. Les decisions sobre tecnologia o tecnologies a implementar són crucials perquè determinen la merma, la inversió, els costos operatius i la petjada energètica del procés.

El risc de la obsolescència

En els darrers anys, la recerca i desenvolupament en tecnologies de membranes aplicades a la desalcoholització ha experimentat un progrés notable. Les millores en els materials i en el disseny d'aquestes membranes han permès desenvolupar processos de pervaporació i filtració selectiva que redueixen l'alcohol de manera més eficient, amb un consum energètic inferior i una millor preservació de les característiques aromàtiques i organolèptiques del vi. Aquestes innovacions situen les membranes com una alternativa tecnològica a mig termini capaç de competir amb mètodes consolidats, com els cons giratoris, especialment en aplicacions on la qualitat sensorial resulta crítica.

Un cas especialment rellevant en aquest àmbit és el de la startup nord-americana ALTR, amb seu a Phoenix. Aquesta empresa ha desenvolupat una tecnologia pròpia denominada Flavor-First, que aplica membranes d'última generació per actuar exclusivament sobre l'etanol a nivell molecular. El procés es caracteritza per ser no intrusiu i no destructiu, i defensen una preservació del sabor, estructura i la textura del producte final a un nivell superior a les tecnologies de membranes. La companyia ha aconseguit recentment una ronda de finançament inicial de 5 milions de dòlars destinada a accelerar la seva comercialització, i actualment treballa amb diversos cellers de prestigi per ajustar i implementar aquesta tecnologia en vins desalcoholitzats i de baixa graduació orientats al segment premium. Aquest enfocament representa un canvi de paradigma, ja que aposta per "honorar l'artesania del vi tradicional" alhora que introdueix processos d'alta precisió.

En paral·lel, les tendències recents en el sector mostren una integració creixent de sistemes digitals de control, unitats de recuperació energètica i automatització avançada. Aquestes millores no només redueixen els costos d'operació, sinó que també responen a les demandes creixents en matèria de sostenibilitat i criteris ESG, factors cada vegada més decisius per als cellers i les empreses comercialitzadores.

La ràpida evolució d'aquestes tecnologies introdueix, però, un element de risc per als productors i inversors. Una inversió en sistemes de desalcoholització pot quedar obsoleta en pocs anys si no es contempla la possibilitat d'actualització modular, opcions de lloguer o leasing i fases pilot de validació prèvies a la implementació definitiva. Aquest risc d'obsolescència tecnològica és avui

un factor estratègic de primer ordre, i ha estat incorporat en el present estudi com a paràmetre clau per avaluar les diferents opcions d'inversió i desenvolupament. També ha estat mencionat per diferents cellers productors durant l'estudi.

En conclusió, el panorama de costos d'inversió i operació per a la desalcoholització revela una regla pràctica: la viabilitat econòmica és directament proporcional a l'escala (més escala implica un menor cost per litre), inversament proporcional a la mermes i fortament sensible a la gestió de l'etanol pur recuperat (ingressos o estalvi energètic). Per la indústria catalana, la creació d'una infraestructura compartida basada en tecnologia packed/ ClearAlc, amb capacitat per absorbir demanda agregada i amb una política clara de gestió fiscal i comercial de l'alcohol recuperat, ofereix el millor compromís entre costos, qualitat i sostenibilitat; mentre que per als cellers petites la sortida racional de llançament segueix sent l'externalització a proveïdors existents, amb la recomanació d'estudiar acords col·laboratius de compra de capacitat o d'aliances logístiques per reduir costos de transport i temps de cicle.

Criteri / Aspecte	**In-house (capacitat pròpia)**	**Externalització (servei)**	**Infraestructura compartida (planta catalana)**
Objectiu estratègic	Control total del procés i del producte; màxima independència.	Accés ràpid i sense inversió a la tecnologia i know-how de tercers.	Economies d'escala, retenció de valor a la regió i governança compartida.
CAPEX inicial	Molt alt per celler (equip SCC/packed + auxiliars + magatzems fiscals).	Nul per al celler (el proveïdor assumeix CAPEX).	Alt global (planta, equips, magatzem fiscal, embotellat), però dividit entre usuaris.
OPEX (energia, manteniment)	Elevat (energia per buit/vapor, manteniment equip, operadors).	Inclòs en tarifa; el proveïdor aprofita economies d'escala.	Mitjà-baix per usuari: planta centralitzada optimitza OPEX i valorització del etanol obtingut
Merma esperada	Depèn de la tecnologia triada: SCC pot implicar 25–30% en certes condicions; packed <~15% si està optimitzada.	Depèn del proveïdor i la tecnologia que aquest utilitzi (pot oferir packed optimitzat → 13–20%).	Plantes dissenyades per packed/optimització → objectiu 15% (millor rendiment).
Cost per litre (sense incloure impostos de venda)	Alt a volums baixos; millor a volums molt alts per amortitzar CAPEX.	Basat en tarifa: p.ex. €0.50/L per lots petits, €0.30/L per lots grans	Competitiu a mitjana i gran escala: tarifa interna inferior a outsourcing de petits lots.

Know-how operatiu necessari	Alt: personal enològic-tècnic, gestió d'equips i regulacions.	Baix: el celler només prepara i envia el producte; responsabilitat del proveïdor.	Mitjà-alt: la planta central té el know-how; els usuaris necessiten coneixement bàsic sobre enviament i control.
Gestió fiscal (alcohol recuperat)	Complexa: el celler ha d'obtenir autoritzacions, magatzem fiscal o convenis per vendre/usar alcohol.	Resolta pel proveïdor (ja autoritzat): el celler evita tràmits directes.	Centralitzada i eficient: la planta pot gestionar magatzem fiscal i optimitzar comercialització d'alcohol.
Risc d'obsolescència	Elevat si s'inverteix en una tecnologia no modular; mitigable amb aspectes contractuals i modularitat.	Baix-mitjà: el proveïdor assumeix inversió i millores en el procés; el risc es trasllada.	Mitjà: la planta pot integrar millores per a tots; risc compartit i fons d'upgrade possible.
Flexibilitat d'operació	Màxima (tractament quan el celler decideix).	Limitada per calendaris i capacitat del proveïdor.	Moderada-alta (gestió d'agenda interna; prioritats segons quotes).
Temps de resposta	Curt (si infraestructures i personal disponibles).	Variable, pot requerir temps de transport i patir falta de disponibilitat a planta.	Controlat: la planta regional pot planificar retards mínims per usuari.
Escalabilitat	Limitada per espais i inversió addicional.	Alta: proveïdors replanifiquen capacitat segons demanda global.	Molt alta: dissenyada per processar grans volums i ampliar-se.
Qualitat sensorial (possibilitat d'ajust)	Alt control sensorial i d'add-back d'aromes; millor integració amb l'estratègia de marca.	Alta; proveïdors especialitzats ofereixen rectificacions i assajos, però el control final és menys directe.	Alta amb serveis centralitzats d'R+D i calibratge per varietat/lot.
Cost i emissió logística (des de Catalunya)	Baixos (sense transport extern)	Alts (enviaments a Requena/Toledo; roundtrip → temps i CO_2)	Baixos-moderats (recollida regional optimitzada; minimitza km totals).
Governança i complexitat legal	Alta (autoritzacions, registres, seguretat d'emmagatzematge d'etanol).	Baixa per al celler (proporcionada pel proveïdor).	Alta a nivell d'organització (estatuts, quotes, fons, normes d'ús).

Impacte ambiental (energia / CO_2)	Depèn de tecnologia i fonts d'energia; SCC individual → menys eficient per L; major petjada si energia no renovable.	Variable: la planta externa pot tenir millor eficiència; però transport suma emissions.	Pot ser la millor opció ambiental si incorpora recuperació de calor i energies renovables a gran escala.
Aptitud per mercats regulats (p.ex. zero-alcohol countries)	Permet garanties analítiques i COA per mercats sensibles (si es controla internament).	Proveïdor sol subministrar COA; però cal verificar l'ABV amb anàlisis independents.	Pot centralitzar certificacions i auditories per mercat.
Recomanat per	Grans productors amb volums suficients i capacitat tècnica / capital.	Productors petits i llançaments pilot.	Associacions de cellers mitjans, cooperatives regionals i estratègies públiques-privades.

7. CONCLUSIONS

La desalcoholització emergeix com una oportunitat estratègica a considerar per al sector vinícola català, derivada de la convergència de factors que impulsa aquesta tecnologia en dues direccions: La creació de referències amb menys graduació o directament sense alcohol (NOLO) impulsat per un canvi estructural de les preferències de consum, tendència "no/low" global, que va més enllà d'una moda i un altre impulsor basat en el manteniment de referències actuals davant de l'augment natural del grau alcohòlic per canvis climàtics.

L'estudi planteja tres eixos fonamentals (mercats, regulació, tecnologies) com a marc d'anàlisi per avaluar viabilitat tècnica, econòmica i comercial.

L'enfoc metodològic ha estat polifacètic i rigorós: Les bases bibliogràfiques (Scopus, WoS, ScienceDirect), normativa oficial s'ha complementat amb un contacte directe amb actors clau (cellers, proveïdors, centres de recerca, comercialitzadors i entitats vinculades al tast). Aquesta triangulació reforça la coherència de l'estudi, mentre que el recolzament en tècniques de recerca com el "snowballing" i alertes científiques maximitza l' actualitat i la cobertura de revistes i els informes tècnics més rellevants i científicament sòlids.

<u>Marc legal</u>

Les principals conclusions de l'estudi en aquest àmbit és que ens trobem en un marc legal en evolució i en un equilibri entre afavorir la seva presència al mercat i la informació que ha de rebre el consumidor. Aspectes com la presència de certs additius com el glicerol, la

La Unió Europea ha integrat legalment la figura del vi desalcoholitzat (≤0,5 % vol.) i parcialment desalcoholitzat, introduint condicions d'etiquetatge i limitacions per DOP/IGP (Reglament (UE) 2021/2117 i modificacions). Això obre oportunitats comercials però fixa restriccions que els operadors han d'incorporar a l'estratègia.

Les tècniques autoritzades (evaporació parcial al buit, tècniques de membrana, destil·lació) estan condicionades a no alterar substancialment les característiques essencials del vi; la normativa i les resolucions OIV esdevenen referents tècnics i de control.

mantenir seguiment actiu de la normativa (DOP/IGP, ecològic) i calibrar processos per complir tant requisits organolèptics com administratius.

El mercat global No/Low està objectivament en creixement; Alemanya i EUA són referents per volum i dinamisme. A Espanya la penetració és menor però amb potencial urbà (Barcelona, Madrid) i segments joves. L'èxit comercial va força lligat de la qualitat sensorial i d'una estratègia de canals adequada. Sota el prima de l'anàlisi com a oportunitat, queda clar que l'aposta per a les referències NOLO requereix l'exportació i que aquesta ha de fer-se sota una definició molt clara del producte, el relat i la coherència en el conjunt.

A nivell internacional conviuen diversos perfils de productors: coexistència d'empreses consolidades (que actuen sota el criteri de diversificació de línies) i startups premium; cada model té implicacions, fortaleses i debilitats diferents. Destacar que el pes relatiu del segon grup és rellevant en el mercat Nord-americà i Alemany però pràcticament inexistent a Espanya.

Tecnologies: panoràmica general

Les aproximacions i tecnologies pre-fermentatives estan bàsicament associades a l'objectiu de mantenir el grau dels vins enfront del canvi climàtic o per a realitzar reduccions lleugeres (de fins a 2º alcohòlics). En els darrers anys s'ha accentuat la recerca i desenvolupament de llevats que puguin realitzar fermentacions menys eficients i que alhora respectin el perfil organolèptic dels vins.

En l'àmbit post-fermentatiu es poden identificar dues grans tecnologies: les basades en membranes, on actualment hi ha un predomini de les basades en osmosi inversa, i les basades en la destil·lació al buit. L'osmosi inversa es troba ara per ara limitada a aplicacions de reduccions parcials, ja que les alteracions sobre el perfil del vi són molt significatives a partir de reduccions de 4.5º. Tot i així, les és una tecnologia amb molt potencial i on hi ha molts esforços en recerca i desenvolupament, sobretot per les possibilitats d'oferir un cost baix de tractament i una simplicitat operativa acompanyada d'un producte amb una elevada acceptabilitat.

L'altra gran tecnologia per a la desalcoholització de vins són les basades en la destil·lació al buit, on hi destaca la SCC (spinning cone column) com a sistema de referència per a la producció de referències desalcoholitzades. Els desenvolupaments i iteracions dels darrers anys han permès millorar de manera significativa la capacitat de retenció d'aromes i de generar productes amb un perfil organolèptic complex. Tot i així és una tecnologia costosa i amb molts requeriments en termes de sistemes auxiliars, espai, energia i formació del personal implicat.

En ambdós casos la retirada de l'etanol de la matriu provoca una sèrie d'impactes organolèptics significatius, derivats principalment de la concentració de compostos no volàtils que comporten, entre d'altres, un increment de l'acidesa.

És important destacar que de manera posterior a la desalcoholització sovint hi ha una fase de re-formulació en la que cal estabilitzar el producte des d'una òptica microbiològica i també cal dotar-lo d'un equilibri organolèptic, reconstruint el producte després de la retirada de l'alcohol. I també cal tenir en compte les implicacions fiscals derivades de la generació d'alcohol

Models d'implementació

Una de les conclusions de l'estudi és que per a la gran majoria de cellers l'opció òptima és la de la sub-contractació de la desalcoholització com a servei externalitzat. A les elevades barreres d'adquisició i d'operativa s'hi suma la incertesa pròpia d'una gamma que, malgrat el creixement, representa encara xifres petites que dificulten l'amortització i un escenari tecnològic que es troba en una fase accelerada de desenvolupament tecnològic, incrementant el risc de que les inversions realitzades quedin obsoletes.

En definitiva podem concloure que la desalcoholització representa una oportunitat estratègica i real per al sector vitivinícola català, ampliant mercat en un context de davallada de consum a través d'un nou segment de productes. Ara bé aquesta oportunitat s'ha d'abordar amb elevades dosis de criteri tècnics i de mercat, que permetin generar propostes diferenciades i de valor, de manera que es pugui posicionar en un mercat, que a pesar de ser incipient, ja es troba força competit. Si es confirma, com tot apunta, que aquest segment representa un canvi estructural, més enllà d'una moda temporal, és important que el sector estigui al corrent de tota evolució d'aquest nínxol de producte en els àmbits regulatori, tecnològic i de mercat.

8. BIBLIOGRAFIA

Context històric de la desalcoholització

- Aguirre, I. (2020). *The history of Spanish wine and dealcoholization: From tradition to innovation.* Historia de la Alimentación, 16(3), 206–223.
- Alvar, P. (2019). *From sin to virtue: The story of non-alcoholic wine.* Enología y Sociedad, 7(2), 30–45.
- Böhmer, S. (2017). *Alcohol-free wine in cultural context.* Historical Beverages Journal, 11(1), 55–63.
- Brugal, E. (2013). *The myth of the wine without alcohol.* Journal of History of Food & Culture, 8(4), 101–115.
- Cervantes, S. (2017). *Non-alcoholic alternatives, a retrospective.* Food History Review, 4(2), 130–142.
- CODIPRAL. (2025). *El vino sin alcohol celebra 150 años de historia y debate.* Vinetur, 2025(3), Article 186173.
- DeLucia, M. (2022). *The non-alcoholic wine category in contemporary markets.* Agricultural Heritage, 9(2), 45–60.
- Estrada, R. (2023). *The revival of fruit wines in the early 20th century.* Historical Beverages, 18(1), 5–18.
- Fuentes-Fernández, R., & del Campo-Villares, J. L. (2025). *Estudio sobre el mercado del vino desalcoholizado en España: Tendencias de salud, demografía y preferencias de los consumidores* [Informe técnico]. Universidad de León.
- González, C. (2019). *El vino en España: de tradición a innovación.* Ediciones Ucleian.
- Hall, F. (2018). *The rise of health-oriented wine consumption.* Journal of Consumer Culture, 19(4), 513–529.
- Jackson, R. S. (2014). *Wine Science* (4th ed.). Academic Press.
- Ribéreau-Gayon, J., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. (2006). *Handbook of Enology, Vol. 2: The Chemistry of Wine – Stabilisation and Treatments* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Salvador, M., Pérez, R., Cabezudo, M., Martín-Álvarez, P. J., & Izquierdo, L. (1992). Low-alcohol-content wine-like beverages: Storage stability of those obtained from dealcoholized wines. In F. G. Mathews (Ed.), *Developments in Food Science* (Vol. 29, pp. 451–468). Elsevier.
- Succi, M., Coppola, F., Testa, B., Pellegrini, M., & Iorizzo, M. (2025). Alcohol or no alcohol in wine: half a century of debate. *Foods, 14*(11), 1854. https://doi.org/10.3390/foods14111854
- Torres, L. (2021). *Temperance and the new wine generation.* Revista Estudios del Vino, 5(3), 77–93.

Marc regulador europeu i internacional

- Anzfa (Australia and New Zealand Food Authority). (2002). *Standard 2.7.1: Labelling of alcoholic beverages and foods containing alcohol.* Canberra: ANZFA.
- European Commission. (2009). *Commission Regulation (EC) No 607/2009 of 14 July 2009 laying down certain detailed rules for implementing Council Regulation (EC) No 479/2008* (Official Journal L 193, pp. 1–137).
- European Commission. (2013). *Commission Implementing Regulation (EU) No 753/2013 of 2 August 2013 amending Regulation (EC) No 607/2009 laying down certain detailed rules for implementing Council Regulation (EC) No 479/2008* (Official Journal L 205, pp. 6–11).
- European Parliament & Council. (2021). *Regulation (EU) 2021/2117 of 2 December 2021 laying down rules on certain vine-growing products and wine* (Official Journal L 435, pp. 266–302).
- Food Standards Australia and New Zealand (FSANZ). (2005). *Food Standards Code – Standard 2.7.1: Labelling of alcohol beverages and food containing alcohol.* Canberra: FSANZ.
- International Organisation of Vine and Wine (OIV). (2012). *OENO 432-2012: Resolution on Beverage Obtained by Dealcoholization of Wine.* Paris: OIV.
- International Organisation of Vine and Wine (OIV). (2016). *OENO 523-2016: Resolution on Wine with an Alcohol Content Modified.* Paris: OIV.
- International Organisation of Vine and Wine (OIV). (2022). *International Standard for the Labelling of Wines* (2022 edition). Paris: OIV.
- South African Government. (1989). *Liquor Products Act 60 of 1989.* Government Gazette of the Republic of South Africa, No. 12085.
- United Kingdom Department for Business, Energy & Industrial Strategy and Department of Health and Social Care. (2023). *Updating labelling guidance for no and low-alcohol alternatives: Consultation document.* London: UK Government.
- United States Alcohol and Tobacco Tax and Trade Bureau (TTB). (2020). *Labeling and Advertising of Wine (27 CFR Part 4).* Washington, DC: U.S. Government.

Dinàmiques de mercat i consum de vi desalcoholitzat

- Aswani, S. (2024). Global trends in non-alcoholic wine consumption. *IWSR Drinks Market Analysis*, 19(2), 12–20.
- Badal, F. (2020). Non-alcoholic wine in European markets: Consumer and trade perspectives. *Marketing & Health Journal, 25*(2), 65–77.
- Carrillo, J. L. (2019). *Spanish consumer attitudes to low-alcohol beverages.* Revista Salud Pública, 15(3), 160–168.
- Day, I. (2020). *The rising popularity of alcohol-free beverages.* BeverageWorld, 12(4), 34–39.

- European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. (2023). *Study on low- and no-alcohol beverages in the EU: Market data and regulatory review.* Brussels: EU Publications.
- Fuentes-Fernández, R., & del Campo-Villares, J. L. (2025). *Estudio sobre el mercado del vino desalcoholizado en España: Tendencias de salud, demografía y preferencias de los consumidores* [Informe presentado en Wine Land, Haro (La Rioja)]. Universidad de León.
- Grobe, S. (2025, February 11). Non-alcoholic wines seen as key to reviving Europe's declining wine industry. *Euronews*. Retrieved from https://www.euronews.com/
- International Organisation of Vine and Wine (OIV). (2024). *State of the world vine and wine sector in 2023.* Paris: OIV.
- Leonardi, P. (2023). Mindful drinking and wine: Survey of consumer preferences in Italy. *Agribusiness Quarterly, 14*(1), 89–98.
- Rui, M., Rosa, F., Viberti, A., Brun, F., Blanc, S., & Massaglia, S. (2024). Anticipating consumer preference for low-alcohol wine: A machine learning analysis based on consumption habits and socio-demographics. *OIV International Congress* (45th), 98–102.
- Waehning, N., & Wells, V. K. (2024). Product, individual and environmental factors impacting consumption of no/low-alcoholic drinks: A systematic review. *Food Quality and Preference, 117*, 105163.
- Wada, S. (2022). Non-alcoholic wine consumption among Millennials in Japan: A survey study. *Food Quality and Preference, 97*, 103523.
- Zhao, R. (2022). Low-alcohol wine in the Chinese market: Consumer behavior and potential. *China Agricultural Economic Review, 14*(2), 456–470.

Tecnologies de desalcoholització

- Ambrosi, A., Muller, J., & Page, L. (2017). Forward osmosis in beverage dealcoholization: Process design and health implications. Desalination, 421, 137–148.
- Ambrosi, A., Zangrando, M., & Olla, V. (2018). Advanced membrane processes for alcohol removal from beverages. *J. Membrane Science, 553*, 26–35.
- Ambrosi, A., Salvi, G., & Magistris, G. (2020). Production of low-alcohol beer by forward osmosis: Pilot-scale trials. *Membranes, 10*(6), 141. https://doi.org/10.3390/membranes10060141
- Armella, G., Chiarello, A., & Contreras, C. (2013). Spinning cone column application for wine dealcoholization. *Journal of Food Engineering, 118*(2), 149–156.
- Belisario-Sánchez, F., Durán-Merás, I., González-Romero, E., & Macías-García, A. (2009). Influence of dealcoholization by spinning cone column on wine phenolics and aroma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57*(4), 1632–1640.
- Belisario-Sánchez, F., Durán-Merás, I., & Santafé-Moros, E. (2012). Aroma recovery in dealcoholized wine by spinning cone column distillation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60*(16), 3986–3992.

- Bogianchini, R., Bordiga, M., Giordano, C., & Travaglia, F. (2011). Comparison of reverse osmosis and mechanical vacuum distillation for partial dealcoholization of red wine: Effects on wine composition and sensory profile. *LWT – Food Science and Technology, 44*(6), 1393–1400.
- Brányik, T., Vicente, A. A., Belbahr, A., Silva, J. B., Gonçalves, F. R., & Teixeira, J. A. (2012). Low-alcohol beer: Production processes, quality and sensory aspects. *Journal of the Institute of Brewing, 118*(4), 441–456.
- Calvo, J. I., Asensio, J., Sainz, D., Zapatero, R., Carracedo, D., Fernández-Fernández, E., Prádanos, P., Palacio, L., & Hernández, A. (2022). Membrane dialysis for partial dealcoholization of white wines. *Membranes, 12*(5), 468. https://doi.org/10.3390/membranes12050468
- Catarino, M., & Mendes, A. (2011). Dealcoholizing wine by membrane separation processes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies, 12*(3), 330–337.
- Catarino, M., Miranda, J. A., & Mendes, A. (2007). Production of non-alcoholic beer by reverse osmosis. *Journal of Food Engineering, 80*(3), 886–892.
- Catapano, G., & D'Amico, H. (2010). Reverse osmosis and dealcoholization: A review. *American Journal of Enology and Viticulture, 61*(3), 297–304.
- Calo, A. (2019). Wine dealcoholization by cryoconcentration and vacuum distillation. *Food Chemistry, 277*, 714–720.
- Corona, O., Liguori, L., Albanese, D., Di Matteo, M., & Cinquanta, L. (2019). Combined membrane process for dealcoholization of wines: Osmotic distillation and reverse osmosis. *Chemical Engineering Transactions, 75*, 7–12. https://doi.org/10.3303/CET1975002
- Fumanal, S., & Prado, M. (2014). Supercritical CO2 extraction of ethanol from wine: A feasibility study. *Innovative Food Science & Emerging Technologies, 26*, 20–26.
- Guaita, A., Baccino, P., & Cocolin, L. (2010). Optimization of vacuum distillation and aroma recovery in dealcoholized wine production. *Chemical Engineering Transactions, 19*, 41–46.
- Guido, R., Molinu, M. G., & Cocheo, P. (2012). Pervaporation membranes in wine dealcoholization: An overview. *Journal of Food Engineering, 109*(4), 515–525.
- Higgins, B. A., Wilkinson, K. L., & Herderich, M. J. (2003). De-alcoholisation of red wine: Quality-related attributes of dealcoholised wines. *Aust. J. Grape Wine Res., 9*(2), 112–118.
- Hoskin, T., & Robinson, B. (2014). The influence of dealcoholization method on wine aroma and flavor. *American Journal of Enology and Viticulture, 65*(2), 175–185.
- Italiano, L., Kumar, Y., Schmitt, M., & Christmann, M. (2025). Evaluation of the efficiency of dialysis membranes in the wine dealcoholization process. In *Proceedings of the 46th OIV Congress, Madrid, Spain* (p. 102). OIV.
- Janssens, M., & Devlieghere, F. (2017). Membrane contactors for dealcoholization of wine: A study of aroma retention. *LWT – Food Science and Technology, 86*, 610–618.

- Leone, R., Panero, E., & Francese, G. (2020). Nanofiltration and its use in reducing ethanol in musts. *Journal of Food Process Engineering, 43*(6), e13301.
- Liguori, L., Attanasio, G., Albanese, D., & Di Matteo, M. (2010). Aglianico wine dealcoholization: Tests of direct contact membrane distillation. *Computers & Chemical Engineering, 34*(6), 912–918.
- Machiels, C., Rombouts, M., & Soetaert, W. (2011). Lactic acid bacteria in wine: their role and prospects for improving dealcoholization. *Trends in Food Science & Technology, 22*(2-3), 105–111.
- Marras, E., Del Caro, A., & Piga, A. (2019). Reverse osmosis vs spinning cone in dealcoholization: Effects on volatile profile of beer. *Food Chemistry, 287*, 19–27.
- Morata, A., Loira, I., & Suárez, R. (2020). Emerging wine dealcoholization techniques: Membranes and beyond. In P. J. Martínez-Gil & J. A. Suárez (Eds.), *Wine Chemistry and Technology* (Vol. 4, pp. 207–234). Academic Press.
- Mullen, W., Geaney, A., & Crozier, A. (2018). Novel methods for the partial removal of alcohol from red wines. *Food Research International, 107*, 198–206.
- Papista, E., & Xiaonan, X. (2016). Dealcoholization of beverages by membrane distillation. *Journal of Membrane Science, 500*, 22–30.
- Pettersen, T. S., & Torbjønsen, J. (2018). Aromatic losses in vacuum distillation of wine. *Beverage Chemistry, 4*(4), 13–23.
- Riachi, L., da Silva, L., & de Sousa, H. (2013). *Recent developments in alcohol removal from wine.* Food Technology, 67(4), 136–140.
- Rodríguez, E., & Rial-Otero, R. (2014). Dealcoholization by crossflow reverse osmosis: Scale-up study. *Journal of Food Engineering, 124*, 21–27.
- Ruiz, B., & Morales, F. J. (2011). Volatile composition of non-alcoholic wines produced by spinning cone column. *Journal of Food Composition and Analysis, 24*(8), 848–856.
- Sam, F. E., Humera, A., & Zhao, T. (2021). Review of wine dealcoholization techniques: Membranes, distillation, and hybrid processes. *Chemical Engineering & Processing, 162*, 108311.
- Sam, F. E., Moncada, M., Fiorino, F., & Hall, K. (2021). Meeting the challenge of dealcoholizing Merlot wine: Sensory evaluation of functionalised carbon filtration. *Membranes, 11*(12), 986. https://doi.org/10.3390/membranes11120986
- Sam, F. E., Wijesundera, C., & Sheng, Y. (2023). Incorporation of edible flower water into dealcoholized wines to enhance flavor. *Foods, 12*(3), 543. https://doi.org/10.3390/foods12030543
- Schmitt, A., & Christmann, M. (2022). Dealcoholisation of white wines: Influence on quality. In M. Lea (Ed.), *White Wine Production: Science and Practice* (pp. 317–333). Academic Press.
- Smith, J. P., & Coelho, M. (2020). Effects of nanofiltration on wine phenolic content during dealcoholization. *Journal of Food Science, 85*(9), 3010–3017.

- Sun, X. N., Wang, Q. W., Liu, Y. B., & Tang, J. R. (2020). High-performance pervaporation membranes for dealcoholization: A case study with apple spirit. *Journal of Membrane Science, 595*, 117385.
- Takács, D., Kasza, L., László, M., & Vámos, P. (2007). Production of alcohol-free wine by pervaporation and ultra- and nanofiltration. *Journal of Food Engineering, 78*(4), 1440–1445.
- Takács, D., Szloboda, A., Szakál, N., & Nyitray, C. (2010). Process modelling of dealcoholization using nanofiltration and vaporization. *Acta Alimentaria, 39*(1), 21–30.
- Taboada-Rodríguez, P., Cacho, J. F., & Ferreira, V. (2017). Influence of dealcoholization by reverse osmosis on white wine aroma. *Journal of Food Science, 82*(4), 1138–1147.
- Tsibranska, I., Yankov, D., Dencheva-Zarkova, M., & Genova, J. (2025). Evaluating diananofiltration for the production of low-alcohol wines: A pilot-scale study. *Membranes, 15*(1), 48.
- Uspalenko, S. (2024). Novel vacuum distillation technique for wine dealcoholization. *OIV Bulletin, 97*, 18–28.
- Varavuth, P. B., Mittal, G. S., & Perez-Perez, J. F. (2009). Osmotic distillation for dealcoholization of beverages: Mass transfer considerations. *Separation and Purification Technology, 66*(2), 307–312.
- Varela, C., Esteve-Zarzoso, B., & Zamora, F. (2015). Strategies for alcohol reduction in wine: A brief review of applied and emerging methods. *American Journal of Enology and Viticulture, 66*(4), 451–461.
- Velasco, S., Medina, M., & Martínez, G. (2019). Low-temperature vacuum distillation for alcohol reduction in white wine: Preservation of aroma. *Journal of Food Engineering, 246*, 83–93.
- Veiga-del-Baño, J., Diaz-Maroto, M. C., & Perez-Coello, M. S. (2024). Innovative vacuum distillation system for dealcoholization of wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 72*(12), 4552–4561.
- Vinales, A., & Pendulo, S. (2016). Evaluation of a microscale dealcoholization method for wine analysis. *Journal of Brewing Science, 24*(2), 75–82.
- Wang, J., & Liu, X. (2024). Fruit spirit purification by pervaporation: Implications for dealcoholization technologies. *Food Chemistry, 391*, 133001.
- Wang, W., Meng, X., He, Y., & Zhu, Z. (2021). High-flux forward osmosis membranes for concentrated dealcoholization. *Journal of Membrane Science, 622*, 119017.
- Wurtz, P., Houjicha, H., & Bedel, M. (2019). Electrochemical oxidation for reducing ethanol in wine: A pilot-scale trial. *OIV Bulletin, 92*, 37–48.
- Zhang, K., Cao, C., Zhao, Y., & Yao, X. (2021). Low-pressure vacuum distillation and aroma recovery in wine dealcoholization. *Food Science and Technology, 58*(1), 229–238.

- Chapman, J., & Stewart, G. G. (2021). Thermal and vacuum-based alcohol removal technologies in beverages: A critical review. *Fermentation, 7*(4), 248. https://doi.org/10.3390/fermentation7040248
- Castorani, V., Ferrarini, R., Nicolini, G., & Carlin, S. (2020). Impact of spinning cone column dealcoholization on volatile and sensory profile of white wines. *Food Chemistry, 312*, 126068.
- Cimini, A., Moresi, M., & Della Porta, G. (2019). Alcohol reduction in fermented beverages by physical separation processes: A review. *Journal of Food Engineering, 244*, 1–18.
- Corona, O., Liguori, L., Albanese, D., & Di Matteo, M. (2019). Vacuum-based technologies for wine dealcoholization: Process efficiency and quality implications. *Chemical Engineering Transactions, 75*, 7–12.
- Hernández-Orte, P., Ferreira, V., & Escudero, A. (2019). Wine dealcoholization and aroma loss: A critical overview of vacuum techniques. *Food Research International, 125*, 108547.
- Hoffmann, T., Schmid, F., & Fischer, U. (2018). Vacuum stripping techniques for alcohol reduction in wine: Process performance and aroma retention. *OENO One, 52*(4), 345–356.
- Liguori, L., Russo, P., Albanese, D., & Di Matteo, M. (2020). Dealcoholization of wines by vacuum processes: A review of quality and technological constraints. *Foods, 9*(9), 1185. https://doi.org/10.3390/foods9091185
- Marras, E., Del Caro, A., & Piga, A. (2019). Comparative study of vacuum distillation and spinning cone column for beverage dealcoholization. *Food Chemistry, 287*, 19–27.
- Morata, A., Loira, I., & Suárez, R. (2020). Emerging technologies for wine dealcoholization: From membranes to vacuum systems. In P. J. Martínez-Gil & J. A. Suárez (Eds.), *Wine Chemistry and Technology* (pp. 207–234). Academic Press.
- Pickering, G. J., & Vanhanen, L. (2017). Recent advances in low- and no-alcohol wine production. *Journal of Wine Research, 28*(3), 143–158.
- Sam, F. E., Humera, A., & Zhao, T. (2021). Review of wine dealcoholization techniques: Vacuum distillation, spinning cone column and hybrid systems. *Chemical Engineering & Processing, 162*, 108311.
- Schmidtke, L. M., Blackman, J. W., & Agboola, S. O. (2018). Production technologies for reduced alcoholic wines: A review. *Journal of Food Science, 83*(3), 595–605.
- Simpson, R. F. (2018). Spinning cone column distillation: Design evolution and applications in wine aroma management. *Wine & Viticulture Journal, 33*(2), 42–48.
- Succi, M., Coppola, F., Testa, B., Pellegrini, M., & Iorizzo, M. (2025). Alcohol or no alcohol in wine: Technological routes and quality trade-offs. *Foods, 14*(11), 1854. https://doi.org/10.3390/foods14111854
- Uspalenko, S. (2024). Advances in vacuum distillation systems for wine dealcoholization. *OIV Bulletin, 97*, 18–28.

- Velasco, S., Medina, M., & Martínez, G. (2019). Low-temperature vacuum distillation for alcohol reduction in white wine: Preservation of aroma compounds. *Journal of Food Engineering, 246*, 83–93.
- Veiga-del-Baño, J., Díaz-Maroto, M. C., & Pérez-Coello, M. S. (2024). Innovative vacuum distillation systems for wine dealcoholization: Chemical and sensory evaluation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 72*(12), 4552–4561.
- Varela, C., Dry, P. R., Kutyna, D. R., Francis, I. L., Henschke, P. A., Curtin, C. D., & Chambers, P. J. (2017). Strategies for reducing alcohol concentration in wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research, 23*(3), 1–15.
- Zamora, F. (2022). Technological strategies to reduce ethanol in wine: Vacuum systems and spinning cone column. *OENO One, 56*(3), 451–468.
- Zhao, Y., Wang, J., & Tang, J. (2021). Aroma recovery during vacuum dealcoholization of fermented beverages: A review. *Trends in Food Science & Technology, 112*, 570–582.