EPS
Escola Politècnica
UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Eng. Tècn. Agrícola Ind.Agràries i Aliment. Pla 99

Títol: Viabilitat tècnica i econòmica de la implantació del mètode Ganimede® en un procés de vinificació.

Document: Annexos

Alumne: Jordi Garcia Corominas

Director/Tutor: Jaume Puig Bargués
Departament: Eng. Química, Agrària i Tecn. Agroalimentària
Àrea: Enginyeria Agroforestal

Convocatòria (mes/any): Setembre/2009

ANNEXOS

DOCUMENT ANNEXOS

ÍNDEX

ANNEX I. Procés de vinificació en negre 1

ANNEX II. Descripció dels equips i materials en la fase fermentativa 34

ANNEX III. Exposició descriptiva d'un sistema d'encubat convencional 50

ANNEX IV. Exposició descriptiva del mètode Ganimede® 65

ANNEX V. Estudi econòmic comparatiu 100

ANNEX VI. Bibliografia i fonts d'informació consultades 119

ANNEX I. PROCÉS DE VINIFICACIÓ EN NEGRE

ÍNDEX 1

1. DIAGRAMA DE FLUX DE L'ELABORACIÓ DE VI NEGRE 2

2. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS TECNOLÒGIC DE VINIFICACIÓ 4

2.1. Verema i transport al celler 4
2.2. Recepció, control i descàrrega de la verema 5
2.3. Desrapament, trepitjat i bombament de la verema 5
2.4. Sulfitat 6
2.5. Encubat 7

2.5.1. *Fermentació alcohòlica* 8
2.5.2. *Maceració* 13
2.5.3. *Remuntat i xarboteig* 16
2.5.4. *Tècniques de vinificació especials* 19

2.6. Desencubat i premsatge 21

2.6.1. *Durada de l'encubat* 22
2.6.2. *Formes i metodologia del desencubat* 23
2.6.3. *Retirada de pasta i premsatge* 24
2.6.4. *Els perills del CO_2 als cellers* 25

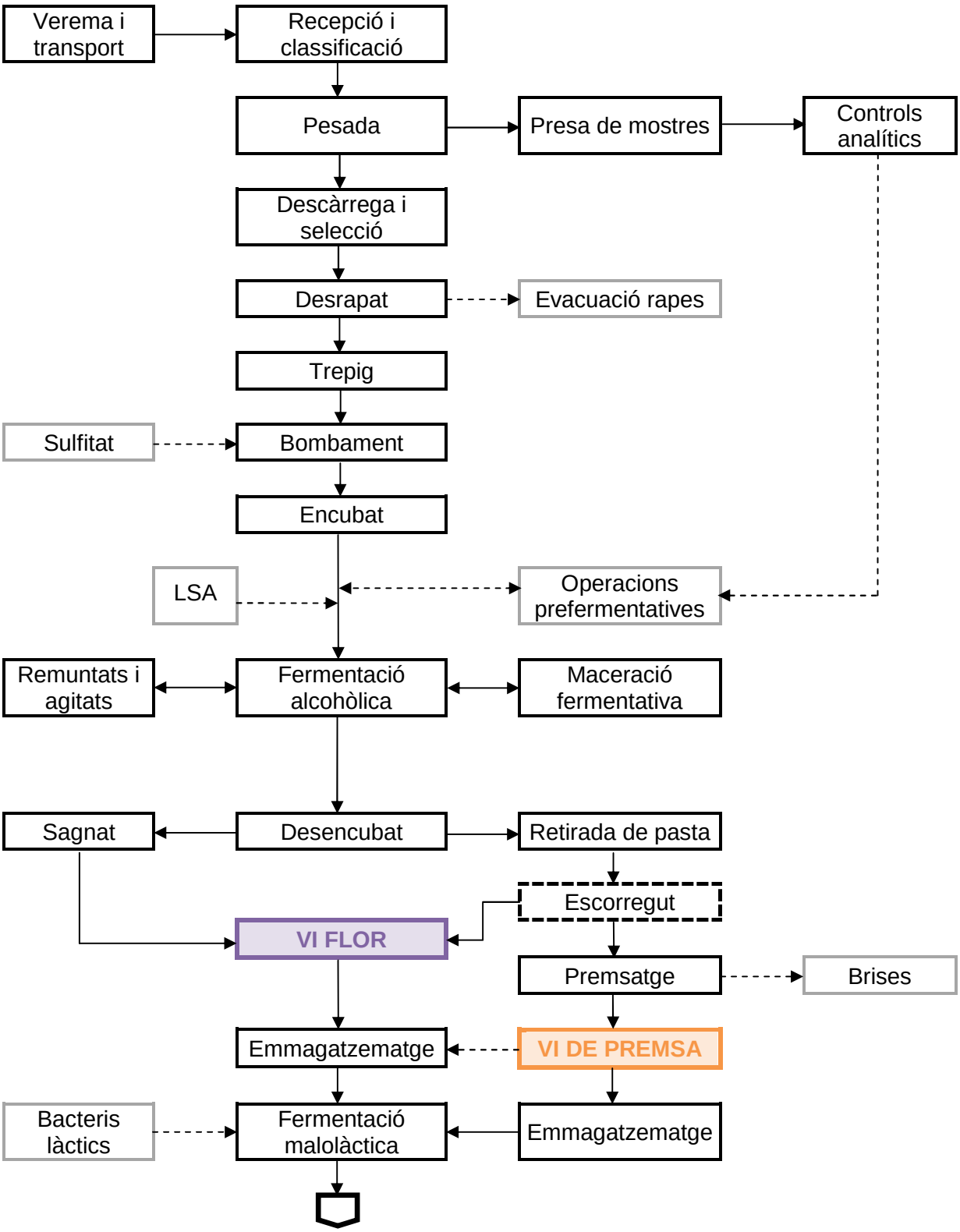
2.7. Fermentació malolàctica 26
2.8. Tràfecs, mescles i tipificació en dipòsits 28

3. AFINAMENT I CRIANÇA 29

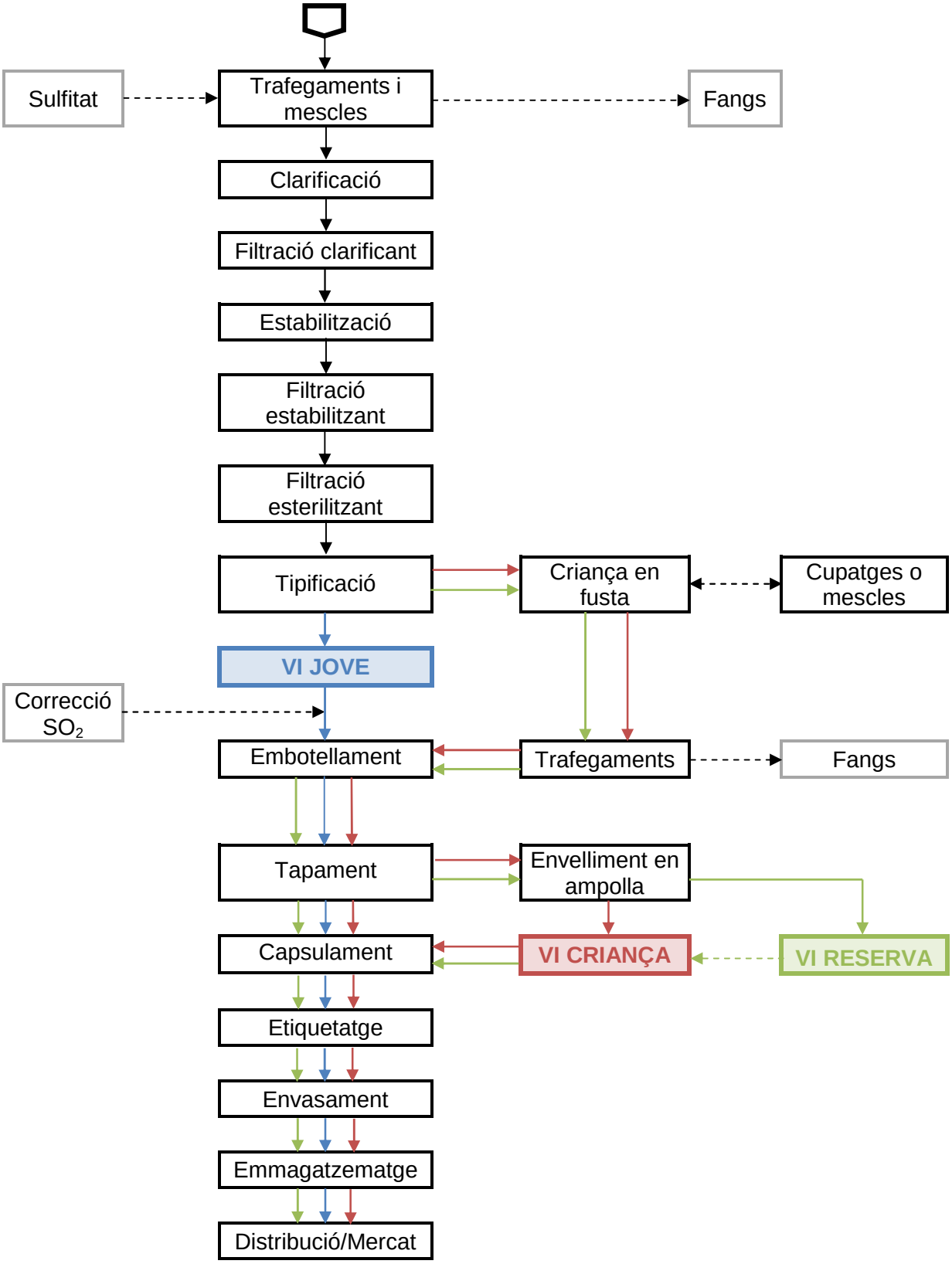
3.1. Limpidesa dels vins 29
3.2. Correcció de SO_2 i envasament del vi 30
3.3. Criança i envelliment del vi 31

1. DIAGRAMA DE FLUX DE L'ELABORACIÓ DE VI NEGRE

A continuació es mostra el diagrama de flux de l'elaboració de vi negre:



Llavors, continua amb la fase d'afinament i criança:



2. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS TECNOLÒGIC DE VINIFICACIÓ

2.1. Verema i transport al celler

El procés d'elaboració comença amb la verema o recollida del raïm. S'entén per verema, l'operació que té per objecte la recol·lecció del raïm en l'estat de maduresa desitjat per l'enòleg, anomenada maduresa industrial. Aquesta maduresa varia depenent de la varietat de raïm, les condicions climatològiques i del tipus de vi que es vol obtenir.

Cal dir que la qualitat dels raïms depèn directament de la plantació, i el seu estat a la verema s'ha de procurar que sigui el més adequat i sa que permetin les circumstàncies naturals. S'ha d'esperar que els raïms assoleixin el grau de maduresa desitjat, podent seguir la seva evolució a través de controls periòdics dels seus compostos fenòlics i contingut en sucres, al laboratori.

És molt important que el raïm arribi en bones condicions al celler, amb absència de ruptures i sense indicis de fermentacions prematures. Per tant, la verema i el posterior transport han de ser acurats, i en el menor temps possible, separant ramells en males condicions i utilitzant recipients adequats per la recollida i el transport al celler.

A la indústria, també és essencial l'operació de neteja i higiene de totes les instal·lacions i equips que intervenen en el procés d'elaboració del vi. Per tant, s'han d'haver netejat i preparat convenientment entre 4 i 6 setmanes abans del moment previst per la verema.

La recol·lecció pot ser pel sistema manual tradicional, que té una baixa productivitat però assegurar la qualitat; o per sistema mecànic, amb elevada productivitat però qualitat variable.

Pel que fa el transport, hi ha quatre punts crítics que ha de complir:

- Que es faci el més ràpid possible i en remolcs de baixa capacitat.
- En caixes petites i foradades, per evitar lesions i recollir el possible suc.
- La higiene total de tots els sistemes i materials a emprar.
- Control de temperatura (refrigeració si s'escau).

S'han de tenir en compte també les circumstàncies climatològiques que es poden produir, especialment la pluja, per tant cal preveure que els remolcs disposin de tendals.

En el cas de realitzar el transport a granel, s'hauran d'introduir compostos antioxidants (sulfitació).

2.2. Recepció, control i descàrrega de la verema

Quan la verema arriba a la zona de recepció del celler, es pesa a la bàscula per conèixer la quantitat real de raïm que es rep. Llavors s'estudia la relació pes/volum i el seu estat sanitari, per tal de dirigir convenientment la planificació del procés.

Seguidament, o al mateix moment, es prenen mostres representatives per tal de realitzar els controls analítics d'interès. Aquestes anàlisis també requereixen de rapidesa. Existeixen diferents mètodes per realitzar aquestes anàlisis, normalment al laboratori, però el més utilitzat i eficaç és mitjançant un analitzador automàtic, que disposa d'un moviment flexible per tal de prendre mostres de varis punts del remolc. Normalment es determinen: el contingut en sucres (*ºBé*), el pH, l'acidesa total (*g/l* d'àcid tartàric o sulfúric) i, fins i tot, l'activitat microbiològica amb mètodes enzimàtics.

La descàrrega de la verema es pot realitzar de diferents formes, depenent dels sistemes de transport seleccionats i del tracte que es vulgui donar a la verema manipulada. En ocasions, es realitza en taules o cintes de selecció per fer destriaments, però generalment sol ser en tremuges de recepció d'acer inoxidable, amb reixeta d'escorregut i un cargol sense fi instal·lat al fons que l'arrossega fins a la boca d'alimentació d'una màquina desrapadora.

2.3. Desrapament, trepitjat i bombament de la verema

La primera operació mecànica que pateix la verema és el desrapament, que consisteix en la separació de les rapes dels grans de raïm, mitjançant una desrapadora. Aquesta màquina ha de funcionar suaument, evitant ruptures i aixafaments d'ambdues parts.

Aquesta operació és de vital importància en l'elaboració de vins negres, ja que es redueix fins un 30% el volum total de la fase sòlida (com. pers., 2009), anomenada pasta. Amb el posterior premsatge d'aquesta, encara es redueix més el seu volum. A més, s'eviten alliberaments d'elements herbacis de les rapes, que aportarien sabors vegetals i amargs indesitjables al most i al vi després de la fermentació, i també s'eviten possibles pèrdues de matèria colorant i graduació alcohòlica (Troost, 1985).

Normalment, l'eliminació de rapes es fa mitjançant un evacuador que consisteix en un aspirador/impulsor pneumàtic amb un tub de sortida connectat a l'exterior de la nau o algun altre sistema d'extracció. També existeixen màquines o premses compactadores (Hidalgo, 2003).

Per gravetat, la verema desrapada passa a la màquina trepitjadora, que per l'acció d'uns rodets conjugats produeix la ruptura de les pells dels grans de raïm, alliberant most i formant

la pasta. Així s'activen fermentacions franques i més ràpides, i es faciliten maceracions més intenses. També es facilita el bombament cap als fermentadors.

La verema recent trepitjada o most/pasta es recull a la base de la trepitjadora mitjançant una bomba de verema que, a través d'una conducció de transport adequada, l'envia als dipòsits de fermentació.

L'alimentació de les bombes per gravetat, i amb l'ajuda d'una petita tremuja col·locada a l'entrada de la mateixa, és la millor solució que es pot adoptar, ja que en el cas d'alimentar-les per aspiració, no totes les bombes tenen la capacitat de fer-ho i, si és el cas, sempre s'aspira preferentment el most, suposant un greu inconvenient al deixar la verema excessivament seca.

L' instal·lació de la bomba de verema ha de reunir dues condicions essencials (Hidalgo, 2003):

- Ser transportadora del most/pasta fins a una alçada que superi un 25% la màxima dels dipòsits de fermentació més elevats.
- Tenir un rendiment en massa horari que superi en càlcul al màxim de sortida de la trepitjadora.

El conjunt que composen la tremuja amb sense fi, la desrapadora, la trepitjadora, l'aspirador de rapa i la bomba de verema s'anomena grup de recepció.

2.4. Sulfitat

El sulfitat consisteix en l'aplicació de diòxid de sofre (o anhídrid sulfurós). L'anhídrid sulfurós te un paper extens i de gran importància en les vinificacions en negre (Troost, 1985), i cal destacar les seva múltiple acció: antioxidant (reductora), antisèptica selectiva, dissolvent (afavoreix la maceració) i estabilitzant (fixació dels compostos fenòlics).

L'addició d'anhídrid sulfurós a la verema s'ha de realitzar el més aviat possible, essent millor fer-ho sobre la verema recent trepitjada, després de la bomba de verema, i sobre la canonada que condueix la verema cap a les següents màquines o instal·lacions de procés.

Es poden utilitzar dos tipus de dosificadors del diòxid de sofre: un dipòsit amb solució de gas sulfurós dissolt en aigua, o bé mitjançant injecció directa d'aquest gas a pressió procedent d'una bombona. Ambdós es connecten amb una canonada d'injecció a la conducció de verema.

En règim general, les dosis d'anhídrid sulfurós aplicades oscil·len entre 3-10 *g/hl* (Peynaud et al., 1992). El sulfitat ha de ser precoç i molt regular, completant-lo amb un remuntat d'homogeneïtzació a l'encubar. S'han d'evitar dosis elevades, ja que poden presentar inconvenients per alguns processos bioquímics posteriors, per al producte final i per al consumidor.

2.5. Encubat

L'encubat és el transport de la verema desrapada i trepitjada, mitjançant una bomba de verema, cap als dipòsits de fermentació. Segons la temperatura d'entrada a la que es trobi el most/pasta, prèviament es pot enviar a un bescanviador tubular d'aigua refrigerada que disminuirà la seva temperatura fins a la temperatura òptima d'inici de fermentació (estimada en 25℃).

Els dipòsits de fermentació s'han d'omplir, com a màxim, fins un 80-85% de la seva capacitat (Flanzy, 2003) per preveure l'augment de volum degut als increments de temperatura i als despreniments de gas carbònic durant la fermentació alcohòlica.

Prèviament a la fermentació, i després d'un remuntat d'homogeneïtzació en el dipòsit, es realitza una anàlisi on es mesuren: el probable grau alcohòlic, el pH, l'acidesa total, l'anhídrid sulfurós lliure i el nitrogen. D'acord amb els resultats, es podrà orientar la vinificació i realitzar addicions de nutrients o correccions de paràmetres si s'escau. També, s'afegeixen LSA (Llevats Secs Actius) de soques seleccionades per assegurar un bon inici i desenvolupament de la fermentació alcohòlica.

La fase d'encubat, característica de la vinificació en negre, reuneix dues operacions amb exigències diferents i, fins i tot, contradictòries: la fermentació alcohòlica i la maceració.

A l'hora d'escollir un dipòsit adequat per a l'encubat de verema negre, cal considerar dos aspectes:

- Que, junt amb el most, es manegen pastes.
- Que a l'iniciar-se la fermentació, el gas carbònic eleva brises (pells, polpa, llavors) i altres partícules en suspensió, formant una capa superior anomenada barret.

La formació del barret es deu a la diferència de densitat entre el most i els components sòlids, els quals tendeixen a emergir sobre el líquid en fermentació. Serveix com a suport de fixació dels llevats i és on la fermentació és més activa. A més, és el responsable de la difusió de components al most/vi, és a dir del fenomen de maceració.

La maceració busca l'extracció selectiva dels compostos fenòlics de les pells i la polpa, i determina les característiques organolèptiques finals del vi, tals com el color (relacionat principalment amb els antocians), els gustos (associats majoritàriament a polifenols i tanins) i les olors (extractes i aromes). Cal dir, que els factors favorables d'extracció són les temperatures elevades, la presència d'alcohol, i les operacions de remuntat, que consisteix en extreure most per la part inferior del dipòsit i afegir-lo per la part superior mullant homogèniament el barret.

2.5.1. Fermentació alcohòlica

La fermentació s'ha comparat sempre amb l'ebullició i el seu nom és originari de la paraula llatina *fervere*, que significa "bullir". En aquesta fase el most s'enterboleix, s'escalfa i desprèn bombolles de gas que produeixen un fort "bull" (Puig, 2003).

En aquesta reacció són els llevats, fongs microscòpics unicel·lulars, els que descomponen el sucre en alcohol i gas carbònic, fonamentalment.

Les cèl·lules troben l'energia necessària per viure i reproduir-se sota dues formes. La respiració produeix una multiplicació de llevats molt destacada i allibera molta energia. Per contra, les fermentacions es corresponen a un mal rendiment energètic i, relativament, a una baixa multiplicació cel·lular. Per aquest motiu, els llevats han de transformar gran quantitat de sucres a alcohol per assegurar les seves necessitats.

El mecanisme químic de la fermentació de sucres té una gran complexitat. L'esquema de les transformacions té més d'una trentena de reaccions successives on hi intervenen una gran quantitat d'enzims. Fonamentalment, es pot resumir amb la reacció de la figura 1.

Glucosa	→	*Etanol*	+	*Gas carbònic*	+	(*Calor*)
$C_6H_{12}O_6$		2 C_2H_5OH		2 CO_2		
180 *g*		92 *g*		88 *g* (= 44,8 l a 20℃)		33 *kcal*
100 *g*		51 *g*		49 *g*		

Figura 1. Representació del procés de fermentació alcohòlica.

A la pràctica durant la fermentació es formen altres compostos com glicerina, alcohols superiors, àcids orgànics, aldehids,... Aquests productes secundaris posseeixen activitats enològiques importants; per la qual cosa l'enòleg pot, en ocasions, afavorir o frenar aquestes formacions, controlant així els efectes secundaris. Cal esmentar que una fermentació franca

i ràpida forma menys productes secundaris; hi ha menys aromes fermentatives, però també menys compostos carbonílics i àcid acètic.

La major part de soques fermentatives útils pertanyen al gènere i espècie *Saccharomyces cerevisiae*. Les diferències importants entre llevats es refereixen a la morfologia i fisiologia, i avui en dia es completen i substitueixen per l'anàlisi de ADN, que permet una fàcil identificació de les soques amb propietats enològiques importants i, sobretot, per la seva tolerància a l'efecte de llevats «killer» (Hidalgo, 2003).

Els llevats tenen necessitats precises referents a la nutrició i al medi en el que viuen. Són molt sensibles a la temperatura, necessiten oxigen per multiplicar-se, una alimentació apropiada en sucres, elements minerals, substàncies nitrogenades i factors de creixement. L'elaborador ha de conèixer molt bé les soques per controlar perfectament la fermentació.

L'optimització de la fase fermentativa es regeix per tres criteris a complir: una bona engegada de la fermentació, un bon desenvolupament d'aquesta, i un bon seguiment i control de la mateixa (Flanzy, 2003).

Un bon inici de la fermentació es caracteritza per la ràpida posada en marxa de l'activitat dels llevats, el que implica:

- Una elevada població de llevats viables, ben adaptats a les característiques del most i a les condicions de fermentació. Aquest fet es pot afavorir mitjançant l'addició de LSA (Llevats Secs Actius).
- Concentracions suficients de nutrients en el most, necessaris per als llevats. Es poden aconseguir amb l'addició de nutrients.

Es consideren bones soques de llevats aquelles que reuneixen les qualitats següents:

- Ràpid desenvolupament.
- Bona activitat fermentativa.
- Bon rendiment sucre/alcohol.
- Producció dèbil d'acidesa volàtil.
- Bones aptituds enològiques.

Els LSA són soques seleccionades que ofereixen una població viable elevada des del començament de la fermentació, un millor control de la qualitat organolèptica de la flora microbiana, d'aplicació senzilla i ràpida, i absència d'alteracions de la qualitat organolèptica del vi. S'han d'aportar quantitats suficients (10-20 *g/hl*), per a eliminar els llevats indígenes susceptibles a entrar en competició (factor «killer») amb les soques aportades (també

«killer»), o bé seleccionar soques neutres que no siguin eliminades per la flora indígena (Hidalgo, 2003).

Els llevats tenen necessitats nutritives equilibrades (O_2, N assimilable, vitamines), normalment aportades pel most. Un desequilibri o carència pot ocasionar dificultats fermentatives, tals com la disminució de la velocitat de fermentació i l'augment del risc de final de fermentació difícil, amb les conseqüents aturades de fermentació o fermentacions incompletes. Si cal, es fan aportacions de nitrogen assimilable i aeracions per aportar oxigen.

S'entén per fermentació completa quan hi ha absència de sucres residuals al finalitzar l'activitat fermentativa (Flanzy, 2003). Això, s'aconsegueix sembrant llevats amb bon poder fermentatiu i, també, amb l'ajuda del sulfitat, que elimina llevats i bacteris indígenes del raïm i inactiva enzims oxidasa.

Per tant, només es produeix la transformació de sucres a alcohol i altres compostos desitjables, quan existeixen unes bones condicions per al desenvolupament dels llevats. La aturada de fermentació indica l'aturada del creixement i la mort d'aquests.

Un bon desenvolupament de la fermentació alcohòlica ha de conduir cap a dos resultats principals:

- L'esgotament complet dels sucres fermentables del medi, dins uns marges raonables.
- L'obtenció d'aromes fermentatives de qualitat òptima.

Les fermentacions llargues poden portar a aturades completes quan encara hi són presents sucres fermentables, augmentant el risc de greus alteracions microbiològiques. S'eviten amb l'aportació de nutrients (N + O_2) al final de la fase de creixement cel·lular.

Respecte a la qualitat de les aromes fermentatives, hi incideix l'elecció adequada de la soca de llevats i les seves condicions de desenvolupament, i l'acció d'aquests sobre les aromes primàries (originaries del raïm) i sobre les secundàries (produïdes en la fermentació).

L'alcohol és un inhibidor de l'activitat dels llevats. Quan major és el grau alcohòlic que es vol obtenir en un vi, més necessari és que s'optimitzin les condicions de desenvolupament dels llevats, ja que a partir de 11-12° és més difícil e l seu control.

La fermentació és un procés exotèrmic, ja que per cada mol de sucre es desprenen entre 25-33 *kcal*, i l'acumulació d'aquesta calor desprès pot posar en perill la vida dels llevats. Per tant, la regulació de temperatures és indispensable per mantenir unes bones condicions de

desenvolupament dels llevats, i cal assegurar que tingui un caràcter constant i homogeni, i així evitar possibles xocs tèrmics.

Per sota els 12℃, el principi de fermentació és qu asi impossible, o és tant lent que es dóna el risc d'inactivació o aturada. La temperatura òptima d'engegada de fermentació equival als 25℃, estimant en 8-12 hores l'inici d'activitat. P er contra, tampoc es realitza correctament per sobre els 35℃, estipulant com a temperatura lí mit els 32℃. Quan s'arriba a aquestes temperatures, l'activitat dels llevats no continua i, fins i tot, poden morir. Cal esmentar, que la part del barret és la zona més calenta i el fons del dipòsit és la zona més freda.

Les temperatures òptimes de fermentació en la vinificació en negre, es troben entre 22-26℃ per als vins joves i entre 26-30℃ per als vins des tinats a envelliment.

La velocitat de la transformació augmenta amb la temperatura, dins uns límits. Algunes fraccions de grau tenen una influència mesurable. Per cada grau suplementari, i dins aquests límits, els llevats transformen un 10% més de sucres, en el mateix temps.

La quantitat de sucre que poden transformar els llevats, o el grau alcohòlic que poden assolir, depenen fonamentalment de les característiques pròpies d'aquests i de la temperatura. Quant més alta és la temperatura, més ràpida és l'engegada de fermentació, però finalitza abans i el grau alcohòlic és menor. Llavors, si es vol obtenir un grau alcohòlic determinat, s'ha de tenir especial compte amb la temperatura d'inici i durant la fermentació.

Els intervals de temperatura de treball poden incidir positiva o negativament en l'activitat fermentativa, segons el tipus de vinificació, de la forma que es mostra a la taula 1.

Taula 1. Efectes de la temperatura sobre l'activitat fermentativa en les vinificacions (Puig, 2003).

	INTERVAL DE TEMPERATURA (℃)						
VI	**≤10**	**10-15**	**15-20**	**20-25**	**25-30**	**30-35**	**≥35**
Blanc	Inexistent	Iniciació	Òptima	Admissible	Desfavorable	Greu	Aturada
Negre	Inexistent	Iniciació	Desfavorable	Admissible	Òptima	Perillosa	Aturada

Per garantir i controlar les temperatures òptimes de fermentació, al celler s'hi instal·la un equip de fred que permet inicialment, mitjançant bescanviadors tubulars, disminuir la temperatura del most/pasta abans de l'encubat. Posteriorment, es manté la temperatura

desitjada de fermentació en els dipòsits per mitjà de la circulació d'aigua freda a través de camises de refrigeració.

Generalment, la vinificació es condueix a l'abric de l'aire. Normalment, els tractaments previs a l'encubat de la verema (desrapat, trepitjat i bombament) asseguren una primera aeració necessària per l'engegada de la fermentació, la qual es desenvoluparà més ràpidament quant més oxigen trobin els llevats.

A la vinificació en negre es forma el barret que, conjuntament amb el gas carbònic, actuen aïllant quasi totalment de l'aire i l'oxigen. Llavors, la fermentació pot arribar a aturar-se per asfíxia dels llevats. La solució a aquest problema està en les operacions de remuntat.

Llavors, les aeracions també són de vital importància per al bon desenvolupament de les fermentacions, havent d'intervenir de forma eficaç en tota situació:

- Una aeració ben conduïda aporta de 6 a 8 *mg* O_2/*l*, amb possibilitat de renovació. Per la fermentació, les necessitats totals són del voltant de 10-20 *mg* O_2/*l*.
- És necessari airejar els llevats, però no el most ni el vi, intervenint sobre els llevats en plena activitat quan s'han fermentat entre el 10-40% dels sucres, amb una baixada de la densitat de 10 a 30 unitats (en general, la densitat és superior a 1030-1050 *g/l*).
- Aquestes aeracions, durant la fermentació, no presenten cap risc d'oxidació per als components del vi, ja que el medi és molt reductor. Aeracions excessives (tots els dies) són inútils i poden disminuir les aromes afruitades i reforçar els caràcters durs.

Un bon seguiment de la fermentació es fixa en el control analític de les temperatures i la densitat del most durant l'encubat, a més de la determinació de l'acidesa volàtil i dels sucres fermentables residuals al finalitzar l'activitat fermentativa. Es realitzen mesures d'ambdós paràmetres, com a mínim dues o tres vegades al dia i a les mateixes hores, de la següent forma:

- Temperatura: es pot fer de forma manual amb un simple termòmetre, o bé mitjançant una sonda termoelèctrica i representant les dades en un indicador digital o en un ordinador.
- Densitat: es fan anàlisis de la densitat amb un densímetre per controlar la desaparició dels sucres del most, i determinar quan s'ha esgotat el sucre necessari perquè continuï la fermentació, i quan es pot donar per acabada.

A la fermentació, s'hi poden distingir tres fases o etapes (Puig, 2003):

- Una primera fase d'inducció, que és la que ocupa el primer dia i part del segon. Durant aquest temps es dóna una variació de densitat escassa.
- Una segona fase de fermentació tumultuosa, que es produeix entre el tercer i el cinquè dia, on l'activitat dels llevats és màxima, amb un ràpid augment de temperatura i un notable descens de la densitat fins a 1000-1010 *g/l*.
- Una fase final de fermentació lenta, a partir del cinquè dia, on els nivells de nutrients del most ha descendit, queda poc sucre per consumir i l'alcohol comença a ser tòxic pels llevats. En conseqüència, l'activitat fermentativa s'alenteix, la temperatura a baixat i es manté constant, i la densitat disminueix lentament, adoptant valors de 985-990 *g/l*.

2.5.2. Maceració

En la vinificació en negre, simultàniament a la fermentació alcohòlica es dóna la maceració fermentativa, que té per objectiu l'extracció de la matèria colorant i els compostos aromàtics del raïm, és a dir el pas de les substàncies fenòliques i aromàtiques de les parts sòlides al most en fermentació, per proporcionar aromes varietals, color i estructura al vi.

Els principis que regeixen la maceració es basen en l'extracció i dissolució de les substàncies contingudes en els teixits vegetals de les pells i les llavors, la seva difusió en el most i la modificació d'alguns compostos extrets.

El vi només conté entre un 20-50% dels compostos fenòlics que estan a la baia del raïm, és a dir un percentatge limitat però molt variable (Hidalgo, 2003). L'objectiu no és la màxima extracció, sinó l'extracció òptima de tanins bons continguts en el raïm. La maceració s'ha de conduir com una extracció fraccionada on únicament es volen obtenir les substàncies desitjades i, al mateix temps, impedir la cessió d'altres compostos indesitjables de caràcter vegetal.

Al most, amb la maceració, principalment s'aporten antocians (matèria colorant) i tanins, així com diverses substàncies aromàtiques, compostos nitrogenats i minerals, entre d'altres. Pel que fa als tanins, el principal interès és aconseguir l'extracció dels anomenats tanins bons continguts en les pells i evitar els tanins dolents de les llavors, astringents i amargs, tot i que en ocasions es desitgin.

A la figura 2, es poden observar les corbes clàssiques d'alliberament d'antocians i tanins respecte el temps d'encubat. L'alliberament d'antocians és ràpid, arribant al seu màxim entre els 6 i 8 dies; mentre que els tanins tenen un alliberament molt progressiu, quasi continu

transcorreguts de 10 a 20 dies. L'evolució del color és molt variable, ja que depèn dels antocians i els tanins, però també de les oxidacions i els llevats.

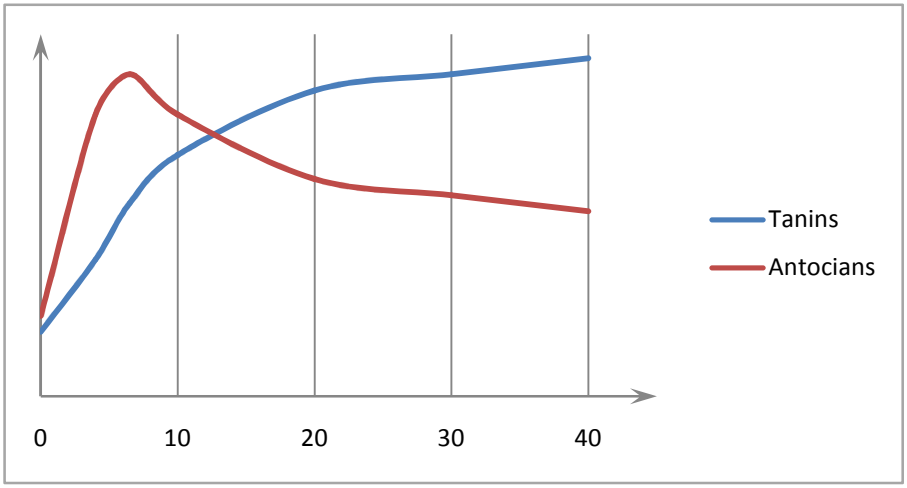


Figura 2. Evolució esquemàtica d'antocians i tanins durant l'encubat (Peynaud et al., 1992).

La conducció de la maceració es veu influenciada per una sèrie de factors que condicionen l'extracció i difusió de tots aquests compostos, segons els objectius desitjats:

- Accions mecàniques: a l'actuar sobre els teixits vegetals, faciliten l'alliberament i difusió de tots els components continguts en les pells i llavors; però hi ha el risc que en resultin caràcters vegetals no desitjats. Aquest paper està assignat al trepitjat, als sistemes mecànics d'agitació i a les operacions de remuntat.
- Temperatura: més temperatura implica més extracció i solubilitat dels antocians i tanins; però cal tenir en compte que no s'ha de perjudicar l'activitat fermentativa. La maceració es veu afavorida per temperatures elevades, equivalents a 25℃ per a vins joves i a 28-30℃ per vins destinats a la cria nça.
- Alcohol: a mesura que es va produint alcohol, es millora l'extracció i dissolució de tanins i antocians; però s'han de vigilar els efectes excessius sobre les llavors.
- Sulfitat: afavoreix la dissolució i l'estabilització de la matèria colorant, a més de protegir els compostos fenòlics i facilitar la fermentació alcohòlica. Però pot provocar el bloqueig de la fermentació malolàctica.
- Aeració: afavoreix l'estabilització del color. Però hi ha risc d'enterboliments per oxidases, que catalitzen la fixació d'O_2 provocant alteracions en el color i la limpidesa.
- Preparacions enzimàtiques comercials: faciliten l'alliberament de tanins bons.

- Temps d'encubat: com s'ha observat a la *figura 2*, la dissolució i difusió de les substàncies extretes varia en funció de la durada de l'encubat i, fins i tot, determina el tipus de vi negre a elaborar, ja que amb una:

  → *Maceració curta* (4-8 dies): es dóna una bona extracció d'antocians, per tant una bona intensitat de color, però amb baixa obtenció de tanins donant vins lleugers. És destinada a vins joves.
  → *Maceració llarga* (≥15 dies): mostra una extracció creixent dels tanins totals, i també amb bastant color. Aconsegueix vins aptes per a la criança, ja que afavoreixen a l'evolució i la conservació del vi.

En els encubats tradicionals de verema negra la maceració s'inicia en el trepitjat, tot i que és realment activa a partir de l'encubat i, sobretot, durant la fermentació alcohòlica i després d'aquesta.

Durant segles, els enòlegs han assajat diverses pràctiques apuntant a la millora de les tècniques de maceració (Hidalgo, 2003). Actualment, les tècniques més utilitzades són:

- Maceració inicial en fred (MIF): a l'encubat, la verema es refrigera ràpidament fins a 5℃, mitjançant l'aportació de gel carbònic, i es conserva així entre 5-15 dies; llavors, es reescalfa i es vinifica de forma habitual. El contacte amb el gel carbònic, comprat o fabricat per exposició del CO_2 sota pressió a -80℃, provoca un xoc tèrmic violent que trenca les pells i allibera un suc vermell molt intens. La maceració en fred amplia l'extracció fenòlica i aromàtica. Diverses observacions i assajos mostren l'obtenció de vins acolorits i amb fortes aromes, però apreciables de diverses formes. L'engegada d'aquesta pràctica és bastant pesada i costosa, i necessita un seguiment analític i organolèptic de rigor. El CO_2 líquid en ampolles allibera al voltant de 37,5 *kcal/kg*; el CO_2 líquid en tanc isotèrmic proporciona 60 *kcal/kg*; la neu carbònica compactada («*carboglace*») allibera 150 *kcal/kg*. Per altra banda, és necessària al voltant d'1 *kcal* per rebaixar 1℃ la temperatura d'1 *kg* de verema. Cal saber també, que 1 *kg* de CO_2 allibera de l'ordre de 500 *l* de CO_2 gasós, que pot ser perillós en cas que s'acumuli al celler.
- Maceració inicial en calent (MIC): la verema rebregada i desrapada s'escalfa fins a 40-60℃, macerant vàries hores; llavors es refreda i es vinifica de forma habitual. S'observa un fort augment del color del most enriquit per l'alliberament dels antocians de les pells trencades per la calor. Aquest color intens, relativament inestable, es redueix en el transcurs de la fermentació i després dels primers mesos següents a la vinificació. Aquesta tècnica, una mica brusca, pot ser interessant per

l'elaboració de vins negres acolorits, però lleugers, destinats a un consum ràpid al voltant d'un any.

- Maceració final en calent (MFC): mitjançant l'escalfament de la brisa amb el vi, una vegada acabada la fermentació alcohòlica, s'extreuen els tanins solubles en alcohol per reforçar l'estructura, el cos del vi. Aquesta tècnica produeix resultats útils, sempre que s'apliqui a veremes sanes, sense activitat de *p*-difenoloxidasa (lacasa) verificada, sense restes vegetals (fulles, pecíols,...), amb la fermentació alcohòlica acabada i amb la fermentació malolàctica sense iniciar. S'utilitza un bescanviador tubular o de plaques, o bé un escalfador de vins especialitzat, per escalfar un volum suficient de vi en un circuit tancat, disposat sobre la brisa a tractar per aconseguir una temperatura de 40-50℃. Es deixa macerar entre 12-36 *h*, s'extreu i es premsa. El vi obtingut és més vigorós i acolorit, però a vegades més rústic i astringent, podent millorar a més lleugeresa. També es proposa mantenir el tanc a temperatures de 35-40℃ varis dies, després de la fermentació però abans del sagnat, augmentant fortament els compostos fenòlics.

2.5.3. Remuntat i xarboteig

Durant la fermentació alcohòlica de la verema negra, s'apliquen les operacions de remuntat i xarboteig, encaminades principalment a activar la maceració. Són indispensables perquè hi tinguin lloc els intercanvis desitjats entre pells/llavors/most, però sobretot per propiciar la seva difusió per tota la massa de líquid.

L'operació de remuntat tradicional consisteix en extreure most/vi en fermentació de la part inferior del dipòsit, per ser impulsat mitjançant una bomba i afegir-lo per la part superior del mateix. Es pot realitzar en el mateix dipòsit o intercalar un dipòsit intermedi.

Les finalitats dels remuntats determinen les diferents aplicacions:

- Major homogeneïtzació de tota la massa encubada i bona mescla de totes les addicions. És d'aplicació també en el cas de vins acabats.
- Activació i intensificació de la maceració.
- Aeració de la massa, propiciant un major desenvolupament dels llevats, una major activitat fermentativa, afavorint les reaccions antocians/tanins i impedint les olors de reducció.

Depenent de la temperatura, la quantitat màxima d'oxigen dissolt oscil·la entre 6-8 *mg/l* a saturació per cada operació de remuntat (Hidalgo, 2003):

- Remuntat de nul·la o mínima aeració: es realitza a circuit tancat, connectant directament la bomba a la vàlvula lateral del dipòsit.
- Remuntat de màxima aeració: s'efectua a circuit obert, col·locant un recipient on s'hi aboca most en fermentació (que s'oxigena) que és aspirat i impulsat per una bomba cap amunt. És empíricament graduable.
- Microoxigenació: amb difusors d'oxigen pur.

També existeixen alguns inconvenients dels remuntats:

- Possibles pèrdues d'alcohol per evaporació, estimades en un 0,5% en volum.
- Reducció del nivell de SO_2.
- Increment de la temperatura per activació de la fermentació.

L'operació de xarboteig és una antiga tècnica de tractament mecànic del barret, que té per objectiu trencar-lo i submergir-lo en la massa en fermentació, activant així la maceració. La freqüència del xarboteig coincideix en forma i temps amb els remuntats, podent ser tècniques conjuntes i complementàries en l'elaboració de vins negres.

L'activació de la maceració consisteix en deixar caure el most/vi remuntat sobre el barret, en forma de pluja per repartir-lo de forma homogènia sobre la seva superfície, per tal de renovar el most/vi saturat, en contacte amb el barret, pel procedent de la part inferior del dipòsit, menys saturat. Per un bon repartiment, s'utilitzen sistemes d'aspersió o difusors.

Els remuntats es fan de l'ordre de la meitat o la totalitat del most contingut en la massa en fermentació, calculant el temps de remuntat en funció del cabal de la bomba utilitzada, essent preferible augmentar el nombre de remuntats però mantenint el temps diari destinat a l'operació. En ocasions s'utilitza una bomba per cada dipòsit, però normalment és una bomba per cada 4 dipòsits; solen ser bombes de pistó alternatiu o les de rodet flexible, que poden treballar en presència de fragments sòlids.

L'aplicació de remuntats es troba en diverses fases del procés d'elaboració de vins negres, sobretot per vins destinats a la criança, i amb diverses finalitats:

a) En primer terme, una vegada emplenat el dipòsit, es realitza un primer remuntat d'homogeneïtzació de tota la massa i el contingut en sucres, i també per una bona mescla dels additius (SO_2, llevats i enzims).
b) En una segona fase, a l'iniciar la fermentació i durant els primers dies, convé remuntar al voltant del 50% del volum de massa en fermentació, un mínim de 3

vegades cada dia fins arribar a una densitat de 1050 *g/l*. Es fan amb bona aeració per tal d'oxigenar els llevats, i per incrementar la maceració del most amb el barret.

c) Durant els dies de fermentació següents, es van reduint els remuntats a 1-2 diaris fins arribar a una densitat equivalent a 1000 *g/l*, amb mínima aeració.
d) Al final de fermentació, els últims remuntats sense aeració busquen generalment homogeneïtzar la matèria colorant i el contingut en alcohol. Han de ser limitats i acurats, ja que hi ha el risc d'extraccions intenses dels tanins de les llavors i es pot complicar el desencubat, al desfer massa el barret i dificultar el flux.
e) Es pot fer algun remuntat addicional si esdevenen riscs d'aturada de fermentació.

Amb els remuntats inicials s'afavoreix l'extracció de matèria colorant, tanins suaus i polisacàrids de les parets cel·lulars dels raïms, mentre que amb els remuntats finals cal anar amb compte ja que afavoreixen l'extracció de components astringents de les llavors, que en determinades pràctiques enològiques resulten interessants. A les fases finals de fermentació, l'aplicació dels remuntats ve determinada per l'enòleg, fruit de degustacions regulars i del destí del vi a elaborar.

Avui en dia, la gran majoria dels vins d'alta qualitat s'encuben amb dispositius senzills utilitzats amb bon criteri: remuntats amb bomba i per aspersió del barret.

Actualment, la diversitat de models de dipòsits incorporen diferents tècniques de remuntat, on les més utilitzades es descriuen breument a continuació:

- Mitjançant bomba independent: és el més clàssic. No està automatitzat, per la qual cosa requereix de personal. També cal controlar el reg per aspersió. És un sistema molt discontinu.
- Mitjançant bomba fixa al tanc: el remuntat és molt acurat i molt eficaç. No cal vigilància i és pot automatitzar, la qual cosa aporta oxigen. La inversió és una mica superior.
- Mitjançant bomba submergible: el remuntat és acurat i molt eficaç, i té una seguretat total. També es pot automatitzar (aportació O_2) i es pot utilitzar per clarificacions, estabilitzacions i mescles. La inversió és molt elevada.
- Per descongestionat o «*délestage*»: és molt eficaç, ja que es trafega tot el most i l'extracció és molt acurada, però requereix de tancs adaptats i una bomba de gran dimensió.
- Mitjançant remoguts de gas: és una operació molt ràpida, amb possibilitat d'oxigenació, i també es pot utilitzar per clarificacions, estabilitzacions i mescles.

Però també requereix de tancs adaptats i l'homogeneïtzació a les vinificacions és limitada. S'utilitza un gas de qualitat alimentària comprovada (N_2 o aire reconstituït).

- Tanc tipus «*Guerin*» o amb trepitjat automàtic: és un sistema automàtic, però és d'inversió elevada; existeixen riscs d'extraccions elevades i formació de fangs.
- Tanc rotatiu horitzontal amb rascador d'hèlix: facilita les extraccions i s'adapta bé a la maceració de pells (blancs i rosats). El sistema de buidat és automàtic. La neteja presenta complicacions i hi ha risc de extracció excessiva. La inversió és molt elevada.
- Tanc tipus «*Ducellier-Isman*» o de remuntat automàtic: és un tanc automàtic, amb regulador de temperatura incorporat, que permet extraccions intenses. La inversió és molt elevada, amb risc d'extraccions excessives i emmagatzematge complex.

Els dispositius d'encubat que realitzen automàticament el remuntat i el desencubat, per elements integrats en el seu disseny, s'anomenen autovinificadors.

En el cas d'aplicar operacions de xarboteig, es pot realitzar:

- Sistema manual: requereix mà d'obra i es produeix una excessiva ruptura pel·licular. S'utilitzen barres, perxes o hèlixs, o fins i tot un compressor per produir aire comprimit.
- Sistema mecànic: són mètodes automàtics, per mitjà de: pistons hidràulics, remuntats amb recipient auxiliar, amb «*turbopigeur*», amb nitrogen, ...

2.5.4. Tècniques de vinificació especials

A més de les tècniques clàssiques de vinificació en negre, existeixen altres sistemes de concepció més recent (Peynaud et al., 1992):

a) Vinificació contínua: per facilitar la gestió de grans aportacions diàries a les veremes, es van proposar sistemes de vinificació continua constituïts esquemàticament per un tanc cilíndric vertical de 400-4000 *hl* alimentat en continu per verema fresca, que fermenta unes quantes hores amb evacuacions continues de vi, de brisa per la part alta del tanc i de llavors per la part baixa. El conjunt està proveït de diversos dispositius de regulació de temperatura, d'aeració i d'homogeneïtzació mesurables. Aquests sistemes estan destinats sobretot a l'obtenció de fluxos importants de vins d'un consum ràpid, de qualitat equivalent als procediments habituals però amb riscs d'activació enzimàtica i bacteriana elevats. Evidentment, s'exclou l'obtenció de vins molt diferenciats.

b) Maceració carbònica: és una tècnica molt antiga; es caracteritza per una fermentació alcohòlica parcial i una fermentació aromàtica a l'interior dels raïms, sense trencar i situats a l'abric de l'oxigen en atmosfera carbònica o en el most. Produeix mosts molt fermentables per llevats i bacteris, d'aquí els risc de picat làctic a controlar, i dóna vins amb aromes específiques, variables segons les varietats i les temperatures de maceració. L'engegada de la operació és bastant complicada, ja que la recol·lecció mecànica és impossible i l'encubat dels ramells intactes és lent i difícil. Es una tècnica estricta i es veu limitada, i per això és més utilitzada la versió semicarbònica. Intervé més o menys intensament en tots els vins negres en els que es produeix l'encubat de raïms sencers sense trencar, ja sigui per a vins joves o, fins i tot, per a vins de criança de mitja durada.

c) Vinificació «flash-expansió»: la verema és escalfada ràpidament fins a 70-95℃ (3 *min*), a l'abric de l'aire, i després refredada brutalment (1 *s*) mitjançant expansió al buit. Així, les pells trencades alliberen antocians, tanins i aromes, de forma ràpida i eficient. Es poden obtenir vins més acolorits, més estructurats i més aromàtics. Aquesta tècnica no té referències pràctiques. A més, la seva capacitat de provocar certa concentració pot ser un avantatge o un inconvenient pràctic i/o reglamentari.

d) Termovinificació: Consisteix en escalfar la verema, abans de la fermentació, fins a 50-70℃ mitjançant algun aparell operatiu tal com: un escalfador tubular, un bany amb most calent, per aspersió dels raïms sencers amb vapor d'aigua, o per immersió dels ramells en vi calent. S'hi observa l'extracció dels antocians en funció de la calor:

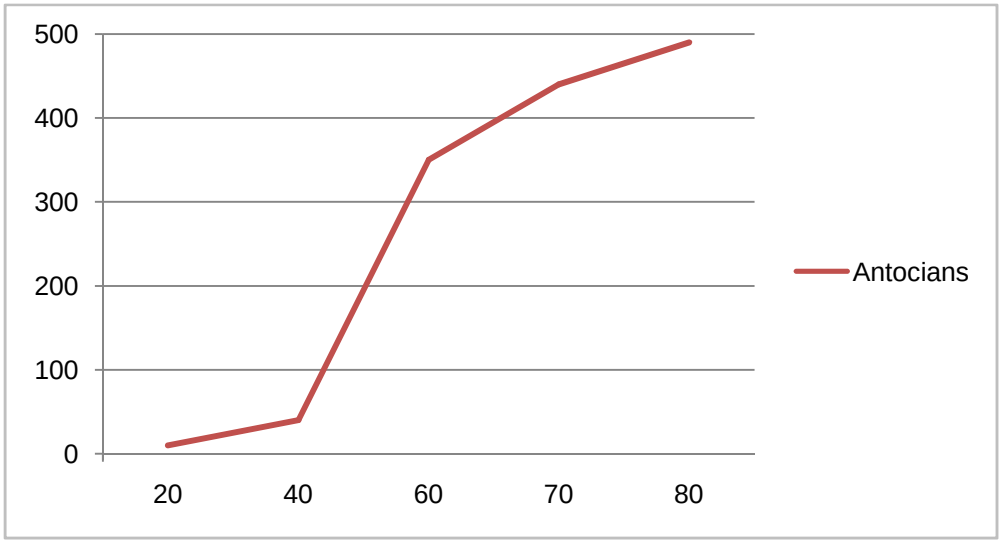


Figura 3. Extracció d'antocians mitjançant calor (Peynaud et al., 1992).

La figura 3 mostra que és necessari arribar a una temperatura de cap a 60℃ per obtenir una extracció molt forta d'antocians, així com una destrucció total de la *p*-difenoloxidasa (lacasa) present en aquell moment. La verema escalfada d'aquesta forma, es pot tractar segons diferents procediments:

- Refrigeració ràpida, després d'un escalfament de 10-20 *min*, i a continuació premsatge i fermentació del "suc clar" per obtenir un vi negre ric en antocians i pobre en tanins (acolorit però lleuger), destinat a un consum ràpid. Freqüentment, aquests vins tenen una aroma típica, a vegades molt buscada, sola o mesclada.
- Maceració a temperatura elevada, de 60-70 a 35-50°C, en un tanc de maceració específica o en una premsa horitzontal amb o sense reciclatge del most obtingut, durant 1-2 *h* fins a 10-12 *h*. S'obté un vi molt tànnic, de conservació molt llarga.
- Amb o sense maceració en calent, la verema es refrigera fins a 20-25℃, s'encuba i se sotmet a una fermentació clàssica. S'obtenen vins molt acolorits, rics en antocians i en tanins, aptes per la guarda de llarga durada.

Els principals resultats obtinguts amb la termovinificació són: un fort augment del color i dels antocians en els vins joves (1-3 mesos), seguit d'una ràpida disminució degut a que el suplement de color no és estable si no hi ha una extracció suficient dels tanins necessaris per la fixació dels antocians. Per tant, aquesta tècnica només se sol aplicar en una fracció de la verema recol·lectada, oferint un servei important, però sense compensar les insuficiències massa marcades dels ramells, ni suprimir els danys deguts a la podridura gris. Al mercat, existeixen diversos bescanviadors de temperatures estàndards que poden tractar en continu des d'una a vàries tones per hora, amb una alimentació d'aigua calenta tipus calefacció central adaptada.

2.6. Desencubat i premsatge

El desencubat és l'operació de buidat complet del dipòsit. En primer lloc, es realitza l'extracció del líquid fermentat, denominat vi flor; llavors es retira la fase sòlid/líquid, que rep el nom de pasta, passant a l'operació de premsatge per a la separació d'ambdues parts resultant-ne les brises seques i el líquid secundari anomenat vi de premsa.

L'objecte del moment de procedir a aquesta operació és independent de la fermentació alcohòlica. En canvi va íntimament lligat al procés de maceració i al tipus de vi que es vol elaborar o obtenir.

2.6.1. Durada de l'encubat

Cada dipòsit disposa d'una fitxa de maceració que reuneix totes les dades importants sobre el raïm, les operacions a realitzar abans i durant l'encubat, i les evolucions de la temperatura i la densitat. Aquesta activitat de la vinificació es pot automatitzar, informatitzar, comptant també amb l'observació i control humans, indispensables en qualsevol situació.

Aquestes dades s'han de completar amb degustacions simples (claredat, característiques particulars), però regulars (cada dia), i amb certes anàlisis cap al final de la fermentació (sucres reductors, acidesa volàtil i àcid màlic) i de l'encubat (índex de polifenols i antocians).

Els temps d'encubat es determinen en funció del tipus de vi a elaborar i el que permeti la qualitat de la verema elaborada. Es poden classificar en:

a) Encubats curts: es realitzen abans de finalitzar la fermentació alcohòlica, passats els 5 primers dies de fermentació, amb densitats del most/vi entre 1010 i 1030 *g/l*, el qual encara conté sucres i ha de finalitzar la fermentació en "verge" (en absència de la pasta). Es destinen a obtenir vins joves amb sensacions gustatives suaus i que no han de patir un procés d'envelliment. També s'utilitzen per a veremes defectuoses o amb problemes.
b) Encubats estàndard: es duen a terme recent finalitzada la fermentació alcohòlica, amb durada de 6 a 10 dies, per apurar més la maceració. S'utilitzen per varietats de qualitat, amb l'objectiu d'obtenir vins joves equilibrats o quan es vol realitzar una criança curta en fusta.
c) Encubats llargs: havent finalitzat la fermentació alcohòlica, es realitza al cap de 2-3 setmanes (o més), perllongant la maceració. S'utilitza en varietats de qualitat amb la finalitat d'obtenir vins amb estructura complexa i tànnica, necessària per permetre llargs processos de criança.

En l'anàlisi de compostos fenòlics, els valors òptims d'antocians i d'Índex de Polifenols Totals (IPT) varien segons les varietats, el clima, els sòls, les anyades i els mètodes de vinificació, però cada celler ha de constituir el seu banc de dades personals definint els seus valors objectius. També, es mostra interès per la mesura del poder taní que es correspon millor a la sensació tànnica percebuda al fer el tast.

La síntesi d'aquestes dades, comparades amb l'edat de la verema i els objectius del celler, permet fer un seguiment de l'evolució del vi i guiar-lo després de fixar la data òptima de desencubat, havent realitzat un examen del conjunt de condicionants enològics i pràctics específics (Hidalgo, 2003):

- Objectius de la vinificació: vi jove, vi de criança, ...
- Característiques de la verema: varietat, maduresa, estat sanitari, rendiment, ...
- Condicions de l'encubat: intensitats del trepitjat, desrapat, sulfitat, ...
- Dispositius d'encubat: activació de la maceració, risc d'alteracions físiques o microbianes, ...
- Desenvolupament de les fermentacions alcohòlica i malolàctica.
- Extracció dels components fenòlics: IPT, antocians, tanins, ...
- Evolució organolèptica.
- Presència a l'aire.

Si esdevé l'aturada de la fermentació alcohòlica existeix el risc que es doni el picat làctic de la verema paralitzada. Per evitar-ho cal realitzar un desencubat immediat aplicant un lleuger sulfitat (2 *g/hl*), per frenar el desenvolupament de bacteris làctics, i posteriorment aplicar algun mètode d'activació de la fermentació alcohòlica.

2.6.2. Formes i metodologia del desencubat

Bàsicament, el desencubat es pot dur a la pràctica de dues formes:

a) Realitzar l'escorregut o sagnat del vi, a través de les vàlvules laterals o del fons del dipòsit, i a continuació retirar la pasta amb destinació a la premsa, per acabar d'extreure el vi que conté.
b) Aplicar una homogeneïtzació del barret amb tota la massa de líquid, mitjançant un remuntat actiu, i desencubar el conjunt obtingut per mitjà d'una bomba, separant a continuació el vi dels sòlids per mitjà d'un sistema de sagnat i premsatge.

L'escorregut o sagnat del vi es sol fer per una vàlvula lateral, disposant en ocasions d'algun sistema a l'interior que millori el drenatge. La sortida del vi es pot fer:

- <u>Per gravetat</u>: dirigit cap a un recipient col·lector situat a peu del dipòsit, col·locant un reixat que permet la separació manual de les llavors i fragments vegetals.
- <u>Amb separadors de grànul</u>: utilitzats en grans instal·lacions, són aparells que passen el vi a través d'un tamís (0,5 mm de llum) retenint els sòlids, que són evacuats de forma contínua.

Al desencubar el vi flor, aquest és conduït a dipòsits de gran capacitat on podrà finalitzar la fermentació alcohòlica, si no ho ha fet, o bé es mantindrà en repòs, per la decantació de restes, amb la possibilitat d'iniciar la fermentació malolàctica. El procés es realitza amb una lleugera aeració i sense sulfitar, afavorint així l'engegada de la fermentació d'acabat.

Pràcticament mai es practica el sulfitat a l'instant del desencubat amb la finalitat de no interferir en les fermentacions d'acabat i afinament. Com excepció, només es pot sulfitar lleugerament al desencubar en tres casos:

- Per aturada de la fermentació alcohòlica o augment de l'acidesa volàtil, degut a un atac bacterià.
- Quan el vi ha quedat ensucrat i pot córrer el risc d'alteracions microbianes.
- Quan existeix el risc d'enterboliment oxidàssic, per l'activitat d'enzims oxidatius.

2.6.3. Retirada de pasta i premsatge

Finalitzat el sagnat del vi flor, en els dipòsits hi resta la pasta i una bona quantitat de vi absorbit. El conjunt ha de ser traslladat a una premsa per la seva separació, obtenint el vi de premsa i les brises (residus sòlids secs).

L'extracció de la pasta sol ser una operació pesada,lenta i perillosa (ja que allibera CO_2), i que pot disminuir la qualitat posterior dels vins de premsa que són, en ocasions, part integrant dels vins negres de qualitat. Depenent del tipus de dipòsits de fermentació utilitzats, la retirada de la pasta es pot fer de diverses formes:

a) Buidat manual: a través de la comporta de desencubat, els operaris treballen en l'extracció des de l'interior o fora dels dipòsits amb eines (pales i forques, normalment), i també es pot introduir una cinta o un cargol sens fi a la boca de desencubat. És de vital importància que prèviament s'asseguri la total evacuació (aspiració) del CO_2, vapors d'alcohol i de la calor, per a suprimir els perills d'intoxicació.
b) Buidat automàtic: s'utilitzen els denominats dipòsits autobuidants. A través de la comporta de desencubat, la pasta surt per si sola per acció de la gravetat, o bé amb l'ajuda de dispositius extractors fixes en el fons dels dipòsits.

En ambdós casos, la pasta es condueix cap a la premsa, normalment pneumàtica. Existeixen diferents possibilitats de trasllat:

- Acostant una premsa mòbil cap a la base dels dipòsits.
- Portar la pasta, per mitjà de recipients de transport manual o gàbies mòbils, fins la premsa fixa.
- Transportant la pasta fins la premsa fixa, ja sigui mitjançant cintes contínues, cargol sens fi, o bé bombes de pasta amb canonades de gran diàmetre, tipus bombes peristàltiques.

A la fase d'emplenament de la premsa, la pasta deixa escórrer una important quantitat de vi d'igual qualitat al vi del sagnat, denominat vi d'escorregut, el qual s'afegeix al vi flor.

Un cop introduïda a la premsa es produeix la separació del vi contingut, per mitjà de pressió, fins a dessecar les brises. Independentment de la premsa utilitzada, s'han de fraccionar els vins de premsa en funció de les pressions aplicades i separant les diferents qualitats. Quan més elevada sigui la pressió, menys qualitat tindrà el vi de premsa; i segons el nombre de premsades també disminueix la seva qualitat.

De cada 100 *kg* de verema, s'obtenen 72-75 litres de vi, després de la fermentació alcohòlica. D'aquest vi, s'obtenen dues fraccions:

- Vi flor (80-85%).
- Vi de premsa (15-20%).

El vi de premsa conté més sucres, major acidesa volàtil, més nitrogen, i és més ric en antocians i tanins que el vi flor. D'aquest vi de premsa, convé separar dues premsades: la primera obté el 10% del vi, de gran qualitat, que s'unirà al vi d'escorregut; i a la segona premsada s'obté el 5% restant, destinat a vins comuns.

El vi flor i el vi de primera premsada es mesclen segons el vi que es pretén elaborar:

- Per a vins joves no es mesclen, ja que perden qualitat.
- Si el vi de primera premsada és sa i sense sucres reductors es mescla amb el vi flor destinat a criança, afavorint així la fermentació malolàctica.
- Si és sa però astringent, es manté separat fins que hagin finalitzat la malolàctica i s'hagin afinat (clarificació, filtració, reduir astringència); llavors, es mesclen.

2.6.4. Els perills del CO_2 als cellers

Un excés de CO_2 pot suposar un perill per als treballadors i visitants externs del celler. Existeixen graus de perillositat elevats referents al CO_2, considerant que el perill del CO_2 als cellers s'avalua de la següent forma:

- Amb corrent d'aire fresc, el contingut en CO_2 oscil·la el 0,03%. El perill és nul.
- El valor mitjà d'exposició es troba en el 0,5% de CO_2, i és acceptable un període inferior a 2 *h*.
- El valor límit d'exposició (VLE) està estipulat en el 3% de CO_2, i és tolerable un màxim de 15 *min*.

- En el cas d'exposició per sobre del VLE es dóna una recuperació total si l'estància és de 5 *s*; però si s'arriba als 15 *s*, hi ha pèrdua del coneixement i destrucció parcial de les cèl·lules cerebrals amb seqüeles després de la recuperació, i més enllà dels 15 *min* provoca una mort cerebral irreversible.

La fermentació alcohòlica allibera ràpidament al voltant de 50 litres de CO_2 per litre de vi obtingut i allibera lentament de 30 a 150 litres de CO_2 per hectolitre. Aquest gas es pot acumular localment com les petites quantitats produïdes per les diverses fermentacions secundàries i accidents microbiològics variats. I referent a les instal·lacions de calor i fred, la combustió de 1 *kg* de gas propà allibera 3 *kg* (1,5 m^3) de gas carbònic.

El CO_2, al voltant de 1,5 vegades més dens que l'aire, s'acumula fàcilment en parts baixes i mal ventilades, on genera un greu perill per al personal permanent i ocasional del celler. El contingut de CO_2 en les atmosferes de treball s'ha de controlar, amb rigor, amb mesuradors adaptats i verificats. El test de combustió de l'espelma és necessari, però insuficient, ja que aquesta només crema el 10-15% d'oxigen, és a dir un contingut possible del 5-10% de CO_2, que és mortal en pocs segons.

El CO_2 es pot captar, a l'inici, amb els aspiradors que canalitzen totes les restes gasoses dels vins en fermentació, expulsant-lo a l'exterior del celler. Per defecte, es pot eliminar mitjançant l'aspiració general del celler, o tanc per tanc al retirar les brises; però també, al produir-se qualsevol intervenció en els tancs i locals mal ventilats, poden esdevenir nombrosos accidents quan es trafega o es netegen els tancs, abans de les veremes, que han conservat una mica de vi o restes de brisa.

Cal observar també, que a vegades es reemplaça l'oxigen de l'aire, aquí indesitjable, per un gas inert (nitrogen, argó). Els tancs on s'ha efectuat aquesta substitució s'han d'obrir imperativament a l'aire abans de qualsevol intervenció humana, ja que la inhalació d'aquests gasos provoca l'asfíxia ràpida per la falta d'oxigen, provocant danys personals importants.

2.7. Fermentació malolàctica

La fermentació malolàctica, o també desacidificació biològica, coincideix amb el final de la fermentació alcohòlica i és una transformació que consisteix en la degradació de l'àcid màlic, present en el vi desencubat, a àcid làctic. Aquesta transformació s'expressa a la figura 4.

Àcid màlic → *Àcid làctic* + *Gas carbònic*

Figura 4. Expressió de la transformació malolàctica.

Els responsables són bacteris làctics, sota l'acció d'enzims malolàctics a l'interior de la seva cèl·lula, on destaquen *Leuconostoc oenos* i *Lactobacillus plantarum*. L'actuació d'aquests bacteris provoca una degradació total de l'àcid màlic, ocasionant una:

- Millora gustativa, degut als productes metabòlics.
- Disminució de l'acidesa total, per tant del potencial àcid.
- Lleuger augment de l'acidesa volàtil.
- Estabilització biològica del vi.

Cal esmentar, que existeixen factors limitants que condicionen la fermentació malolàctica (Troost, 1985):

- Temperatura: el valor òptim per aquesta transformació està entre 20-25ºC, alentint-se notablement a 15 i 30ºC.
- pH: entre 3 i 4, s'inicia més ràpidament segons sigui més elevat. Per sota de 3 i per sobre de 4,5, es pot dir que no es possible.
- Manca d'oxigen: la fermentació malolàctica es dóna en anaerobiosi.
- Sulfitat: millor fer-ho havent acabat aquesta fermentació, ja que els bacteris no són capaços de sobreviure amb dosis superiors a 100 *mg* SO_2*/l*.
- Grau alcohòlic: el valor ha de ser per sota els 13º, per no afectar als bacteris làctics.

Per tant, la fermentació malolàctica s'ha de realitzar un cop acabada la fermentació alcohòlica, quan no queden sucres residuals en el vi. El vi restarà en repòs, sense trafegar ni airejar, sense correcció amb anhídrid sulfurós, i mantenint les temperatures òptimes de desenvolupament dels bacteris làctics. És important realitzar una analítica al vi, per conèixer els paràmetres abans esmentats i per controlar el desenvolupament de la desacidificació (acideses total i volàtil, àcid màlic).

El final de fermentació malolàctica ha de ser controlada i manipulada adequadament, ja que pot produir transformacions indesitjables (àcid cítric a acètic). Quan al vi resten quantitats d'àcid màlic ≤0,5 *g/l*, es passa a trafegar i sulfitar donant la fermentació per acabada. La fermentació malolàctica sol durar entre 1 i 2 setmanes. L'evolució dels àcids es pot mesurar per cromatografia de paper o per mètodes enzimàtics.

En el cas que hi hagi problemes d'engegada de la fermentació, es poden addicionar bacteris làctics, tot i que resulta car.

2.8. Tràfecs, mescles i tipificació en dipòsits

El tràfec és el trasllat del vi d'un recipient a un altre, separant el millor possible els líquids dels seus pòsits. És una operació senzilla, sense material complex, però que comporta nombrosos efectes:

- Separació i eliminació dels sediments de precipitació del vi, per decantació.
- Homogeneïtzació, sobretot en el cas de mescles.
- Aeració (O_2) i desgasament (CO_2, alcohol), que cal controlar.
- S'aplica sulfitat, de l'ordre de 3-5 *g* SO_2*/hl*.

És normal que en els vins, després de les fermentacions, hi apareguin terboleses. Amb els tràfecs i el temps de repòs, es produeix una sedimentació natural; per una part, les partícules en suspensió van sedimentant per gravetat i, per altra banda, els col·loides del vi (tanins, proteïnes, pectines) perden l'estabilitat, per diferents fenòmens, formant flòculs i sedimentant. Per tant, és una primera operació de neteja dels vins. També s'aconsegueix una elevada homogeneïtat del contingut dels dipòsits, particularment important en el cas de mescles recents.

Immediatament després, es realitza una anàlisi de cada dipòsit, on es determinen diferents paràmetres d'importància, tals com: grau alcohòlic; sucres reductors; pH; anhídrid sulfurós total i lliure; acidesa total i volàtil. Llavors, els vins obtinguts es degusten i es tipifiquen, classificant-los segons el producte comercial al qual es destinarà.

D'acord amb la classificació que s'hagi donat al vi, els passos enològics seran diferents. Els vins joves s'emmagatzemen en els mateixos dipòsits fins al seu embotellament. En canvi, els vins de criança i reserva es poden madurar en el dipòsit o bé en barrica de fusta, durant el temps que estimi convenient l'enòleg.

Les mescles o cupatges es defineixen en funció dels objectius i resultats que es volen obtenir del vi. Els vins que s'escullen, s'han degustat i catalogat prèviament. Es realitza una prova pilot amb un petit volum, i si el resultat és satisfactori es fa una ordre de treball i es realitzen les mescles al celler, on posteriorment es tornarà a degustar i analitzar el vi obtingut.

Amb els resultats obtinguts, es determinen els tractaments posteriors que requerirà cada vi. Per això, és aconsellable fer les mescles dels vins abans dels processos de clarificació i estabilització.

Amb els cupatges, es persegueixen tres objectius:

a) Homogeneïtzació dels diversos dipòsits d'una mateixa collita i d'un mateix celler.
b) Mescla de vins d'un mateix origen o d'una mateixa denominació.
c) Mescla de vins comuns.

La mescla dels diversos dipòsits es realitza per homogeneïtzar les collites i que no hi hagi diferències entre uns dipòsits i altres. El que caracteritza a un celler de vi de qualitat és la recerca d'una aroma i gust propis, i amb les mescles això s'aconsegueix. També intervé, en aquesta recerca, la mescla amb vins d'altres anyades, tot i que només està permès mesclar un 15% de vi d'un altre any.

A més, la mescla és necessària per imperatius comercials, ja que crear vins comercials, mantenir-los tot l'any, malgrat les diferents edats, i durant anys successius, només és possible per mitjà de mescles.

3. AFINAMENT I CRIANÇA

3.1. Limpidesa dels vins

Els consumidors busquen els vins amb molt bona limpidesa, amb absència de terboleses i deposicions. Per això, cal realitzar unes operacions complementàries per tal d'aconseguir un vi net i amb bona estabilitat química i biològica, tals com:

- Clarificació: té com objectiu eliminar la terbolesa del vi, formada per partícules visibles i/o que desvien o absorbeixen la llum, per aconseguir un vi net i estable. Existeixen dos procediments generals de clarificació:
  - *Natural* : és la sedimentació lenta i progressiva de les partícules en suspensió, degut al seu propi pes.
  - *Provocada* : consisteix en incorporar una substància clarificant (ovoalbúmina o gelatina, normalment) al vi, capaç de flocular i sedimentar, arrossegant les partícules suspeses i disperses.
- Filtració clarificant: s'utilitza un filtre de terres, per tal de separar la fase sòlida insoluble de la fase líquida, aconseguint així un vi més net i brillant. Es tracta d'una filtració en profunditat d'abrillantat i pobre en gèrmens (0,8 μm).
- Estabilització: consisteix en impedir possibles accidents i/o desviacions en la conservació d'un vi. Es pot considerar una prevenció, ja que no corregeix defectes que tingui el vi en el present moment sinó que preveu que la futura evolució sigui correcta. Es sol utilitzar un tractament per fred (de -4 a 0℃) en dipòsits isoterms, per precipitar proteïnes, cristalls i tartrats, i eliminar-los.

- Filtració estabilitzant: es realitza una filtració amb un filtre de terres, amb la finalitat d'eliminar els cristalls i tartrats precipitats en el vi.
- Filtració esterilitzant: és una filtració estèril, amb un filtre de membrana (0,65 *µm*), i per tant garanteix l'estabilitat microbiològica del vi, eliminant bacteris i llevats.

Un cop conclosa l'estabilització química i biològica, el vi estaria llest per embotellar o per envellir, segons el producte comercial a obtenir:

- En el cas de vins joves o de l'any, s'envia el vi als dipòsits que alimenten la línia d'embotellar.
- Si es vol obtenir vi de més qualitat com ara criança, reserva o gran reserva, el vi s'envia a dipòsits o barriques on ha de patir un període d'envelliment.

3.2. Correcció de SO_2 i envasament del vi

Previ a l'embotellament de vins joves, es procedeix a la correcció d'anhídrid sulfurós per afavorir la conservació del vi al llarg de la seva vida útil. S'han d'afegir les dosis adequades, ja que un excés provocaria problemes, de caràcter irritant, al consumidor; i dosis per sota l'òptima deixarien al vi desprotegit, quedant exposat a possibles oxidacions i contaminacions microbianes.

L'enòleg s'encarrega de mesurar la quantitat de SO_2 lliure que es troba dissolt en el vi i, en funció d'això, la dosi addicional serà variable. La correcció d'anhídrid sulfurós s'aplica fins arribar a una quantitat aproximada de 25 *g/hl* de SO_2 lliure en el vi a embotellar, assegurant la conservació del producte.

Llavors es passa a l'envasament del vi, que constarà de varies etapes:

- Rentat i desinfecció de les ampolles, i esbandit amb aigua calenta (70℃).
- Emplenament de les ampolles o embotellament, pròpiament dit.
- Tapament; habitualment amb tap de suro.
- Capsulament; amb una aliatge d'estany i alumini, estètic, i assegurant la inviolabilitat.
- Etiquetatge.
- Encaixament i embalatge en caixes, pel paletitzat.

Embotellar el vi consisteix en emplenar les ampolles d'un volum precís de vi, quantitat en conformitat amb la reglamentació, deixant el buit necessari per a posar el tap i, eventualment, una cambra que permeti una certa dilatació. Per tant, a l'emplenar l'ampolla es fa fins un nivell aconsellable, deixant un espai buit per les dilatacions que pugui patir el vi.

Aquesta operació ve acompanyada per una addició d'una atmosfera de gas inert (N_2, CO_2), des de la mateixa embotelladora, per impedir la lleu oxidació del vi amb el contacte amb l'aire en la mateixa operació.

Els vins joves són etiquetats un cop embotellats, taponats i capsulats, i passen a ser comercialitzats. En canvi, els vins de criança i reserva reposen en els ampollers durant mesos, abans de ser etiquetats i oferts al mercat.

3.3. Criança i envelliment del vi

La criança és un procés llarg i delicat, l'objectiu de la qual és conferir uns caràcters distintius a un vi que ja està elaborat. El punt de partida és un vi perfectament apte per al consum, però amb la possibilitat de veure millorades les seves qualitats organolèptiques mitjançant un període d'envelliment.

El procés d'envelliment es realitza en dues fases:

1) Oxidativa: té lloc en barriques de fusta o en dipòsits adaptats, on reduïdes quantitats d'oxigen penetren a l'interior del recipient modificant, de forma natural, l'estructura química de molts components presents en el vi.
2) Reductora: es dóna a l'interior de les ampolles, on pràcticament no hi penetra l'oxigen i on els elements del vi reaccionen entre si.

Durant la primera fase d'envelliment, fusta i vi formen una societat estable i pràcticament indivisible. La fusta cedeix els seus propis tanins i valors aromàtics al vi, que es van unint lentament amb els tanins del vi. Les barriques solen ser de roure francès o americà, entre d'altres, i tenen capacitats oscil·lants de 225-330 litres (Hidalgo, 2003).

La temperatura de la nau de criança ha d'estar entre 12-15℃ i la humitat entre el 70-80%, per tal que el procés de maduració sigui l'adequat i les barriques realitzin el seu treball. En ocasions són necessaris equips de refrigeració addicionals i humidificadors, per mantenir les condicions descrites i per la correcta evolució del vi.

Un factor molt important, a tenir en compte durant el període de criança, són les minves que es produeixen en les barriques plenes fins el tap. Es tracta de quantitats de vi que desapareixen dels recipients a conseqüència d'evaporacions, canvis de temperatura, de la pèrdua de CO_2, absorcions per part de la fusta, i que han de ser substituïdes per vi de farcit.

L'enòleg serà l'encarregat de determinar, per mitjà d'anàlisis sensorials, el moment en el qual ha finalitzat la criança en barrica, i aturar-la mitjançant el tràfec del vi a dipòsits i l'embotellament. Si es deixa passar el moment òptim, el valor del vi descendirà.

Amb el trasllat del vi a les ampolles comença la segona fase del procés d'envelliment, la reductora. Quan s'embotella el vi, es deixen les ampolles en posició vertical durant tres dies, per aconseguir que el tap s'expandeixi totalment i realitzi un tancament perfecte d'aquestes. Un cop plenes i ben tapades, les ampolles es col·loquen en ampollers on romandran en posició horitzontal, formant piles, per tal que el vi estigui en contacte permanent amb el tap, humitejant-lo i produint un tancat hermètic.

El vi que ha evolucionat correctament durant la fase oxidativa, en l'ampolla s'afina i s'arrodoneix, enriquint la seva aroma amb les substàncies existents en l'ambient reductor de l'ampolla, adquirint una major complexitat i elegància.

Els temps d'envelliment necessaris venen fixats per cada tipus de vi en el Reglament del Consell Regulador de cada Denominació d'Origen. Però per a tots els VQPRD (Vins de Qualitat Produïts en una Regió Determinada), d'acord amb el reglament (CE) 753/2002 de la Unió Europea, s'estableixen les indicacions relatives a les categories d'envelliment que s'indiquen a la taula 2.

Taula 2. Límits de temps d'envelliment necessaris per als VQPRD.

Tipus de vi	Barrica	Ampolla
Negre Criança	6 mesos	18 mesos
Negre Reserva	12 mesos	24 mesos
Negre Gran Reserva	24 mesos	36 mesos

En l'aptitud d'un vi per criança intervenen els següents factors:

- Anyada: és un paràmetre incontrolable. És la conjunció de factors climàtics que es produeixen un any determinat (integral tèrmica, precipitacions, ...), que determinen l'estat sanitari del raïm, el grau alcohòlic, els antocians i polifenols, ...
- Mètode d'elaboració: requereix una vinificació tradicional, encubats llargs amb més maceració. Tècniques com la maceració carbònica no donen vins adequats per a la criança.
- Estat sanitari de la verema i del vi: si es troben mínimament afectats, no són aptes per a la criança.

- pH: vins amb pH≥3,6, no són aptes per a l'envelliment, ja que es produeixen alteracions microbianes. L'ideal és de 3,2≤pH≤3,5.

Durant l'evolució en barrica, el vi pot patir oxidacions, condensacions de polifenols, pèrdua d'aromes primàries i aparició de terciàries. Cal dir, que l'evolució d'un vi en barrica nova és diferent de la de més anys.

La criança en tanc respecta les característiques procedents del raïm i de les fermentacions. El control de la clarificació, l'estabilització i l'aeració garanteixen una bona evolució dels components olfactius i de l'estructura tànnica, comparable a la criança amb barrica.

Si es parla d'avantatges, són molt conseqüents en la preservació de les aromes i no hi ha cap tipus d'aportació aromàtica; la penetració d'oxigen és inapreciable i els riscs microbiològics són limitats, i a més facilita molt la higiene. L'eliminació de CO_2 és molt lenta, les pèrdues de vi són reduïdes, i també les necessitats de mà d'obra són escasses.

La inversió es veu limitada envers a les barriques (2-4 *hl/m²*), ja que les dimensions i capacitats són més variades i elevades quan parlem de tancs (30-50 *hl/m²*), i això suposa un menor nombre de recipients i menys espai de les instal·lacions a ocupar. Un altre factor positiu és la vida útil dels tancs, ja que sol ser d'uns 20 anys mínim i les barriques sol ser de 3-5 anys. A nivell de costos d'adquisició, els dels tancs són d'uns 30-60 *€/hl* i les barriques 150-230 *€/hl*.

ANNEX II. DESCRIPCIÓ DELS EQUIPS I MATERIALS EN LA FASE FERMENTATIVA

ÍNDEX **34**

1. EQUIPS **35**

1.1. Dipòsits 35

1.1.1. Classificació dels dipòsits 35
1.1.2. Accessoris en els dipòsits 41

1.1.2.1. *Mesuradors de temperatura* 41
1.1.2.2. *Sistemes de refredament* 42
1.1.2.3. *Controladors de nivell* 43
1.1.2.4. *Controladors de pressió* 44
1.1.2.5. *Ús de gasos tècnics* 44

1.2. Grups de transport 44

1.2.1. Bombes 45

1.2.1.1. *Bombes de verema* 45
1.2.1.2. *Bombes de circulació* 46

2. MATERIALS **47**

2.1. Conduccions 47
2.2. Vàlvules i accessoris 48

1. EQUIPS

1.1. Dipòsits

El dipòsit és l'envàs on el vi, al llarg de les diferents etapes en el celler, passa els seus dies fins arribar a l'últim recipient: l'ampolla. En el dipòsit és on s'hi realitzen les transformacions del most en vi i on, després de la vinificació, hi passa les etapes d'emmagatzematge i estabilització fins a l'embotellament.

Actualment, el material emprat per a la fabricació dels dipòsits de la indústria vitivinícola és l'acer inoxidable. Però no sempre ha estat així, i no sempre és així, ja que l'elaboració de vi sempre s'ha vist condicionada per la tradició vinícola i la utilització de les matèries primeres d'origen per a la fabricació de diferents envasos, recipients o dipòsits per a la fermentació, com ara la fusta, la ceràmica, el formigó armat o el polièster. Però l'acer inoxidable es va generalitzar degut a les propietats òptimes que ofereix, principalment higièniques (gràcies a la facilitat de neteja), i per la seva adaptabilitat dimensional (referent a la forma i mida dels dipòsits).

1.1.1. Classificació dels dipòsits

Els nombrosos tipus de tines, dipòsits i tancs existents es poden agrupar en vàries categories, amb característiques més o menys habituals segons les èpoques i regions. A continuació es mostren les diferents classificacions i els tipus de dipòsits avui presents en els cellers (Hidalgo, 2003).

a) Segons el material: els materials més utilitzats per la seva construcció són:

- Fusta (roure): és un material noble, estètic i és el més tradicional. La fusta de roure nova cedeix principis solubles útils al vi i, passats els anys, si es neteja (amb vapor a 120℃) i conserva correctament és neutra. El princi pal inconvenient és que la neteja i la conservació són molt complicades, ja que al ser un material porós incorpora líquid i requereix controls degut al possible desenvolupament de llevats contaminants. També perjudica al desenvolupament de la fermentació alcohòlica ja que és mala conductora de la calor i, amb el temps, es resseca perdent estanquitat. La inversió i el manteniment són elevats i les dimensions són molt limitades. S'utilitza per a processos d'envelliment i per a vins blancs fermentats en barrica.
- Ceràmica (fang): és un material amb millor hermeticitat i inèrcia fisicoquímica que la fusta, però és molt fràgil i presenta nombroses limitacions. Està en desús.

- Policlorur de vinil (PVC): els dipòsits solen ser de dimensions reduïdes i tenen l'avantatge de ser isoterms. S'utilitzen per guardar vins especials a temperatures especials (de -5 a 60℃) durant temps reduïts o per proveir l'embotelladora.
- Fibra de vidre (polièster): és un material de baix cost, bastant fàcil de netejar, amb caràcter lleuger (el que aporta bona mobilitat) i amb gran resistència als agents químics. L'inconvenient és que a partir de 50℃ es deforma fàcilment i és poc aconsellable per a conservacions llargues, ja que existeix el risc de migracions de males olors degut a engrandiments de l'estirè i/o despolimeritzacions. Es sol utilitzar per dipòsits destinats al transport, per guardar deixalles o per operacions que ocupin espais curts de temps.
- Formigó armat: és un material relativament barat, de millor manteniment que la fusta i ofereix gran varietat de volums de dipòsit. Té bona estanquitat, una bona conductivitat de la calor i elevada resistència mecànica, essent un bon suport per a altres dipòsits. La seva elevada inèrcia tèrmica és avantatjosa en la conservació, però es converteix en un inconvenient en la vinificació. El ciment no és totalment inert (ja que pot cedir ions metàl·lics) i presenta una certa rugositat. Es construeixen grans atuells de formigó i armadura d'acer, tancats amb maó a una certa altura deixant un buit sanitari i són fixes, per tant el valor de revenda és nul. Els dipòsits poden ser:

  - *No revestits:* la inversió és limitada, però presenten un greu inconvenient. La neteja i manteniment són costosos ja que requereixen temps llargs i s'han d'eliminar les incrustacions de tartrats de la superfície, que faciliten les contaminacions microbiològiques.
  - *Revestits:* són bastant més cars, però es facilita molt la neteja i es redueixen els riscs de contaminació. Els revestiments solen ser resines epòxid.

- Acer: és el material amb millors condicions de neteja i higiene. Degut al seu elevat coeficient de transmissió de la calor té l'avantatge de produir canvis tèrmics molt forts durant la vinificació, però es converteix en un inconvenient per a la conservació. L'ús de l'acer permet construir tancs sense limitacions de capacitat i de revenda fàcil. Els dipòsits poden ser de:

  - *Acer revestit/esmaltat:* es revesteixen de resina epòxid o d'esmalt vitrificat, per evitar corrosions i cessions fèrriques. S'ha de tenir en compte el manteniment del revestiment i controlar els seus residus.
  - *Acer inoxidable:* el tipus d'acer inoxidable utilitzat a la indústria del vi pertany al grup dels no magnètics i dins d'aquests als austenítics, el que significa que es

tracta fonamentalment d'un aliatge de ferro amb crom i níquel. Els acers inoxidables es defineixen segons diferents normes internacionals i a Espanya s'utilitza sobretot la norma AISI nord-americana (juntament amb la UNE). La norma AISI defineix dos tipus d'acer que són l'*AISI-304* i l'*AISI-316* (amb molibdè) diferenciats per la seva composició en l'aliatge. Els dipòsits estan formats majoritàriament pel tipus d'acer *AISI-304*, excepte l'última virolla que està constituïda per *AISI-316* ja que és especialment resistent a l'acció de les substàncies reductores (com ara l'anhídrid sulfurós). Tot i ser d'inversió elevada i requerir una connexió a la presa de terra elèctrica obligatòriament és el dipòsit més estès, ja que presenta un gran nombre d'avantatges:

- ✓ És inalterable, innocu i presenta una hermeticitat quasi perfecta.
- ✓ És de fàcil neteja i desinfecció.
- ✓ Necessiten el mínim manteniment i la seva vida útil és molt elevada.
- ✓ Resisteixen un ampli rang de pressions.
- ✓ Tenen una bona capacitat d'intercanvi tèrmic.
- ✓ Adapta fàcilment sistemes de control de temperatura i tot tipus d'accessoris.
- ✓ Es poden construir diferents volums i models, i amb una àmplia versatilitat.

b) Segons la grandària: es consideren recipients de mesura ideal els de poc volum, amb un límit de 200-300 *hl* de capacitat, ja que s'ha experimentat un millor control i regulació de les operacions de vinificació. Es diferencien en:

- Grans: preparats per a 200 a 1000 *hl* o més. La inversió és reduïda i els amuntegaments són mínims. Per contra, la selecció és menys precisa, la regulació més vasta i els accidents esdevenen més greus.
- Petits: permeten acumular de 50 a 150 *hl*. Faciliten la selecció, l'extracció, la regulació i permeten vinificacions "a la carta", amb millora de la qualitat. Però la inversió és molt elevada i es donen amuntegaments importants.

c) Segons la geometria: es considera com a forma ideal per les vinificacions en negre quan més s'assimila a la relació diàmetre igual a alçada, per a una major superfície de contacte possible del barret en maceració amb el most. Per aquest motiu destaquen:

- Cilíndrics.
- Troncocònics.
- Quadrats.

d) Segons les característiques constructives: si per la part superior són:

- Oberts: són dipòsits en forma de vas sense sostre i generalment són de petita a mitjana capacitat. En aquests dipòsits oberts, la verema pateix una elevada aeració que pot afavorir el desenvolupament de la fermentació alcohòlica, però es poden produir oxidacions i contaminacions. No permeten encubats llargs i tampoc l'emmagatzematge. Segons el tractament del barret, aquests dipòsits poden ser:

  - *Amb barret flotant:* és un sistema molt tradicional, amb molt bona visibilitat i que facilita les operacions sobre la totalitat de la superfície del barret. Existeixen elevats riscs com ara oxidacions, pèrdues d'alcohol i acetificacions. També impossibilita l'emmagatzematge.
  - *Amb barret submergit:* és un sistema on el barret queda retingut, immers en el líquid, per una reixa (o objecte similar) d'acer inoxidable col·locada a una alçada de 2/3 des de la base del dipòsit. Es produeix una maceració passiva més intensa i es redueixen els riscs acètics, però la seva instal·lació és complexa i es produeix la compactació del barret.

- Tancats: són dipòsits similars als anteriors però amb la diferència que es troben coberts per la part superior i estan dotats d'una boca (amb diàmetre superior a 0,4 *m*) per permetre l'entrada de verema i facilitar les operacions d'elaboració de vi negre. Segons les manipulacions sobre el barret poden ser:

  - *Amb barret flotant*: és un sistema molt clàssic, de fàcil gestió i ofereix polivalència (encubats més llargs i emmagatzematge). Requereix l'organització de remuntats.
  - *Amb barret submergit*: la maceració pot esdevenir més forta, però la instal·lació és molt complexa.

e) Segons el sistema de buidat o desencubat: els dipòsits per a la fermentació de verema negra han d'incorporar dispositius específics per a la manipulació de les pastes encubades junt amb el most. Es distingeixen dos tipus de dipòsits segons la forma en què es realitza el buidat de la pasta fermentada:

- De buidat manual: aquests dipòsits consten d'una comporta frontal, normalment rectangular (aproximadament de 0,4x0,6 *m*) i que s'obre cap a l'exterior. Solen tenir el fons inclinat per facilitar les extraccions. Requereixen mà d'obra, eines, un temps excessiu i existeix un grau de perillositat elevat degut a la generació de CO_2.

- De buidat automàtic: s'anomenen autobuidants. Consisteix en un dipòsit vertical d'acer inoxidable amb dispositius de buidat automatitzats per al tractament de les pastes. Els accessoris poden ser molt diversos i existeixen diferents models. Es destaquen tres tipus:

  - *Autobuidants incontrolats:* tenen un fons cònic centrat respecte al cilindre i una porta horitzontal a la part inferior. A l'obrir la porta, la pasta surt de forma incontrolada.
  - *Autobuidants de control irregular:* tenen un fons cònic excèntric respecte el cilindre i una porta a la part final del con amb un control d'obertura per mitjà d'un pistó hidràulic. D'aquesta forma la porta es pot obrir o tancar a voluntat, però la sortida de la pasta no es pot controlar amb exactitud.
  - *Autobuidants de control regular:* tenen un fons troncocònic centrat respecte el cilindre, amb una porta lateral a la paret del con i unes pales extractores col·locades a la part inferior que es mouen per un motor elèctric o hidràulic situat a l'exterior del dipòsit. Quan s'obre la porta, la pasta surt de forma regular i contínua gràcies al dispositiu d'extracció.

f) Segons la funcionalitat: existeixen models de dipòsits molt variats i amb funcions particulars, però que es classifiquen en dos grans grups:

- Maceradors: són un conjunt de recipients especials utilitzats normalment per a la vinificació en negre, tot i que també es poden utilitzar en tècniques especials per a vins blancs i rosats. S'hi realitza una maceració activa i controlada abans de la fermentació alcohòlica o bé durant el desenvolupament d'aquesta. Aquests maceradors es divideixen en dos subgrups:

  - *Horitzontals estàtics o rotatius:* el macerador més utilitzat és el sistema «*Bucher*», el qual segueix el mateix fonament que una formigonera. Està format per un dipòsit cilíndric, d'acer inoxidable, horitzontal, amb moviment rotatiu i que disposa d'una hèlix fixa al seu interior. Permet el remogut del contingut intern a velocitats suaus i també la conducció de les pastes cap a l'exterior.
  - *Verticals d'immersió periòdica:* aquests maceradors, com ara els «*Defranceschi*», s'utilitzen per activar la maceració durant el procés de fermentació alcohòlica. Així se simplifiquen els temps d'encubat i es redueix el volum de dipòsits del celler, ja que permet augmentar el nombre de rotacions durant la campanya d'elaboració.

Dins l'aparell sempre es deixa un volum de most en fermentació del 10-20%, que actua com a activador de la fermentació alcohòlica de la verema que entra.

- Autovinificadors: són dispositius d'encubat que realitzen automàticament els remuntats (per a la maceració) i la descàrrega dels residus sòlids (el desencubat) que van a la premsa, per mitjà d'elements o sistemes integrats en el seu disseny. En el mercat actual existeix una gran varietat d'autovinificadors, on destaquen:

  - *«Decaillet»:* el dipòsit està constituït per una cambra inferior tancada i una cambra superior oberta de capacitat igual a ¼ de la principal, les quals es comuniquen entre elles per una conducció central de remuntat. S'aprofita la pròpia pressió interna (pel CO_2 de la fermentació) per remuntar el most i quan es compensa aquesta pressió interna amb el pes del most remuntat, s'equilibra el sistema i es comporta com un tanc obert de barret submergit. A vegades s'utilitzen reixes per a mantenir el barret submergit.
  - *«Suavet»:* com l'anterior, el dipòsit està dividit en una cambra inferior principal i una altra superior més petita. En la cambra superior hi ha un tub d'escapament de gas, una vàlvula de retenció de most i un tub de remuntat de most que comunica amb la cambra inferior. S'aprofita l'elevada pressió del gas intern per a remuntar el most, el qual es va acumulant a la cambra superior, i mitjançant la detecció amb un flotador com a sensor de nivell es produeix l'alliberament de gas, la vàlvula s'obre i el most retorna a la cambra inferior.
  - *«Ducellier-Isman»:* aquest dipòsit consta d'una cambra principal i una cambra superior dividida en dues cubetes. A la cubeta menor hi ha una vàlvula hidràulica i l'altra cubeta (més gran) consta d'una columna termostàtica i un colador/lixiviador. En aquesta cubeta més gran és on hi va a parar el most remuntat (per diferència de pressions), el qual es refreda i es retorna quan es produeix la descompressió del gas acumulat.
  - *De vinificació contínua:* són instal·lacions desenvolupades per a processar volums elevats de verema on l'objectiu és la rendibilitat màxima dels mitjans materials i humans. Són utilitzats en el cas de vinificacions massives aplicades a un sol tipus de vi i a una única qualitat. Aquest tipus de dipòsit consisteix en un fermentador de característiques semblants al discontinu clàssic, d'elevada capacitat (entre 400-4000 *hl*) i en el qual s'inicien els processos de fermentació alcohòlica i maceració (amb remuntats). Quan el procés s'estabilitza hi ha una entrada de medi fresc i simultàniament s'extreu medi fermentat en volums idèntics, així una vegada iniciat el procés pot continuar de forma indefinida.

1.1.2. Accessoris en els dipòsits

Cada tanc de cada celler ha d'adoptar els seus paràmetres tècnics específics; no obstant això, es poden proposar alguns mètodes àmpliament validats a la regió bordelesa i a altres regions semblants.

1.1.2.1. Mesuradors de temperatura

Les temperatures durant l'encubat es determinen principalment en funció de les necessitats de la maceració i del control de les fermentacions alcohòlica i malolàctica.

En el cor del tanc les temperatures del most poden arribar fàcilment als 28-32℃, excepte en els controls de la fermentació alcohòlica mitjançant l'addició de llevats, l'aeració i les complementacions. Les temperatures del most inferiors a 25-27℃ produeixen vins més lleugers i menys acolorits, però més afruitats i més propers al raïm. Ambdues situacions poden tenir lloc per obtenir els millors resultats en el posterior procés de criança.

Les mesures de la temperatura en els dipòsits segueixen el següent protocol:

a) La temperatura en un tanc és molt heterogènia, amb fortes variacions verticals i horitzontals. La diferència entre el cor del tanc i el barret de brises arriba a ser de 5-10℃, tot i que es poden superar, en plena fase de fermentació alcohòlica. El repartiment vertical de les temperatures en el transcurs de la fermentació alcohòlica es representa a la figura 5.

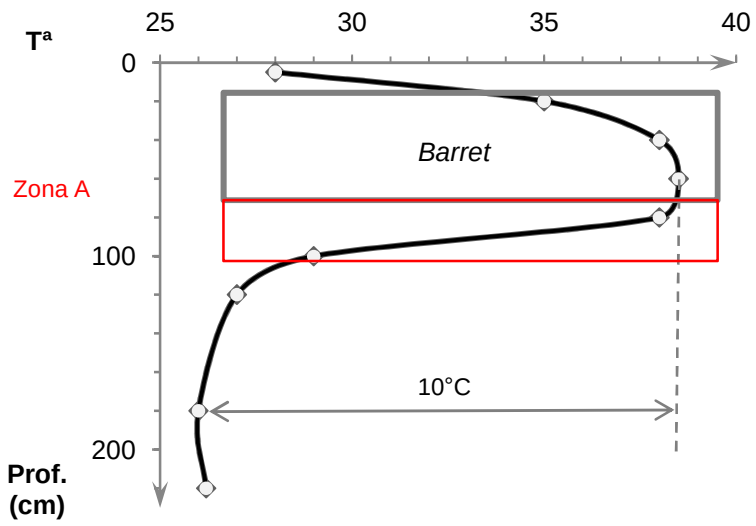


Figura 5. Repartiment vertical de les temperatures en la fermentació (Peynaud et al, 1992).

b) La mesures de la temperatura s'han de fer en el cor del tanc, zona decisiva per a la fermentació alcohòlica, i en el centre del barret, zona decisiva per a la maceració. En cap cas s'han de fer en la zona immediatament per sota del barret, ja que la temperatura varia moltíssim en pocs centímetres. Les mesures es realitzen «*in situ*» amb un termòmetre electrònic de lectura directa o una sonda termoelèctrica, evitant la proximitat a les parets i els intercanviadors, la qual cosa implicaria lectures errònies. La localització dels punts de presa de la temperatura en el tanc s'expressen en la figura 6.

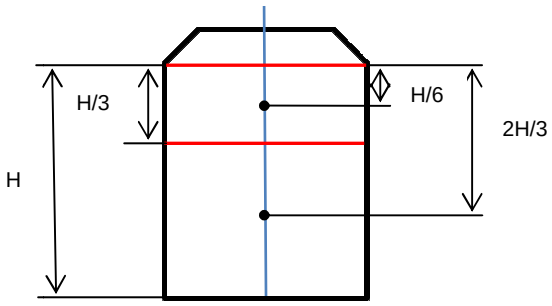


Figura 6. Localització dels punts de presa de la temperatura (Peynaud et al., 1992).

La fermentació alcohòlica és un procés exotèrmic que allibera energia al medi en forma de calor. Les temperatures elevades durant el seu desenvolupament no són adequades i en casos extrems poden arribar a ser perilloses, ja que es poden produir aturades de l'activitat fermentativa, eliminació d'alcohol per evaporació i pèrdua d'aromes varietals.

Per al control de temperatures en els dipòsits fermentadors s'utilitzaran termòmetres de lectura directa i/o sensors de temperatura (tipus PT-100) col·locats en un beina al lateral del dipòsit.

1.1.2.2. Sistemes de refredament

La temperatura de fermentació alcohòlica sol oscil·lar entre els 20-30℃ i els canvis bruscs de temperatura durant el seu desenvolupament han de ser controlats mitjançant termòstats. En aquests termòstats es detecten les variacions de temperatura i accionen l'òrgan de comanda per a posar en funcionament el sistema de fred disponible.

Existeixen una sèrie de mètodes directes, connectats a un grup de fred o una bomba de calor, que ajuden a descendir la temperatura fins a nivells adequats. Els més utilitzats són:

- *Dutxa o cortina d'aigua:* aquest sistema consisteix en deixar caure una cortina d'aigua sobre la superfície exterior del dipòsit mitjançant una canonada perforada, amb la corresponent electrovàlvula, que es col·loca a la part alta seguint el perímetre del dipòsit. L'aigua de la cortina s'ha d'evaporar i, per a canviar d'estat, necessita absorbir calor que pren de l'interior del dipòsit. Cal aconseguir que la làmina d'aigua sigui molt fina, perquè es produeixi l'evaporació. En el moment que s'adverteixi un increment brusc de la temperatura durant la fermentació, s'engegarà el sistema de refrigeració. En la part inferior dels dipòsits existeix un canal de recollida de l'aigua per a enviar-la al sistema de sanejament o reutilitzar-la, depenent del celler. El principal avantatge d'aquest sistema és la simplicitat de la seva instal·lació i el seu baix cost d'inversió. En contra es podria dir que tan sols aconsegueix reduir alguns graus de temperatura, però que en molts casos són suficients. La despesa d'aigua és considerable en aquest sistema.
- *Camises de refrigeració:* aquest sistema és el més utilitzat i també s'instal·la sobre els tancs. La camisa està construïda en acer inoxidable revestit per un material aïllant i es disposa de forma concèntrica sobre el dipòsit ocupant una superfície del 20-30% del cilindre, en funció de les necessitats. Per l'interior d'aquestes camises hi circula aigua refredada o glicols a través d'uns canals de circulació, l'entrada i sortida dels quals estan regulades per una electrovàlvula. Els tancs poden tenir una o dues camises en funció del seu volum. Normalment, per a dipòsits de fins a 500 *hl* és suficient amb una sola camisa situada a la part superior (a la zona del barret). L'avantatge principal d'aquest mètode és que permet reduir més graus la temperatura que el sistema per cortina d'aigua. El consum d'aigua és molt menor ja que permet la seva recirculació sense necessitat de ser recuperada en una torre de refrigeració.

1.1.2.3. Controladors de nivell

En l'operació d'encubat de la verema, durant el desenvolupament de la fermentació alcohòlica, en els trafegaments i en l'emmagatzematge dels vins sempre s'ha de tenir en compte el control de nivell dels dipòsits. Normalment s'utilitzen detectors o sondes de nivell per a líquids denominades "sense contacte" que estan regides per sistemes d'ultrasons, radar o làser.

1.1.2.4. Controladors de pressió

El procés de fermentació alcohòlica comporta variacions de la densitat del most i el seguiment d'aquests canvis porten a un control de la transformació sucre/alcohol i, per tant, de la cinètica de la fermentació en les vinificacions.

A la base dels dipòsits s'incorporen sensors de pressió que donen mesures indirectes de la densitat del most en cada moment. Generalment s'utilitza un sensor de mesura de pressió de fluids universal.

1.1.2.5. Ús de gasos tècnics

Els gasos tècnics utilitzats en el camp de l'enologia són els anomenats gasos inerts, que són els que conté l'atmosfera. Aquests gasos, en contacte o dissolució amb el most o vi, no produeixen reaccions químiques ni biològiques (amb l'excepció de l'oxigen).

L'oxigen normalment provoca efectes negatius (oxidacions i contaminacions) però també té alguns efectes positius. Es pot utilitzar durant la fermentació alcohòlica per afavorir el desenvolupament dels llevats i la fixació/estabilització de les substàncies colorants. S'aplica mitjançant els sistemes de remuntat a l'aire amb bomba, per absorció d'aire de l'atmosfera o amb dispositius d'injecció directa d'O_2 pur (microoxigenació).

Els gasos inerts més utilitzats en enologia són el nitrogen, l'anhídrid carbònic i l'argó. Les aplicacions són diverses i es realitzen mitjançant un sistema sota pressió i amb dispositius d'injecció directa de gas. Cal destacar la:

- Conservació de mosts i vins sota atmosfera inert («*Blanketing*»).
- Clarificació per flotació i hiperoxidació de mosts..
- Homogeneïtzació de vins per remuntat o remogut per difusió.
- Desgasament de vins («*Stripping*»).

1.2. Grups de transport

Actualment en els cellers existeixen varis equips dedicats a les operacions de transport de les matèries a treballar i dels productes elaborats entre les diverses instal·lacions existents. Els equips encarregats de realitzar aquestes operacions són bombes de diferent tipologia que s'utilitzen en funció de la matèria a tractar.

Aquests equips contemplen diferents tipus de conduccions i altres accessoris com ara vàlvules, colzes, tes, maneguets i altres complements.

1.2.1. Bombes

Tot i que es pot utilitzar un mateix tipus de bomba determinat per diferents operacions, a la indústria enològica les bombes es classifiquen en dos grans grups que s'expliquen a continuació (Hidalgo, 2003).

1.2.1.1. Bombes de verema

La bomba de verema és la màquina que s'encarrega de transportar la verema fresca desrapada sencera o trepitjada, i la pasta ja fermentada, a través d'una conducció des del col·lector de recollida d'aquesta fins al punt que es desitgi (normalment als dipòsits d'elaboració o a les premses).

Tots els elements d'aquesta bomba que estan en contacte amb el raïm es construeixen amb acer inoxidable excepte el cilindre, els segments i el pistó que estan fets de bronze i aliatges lleugers, ja que aquests elements han de ser resistents a les oxidacions, corrosions i al desgast.

Principalment, s'utilitzen dos tipus de bombes per a la verema que es basen en sistemes de desplaçament positiu, i són:

- *Bombes de cargol:* són sistemes de pistó rotatiu, sense vàlvules i amb moviment de treball lent/ràpid. Són les més utilitzades avui en dia ja que la verema que es manipula no pateix en excés i combina molt bé la qualitat de la verema, amb el fort treball mecànic i la facilitat del seu manteniment. Tenen potències entre 2-12 *kW* i poden acoblar dispositius de protecció.
- *Bombes peristàltiques:* aquests màquines funcionen per aixafament i lliscament d'una membrana tubular corba (90º) mitjançant un joc de tres rodets que giren solidaris sobre el centre del triangle que es forma. Aquesta alternança genera un moviment constant de la verema o pasta bombada. És la bomba que millor tracta la verema ja que realitza una pressió tangencial a velocitat mitjana/baixa i de forma contínua. L'únic inconvenient és que ocupen volums importants i precisen potències elevades que van de 3,5 a 15 *kW*.

El transport es pot realitzar de formes molt diverses, on en alguns casos interessa respectar la integritat de la verema (en la maceració carbònica) i en altres facilitar-ne la manipulació.

El bombament de verema desrapada i trepitjada normalment és fàcil sempre que es disposi d'una conducció de transport adequada i no s'hagi produït una excessiva evacuació de most, ja que al deixar la verema massa seca (l'extracció ≥30% del most) pot dificultar el seu

moviment. Les mateixes dificultats es poden presentar amb la verema sencera desrapada, on existeix gran quantitat de raïms intactes i un petit volum de most lliure.

El raïm trepitjat que ha començat a fermentar i la verema en fermentació no es poden bombar degut a la formació de gasos (CO_2) que poden provocar gran quantitat de bosses comprimibles en el circuit de pressió. Pel contrari, la verema ja fermentada no presenta problemes sempre que les pastes no es vulguin transportar excessivament seques (per l'escorregut o reposat).

L'alimentació de les bombes per gravetat amb l'ajuda d'una tremuja, col·locada a l'entrada de la mateixa, és la millor solució que es pot adoptar ja que no totes les bombes tenen la capacitat d'aspirar. L'aspiració de la verema del col·lector es pot dur a terme sense problemes si el diàmetre nominal dels tubs és elevat i la bomba té una potència considerable. Si aquesta potència és reduïda (rendiments ≤10 *t/h*) i els tubs són estrets no s'aconsegueix l'aspiració de la verema sinó l'extracció del seu suc. Per tant, el tub d'aspiració ha de ser més ample que el tub de pressió.

1.2.1.2. Bombes de circulació

Hi ha una gran varietat de tipus de bombes per transportar i elevar líquids les quals són totes semblants però variant les seves potències instal·lades (de menys de 2 *kW* fins a 15 *kW*). Són de dimensions i capacitats menors que les de verema o de pasta ja que estan destinades a moure most i vi, és a dir amb nul·la o mínima fracció de sòlids.

S'utilitzen per nombroses operacions com ara per al moviment de vins en els tràfecs, per als remuntats de most o com a mitjà d'alimentació de diverses màquines (de filtració i embotelladores).

Les bombes alimentàries d'ús enològic han de complir les següents condicions:

- Funcionament en règim continu, sense xocs ni turbulències.
- Polivalència en el moviment de mosts amb terboleses o de vins nets.
- Funcionament estanc, impedint la total entrada d'aire en el most o vi transportat.
- Capacitat de regulació de cabals i pressions.
- Han de ser màquines sempre impulsores però també amb capacitat d'aspiració o autoaspirants.
- Fàcils de netejar, sobretot interiorment.
- Construïdes amb materials inerts al most o vi. També resistents a les corrosions.
- Instal·lades sobre rodes o carretons per facilitar el seu transport pel celler.

Aquestes bombes enològiques es divideixen en dos grans grups:

- *Bombes volumètriques:* n'hi ha de molts tipus diferents i les més utilitzades són:

    - *De pistons amb vàlvules:* són molt polivalents i tenen capacitat autoaspirant. Funcionen freqüentment a dues velocitats i treballen amb potències de 1,5 a 15 *kW*.
    - *De membrana:* s'utilitzen per volums petits de líquids molt nets i són autoaspirants.
    - *De rodet helicoïdal o flexible:* s'utilitzen sobretot per als remuntats però també per als tràfecs. Són autoaspirants i treballen a potències de 1,5 a 12,5 *kW*.
    - *De cargol excèntric:* s'utilitzen per als tràfecs i per alimentar altres màquines (com l'embotelladora). Són molt semblants a les descrites com a bombes de verema, per tant també funcionen molt bé per transportar fangs i residus. Són autoaspirants i amb una potència màxima de 12 *kW*.

- *Bombes centrífugues:* són màquines molt senzilles i relativament econòmiques, que funcionen sense vàlvules i la majoria no són autoaspirants. Actualment n'existeixen d'autoaspirants i totalment hermètiques (eviten l'entrada d'aire). Treballen a una potència màxima de 12 *kW*. S'utilitzen molt poc en els cellers.

2. MATERIALS

2.1. Conduccions

El transport del most i el vi entre els dipòsits i altres elements del celler és una operació molt freqüent per a la qual s'utilitzen generalment conduccions per on discorre la matèria impulsada mitjançant bombes o per acció de la gravetat.

Les conduccions de les indústries alimentàries han de ser totalment accessibles, instal·lades a l'alçada màxima d'una persona per facilitar el seu maneig i sempre han d'estar col·locades per l'exterior dels paraments per permetre un millor manteniment.

Les instal·lacions de conducció de mosts i vins en els cellers es poden realitzar de tres formes possibles (Hidalgo, 2003):

- Conduccions fixes: són instal·lacions amovibles on s'utilitzen tubs rígids i qu estan dissenyades per a permetre la circulació dels líquids en totes les situacions. Són molt còmodes de manejar, d'elevat cost i que necessiten especial atenció en les

operacions de neteja i manteniment. S'utilitzen sobretot en cellers de grans dimensions o quan s'han de salvar grans distàncies.

- Conduccions mòbils: es tracta d'instal·lacions més econòmiques i polivalents. S'empren tubs flexibles i transportables però són més incòmodes de manipular. La neteja d'aquestes conduccions és una operació important, però es realitza amb menys freqüència degut a la seva utilització continuada i impedint l'acumulació de vi a l'interior. S'utilitzen sobretot en cellers petits i per petites distàncies a recórrer.
- Conduccions mixtes: són instal·lacions on una part és fixa, depenent de la reiteració de les operacions o de les distàncies a recórrer, i una altra part és mòbil, en funció de la multiplicitat dels treballs o de les distàncies més reduïdes. Aquest tipus d'instal·lació és la solució ideal per les conduccions dels cellers ja que en funció del tipus d'operació de transport a realitzar hi tindrà major o menor pes un tipus de tubs o l'altre.

Les conduccions per a líquids a la indústria alimentària han de complir una sèrie de requisits:

- Construïdes amb materials inatacables pel most, vi o productes de neteja i desinfecció.
- Que no aportin sabors o olors estranyes al most o vi.
- Amb elevada resistència mecànica davant les manipulacions normals al celler.
- Han de ser estanques per evitar fuites i han de disposar d'un lleuger pendent.
- Amb parets internes llises i seleccionat els diàmetres més adequats en funció de les condicions del celler i de les velocitats de circulació. S'han d'aplicar els mateixos diàmetres i tipus de rosca en totes les conduccions (segons la norma *DIN NW*).
- Aplicar la racionalitat en la instal·lació. Cal combinar conduccions fixes i mòbils, utilitzant els materials més adequats i proveint-les de les vàlvules i altres accessoris imprescindibles. Tot amb l'objectiu de presentar un cost raonable.

2.2. Vàlvules i accessoris

Actualment totes les vàlvules es construeixen amb acer inoxidable i s'han minimitzat els espais morts per tal de millorar les condicions de neteja i higiene.

En el mercat existeixen nombrosos models de vàlvules, però les més utilitzades en la indústria enològica són les vàlvules de bola i de disc (o "papallona") per la seva simplicitat, economia, higiene i facilitat d'ús. Poden ser d'ús manual o automatitzades.

També s'utilitzen altres accessoris que milloren la manipulació i la seguretat de les instal·lacions de conducció com ara colzes, tes, creus, taps, vàlvules de seguretat, maneguets flexibles, espiells, entre d'altres.

ANNEX III. EXPOSICIÓ DESCRIPTIVA D'UN SISTEMA D'ENCUBAT CONVENCIONAL

ÍNDEX **50**

1. DEFINICIÓ DEL SISTEMA CONVENCIONAL **51**

2. DESCRIPCIÓ I DISSENY CONSTRUCTIU D'UN DIPÒSIT ESTÀNDARD **51**

3. FUNCIONAMENT DELS DIPÒSITS CONVENCIONALS **54**

3.1. Gestió del barret en els dipòsits convencionals 54
3.2. Control de la temperatura de maceració/fermentació 55

3.2.1. *Condicions generals de la temperatura del procés* 55
3.2.2. *Control de temperatures en els dipòsits convencionals* 56

3.3. Aplicació dels gasos tècnics 57

3.3.1. *Condicions generals dels gasos tècnics* 57
3.3.2. *Ús de gasos tècnics en els dipòsits convencionals* 59

3.4. Els remuntats i el *délestage* en els dipòsits convencionals 60

3.4.1. *Els remuntats clàssics* 61
3.4.2. *El délestage* 61

1. DEFINICIÓ DEL SISTEMA CONVENCIONAL

Els sistemes d'encubat més habituals són dipòsits destinats a les fases de maceració, fermentació i emmagatzematge amb capacitats que, depenent del constructor, varien entre els 10 i els 2000 *hl*.

La majoria d'aquests dipòsits es construeixen per a incloure només un tipus de vinificació, ja sigui en negre o en blanc, degut a l'estructura i al disseny constructiu que presenten.

Els fermentadors necessiten incorporar algun sistema mecànic de gestió del barret, un sistema de remuntat de most, un sistema refrigerant per al control de temperatura i, en determinades ocasions, un sistema mecànic de desencubat, tot depenent del tipus de fons que posseeixin.

També poden incorporar diversos accessoris com ara vàlvules, sondes, automatismes i diferents elements estructurals.

2. DESCRIPCIÓ I DISSENY CONSTRUCTIU D'UN DIPÒSIT ESTÀNDARD

Els dipòsits convencionals són models verticals, cilíndrics, d'acer inoxidable estàndard tipus *AISI-304L* i *AISI-316L* (DIN 1.4404), suportats normalment sobre potes i que poden presentar diferents tipus de fons. Incorporen un revestiment simple o doble (segons la capacitat) per a la refrigeració (amb aigua gelada o glicol) o per a l'escalfament (amb aigua calenta o vapor). Normalment les parets i els fons estan aïllats per diferents materials com poliuretà o alumini.

Els dipòsits convencionals consten d'unes característiques constructives bàsiques que es descriuen a continuació:

- A la part superior del dipòsit hi ha els següents elements:

    - Boca superior central o descentrada (muntada sobre cambra d'expansió) de diàmetre de 400-450 *mm* que connecta amb l'exterior. Serveix per a emplenar el dipòsit, per a l'observació i per a l'evacuació de gasos amb una vàlvula de desgasament (figura 7a).
    - A l'extrem superior intern incorporen un sistema de difusió de most connectat a un tub de remuntat de l'exterior. Aquest difusor pot ser estàtic o giratori, amb tipologies diferents (figura 7b).

- Juntament amb el difusor o en altres parts del tanc també poden incorporar un sistema mecànic d'agitació o trepitjat per a la gestió del barret de brises (figura 7c).
- Hi poden haver també diversos elements estructurals per a l'ús del personal del celler (figura 7d).

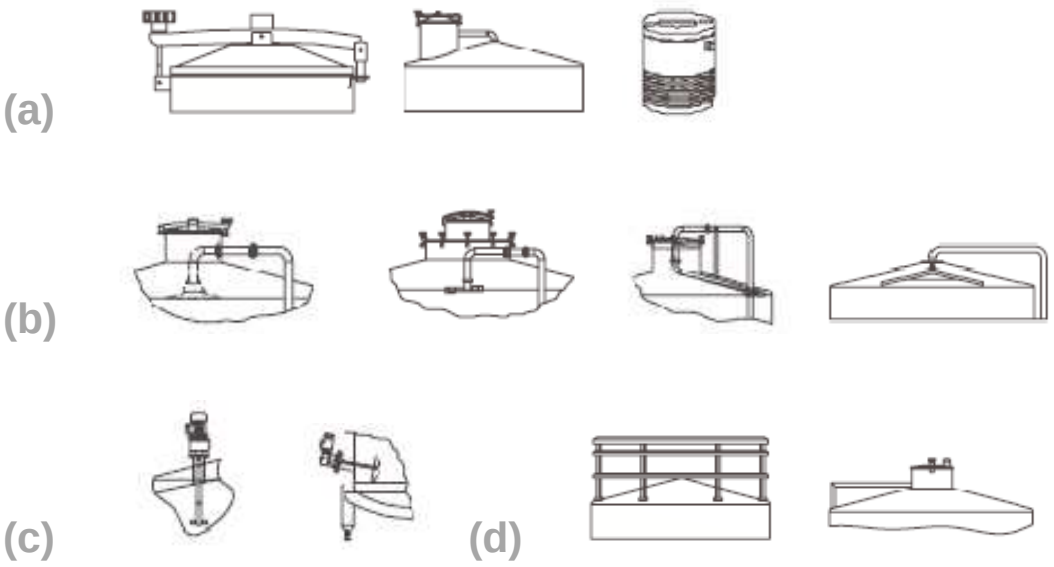


Figura 7. Detalls dels elements superiors d'un dipòsit convencional (Masual, 2007).

- Al perímetre cilíndric del dipòsit hi ha les camises de refrigeració (entre 1 i 3 segons la capacitat del dipòsit) encarregades de mantenir la regulació de temperatures en el tanc. S'hi troben ben distribuïdes de forma que la camisa principal ha d'estar situada a l'altura del barret ja que és la zona on s'assoleixen temperatures més elevades (figura 8).

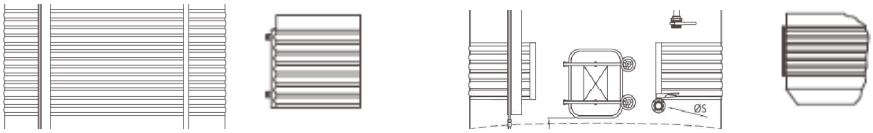


Figura 8. Detalls de les camises de refrigeració d'un dipòsit convencional (Masual, 2007).

- A la part inferior del tanc és on s'hi concentren més elements i accessoris:

  - Comporta inferior d'obertura externa a una alçada màxima d'una persona. N'hi ha de diversos tipus com ara ovalada, rectangular o tipus "riojana". A prop hi ha una aixeta de presa de mostres (figura 9a).

- Termòmetre i alguna presa per a una sonda termostàtica. També hi ha un regle de nivell amb una aixeta de purga (figura 9b).
- Tot el dipòsit està suportat sobre potes troncopiramidals o peus regulables. Les vàlvules de descàrrega que pot incorporar solen ser de papallona o de bola (figura 9c).
- Els tipus de fons que pot disposar el dipòsit són:

    a. Fons cònic (figura 9d): pot constar únicament d'un tub amb vàlvula de papallona a l'extrem final del fons o bé pot ser amb una boca autobuidant de pastes.
    b. Fons pla inclinat (figura 9e): es pot optar per diverses inclinacions i la porta pot ser tipus "guillotina". També disposa de vàlvules de papallona o bola.
    c. Fons troncocònic (figura 9f): són autobuidants i incorporen algun tipus de dispositiu mecànic d'extracció de pastes connectat a un motor hidràulic o a un motor elèctric (amb la corresponent central hidràulica o el quadre elèctric, respectivament).

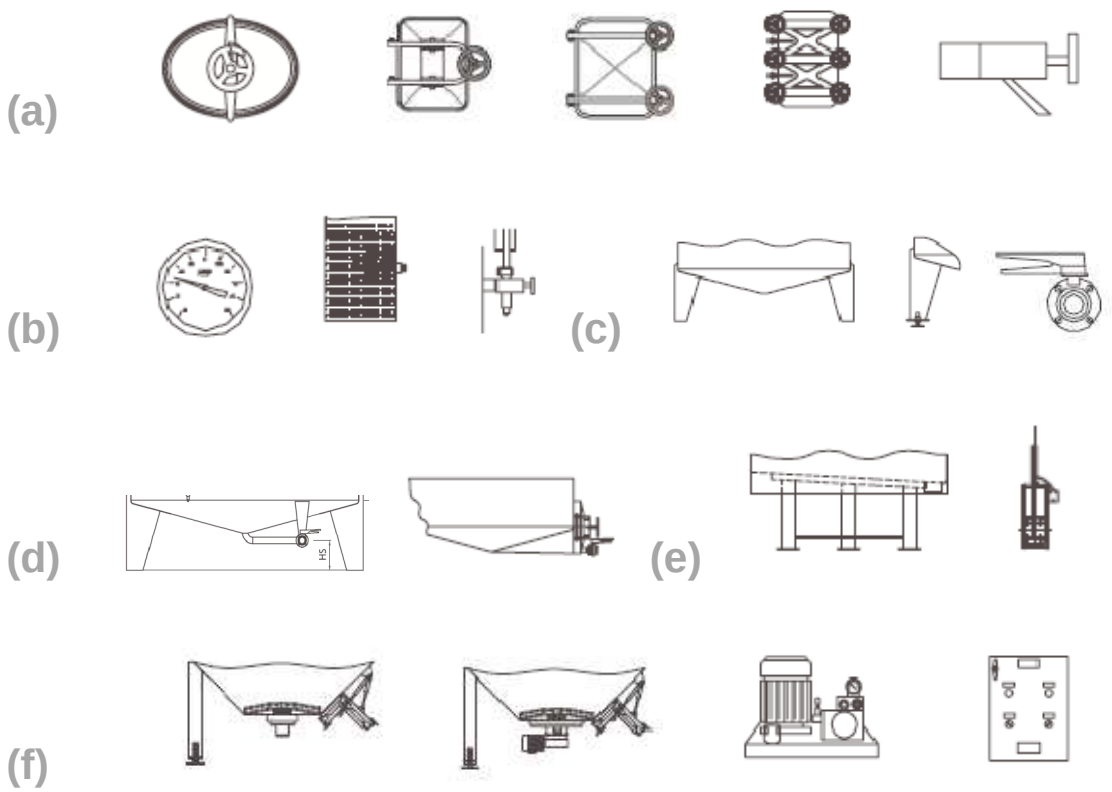


Figura 9. Detalls dels elements inferiors d'un dipòsit convencional (Masual, 2007).

3. FUNCIONAMENT DELS DIPÒSITS CONVENCIONALS

En els dipòsits convencionals, les operacions i aplicacions més habituals com ara la gestió dels sòlids en maceració, el control de les temperatures de maceració/fermentació, l'aplicació de gasos tècnics i les operacions de remuntat segueixen unes condicions generals que es recullen en aquest apartat.

3.1. Gestió del barret en els dipòsits convencionals

La gestió de la maceració i la fermentació en els dipòsits convencionals presenta una problemàtica a l'enòleg ja que es troba amb la dificultat objectiva d'obtenir un bon intercanvi entre el líquid i la matèria sòlida presents en el fermentador.

Al començar el procés fermentatiu les bombolles de CO_2 arrosseguen les parts sòlides en suspensió i les porten a flotació. Així que avança la fermentació les brises es van compactant cap amunt per la pressió exercida pel gas i, al mateix temps, la força de la gravetat les empeny cap avall.

Aquests fenòmens porten a endurir i comprimir la massa flotant amb la conseqüent formació d'un barret molt dur que cedeix, amb notable dificultat, els seus propis elements al líquid. Al poc temps tots els grans de raïm es compacten, es deshidraten i només la part inferior del barret queda impregnada de líquid, motiu pel qual és l'única part del barret que acaba participant en el procés extractiu.

En la fase de maceració, una adequada dilució progressiva del barret permet obtenir una extracció òptima i això només s'aconsegueix renovant aquest líquid de sota que està sobresaturat amb un altre líquid menys concentrat.

En els fermentadors utilitzats actualment en els cellers, en la major part del temps de durada del procés de maceració/fermentació el barret està estàtic, compacte i pràcticament sempre sec. Tot i les tècniques de remuntat, xarboteig i trepitjat utilitzades durant el procés és molt breu el temps durant el qual el barret es veu inundat de líquid i aquest, caient de dalt a baix, hauria de determinar una òptima amarada de totes les parts sòlides, la qual cosa no succeeix.

Quan s'intenta efectuar una distribució bastant homogènia en els remuntats és evident que el líquid remuntat busca la via de circulació més fàcil cap a sota degut a la força de la gravetat. El líquid flueix sempre a través dels canals que oposen menys resistència i implica que només una part marginal de les brises s'inundi. Per tant la majoria d'aquestes tècniques

no garanteixen una explotació eficaç del barret de brises i es produeixen pèrdues en l'extracció que poden ascendir fins al 50% de l'extracte (com. pers., 2009).

També cal esmentar que l'acció de les bombes, pistons o d'altres sistemes mecànics, independentment de les seves característiques, normalment determinen fenòmens de trituració provocant danys estructurals que s'amplifiquen mentre avança la fermentació ja sigui per l'activitat enzimàtica, l'acció solvent de l'alcohol i del CO_2 que debiliten l'estructura de pells i transmeten aromes vegetals indesitjats.

Durant la fermentació qualsevol intervenció invasiva provoca danys notables al most/vi degut a la formació de restes vegetals (grosses i/o fines) que resten en suspensió i aporten la dissolució (a vegades irreversible) de substàncies caracteritzades per gustos amargs, astringents i a l'exaltació d'aromes herbacis que tindran efectes permanents (com. pers., 2009).

3.2. Control de la temperatura de maceració/fermentació

3.2.1. Condicions generals de la temperatura del procés

La temperatura és un dels factors més importants que intervenen en el desenvolupament de la maceració i la fermentació alcohòlica. Quan la temperatura és igual o superior als 35-40℃ es pot produir una paralització de l'activitat dels llevats. De fet, es consideren els 32℃ com a temperatura límit del procés (Hidalgo, 2003). De la mateixa forma, una temperatura inicial massa baixa limita el creixement de la població de llevats, el que pot causar una fermentació incompleta dels sucres del most.

Una temperatura alta és un important factor que contribueix a la degradació dels teixits pel·liculars i per tant és capaç d'incrementar els fenòmens de maceració. La conducció de la fermentació alcohòlica a temperatures altes és convenient si es desitja una elevada extracció, però no excessivament elevades ja que es recomanen temperatures entre 28-30℃ en l'elaboració de vins negres per criança. En el cas d'elaborar vins joves no és necessària una forta maceració i la temperatura pot ser més baixa ja que interessa conservar i potenciar els aromes varietals de la verema (anomenats primaris). En aquest cas es recomanen temperatures entre els 20-25℃ com a màxim.

En el cas dels vinc blancs, la fermentació alcohòlica es produeix a temperatura controlada entre els 17-19℃ (sempre inferior als 20℃) i s'han d'evitar canvis bruscs de temperatura de més de 3-5℃ ja que pot induir a una possible aturada fermentativa, que es produeix en els 10-12℃ (Hidalgo, 2003).

Dels efectes de la temperatura n'han sorgit tècniques especials tals com: la "Termovinificació o Maceració Prefermentativa en Calent", la "Maceració Prefermentativa per Flash-Expansió", la "Maceració Prefermentativa en Fred" i la "Maceració Final en Calent". Són tècniques efectives però que requereixen temps operatiu, sistemes addicionals i dispositius especials que incrementen els costos econòmics habituals.

3.2.2. Control de temperatures en els dipòsits convencionals

Durant la fermentació és molt important que la temperatura sigui el més homogènia possible en tota la massa que es processa. Les variacions tèrmiques que intervenen durant tot el procés també s'han de controlar i gestionar de forma eficaç i correcta. Per aquest motiu els fermentadors es doten de sistemes de refrigeració i dispositius tecnològics destinats a aquests efectes.

En el procés de fermentació es produeix calor que ha de ser oportunament evacuada per a assegurar una temperatura permeti un desenvolupament òptim dels llevats i que afavoreixi una millor regularitat del procés. S'han d'evitar increments de la temperatura massa sobtats i bruscs. Les propietats físiques fan que el líquid fred descendeixi mentre la calor puja a la part alta del dipòsit. Llavors el barret de brises és la zona més càlida mentre que el fons del dipòsit és la zona més freda.

En els dipòsits verticals convencionals el refredament normalment es produeix mitjançant camises de refrigeració que transmeten el fred al líquid en fermentació i la zona de major contacte és aquella propera a les parets del tanc. El líquid fred descendeix sobre la paret fins a la part baixa i s'estratifica sobre el fons. Mentrestant, el líquid més calent que es troba sobre tota la massa en fermentació ascendeix a la part alta i és sobretot en el barret (on és més actiu el treball dels llevats) on s'assoleixen temperatures crítiques. També cal vigilar que el refredament arribi al centre del tanc i, tot i que segurament es produeix una lleugera mescla, mai s'aconsegueix crear una bona i correcta homogeneïtat de la temperatura.

Degut a aquests fenòmens en el barret es tenen temperatures que poden ser entre 6-12℃ més elevades a les indicades per la sonda de temperatures, la qual només marca la temperatura del punts propers on està introduïda. També se sol trobar la sonda molt a prop de les camises de fred i per tant els valors de temperatura que indica es diferencien molt dels valors reals que es tenen en tota la massa.

Per tant, en els dipòsits convencionals es troba que amb els remuntats clàssics (temporitzats cada 3-6 *h*) s'aspira líquid fred del fons per a enviar-lo a sobre el barret. D'aquesta forma només s'aconsegueix que els llevats que es troben a uns 32℃ en el barret reben líquid fred

a uns 20℃ sobtadament i segurament no es trobaran en les condicions òptimes per a la seva activitat.

Aquests canvis bruscs de temperatura també afavoreixen la producció d'acetaldehids per part dels llevats degut a que se sotmeten a estrés tèrmic. És totalment diferent que els canvis es produeixin gradualment en el temps (Troost, 1985).

Amb els fermentadors de què es disposa actualment en el mercat es té un control de temperatura molt empíric i amb baixa capacitat d'homogeneïtzar. Si els tancs tenen un diàmetre més gran encara és més complicat i el mateix passa en els fermentadors de gran capacitat (500-2000 *hl*). Tot i la poca eficàcia en el control i homogeneïtzació de la temperatura, igualment s'inverteix en sistemes de remuntat, automatismes, bombes, tines auxiliars, sistemes d'agitació i sistemes de fred que suposen més despeses econòmiques que s'han de sumar a la inversió i les despeses dels dipòsits.

3.3. Aplicació dels gasos tècnics

3.3.1. Condicions generals dels gasos tècnics

Des de la ruptura dels grans de raïm fins al final de la vida d'un vi, l'acció de l'O_2 es troba present en la seva evolució generalment de forma negativa, amb les temudes oxidacions i alteracions microbianes aeròbies, però també a vegades de forma beneficiosa, durant determinades fases de la fermentació alcohòlica i la criança dels vins.

En l'actualitat, l'ús d'O_2 en les vinificacions ha estat una pràctica molt valorada ja sigui en la fermentació alcohòlica, on afavoreix el desenvolupament dels llevats i la fixació/estabilització del color, com també en les fases d'afinament i criança del vi.

El coneixement de les característiques fisicoquímiques i del comportament dels gasos permeten conduir l'ús d'O_2 i de gasos tècnics en la vinificació amb certesa i de forma apropiada.

Cal recordar que la fermentació alcohòlica és essencialment un procés de reducció i per efectuar l'oxigenació s'han de considerar molt bé la quantitat de gas (aire filtrat) a introduir, el temps de permanència i el moment més apte per a la injecció, tot tenint en compte la matèria primera, el producte final que es desitja produir i les condicions de treball.

Si s'analitzen les característiques dels gasos que tenen gran rellevància per a les aplicacions en el sector enològic, cal fixar-se en:

- Solubilitat dels gasos en els líquids: quan un gas entra en contacte amb un líquid, hi entra en dissolució en més o menys quantitat. La quantitat de gas dissolt depèn de la seva concentració, i s'obté una:
  - *Solubilitat química:* si el gas reacciona químicament amb el líquid.
  - *Solubilitat física:* si el gas no reacciona amb el líquid.
- Llei d'Henry: aquesta llei ajuda a comprendre que:
  - "Un gas que exerceix una pressió sobre la superfície d'un líquid, es dissol fins que aquest líquid assoleixi la mateixa pressió que exerceix sobre ell."
  - "La velocitat amb la qual un gas es dissol o s'allibera, canvia en funció de la diferència de pressió (externa i interna) i està condicionada per la seva composició molecular i del tipus de líquid solvent."
- La descompressió: és una altra característica pròpia dels gasos. Si es dóna ràpidament, a causa de la ràpida disminució de la pressió exterior del gas, s'anomena xarboteig i provoca la formació de gran quantitat de bombolles.

A aspectes pràctics, l'ús de gasos tècnics (CO_2, N_2 o aire filtrat) en la vinificació (per tal de homogeneïtzar, conservar o oxigenar el most/vi) porta a avaluar els elements bàsics que determinen el resultat final de l'aplicació, que són:

- La pressió a la que es troba el gas i interactua amb el líquid.
- El temps de contacte entre el gas injectat i el líquid.
- La superfície de contacte entre el gas i la massa de líquid.
- La temperatura del líquid.

Les condicions ideals per a garantir l'eficàcia de l'aplicació són (com. pers., 2009):

- Pressió adequada per a permetre i afavorir la solubilitat del gas.
- Temps de contacte suficient per a garantir l'actuació del gas amb el líquid.
- Superfície de contacte àmplia per a afectar a tot el producte.
- Temperatura ideal del líquid, ja que les baixes temperatures faciliten i augmenten la solubilitat del gas.

Un element que obstaculitza la dissolució del gas extern en el most/vi és la important presència de bombolles de CO_2 endogen que es desenvolupen (40-50 litres de CO_2 per cada litre de most) en tots els punts de la massa en fermentació. Aquestes grans quantitats de bombolles pugen verticalment amb rapidesa a la superfície, arrosseguen (acció

d'*stripping*) cap a l'exterior els gas tècnic afegit i aquest fet converteix en pràcticament inútils els seus efectes.

Per a l'enòleg és molt important establir, amb certesa i seguretat, quins són els temps d'introducció del gas tècnic que es desitja fer interactuar amb la massa de most/vi. Només així l'ús dels gasos es pot conduir de forma quantificable i reiterada. Per exemple, si es condueix una experimentació sobre tancs petits es vol tenir la seguretat que els resultats obtinguts en els assajos siguin també repetibles a escala industrial. Només si aquestes condicions són respectades, l'experimentació serà considerada vàlida i interessant.

Un altre factor a tenir en compte és conèixer les propietats i els factors determinants del consum d'O_2 en el most/vi (com. pers., 2009):

- La solubilitat a saturació de l'O_2 de l'aire en el most/vi és de 6-8 *mg* O_2*/l* a temperatura ambient (20℃).
- L'O_2 dissolt es consumeix a una velocitat entre 0,5-4,6 *mg* O_2*/l*min,* depenent del nivell d'enzims oxidatius que conté el most/vi.
- L'addició de SO_2 a la verema provoca una aturada del consum d'O_2 dissolt durant un cert temps, el qual depèn de la quantitat de SO_2 present en el most/vi i de la seva acidesa (quan més àcid, menys temps): d'1 a 6 *min* a concentracions de 10 a 100 *mg* SO_2*/l*.
- La solubilitat de l'O_2 és més alta quan la temperatura disminueix i la major velocitat de consum d'O_2 s'assoleix entre els 35-45℃ (on la $v_1 = 3 \cdot v_2$, quan $T_1 = 30$℃ i $T_2 = 12$℃). Quan la temperatura descendeix 5℃, la solub ilitat augmenta en un 10%.
- Altres factors determinants són el contingut d'alcohol i conèixer la resistència d'un vi a les oxidacions mitjançant l'avaluació de l' ITT (Indicador Time Test).

3.3.2. Ús de gasos tècnics en els dipòsits convencionals

En els fermentadors convencionals la introducció d'aire (per aportar O_2), CO_2 o N_2 en el most/vi amb els sistemes normalment utilitzats com ara els remuntats a l'aire amb bombes, l'absorció d'aire de l'atmosfera o la injecció directa d'un gas inert és bastant empírica i de difícil quantificació.

Les tècniques esmentades i actualment utilitzades en els fermentadors convencionals no garanteixen ni respecten les regles fonamentals de pressió, temps i superfície de contacte que condicionen l'òptima dissolució dels gasos tècnics introduïts en el most/vi.

Les principals causes que limiten l'efectivitat de les diferents aplicacions dels gasos tècnics utilitzats en les vinificacions són:

- Que el gas extern introduït (normalment des de la part baixa del dipòsit) ascendeix verticalment cap a la superfície formant una columna que, ràpidament (en pocs segons), surt cap a l'exterior aplicant un temps de contacte mínim amb el most/vi.
- La superfície afectada pel gas injectat és molt limitada, sobretot si el diàmetre del tanc és més ample, i per tant l'efecte és molt focalitzat i molt poc eficaç. També a causa de l'*stripping* la superfície de contacte es veu reduïda.
- Només una petita quantitat del gas introduït pot interactuar amb el barret de brises ja que la seva compactació i estratificació impedeix un bon contacte.
- Si el gas exogen és introduït mitjançant el tub de remuntat es dóna molt poc temps d'interacció amb el most/vi (només alguns segons), amb poca pressió i amb una superfície de contacte també limitada. Per tant, en aquest cas tampoc es respecten les regles esmentades i la saturació de CO_2 en el most/vi representa un obstacle afegit.
- En els remuntats clàssics mitjançant una bomba, el most/vi cau des de dalt sobre el barret i el gas introduït és expulsat cap a l'exterior juntament amb les grans quantitats de CO_2 endogen alliberades. En conseqüència, el most/vi remuntat que s'aboca forma vies preferents de caiguda sense pràcticament afectar el barret de brises i no es produeix una millor distribució del gas en la totalitat de la massa.
- Tampoc es pot obtenir una bona distribució dels gasos aplicats degut a que el most/vi que roman sota el barret es troba afectat contínuament per un fort corrent ascendent provocat per l'efecte de l'*stripping* i no garanteix un contacte homogeni sobre tota la massa.

Totes aquestes observacions evidencien que amb el sistema convencional les condicions fonamentals que afavoreixen la solubilitat dels gasos en un líquid no són respectades i que l'elevada presència de l'acció d'*stripping* provoca que les aplicacions dels gasos tècnics resultin gairebé nul·les i/o dificulta la quantificació de qualsevol afegit realitzat.

Es pot afirmar que aquests sistemes són insuficientment eficaços per a aquestes aplicacions. No permeten interactuar el gas amb el líquid degut a que no es troben en el grau d'actuar de forma tècnica, és a dir que la dosificació dels gasos es realitza d'una forma difícilment quantificable i, de fet, molt empírica.

3.4. Els remuntats i el *délestage* en els dipòsits convencionals

En els dipòsits convencionals, la tècnica de remuntat més utilitzada és el clàssic remuntat mitjançant una bomba (independent o incorporada al tanc).

També s'utilitza la tècnica del *délestage* del Professor Dominique Delteil, director científic de l'Institut Cooperatiu del Vi de Montpellier (França). Requereix de tancs adaptats i una bomba de gran dimensió.

3.4.1. Els remuntats clàssics

L'operació de remuntat tradicional consisteix en extreure most/vi en fermentació de la part inferior del dipòsit, per ser impulsat mitjançant una bomba i afegir-lo per la part superior del mateix. Es pot realitzar en el mateix dipòsit o intercalar un dipòsit intermedi.

El grup de bombament pot ser independent, discontinu i completament manual ja que ha de ser controlat, junt amb el sistema difusor del most remuntat, pel personal del celler. O bé, el tanc pot incorporar una bomba fixa que es pot automatitzar.

Els remuntats es fan de l'ordre de la meitat o la totalitat del most contingut en la massa en fermentació, calculant el temps de remuntat en funció del cabal de la bomba utilitzada, essent preferible augmentar el nombre de remuntats però mantenint el temps diari destinat a l'operació. Solen ser bombes de rodet flexible que poden treballar en presència de fragments sòlids.

Durant els primers dies de la fase fermentativa se solen aplicar de l'ordre de 4-5 remuntats al dia fins assolir una densitat del most equivalent a 1050 *g/l* i llavors, disminuint de forma seqüencial, es va reduint el nombre de remuntats diaris fins a un únic remuntat al dia i fins a arribar al final de la fermentació alcohòlica.

3.4.2. El *délestage*

S'exposa la tècnica del *délestage* del Professor Dominique Delteil, director científic de l'Institut Cooperatiu del Vi de Montpellier (França).

Per entendre bé el *délestage* s'han d'observar i entendre les característiques de la gestió del barret de brises ja que aquesta tècnica es basa en l'aprofitament total i eficaç dels components continguts en aquest.

El *délestage* és una tècnica de treball sobre el most/vi que permet optimitzar els intercanvis entre la fase líquida i la fase sòlida durant les fases de maceració i fermentació de la vinificació en negre. És a dir que afavoreix l'extracció i la difusió en el most/vi dels components presents en els grans de raïm.

El *délestage* substitueix els remuntats clàssics i el nombre de *délestage* a aplicar ve determinat per l'enòleg assessor depenent dels objectius del producte i dels resultats dels

tasts periòdics. És una tècnica que, per a ser eficaç, necessita una modalitat operacional i un temps de procés precisos que no sempre s'aconsegueixen en el treball pràctic del celler i no sempre en resulta una aplicació correcta.

El procediment d'aquesta tècnica es defineix a través d'una sèrie d'etapes (figures 10 a 14) a les quals correspon la llegenda següent (Delteil, 2003):

1) *Llevats al fons del dipòsit:* aquests llevats aturats i pressionats no participen en la fermentació. En aquestes condicions hi ha un risc elevat de producció i alliberament de compostos de sofre amb olors i gustos desagradables.
2) *Massa de most en fermentació:* té un contacte molt limitat amb el barret de brises.
3) *Most de la zona immediatament sota el barret.*
4) *Most que amara el barret:* els mosts *3* i *4* estan sobresaturats de compostos difosos del raïm. Amb aquesta concentració excessiva són mals agents de dissolució i d'estabilització dels solubles del barret.
5) *Barret de brises:* la major part del barret no està en contacte amb el most. No s'optimitza la difusió dels components essencials del barret en el most i augmenta el risc d'aparició de microflora competitiva amb *Saccharomyces* degut a l'assecament d'algunes zones del barret.

- 1a etapa/inici (figura 10): consisteix en buidar el most del dipòsit d'origen, el qual es descarrega en una cubeta auxiliar i s'envia a un dipòsit de recepció mitjançant una bomba. El most del dipòsit d'origen es buida totalment i s'oxigena degut a que el raig en la cubeta oberta permet una oxigenació real (2-4 *mg* O_2/*l*) de tot el most. Altres sistemes com ara la injecció directe d'O_2 en el dipòsit de recepció del most (tècnica anomenada *cliqueur*) o la introducció d'un accessori d'acer unit a la conducció de bombament aporten una eficàcia comparable. Per tant, per realitzar el *délestage* és necessari disposar d'un dipòsit de recepció i els mitjans pel trasllat del most, tals com mànegues i bombes de qualitat alimentària.

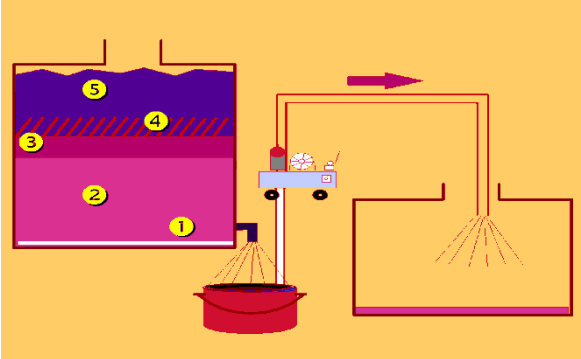


Figura 10. Primera etapa/inici del *délestage* (Delteil, 2003).

- 1a etapa/final (figura 11): el buidat de tot el most és un punt clau en l'eficàcia del *délestage* ja que permet oxigenar tot el most i mesclar el most *2* (menys concentrat) amb el most *3* i *4* (sobresaturats) resultant-ne una bona homogeneïtzació. També s'aconsegueix posar en suspensió tots els llevats (també els de la zona *1*) i oxigenar-los, fet que representa un element clau en el domini de la fermentació alcohòlica. Cal dir que amb els remuntats habituals el most *3* i *4* mai es renoven ni s'oxigenen completament.

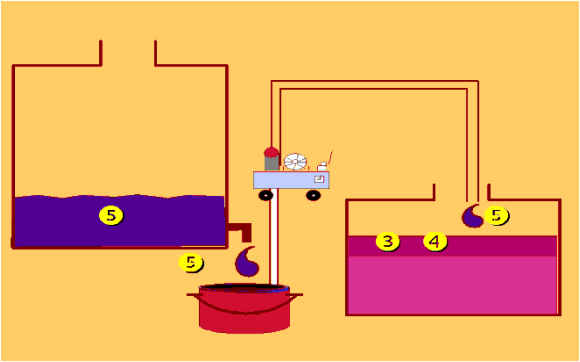


Figura 11. Primera etapa/final del *délestage* (Delteil, 2003).

- 2a etapa (figura 12): un cop buidat tot el most es deixa escórrer bé el barret (*5*) en el fons del dipòsit d'origen durant 1 o 2 *h* permetent una major difusió en el most dels elements interessants del raïm (antocians, tanins fàcilment solubles, polisacàrids de la polpa i de les pells). L'oxigenació completa de tot el most permet arribar amb seguretat als objectius establerts de la maceració, és a dir, estabilitzar el color (la fixació d'antocians), suavitzar els tanins i gestionar les males olors derivades de l'àcid sulfhídric.

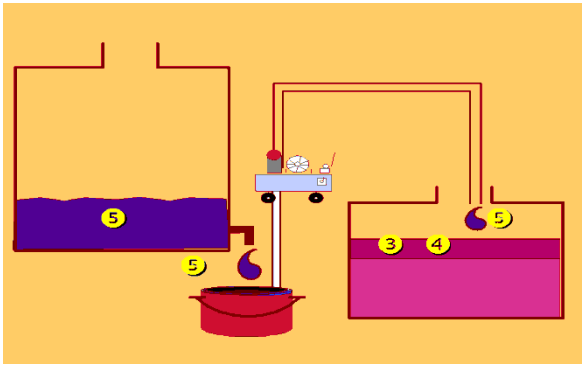


Figura 12. Segona etapa del *délestage* (Delteil, 2003).

- 3a etapa (figura 13): en aquest punt s'inverteix el sistema de buidat i de bombament. Es retorna tot el most, inundant el barret amb una descàrrega a baixa pressió i a cabal elevat per a limitar l'acció de trituració sobre les pells. No és necessari tractar de lixiviar tota la superfície del barret ja que quan el cabal és suficient, les pells queden totalment recobertes pel most i el barret es trenca, mesclant-se correctament amb el most.

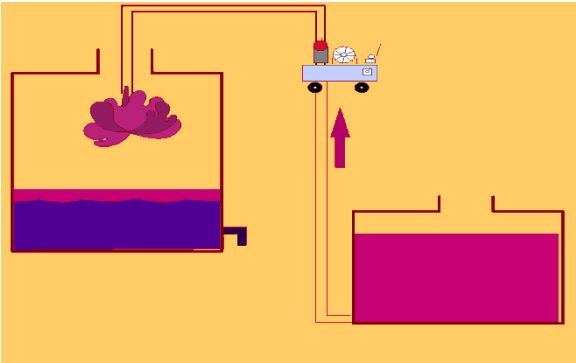


Figura 13. Tercera etapa del *délestage* (Delteil, 2003).

- 4a etapa (figura 14): el barret va quedant inundat i torna a pujar a la superfície a través del most/vi. D'aquesta forma s'afavoreixen completament els intercanvis entre sòlids i líquid de forma intensa, no agressiva i evitant trituracions de les brises en el líquid degudes a la utilització de sistemes mecànics. Al finalitzar el trafegament, el conjunt es torna a estabilitzar i es pot repetir la operació.

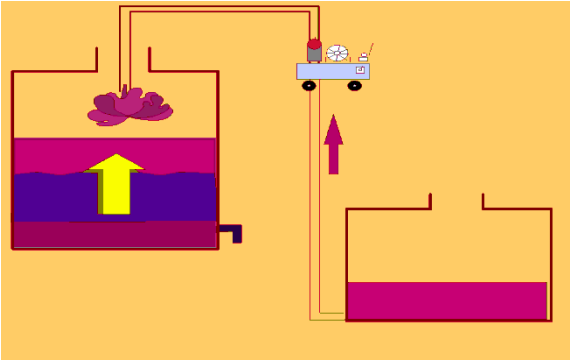


Figura 14. Quarta etapa del *délestage* (Delteil, 2003).

Està clar que la tècnica del *délestage* s'ha de desenvolupar seguint alguns principis fonamentals. Només així pot ser eficaç, en quan aporta els següents beneficis (Delteil, 2003):

- Oxigenació del most, particularment aquell que es troba sota el barret, afavorint l'acció dels llevats.
- Escorregut o sagnat del barret (1-2 *h*) amb la conseqüent difusió en el most/vi dels elements continguts en les brises (antocians, tanins i aromes) i amb una bona aeració.
- Homogeneïtzació de tot el producte (most i pells) quan es bomba el most/vi sobre el barret i homogeneïtat de la temperatura global del procés.
- Interacció entre el most/vi i les pells quan el barret torna a pujar a la superfície.

ANNEX IV. EXPOSICIÓ DESCRIPTIVA DEL MÈTODE GANIMEDE®

ÍNDEX 65

1. DEFINICIÓ DEL MÈTODE GANIMEDE® 66

2. DISSENY CONSTRUCTIU DEL DIPÒSIT GANIMEDE® 66

3. DESCRIPCIÓ I FUNCIONAMENT DEL MÈTODE GANIMEDE® 70

3.1. Instal·lació, neteja i connexió del Ganimede® 70
3.2. Fase d'emplenament del Ganimede® 70
3.3. Fermentació i maceració en el Ganimede® 71
3.4. Gestió del barret en el Ganimede® 74
3.5. Control de temperatures en el Ganimede® 74
3.6. Ús de gasos tècnics en el Ganimede® 75
3.7. Els remuntats o «*délestage*» en el Ganimede® 77
3.8. La vinificació amb extracció diferida dels antocians en el Ganimede® 79
3.9. Fase de desencubat del Ganimede® 80
3.10. Manteniment del Ganimede® 81

4. APLICACIONS DEL MÈTODE GANIMEDE® 82

5. CARACTERÍSTIQUES EXCLUSIVES DEL MÈTODE GANIMEDE® 86

6. EXPERIÈNCIES AMB EL MÈTODE GANIMEDE® 88

6.1. Anàlisis de vins blancs i negres desenvolupats amb la tècnica de MPF 88
6.2. Anàlisi comparativa d'un vi negre 97

1. DEFINICIÓ DEL MÈTODE GANIMEDE®

El mètode Ganimede® és un sistema d'encubat que se sol utilitzar per a vinificacions en negre, però també serveix per a vinificacions en blanc i pot actuar com a sistema de conservació. Consisteix en un dipòsit fermentador anomenat també Ganimede® que, degut al seu disseny constructiu específic i patentat, ofereix una gran versatilitat i eficàcia en aplicacions i operacions de les fases de maceració i fermentació dels processos de vinificació.

Aquests dipòsits es basen en el procés de "Maceració Pel·licular Dinàmica" (MPD), que és un mètode de maceració específic (també patentat) en el qual l'objectiu principal dels fermentadors és obtenir els millors resultats de les brises que es troben macerant, permetent una eficaç extracció selectiva de les substàncies fenòliques i evitant l'enduriment del barret. També s'eviten les accions negatives de sistemes mecàniques i bombes que podrien extreure aromes de les llavors amb sabors amargs i astringents. En conseqüència, el mètode Ganimede® es basa en una extracció delicada i selectiva dels elements desitjables de tots i cadascun dels grans de raïm.

2. DISSENY CONSTRUCTIU DEL DIPÒSIT GANIMEDE®

Els dipòsits tipus Ganimede® es caracteritzen pel seu disseny constructiu específic i ben diferenciat de la resta de dipòsits existents en el mercat. És un dipòsit vertical construït d'acer inoxidable, de forma cilíndrica, suportat sobre potes i que pot presentar diferents tipus de fons (cònic, de pla inclinat o autobuidant).

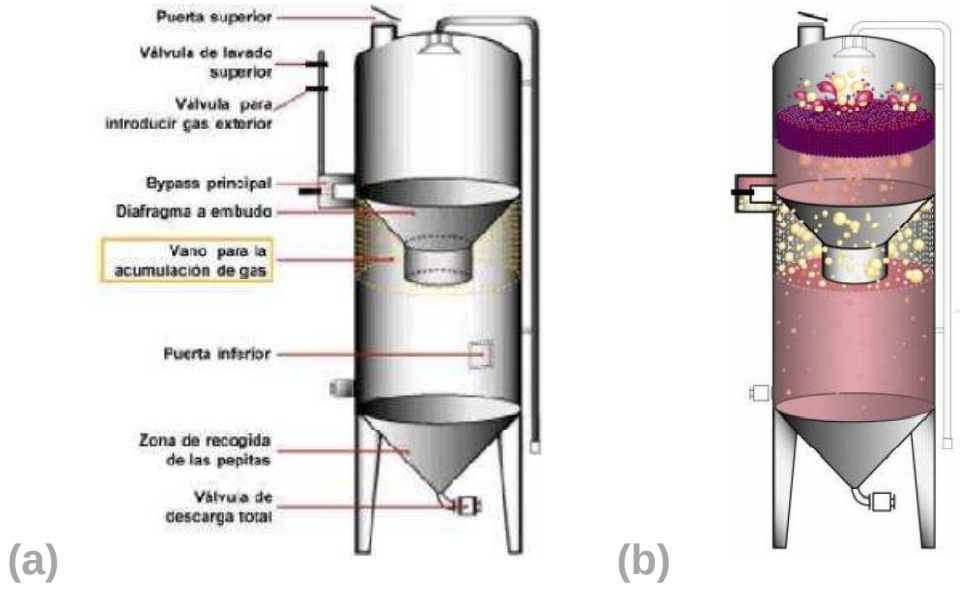


Figura 15. Dipòsit Ganimede®: (a) disseny constructiu; (b) reflex de la fermentació alcohòlica (Ganimede®, 2001).

La figura 15a mostra que el dipòsit Ganimede® consta d'una sèrie de característiques constructives especials i s'hi diferencien les tres cambres que es descriuen a continuació:

- Cambra superior: a la part superior d'aquesta cambra hi ha:

  - *Xemeneia o comporta superior*: connecta amb l'exterior i es pot trobar centrada o no respecte el cilindre. Es pot utilitzar per a l'emplenament i la neteja del dipòsit, per a l'observació del desenvolupament del procés i com a via d'evacuació de gasos (per una vàlvula de desgasament).
  - *Sistema d'aspersió*: incorpora un sistema tipus dutxa que es troba a la part central de l'interior de la cambra (en l'extrem superior) i està connectat a un tub de remuntat de l'exterior.
  - *Sonda de seguretat*: a prop del sistema d'aspersió s'incorpora una sonda de nivell de seguretat tipus *top level* (opcional), per a evitar vessaments i aprofitar al màxim el nivell d'ompliment.

- Cambra inferior: exceptuant les característiques particulars segons el tipus de fons del dipòsit, que cal esmentar que és la zona de recollida de les llavors dels raïms, en aquesta zona hi ha:

  - *Comporta inferior*: a un lateral d'aquesta cambra, a l'alçada màxima d'una persona, hi ha una comporta que bàsicament s'utilitza per a la neteja del dipòsit i per a controlar i gestionar el final de l'operació de desencubat.
  - *Vàlvula de descàrrega total* (figura 16): es troba a l'extrem inferior del fons del dipòsit i té la funció tant d'ompliment i de buidat del dipòsit, com la de descàrrega total o parcial de les llavors.

Figura 16. Detalls de la vàlvula de descàrrega total del Ganimede® (Autor PTFC, 2009).

  - *Vàlvula de descàrrega parcial:* es troba a la part baixa d'un lateral i s'hi poden realitzar extraccions o addicions de líquid per a efectuar remuntats (si es connecta al tub de remuntat) o per a facilitar el desencubat de la pasta al final del procés, respectivament.

- *Panell de control multifuncional digital (PCMD):* està a la part frontal exterior i incorpora un controlador digital (per a connectar-lo a un PC) per a supervisar, gestionar, programar i automatitzar totes les funcions principals del sistema de forma senzilla i precisa. Les funcions que pot governar són el control de temperatures, els cicles d'obertura dels bypass, la intervenció de la sonda de seguretat i la temporització de la introducció de gasos independents (aire filtrat, CO_2 o N_2).

- Cambra central: és la zona més característica del Ganimede® i queda a la part central delimitada per les dues cambres anteriors. En aquesta cambra s'hi disposen els elements més característics del disseny del "Ganimede®", els quals s'expliquen a continuació:

  - *Diafragma:* és d'acer inoxidable, té forma d'embut i es troba instal·lat a la part interior d'aquesta cambra, resseguint el perímetre circular interior del dipòsit. L'espai buit format entre la paret vertical del dipòsit i la paret exterior del diafragma és anomenat "ventall", que és la zona on s'acumulen els gasos operatius (els de la fermentació o els tècnics).
  - *Vàlvules de bypass* (figura 17): es troben incorporades comunicant la cambra inferior, per la cambra central (el "ventall"), amb la cambra superior. Regulen la incorporació, la retenció i el pas dels gasos tècnics en les diferents etapes i operacions del procés.

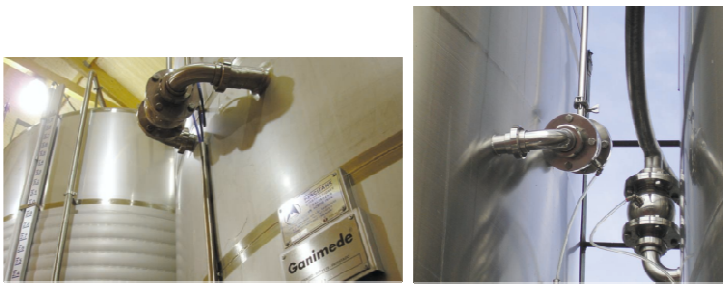


Figura 17. Detalls dels bypass d'un Ganimede® (com. pers., 2009).

  - *Tub amb vàlvules:* connectades mitjançant una conducció al bypass hi ha una vàlvula d'injecció de gasos externs i una vàlvula de desaireig que també s'utilitza per a netejar el cos del bypass.

Existeix una variada gamma de dipòsits Ganimede® que es classifiquen segons els aspectes següents:

a) Segons la capacitat:

- Ganimede® Small: preparats per a 25 a 600 *hl*. Disposen d'un sol bypass.
- Ganimede® Big: permeten acumular de 600 a 2150 *hl*. Incorporen doble o triple bypass.

b) Segons el fons de dipòsit:

- Fons pla inclinat (figura 18): recomanat per a vinificacions en negre. El fons és pla, amb una boca de buidat al final i n'existeixen amb diferent pendent d'inclinació (del 3 al 25%).
- Fons autobuidant (figura 19): igualment recomanat per ambdues vinificacions. Té una forma de tipus "pico de Lucio" i posseeix una boca de tipus autobuidant.

Figura 18. Fons pla inclinat (com. pers., 2009).

Figura 19. Fons autobuidant tipus "pico de Lucio" (com. pers., 2009).

- Fons cònic (figura 20): recomanat per a vinificacions en blanc. Per alleugerar i facilitar la fase de buidatge incorpora un dispositiu tipus s*luice point* que consisteix en la introducció tangencial de líquid de mesclat per facilitar la sortida de la pasta del fons. Aquest sistema es pot observar en la figura 21.

Figura 20. Fons cònic amb dispositiu s*luice point* (com. pers., 2009).

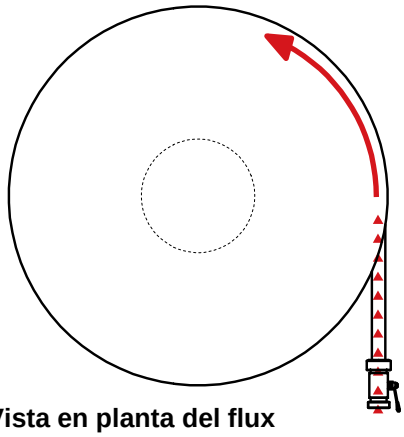


Figura 21. Vista en planta del flux tangencial en *sluice point* (com. pers., 2009).

3. DESCRIPCIÓ I FUNCIONAMENT DEL MÈTODE GANIMEDE®

3.1. Instal·lació, neteja i connexió del Ganimede®

La instal·lació del dipòsit Ganimede® no és gaire dificultosa però requereix dur-la a terme acuradament. S'ha de posicionar el dipòsit en un lloc preestablert i verificar la correcta verticalitat accionant els cargols de les potes. Per al correcte i eficaç funcionament del Ganimede® cal assegurar que es troba absolutament posicionat en perfecta verticalitat.

Llavors s'ha de realitzar una rentada a fons i acurada amb operacions pràctiques i eficaces. El neteja sempre es realitza de la següent manera:

a) Per a netejar el cos del bypass: s'introdueix aigua per la vàlvula de rentat per a netejar el conducte que arriba al bypass i el recorre totalment.
b) Per a netejar el fermentador: per a procedir amb el rentat interior del dipòsit s'utilitza una bola de neteja que s'introdueix dins del fermentador per la porta superior, la porta de persona inferior o, fins i tot, per les vàlvules de descàrrega parcial i total.

Una vegada el dipòsit estigui net i sec es connecta al corrent elèctric (a 230/400 *V*) i a l'aire comprimit (a 5 *bar* de pressió) per al funcionament del comandament automàtic dels bypass. També és possible connectar i automatitzar la injecció de gas extern mitjançant la vàlvula d'injecció de gasos tècnics.

3.2. Fase d'emplenament del Ganimede®

L'emplenament del Ganimede® es pot realitzar a través de la comporta superior, de les vàlvules de descàrrega total o parcial, o bé a través del tub de remuntat. Es pot fer amb el dipòsit en mode manual o en mode automàtic (en aquest cas funcionarà la sonda de nivell de seguretat).

Per realitzar aquesta operació cal tenir en compte la capacitat total del dipòsit, la capacitat real (és la total excloent el volum del sostre), la capacitat màxima d'ompliment (el 80-85% de la total) i, en el cas del Ganimede®, cal comptar amb el volum de la cambra de gas (ventall) que es forma i que equival al 9% del volum total. Degut al ventall queden estipulats els nivells màxims i mínims de quantitat de producte, uns amb els bypass tancats i uns altres amb els bypass oberts.

Es realitza l'emplenament amb els bypass tancats ja que així s'aprofita al màxim la capacitat del dipòsit. Les brises es van acumulant a la part superior i el ventall queda ple d'aire, el qual

serà substituït per CO_2 quan comenci la fermentació. També es pot verificar que el producte es troba comprès entre els nivells d'ompliment màxim i mínim evitant vessaments.

3.3. Fermentació i maceració en el Ganimede®

El funcionament del Ganimede® durant la fermentació es descriu en les següents etapes:

1a) Càrrega a bypass tancat (figura 22a): l'emplenament del dipòsit es pot fer per la comporta superior o bé per les vàlvules de descàrrega total o la parcial. A l'incrementar el nivell de most, el ventall creat sota el diafragma queda buit degut a que l'aire present no pot sortir a l'exterior a través del bypass (tancat) i impedeix la inundació. Les brises s'agrupen a la superfície formant el barret i part de les llavors comencen a sedimentar al fons.

2a) Fermentació (figura 22b): l'aire acumulat en el ventall va cedint espai al diòxid de carboni produït per la fermentació. El bypass resta tancat i quan l'ambient està saturat pel CO_2, l'excés de gas surt a pressió a través del diafragma produint una mescla continua del barret i la caiguda per gravetat de les llavors, les quals es van dipositant al fons.

3a) Obertura del bypass (figura 22c): la gran quantitat de CO_2 acumulat en el ventall es descarrega a elevada pressió mitjançant l'obertura del bypass. La descàrrega es produeix directament sobre les brises les quals s'inunden i es mesclen amb força. D'aquesta forma el barret no es compacta i les llavors es dipositen al fons amb abundància.

4a) Procés de lixiviació (figura 22d): quan tot el gas ha sortit de la zona del ventall, aquest resta inundat de most i es torna a tancar el bypass. Les brises mesclades i saturades de líquid emergeixen lixiviant un elevat nombre de substàncies fenòliques i les llavors acumulades al fons es poden extreure amb facilitat (i en qualsevol moment) a través de la vàlvula de descàrrega total.

5a) Continuació de la fermentació (figura 22e): a l'estar tancat el bypass, el CO_2 de la fermentació es comença a acumular novament en el ventall empenyent el most a través del diafragma i torna a augmentar el nivell. Mentrestant les brises, encara plenes de líquid i agrupades majoritàriament a la superfície, continuen el procés de lixiviació que els porta a cedir cada vegada més substàncies al most.

6a) Continuació del procés (figura 22f): un cop més el CO_2 satura el ventall i torna a pujar a través del coll del diafragma. Es comencen a mesclar les brises pel xarboteig del gas i sense interrupcions. Llavors es pot tornar a obrir el bypass i repetir tota la seqüència tantes vegades com sigui necessari o es desitgi.

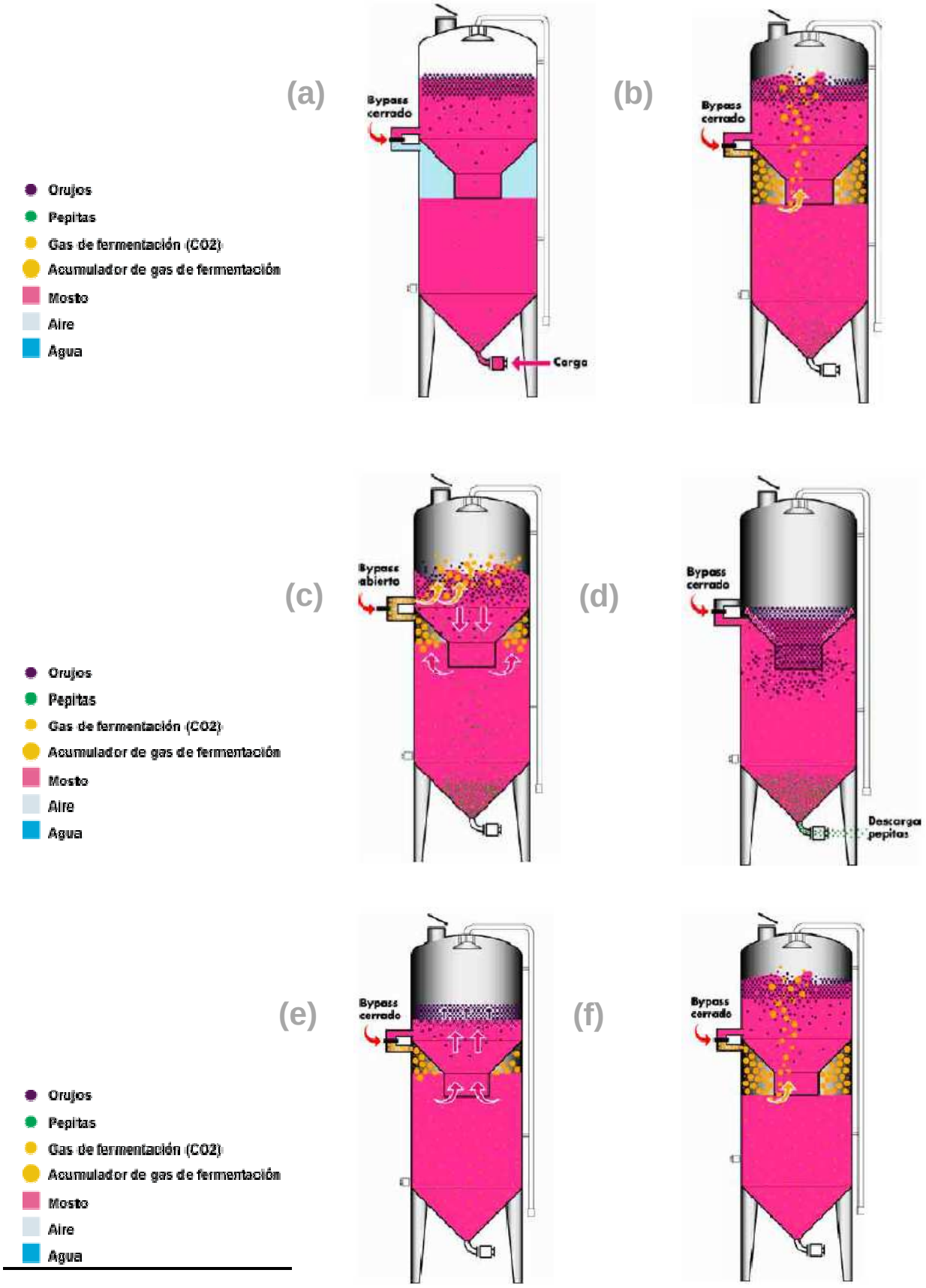


Figura 22. Reflex del funcionament del Ganimede® en etapes (Ganimede®, 2001).

Com s'ha pogut observar, tota l'energia que es necessita per a realitzar la fase de maceració/fermentació el Ganimede® la recull de la naturalesa pròpia de la fermentació, ja que per cada litre de most es produeixen prop de 50 *g* de CO_2 completament aprofitables.

Per a un funcionament correcte del Ganimede® durant la fase fermentativa, cal mantenir els bypass sempre tancats, excepte durant les obertures programades. En el cas que s'hagin d'inocular llevats, enzims, tanins o SO_2 cal fer-ho al principi de la fermentació per a garantir la seva homogeneïtat i introduir-los sempre sobre el fons del dipòsit.

La programació dels temps d'obertura i tancament dels bypass durant la fermentació l'establirà l'enòleg en funció de les característiques específiques del raïm a elaborar, del producte final a obtenir i tenint en compte les condicions operatives existents. En condicions òptimes es considera seguir el següent sistema:

a) Efectuar l'emplenament fins el nivell màxim, assenyalant el cicle manual en el quadre de control i tenint els bypass tancats. D'aquesta forma s'eviten els excessos de producte i el risc de vessament.
b) Romandre amb els bypass tancats i el programa en el cicle manual fins la finalització de l'emplenament, sobretot si aquest s'efectua amb temps successius.
c) Un cop emplenat s'insereix el cicle automàtic disposant dels següents valors indicatius fixats pels inventors del Ganimede® (com. pers., 2009):

    - Temps de pausa (bypass tancat): de 60 a 400 *min*.
    - Temps de treball (bypass obert): és d'1 *min*, és a dir el temps necessari per a la sortida del gas. Cal tenir en compte que una obertura perllongada pot produir la congestió del bypass.

d) Si el Ganimede® té 2 o 3 bypass, l'obertura d'aquests no s'ha de realitzar de forma contemporània excepte quan la seva capacitat sigui superior a 40000 *kg*, quan si que és recomanable. En el cas de dipòsits de menor capacitat, els creadors del Ganimede® recomanen que la correcta programació és la següent (com. pers., 2009):

    - Obertura del 1r bypass: durant 1 *min* i tancament successiu.
    - Pausa: entre 60-400 *min*.
    - Obertura del 2n bypass: durant 1 *min* i tancament successiu.
    - Cicle: es segueix d'aquesta forma cíclicament.

3.4. Gestió del barret en el Ganimede®

La gestió del barret amb el Ganimede® no presenta cap problemàtica, tot al contrari que en la majoria de fermentadors convencionals, ja que l'acció de les bombolles de CO_2 que surten fora del coll del diafragma durant l'obertura del bypass mantenen sempre el barret de brises ben desgranat, estovat i ben xop de líquid. Cal destacar que tot això s'aconsegueix a través d'una tecnologia suau i natural sense la necessitat d'utilitzar dispositius mecànics i electrònics, ni bombes o altres instruments agressius, costosos i no sempre eficaços que tenen conseqüències negatives sobre el producte final.

En els fermentadors Ganimede®, tot el barret està afectat per la presència d'abundant líquid que inunda totes les pells. Quan es troba en fase fermentativa i amb el bypass tancat, el ventall format sota el diafragma es troba completament ple de diòxid de carboni. L'excés de gas a pressió surt a través del coll del diafragma i puja ràpidament a la superfície arrossegant grans quantitats de most dins de grans bombolles de gas, mantenint contínuament així completament xop de líquid el barret.

D'aquesta forma el líquid estarà sempre present tant a la part central com a les zones perifèriques (properes a les parets) del barret. Simplement, això succeeix en base al «*Principi de Pascal: "La pressió aplicada en un punt d'un fluid contingut en un recipient es transmet amb el mateix valor a cada una de les parts del mateix." (Pascal, 1647)*»; per tant, la presència del líquid en qualsevol punt de la superfície del barret, per l'efecte d'aquest principi físic fa que el mateix líquid estigui present sobre tota la massa.

També s'evita l'enduriment del barret que suposaria la mala extracció i difusió de les substàncies interessants de les pells del raïm i s'aboleix l'assecament de zones del barret que poden provocar l'atac per part de bacteris acètics i causar acetificacions.

3.5. Control de temperatures en el Ganimede®

Tot i que, en qualsevol dels casos, la física realitza el mateix treball pel que fa al fred i a la calor, com es pot observar a la figura 23 la forma constructiva del Ganimede® permet obtenir una distribució de la temperatura totalment diferent.

El sistema de refrigeració (amb camises de fred) transmet el fred al líquid més pròxim a les parets del dipòsit. Aquest líquid fred tendeix a descendir cap a la part inferior i es troba amb el diafragma, el qual el dirigeix cap a la zona central del tanc (al coll del diafragma).

Quan els bypass estan tancats, a la zona del coll del diafragma es forma el ventall el qual es troba ple de gas. Aquest excés de gas surt en forma de grans bombolles (que bombardegen

el barret) que recullen grans quantitats del líquid refredat i el posen en contacte contínuament amb el barret de brises. Per aquest efecte continu i prolongat s'obtenen una major i millor homogeneïtat de tota la massa, sobretot a la zona del barret.

Una part del líquid refredat descendeix a la cambra inferior pel diafragma i es mescla amb el líquid del centre d'aquesta cambra, facilitant el seu refredament per convecció. A la pràctica, en el cas d'incorporar dues camises de fred es té que la part sotmesa a la camisa inferior refreda la zona perimetral i la part de líquid refredat que travessa el diafragma refreda la zona central. A més, amb l'obertura dels bypass es produeix una successiva distribució molt més homogènia de temperatures, amplificada per l'efecte de descompressió del gas acumulat.

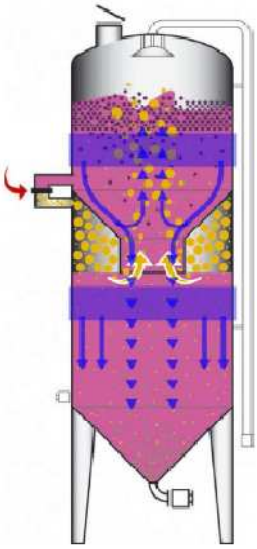


Figura 23. Reflex de la distribució de temperatures en el Ganimede® (Cantera, 2004).

El control de la temperatura és molt important ja que només una temperatura homogènia permet obtenir resultats eficaços, pel que fa als fonaments que regulen i caracteritzen el procés extractiu de maceració i fermentació.

3.6. Ús de gasos tècnics en el Ganimede®

Quan es tracta la introducció de gasos tècnics (aire filtrat, CO_2 o N_2) en el most/vi, el mètode Ganimede® permet i garanteix una distribució precisa (figura 24) i una correcta aplicació d'aquests gasos, fins i tot en el cas de dipòsits de grans dimensions (fins a *Ø*=5 *m* i *h*=16 *m*), degut a que:

- Quan es vol introduir O_2 amb aire filtrat per activar el desenvolupament de llevats es fa immediatament després de l'obertura del bypass (que determina la sortida de tot el CO_2 acumulat) i es fa en el mateix ventall. D'aquesta forma és evident que el temps de contacte de l'O_2 amb el líquid subjacent és més llarg (de bastants minuts) ja que continua més enllà de l'emplenament del ventall sota el diafragma.
- El gas tècnic introduït es troba sota el diafragma a una pressió de 0,2-0,4 *bar*, que facilita la seva solubilitat en el most/vi.
- La superfície de contacte del gas (aire) amb el most/vi és molt gran, del 80-85%. En el moment que el ventall sota el diafragma està completament ple, la mescla

aire/CO_2 en excés puja a la superfície travessant tot el líquid i afectant després gran part del barret de brises. Així s'obté una major homogeneïtat de tota la massa.

- L'efecte de l'*stripping* és menys rellevant perquè la pressió exercida pel gas tècnic acumulat sota el diafragma redueix aquesta acció i també afavoreix una millor dissolució del gas introduït en el líquid.
- Amb l'obertura del bypass s'obté una ràpida sortida del gas acumulat el qual, ascendint a la superfície, afecta completament a tot el barret amb una mescla molt eficaç. Aquesta mescla es veu amplificada pel fenomen de descompressió que es crea amb l'obertura del bypass ja que determina la formació d'un elevat nombre de bombolles que provoquen una acció de xarboteig.
- El quadre de comandaments permet la gestió de fins a dos gasos diferents amb les condicions esmentades. S'obté una distribució eficaç, quantificable i repetible amb les mateixes garanties per a un fermentador de 100 *hl* com de 2000 *hl*.

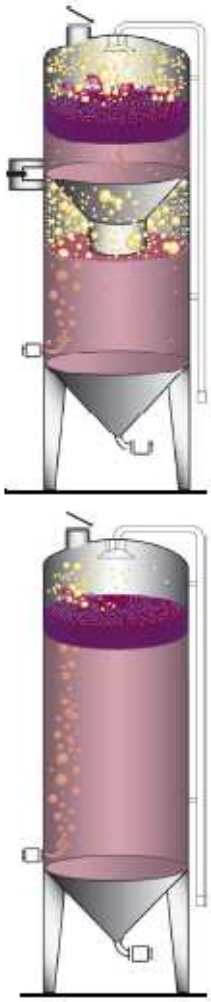


Figura 24. Reflex comparatiu del comportament dels gasos tècnics en el Ganimede® (Cantera, 2004).

Només l'estructura constructiva del mètode Ganimede® permet dominar realment, de forma precisa i eficaç, la injecció dels gasos tècnics i amb la possibilitat de poder fer interactuar el gas a pressió, per un temps relativament perllongat i amb una superfície de contacte important amb el most/vi. També estimula reflexions sobre altres possibles aplicacions.

En els dipòsits Ganimede®, l'ús de gasos tècnics (CO_2 i N_2) permet una protecció òptima del most en fase prefermentativa (quant a la saturació del dipòsit abans de l'emplenament) i el diafragma fa que el CO_2 resti sota pressió en el ventall, facilitant la seva dissolució en el líquid i amplificant l'efecte antioxidant i solvent. La simple injecció d'un gas exterior, sempre sota el diafragma, permet realitzar en fase prefermentativa i postfermentativa una suau però eficaç mescla que homogeneïtza millor tota la massa de producte, garantint així una protecció òptima de tot el producte.

L'ús d'O_2 en el vi té menys problemàtica d'aplicació quan no hi intervenen les grans masses de CO_2 (per l'efecte *stripping*) i per això el seu ús és més senzill. L'aplicació d'aquesta tècnica haurà de ser ben considerada i en funció de les característiques del vi a elaborar.

3.7. Els remuntats o *délestage* en el Ganimede®

De les consideracions fetes anteriorment sobre la gestió del barret de brises resulta evident que amb el fermentador Ganimede® es donen unes característiques completament diferents a les obtingudes amb els fermentadors convencionals.

D'altra banda, dir que amb Ganimede® el barret de brises no està compactat i es troba submergit en el líquid equival a jutjar només una fase del mètode Ganimede®, aquella en la qual les pells cedeixen les substàncies anteriorment extretes pel líquid. Com s'ha dit abans, si el líquid que roman en estret contacte amb les pells és sempre el mateix a causa de la sobresaturació no es produirà l'extracció de més elements. Per tant, és important efectuar el recanvi del líquid present en el barret i per fer-ho és necessari l'escorregut de les pells, que amb la tècnica del *délestage* es produeix buidant completament el dipòsit i deixant les pells durant 1 o 2 *h* sagnant el most retingut.

Les operacions de remuntat mitjançant la tècnica del *délestage* s'obtenen amb el mètode Ganimede® sense buidar el fermentador i es dóna pel següent procediment:

1r) Acumulació a bypass tancat (figura 25a): quan el bypass està tancat i el CO_2 de la fermentació satura el ventall, l'excés de gas surt en forma de grans bombolles que arrosseguen quantitats de líquid importants cap a la superfície. Això provoca que el barret no es compacti i estigui contínuament en maceració amb gran part del líquid contingut en el dipòsit.

2n) Descàrrega a bypass obert (figura 25b): quan el bypass s'obre, tot el gas del ventall es descarrega sobre el líquid restant el qual, pressionat, inunda la massa flotant mesclant-la i permetent el recanvi de líquid saturat del barret. També provoca la caiguda de les llavors cap al fons del dipòsit.

3r) Escorregut estàtic i extracció de llavors (figura 25c): un cop descarregat tot el gas, el ventall sota el diafragma queda inundat pel most provocant la disminució del nivell en el dipòsit i permet al barret de brises dipositar-se sobre el diafragma on prosseguirà la fase d'escorregut estàtic del most contingut. En aquest moment també es pot efectuar l'extracció total o parcial de les llavors contingudes al fons del dipòsit.

4t) Tancament del bypass i reestructuració (figura 25d): es tanca el bypass i torna a haver-hi acumulació de CO_2, però abans que es torni a saturar de CO_2 (entre 30-90 *min*) el barret seguirà gotejant i alliberant el líquid que conté el qual precisament és el més saturat en elements desitjats. Quan el ventall torni a estar ple de CO_2, les bombolles aportaran nou líquid en el barret, el qual serà més diluït i garantirà una extracció i difusió òptimes. Tot això es veu amplificat per l'efecte dinàmic típic del mètode Ganimede®.

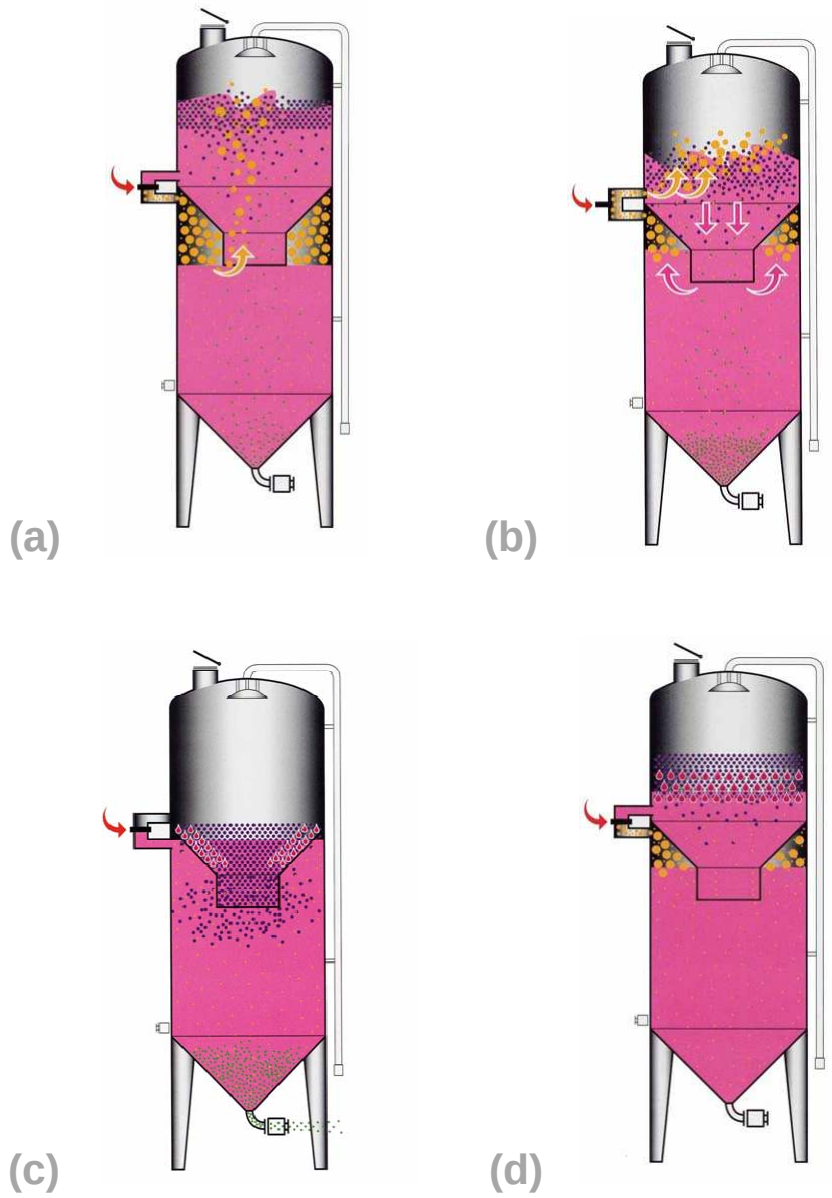


Figura 25. Tècnica del *délestage* amb Ganimede® (Cantera, 2004).

Amb l'alternança de totes aquestes fases es proposen i milloren els eficaços resultats oferts per la tècnica del *délestage* realitzant-se de forma senzilla i ràpida, ja que és suficient amb programar el PCMD del Ganimede®. Segons l'activitat fermentativa es poden programar des de 3 a 12 cicles al dia (on un cicle es correspon al conjunt dels passos 1, 2, 3 i 4) i tot sense utilitzar elements i mà d'obra per al buidat i bombament de tot el líquid, ja que és suficient programar-ho en base als temps decidits per l'enòleg i seguint l'evolució del vi mitjançant degustacions diàries. D'aquesta manera es produeix un ús mínim de dispositius i mà d'obra (que treballarà amb tota seguretat) i es pot concentrar tot l'esforç i temps al vi. Pel que fa a l'oxigenació no calen els remuntats i es pot realitzar un ús eficaç, quantificable i repetible dels gasos tècnics, que també es dur a terme amb la programació dels temps d'introducció de gasos externs.

3.8. La vinificació amb extracció diferida dels antocians en el Ganimede®

Amb el Ganimede® és possible executar la vinificació amb extracció diferida dels antocians d'una forma eficaç i molt simple. Aquesta tècnica de vinificació, ideada per l'Institut Experimental per l'Enologia d'Asti (Itàlia), preveu un contacte limitat del most amb les pells en les fases inicials de la fermentació i quan el most arriba als 5-6° d'alcohol s'intensifiquen fortament també les operacions de remuntat o de *délestage*. Aquest objectiu s'ha de dur a terme de forma ràpida i sense triturar excessivament les brises.

Amb els fermentadors convencionals presents en el mercat, aquesta tècnica no resulta gaire còmoda. De fet, en les fases inicials és necessari mantenir una certa humitat en el barret mitjançant la dosificació d'una certa quantitat de most que impedeixi la seva compactació i, al mateix temps, que no afavoreixi l'aflorament massa precoç dels antocians. Una compactació excessiva del barret compromet la fase extractiva successiva, perjudicant molt el treball i la finalitat que es busca.

Com es mostra a la figura 26, amb el Ganimede® l'obtenció d'un contacte òptim entre el most i les pells (fins al 100%) resulta simple, eficaç i es realitza de forma correcta i sense ruptures. Tot i que en la fase inicial el barret es trobi molt compactat és suficient amb extreure part del most mitjançant el tub de remuntat per fer baixar les pells a un nivell per sota del diafragma i es torna a introduir després per la part superior per mitjà del sistema d'aspersió. El most reincorporat determina un alçat del nivell que pressiona la gran massa de pells que floreixen a través del coll del diafragma, d'una forma reduïda (gra a gra), completament plenes de most i garantint l'aprofitament complet (i de forma no invasiva) de tot el potencial de les pells.

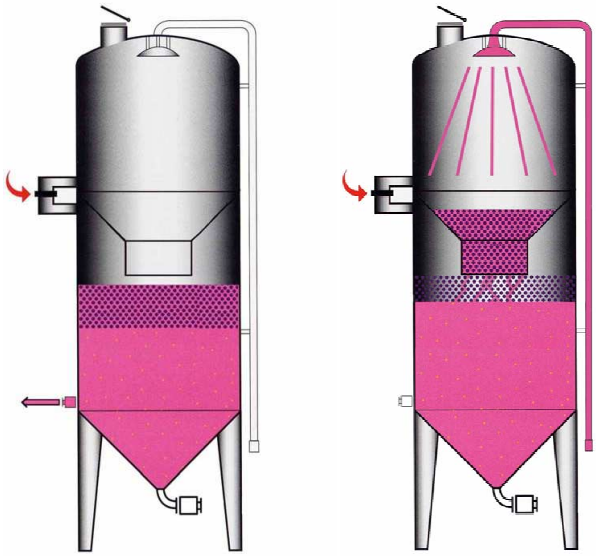


Figura 26. Reflex de la vinificació amb extracció diferida dels antocians en el Ganimede® (Cantera, 2004).

3.9. Fase de desencubat del Ganimede®

L'operació de desencubat en el Ganimede® depèn lògicament del tipus de fons de dipòsit que disposi i, com a regla general, és important que sempre es dugui a terme amb el programador en cicle manual i amb els bypass tancats.

Així doncs, aquesta operació ve precedida pel tancament dels bypass per evitar la seva congestió i garantir el contacte d'una quantitat adequada de most amb les brises que permeti mantenir-les xopes per a facilitar el buidatge. Per tal que el barret es trobi banyat per most primerament s'han d'obrir els bypass i seguidament reomplir el ventall amb gas extern ja que per a realitzar el desencubat és necessari que estigui completament ple de gas. Aquesta acció també s'ha de realitzar en el cas que la fermentació hagi finalitzat.

En el desencubat per un fons cònic amb una bomba peristàltica és important que el barret contingui most en abundància i no resti massa sec, per tant s'ha d'ajudar amb autoremuntats abans i durant l'operació. En el cas de fons autobuidant i de pla inclinat, si el barret està sec només cal remoure'l lleugerament per facilitar-ne l'evacuació.

Segons les exigències de l'enòleg es pot adoptar una tècnica de buidat entre les següents:

a) Buidat en fermentació o just un cop acabada: en aquest cas les pells encara es troben agrupades a la superfície per l'acció del CO_2.
b) Buidat després de realitzar una maceració postfermentativa: en aquest cas les pells tendeixen a enfonsar-se ja que no es mantenen a la superfície per l'acció del CO_2.

En ambdós casos es procedeix al buidat de la següent forma:

- Situar el programador en el cicle manual amb els bypass tancats.
- Verificar que el diafragma està ple de gas i que, per tant, el most banya les pells. Si el desenvolupament de gas no és suficient es bombeja o injecta gas extern i si és necessari s'obren els bypass per a restablir el volum de gas en el ventall.
- Segons el fons de dipòsit que es disposa es troba:

    - *En el cas de fermentadors amb fons pla inclinat i autobuidant:* es procedeix al buidat per la vàlvula de descàrrega total i s'envia el producte a la premsa a través d'una bomba peristàltica. Inicialment és important bombar en sentit contrari per evitar la congestió del tub i la vàlvula de descàrrega per part de les restes vegetals. L'extracció de les pells residuals es realitza mitjançant el sistema tradicional manual a través de la comporta inferior.

- *En el cas de fermentadors amb fons cònic:* es necessari disposar únicament d'una bomba peristàltica, tot i que per a un correcte i ràpid buidat, es pot utilitzar conjuntament una bomba amb un rendiment del 25% respecte l'anterior amb variador de velocitat. Es connecta la bomba peristàltica a la vàlvula de descàrrega total i s'inicia la descàrrega del producte cap a la premsa (després d'haver bombat a la inversa durant 1 o 2 *min*). Si és necessari es pot extreure primer el vi flor i després enviar les brises a la premsa.

  Un cop hi hagi un indici de dificultat d'aspiració del producte és necessari enviar, mitjançant l'altre bomba, una mínima quantitat de líquid a través d'una te connectada al tub de remuntat (o a la vàlvula de descàrrega parcial) i a l's*luice point* per concloure l'extracció del producte (veure el disseny a la figura 27). També es pot realitzar un autoremuntat durant tot el cicle de buidat extraient el producte per la vàlvula de descàrrega parcial i enviant-lo al tub de remuntat o a l's*luice point*.

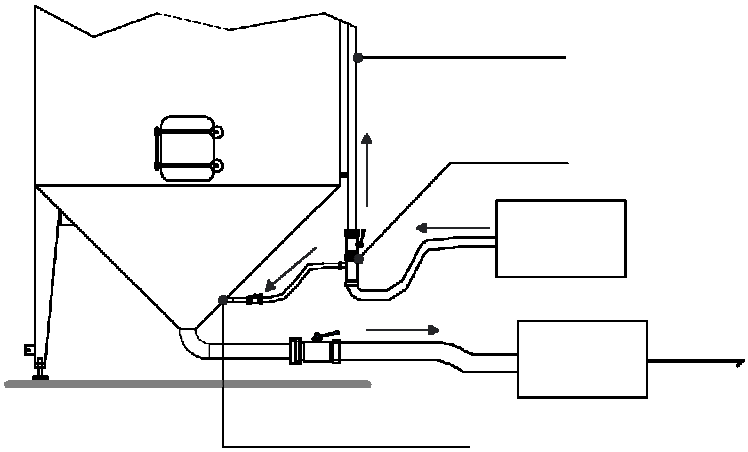


Figura 27. Esbós del disseny del sistema de buidat per el fons cònic d'un Ganimede® (com. pers., 2009).

3.10. Manteniment del Ganimede®

Vista la simplicitat dels dipòsits Ganimede® es pot dir que requereixen un manteniment reduït. Cal verificar en primera instància i durant la utilització del fermentador que tot s'executi d'una forma correcta i regular:

1) Que l'alimentació de l'energia elèctrica sigui correcta.
2) Que el funcionament de les electrovàlvules sigui correcte.
3) Que l'alimentació de l'aire comprimit sigui i estigui regulada com fixa el fabricant.
4) Que el funcionament de tots els dispositius sigui correcte.

4. APLICACIONS DEL MÈTODE GANIMEDE®

Totes les fases descrites anteriorment es poden obtenir també en absència de fermentació alcohòlica, ja que és suficient introduir gas exterior (CO_2, N_2 o O_2) per obtenir les mateixes condicions. El mètode Ganimede® es pot utilitzar per a la vinificació en negre durant les fases prefermentativa, fermentativa i postfermentativa, i per a la vinificació en blanc té una important aplicació durant la fase prefermentativa.

La gran versatilitat i l'eficàcia que ofereix el mètode Ganimede® es veuen reflectides en les diferents aplicacions que es descriuen a continuació (Cantera, 2004):

1) Maceració pel·licular dinàmica prefermentativa: el procés extractiu es veu positivament influenciat per aquesta tècnica. L'eficàcia i la delicadesa amb la que es produeix aquesta tècnica només s'aconsegueix amb el mètode Ganimede®, ja que degut al seu característic diafragma en forma d'embut es creen les condicions dinàmiques essencials que permeten mesclar, durant la maceració pel·licular, la totalitat del producte i tot desenvolupant-se en ambient controlat.
   La introducció de gasos tècnics en la major part dels sistemes de vinificació resulta empírica i de difícil quantificació. Un gas extern que s'introdueix en un líquid, no és capaç de distribuir-se de forma òptima i homogènia sobre tota la massa; tendeix a descarregar ràpidament a l'exterior, sortint verticalment en forma de columna (característica física dels gasos) homogeneïtzant només una mínima porció del producte. Amb el mètode Ganimede®, en canvi, l'enòleg pot introduir el gas tècnic de forma directa a l'interior del ventall que es forma amb el diafragma, produint una acció eficaç del gas ja que:

   - El gas introduït i retingut en el ventall sota el diafragma es manté en contacte permanent amb la massa de líquid (prop del 85% de la superfície del líquid).
   - La pressió exercida sobre el líquid que es troba sobre el diafragma (a 0,2-0,4 *bar* segons les dimensions del Ganimede®) afavoreix la dissolució del gas en el líquid (característica física dels gasos).
   - El gas dissolt en el líquid, combinant l'acció de mesclat i homogeneïtzació característica del Ganimede®, podrà desenvolupar la pròpia acció (extractiva/solvent, antibacteriana i antioxidant) beneficiant a tota la massa (al 100% del producte) i amb una elevada eficàcia.

   Molts enòlegs que han treballat amb el mètode Ganimede® afirmen que, respecte als sistemes tradicionals, s'obtenen resultats reals (en ambient controlat), evidents (amb accions suaus), quantificables (treballant el 100% del producte) i repetibles.

Els creadors de Ganimede® han analitzat que les aplicacions concretes de la MPD prefermentativa que es poden realitzar eficaçment només amb el mètode Ganimede® són:

a. *Mescla eficaç i suau de la massa:* amb la injecció de gas extern (CO_2 i N_2), a través de la vàlvula corresponent i d'una forma contínua, es pot obtenir una mescla eficaç i una millor homogeneïtat de tota la massa sense la necessitat d'utilitzar elements mecànics i de bombament, els quals trossegen les parts sòlides presents al most (pells i llavors) causant la conseqüent dissolució irreversible d'elements indesitjats en el líquid que poden comprometre la qualitat del producte final.
b. *Maceració prefermentativa en fred (MPF) per a vins blancs aromàtics, clarets i negres particulars (figura 28):* a través de la injecció de CO_2 es troba la forma d'obtenir una extracció ràpida i segura (l'ambient saturat de CO_2 està totalment controlat) gràcies a l'íntim intercanvi que es produeix entre el líquid i les pel·lícules, aconseguint una notable i ràpida extracció d'antocians i aromes. Prèviament a l'emplenament amb verema refredada (a 8-12℃), amb el mètode Ganimede® es pot saturar l'interior del fermentador amb CO_2 el qual es manté sota el diafragma (amb el bypass tancat). Durant l'emplenament, el gas es comprimeix i queda pressionat dins el ventall format sota el diafragma on una part del gas es dissol en el líquid (exercint una acció solvent) i l'altre part de gas bombolleja cap amunt, homogeneïtzant i mesclant tota la massa.

   Aquesta tècnica s'utilitza molt per produir vins blancs (figura 14b) més aromàtics i afruitats, i amb la qual s'eviten els riscs d'oxidació i proliferacions microbianes. Amb una maceració en fred relativament curta (6-12h) s'obté una extracció eficaç de només els components desitjats de les pells, amb l'evidència d'una notable delicadesa i selectivitat del sistema, i accelerant la velocitat del procés amb un notable estalvi de temps, ja que el mateix fermentador es pot utilitzar per més emplenats en menys temps.

   Per a la vinificació en negre (figura 14a), la MPF es pot realitzar de 24 a 72 *h* (a gust de l'enòleg). S'obtenen vins més afruitats i amb més color (sobretot en el cas de varietats amb menys càrrega polifenòlica).
c. *Oxigenació del producte:* al finalitzar la fase de MPF s'escalfa el producte i es pot procedir a l'eventual inoculació de llevats, que s'ha d'efectuar sempre i només sobre el fons del dipòsit. L'enòleg pot introduir aire filtrat (conté O_2) per a crear les condicions òptimes per a l'acció dels llevats.

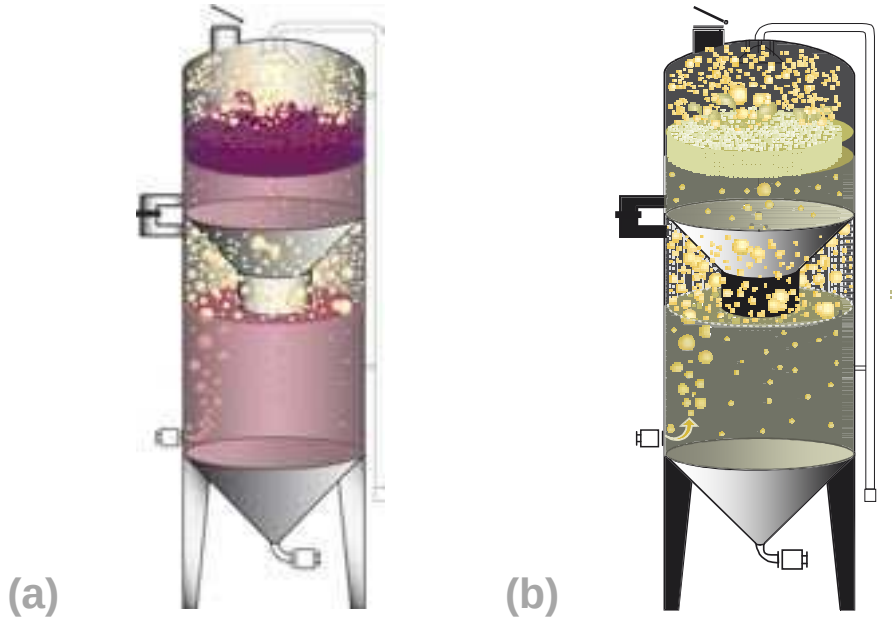


Figura 28. Reflex de la MPF: (a) en negre; (b) en blanc (Cantera, 2004).

2) Fermentació: durant la fase fermentativa (figura 15b) amb el mètode Ganimede® s'obté un mesclat eficaç de tot el barret (100% raïm) gràcies a l'elevada quantitat de CO_2 que es produeix pel treball dels llevats durant la fermentació alcohòlica (aproximadament entre 40 i 50 litres de CO_2 per cada litre de most).

   Aquesta tècnica ofereix a l'enòleg la possibilitat d'introduir aire filtrat (conté O_2) al principi de la fermentació per crear les condicions òptimes per a la multiplicació dels llevats. També durant les fases intermèdia i final de la fermentació alcohòlica, la utilització controlada d'oxigen pot afavorir la polimerització dels tanins produint més suavitat i sabors al paladar, la qual cosa també provoca la reducció del temps destinat a la fase d'afinament.

   En aquesta fase, aquest mètode ofereix flexibilitat fermentativa d'una forma simple i eficaç en les aplicacions més adaptades a les exigències de l'enòleg:

   a. *Fermentació ràpida (2-4 dies):* quan es requereix una fermentació amb l'exigència d'obtenir una elevada extracció en un temps molt curt, els creadors del Ganimede® recomanen que un cop iniciada la fermentació només cal programar l'obertura dels bypass durant 1 *min* cada 1,5-3 *h*.
   b. *Fermentació lenta (6-10 dies):* en aquest cas es programen els temps d'obertura de bypass d'una forma menys constant, com ara durant 1 *min* cada 4-6 *h*.

3) Maceració postfermentativa: en aquesta fase es troba que totes les pel·lícules fermentades no es poden remoure i remesclar per l'acció del CO_2 produït en la fermentació (que ja ha finalitzat). Les opcions aplicables amb el mètode Ganimede® en fase prefermentativa són aplicables i utilitzables en fase postfermentativa. L'enòleg pot optar per macerar les pells fermentades en contacte amb el vi acabat de produir i pot procedir al mesclat suau i delicat (programable a elecció de l'enòleg), evitant gran part del risc lligat a la utilització de bombes i dispositius mecànics. També es manté el producte sempre en ambient controlat, ja que la presència de CO_2 garanteix l'absència dels perills que esdevenen dels processos aeròbics que es poden produir en aquesta fase.
Aquesta tècnica es pot perllongar durant molts dies o setmanes.

4) Conservació: un cop perfectament netejat, el Ganimede® es pot utilitzar com a dipòsit d'emmagatzematge, proporcionant unes condicions òptimes gràcies a la funció de "sempre ple". Com es mostra a la figura 29, es procedeix a l'ompliment del dipòsit mantenint oberts els bypass i la vàlvula de desaireig superior, la qual es tanca al finalitzar l'emplenament. Llavors s'injecta el gas extern (CO_2 o N_2) i es tanquen els bypass, restant tot el líquid en ambient controlat.
Una altra aplicació és com a dipòsit de criança en la fase d'afinament "sobre lies" després del primer trafegament. Aquesta tècnica s'anomena *bâtonnage* i consisteix en posar en suspensió les borres fines de les restes pel·liculars per a distribuir-les uniformement en tot el líquid.

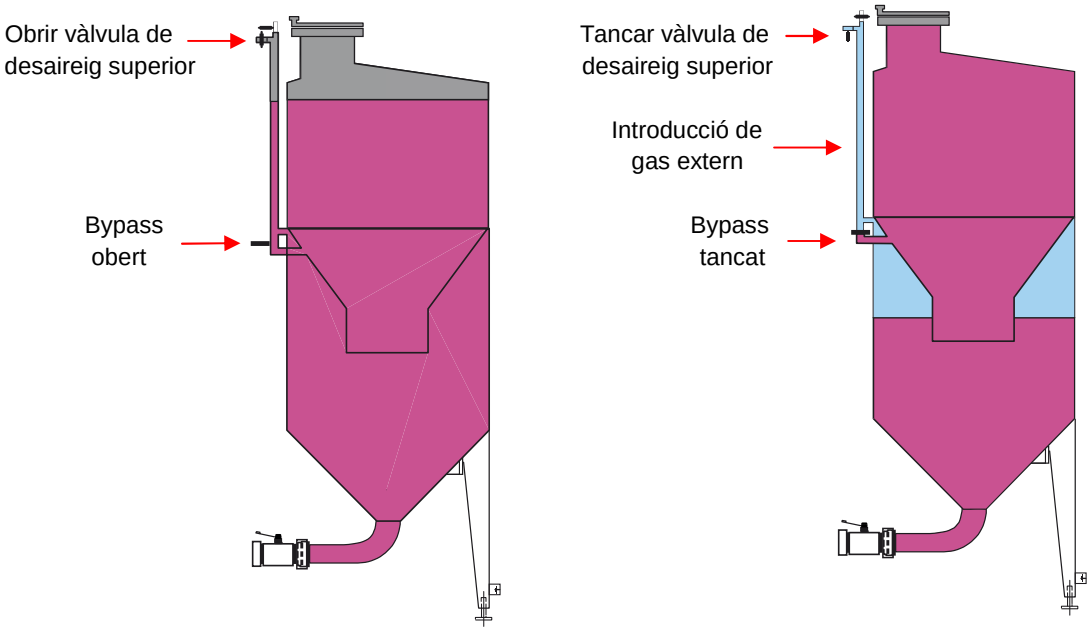


Figura 29. Dipòsit Ganimede® en funció "sempre ple" (Cantera, 2004).

5. CARACTERÍSTIQUES EXCLUSIVES DEL MÈTODE GANIMEDE®

El fermentador és, entre tots els mitjans d'inversió, l'eina que determina la qualitat dels vins. Per aconseguir un bon producte final, la matèria primera de qualitat s'ha de gestionar cuidadosament i amb eficàcia en totes les fases de la vinicultura.

Els criteris per l'elecció d'un fermentador sorgeixen d'analitzar les seves característiques, els seus punts forts i els seus límits, recordant sempre que són la seva eficàcia i versatilitat les que permeten una transformació òptima dels raïms en vi.

Cal analitzar doncs les característiques exclusives del dipòsit Ganimede® que, segons els estudis realitzats pels seus inventors i les experiències de diversos professionals del sector enològic, són:

a) Permet la gestió exclusiva de la tècnica de maceració pel·licular dinàmica, que és apta per a vins blancs i per a negres.
b) Permet l'ús de gasos tècnics (N_2, CO_2 i O_2) d'una forma ajustada. Garanteix resultats determinats i repetibles en les diferents fases del procés: prefermentativa, fermentativa, postfermentativa i de conservació.
c) Permet una gestió eficaç del barret de brises. La mescla tipus "volcà" del sistema Ganimede® garanteix l'explotació total de cadascun dels grans de raïm i la formació de vies preferents per a la caiguda del most impedint la compactació de la pasta (independentment dels volums a tractar).
d) Augmenta les velocitats de fermentació i extracció que provoquen la reducció dels temps operatius prop d'un 30% (o més), a igualtat de condicions respecte als sistemes convencionals.
e) Permet la separació parcial o total de les llavors, que representa l'eliminació dels tanins astringents en base a les exigències de l'enòleg. La constant activitat del mètode provoca la caiguda de la totalitat de les llavors sobre el fons del dipòsit (zona més freda), on resten en repòs i es facilita l'extracció desitjada.
f) Facilita l'extracció selectiva. Degut a la possibilitat de separar les llavors, l'extracció es dirigeix només al barret que es troba constituït únicament per les pells les quals contenen les substàncies colorants i els tanins nobles, aconseguint només l'extracció de les substàncies desitjades.
g) Permet reduir sensiblement l'ús d'anhídrid sulfurós, ja que tot el procés es gestiona sota control i es desenvolupa en ambient controlat.
h) Produeix vins amb una acidesa volàtil més baixa. Degut a la completa lixiviació de tota la massa de brises, les pells estan sempre molles i no queden porcions seques

sobre el barret ni a les parets i òrgans del dipòsit, que podrien ser focus d'infecció per part dels bacteris acètics.

i) Realitza una distribució de temperatures molt homogènia a l'interior del fermentador. La camisa de fred superior, posicionada sobre el diafragma, transfereix el fred a la zona central i del barret, mentre que la camisa inferior refreda la zona més perifèrica.

j) Ofereix una rendibilitat molt elevada en l'obtenció de vi flor. L'exclusiu sistema de desencubat garanteix un buidat ràpid i de qualitat prescindint de pales d'extracció, de cargols sense fi i tremuges, minimitzant l'obtenció de vins de premsa i subproductes amb augments d'alcohol metílic. També s'evita el risc de vessaments imprevistos, de sortides indesitjades de producte i de dispersions d'aromes, ja que tota la fase es produeix en un sistema tancat. Fins i tot es reduiran les posteriors intervencions i correccions dels vins en la fase de preparació per al consum.

k) Permet prescindir d'òrgans mecànics i redueix l'ús d'energia elèctrica, amb la conseqüent reducció de costos.

l) Elimina el risc de vessaments imprevistos de producte, ja que incorpora una sonda de nivell de seguretat tipus *top level*.

m) Evita els possibles danys estructurals deguts a un emplenat excessiu de producte o a interrupcions de l'energia elèctrica.

n) Es converteix en un dipòsit d'emmagatzematge òptim degut a la funció de "sempre ple". S'injecta gas inert sota el diafragma, el líquid es veu empès fins a dalt i resta sota ambient controlat.

o) Comporta una neteja simple i ràpida. També, al prescindir d'òrgans auxiliars per al desencubat, la neteja es veu reduïda i facilitada.

p) Minimitza la utilització de mà d'obra, ja que un únic operari pot gestionar tot el procés. La utilització de mà d'obra es veu reduïda i garanteix una seguretat total a l'obrer.

q) Ofereix una àmplia versatilitat d'utilització i automatització, permetent a l'enòleg una gestió personalitzada de tot el procés i amb un control complet mitjançant un panell de control multifuncional digital (PCMD).

Observant totes aquestes característiques es pot dir que les respostes per a l'elecció del Ganimede® van dirigides essencialment a:

- La reducció dels costos de producció.
- A la millora de la qualitat del producte final.
- A la versatilitat i la gestió tècnica de tot el procés.
- A la simplicitat i eficàcia del mètode.

6. EXPERIÈNCIES AMB EL MÈTODE GANIMEDE®

Diversos estudis de la implantació del mètode Ganimede® en diferents zones vitivinícoles i les opinions de multitud d'enòlegs informen que en l'actualitat s'han vinificat més de 15 varietats de raïm en unes 12 regions vitícoles aconseguint resultats òptims, tot i que no s'ha d'oblidar que la principal eina per obtenir un vi de qualitat és disposar d'un raïm de qualitat.

Un avantatge estratègic observable des d'un principi és la possibilitat de gestionar grans volums de raïm durant la vinificació. No és habitual realitzar vinificacions superiors als 100.000 kg de raïm per dipòsit i actualment és de 250.000 kg de raïm per dipòsit la capacitat màxima del Ganimede®, el qual optimitza i facilita les tasques de producció per als cellers de gran capacitat.

Amb el Ganimede®, degut al tractament no agressiu de la fase sòlida, es poden vinificar de forma òptima raïms sotmesos a condicions climatològiques adverses o varietats de raïm de difícil maduració, que generalment acaben produint vins amb sabors vegetals i rudes que són rebutjats en el tast. Fins i tot s'ha treballat amb varietats minoritàries que, fins a l'actualitat, semblaven condemnades a produir vins poc comercials i també s'han obtingut resultats optimitzats i amb visió de futur.

Seguint l'evolució del vi es poden prendre les decisions convenient i oportunament sempre que el fermentador que s'ha escollit permeti intervenir d'una forma eficaç.

Després d'una dècada de la seva primera vinificació al 1997, el mètode Ganimede® es troba implantat a 28 països, amb un volum de 2000 dipòsits instal·lats de capacitats compreses entre 25-2500 *hl*.

6.1. Anàlisis de vins blancs i negres desenvolupats amb la tècnica de MPD en fred

A continuació s'exposen les experimentacions realitzades per part dels enòlegs Claudio Gori (VinoVigna) junt amb Ricardo Cantera (Ganimede®) durant la verema 2003. L'estudi es va centrar en les anàlisis organolèptiques comparatives de la vinificació de diferents varietats negres i blanques amb fermentadors convencionals i dipòsits tipus Ganimede®.

Per a aquest estudi es van utilitzar dipòsits convencionals de 500 *hl* amb bomba de remuntat automàtica i dipòsits Ganimede® de la mateixa capacitat.

Per als tests realitzats, la vinificació de les varietats negres (Merlot, Lambrusco, Sangiovese i Montepulciano) es va realitzar tractant prèviament la verema desrapada i trepitjada amb CO_2 líquid (refrigerant) aplicat als dipòsits convencionals i als dipòsits Ganimede®, utilitzant en aquests la tècnica associada de la MPD en fred o MPF .

El tractament amb fred es realitza donat que provoca un xoc tèrmic sobre la massa de brises que causa la ruptura de les parets cel·lulars de les pells i augmenta notablement l'extracció de les pectines que recullen i difonen els antocians, els polifenols i les substàncies aromàtiques en el most/vi durant la fermentació alcohòlica.

En un principi la temperatura freda de la massa és troba entre 8-10℃ i va ser igual en ambdós casos. En el cas del test convencional, quan la temperatura va arribar als 15℃ es van inocular 30 *g/hl* de llevats seleccionats. En el cas particular del Ganimede®, la temperatura freda es va mantenir durant 3 dies degut a la contínua mescla natural per saturació de gas que permet mantenir tota la massa de líquid i sòlids a una temperatura constant i homogènia. Després d'aquestes 72 *h*, la temperatura es trobava a 15℃ i també es van inocular llevats seleccionats com en el sistema convencional.

L'operació d'extracció/fermentació es va dur a terme de la mateixa forma en ambdós casos. Es van realitzar 3 remuntats automàtics d'1 *h* cada dia en els convencionals i 3 obertures dels bypass cada 8 *h* en els Ganimede®. Es van desencubar just finalitzada la fermentació alcohòlica, passats 7 dies en ambdós casos.

Aquest treball amb les varietats negres també es va realitzar amb la varietat blanca Trebbiano, evitada per ser considerada nul·la aromàticament i amb un rendiment de 40000 *kg/ha*. Es va partir de la mateixa base, refredant la verema desrapada, macerant-la i decantant les borres per al seu desfangat (clarificació), inoculant llevats seleccionats i amb una posterior fermentació alcohòlica a temperatura controlada. En canvi en el Ganimede® la verema va romandre a 5℃ durant 48 *h* utilitzant l'exclusiu sistema de mesclat i homogeneïtzació que manté la temperatura constant a tota la massa i llavors es va realitzar un treball idèntic al del sistema convencional.

En el cas dels vins negres es va realitzar una anàlisi dels compostos fenòlics continguts en el vins elaborats amb cadascuna de les varietats negres i amb els diferents sistemes (figures). També es va realitzar una anàlisi organolèptica dels vins obtinguts amb les varietats Merlot, Lambrusco i la blanca Trebbiano amb els diferents sistemes d'encubat (figures). Per a aquesta anàlisi es va comptar amb 5 enòlegs assessors que van realitzar proves descriptives de les mostres esmentades en una fitxa d'escala estructurada amb valors de 0 a 5. Per a cada mostra s'expressen els valors mitjans per a cada paràmetre i la desviació estàndard del valor mitjà de les puntuacions totals obtingudes en la degustació.

A continuació s'expressen els resultats analítics i organolèptics d'aquest estudi.

ANÀLISI FENÒLIC MERLOT

Convencional

Antocians: 669 *mg/l*

Polifenols: 3700 *mg/l*

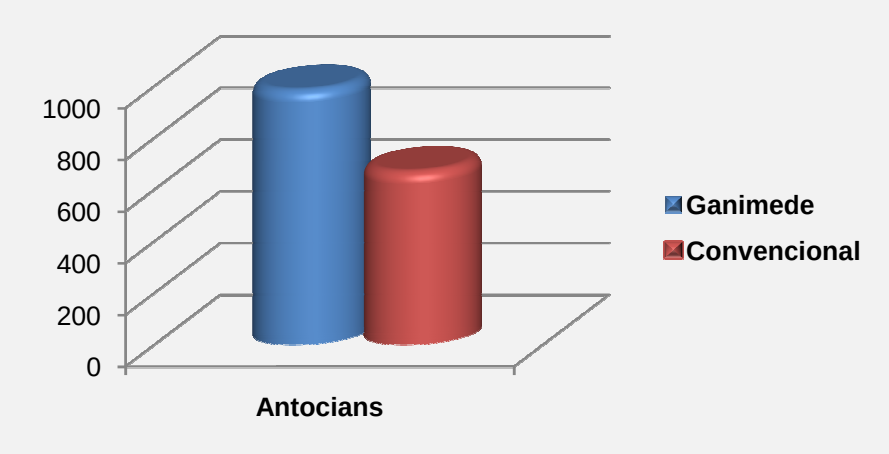
Intensitat colorant: 9,5

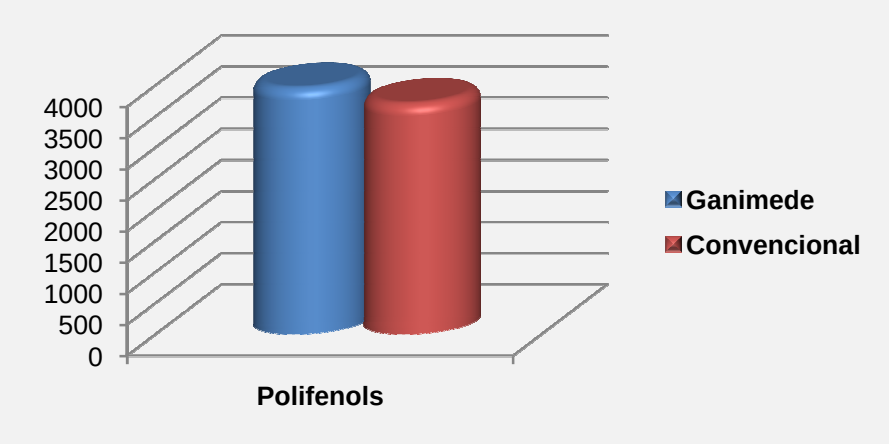
Ganimede

Antocians: 984 *mg/l*

Polifenols: 3950 *mg/l*

Intensitat colorant: 12,3





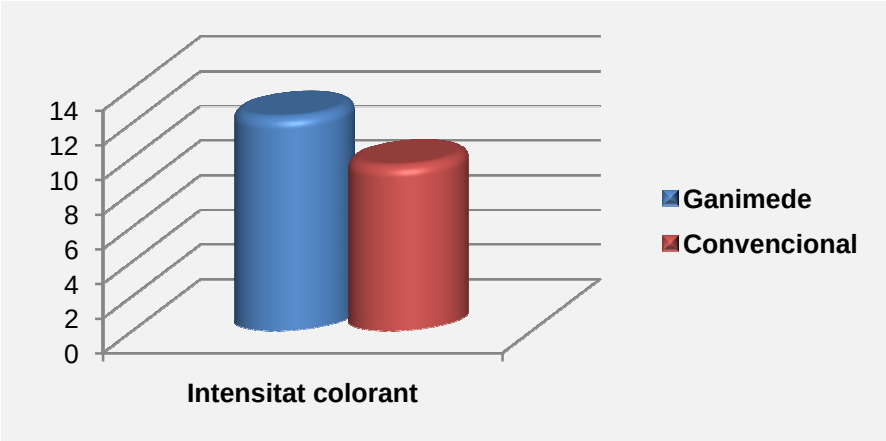


Figura 30. Gràfics de la comparació fenòlica dels vins Merlot obtinguts amb sistema convencional i Ganimede®.

ANÀLISI FENÒLIC LAMBRUSCO

Convencional

Antocians: 1800 *mg/l*

Polifenols: 4200 *mg/l*

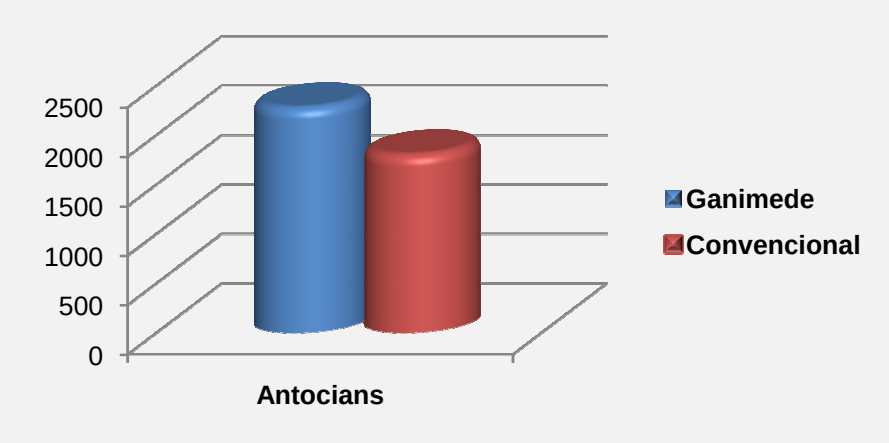
Intensitat colorant: 34,3

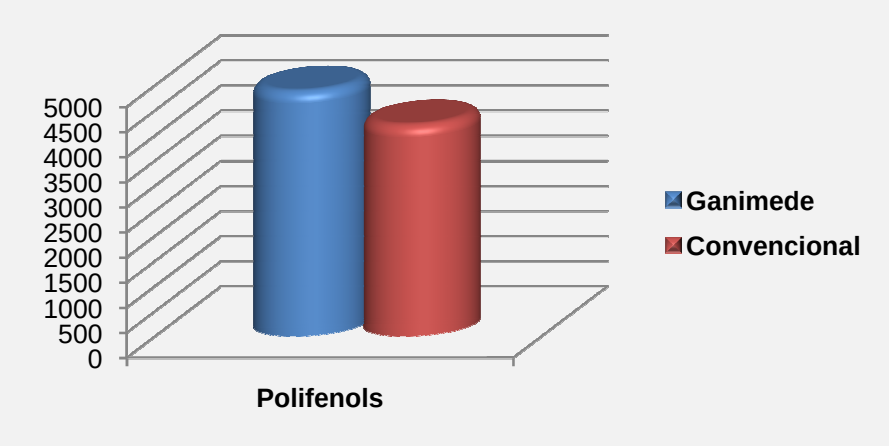
Ganimede

Antocians: 2276 *mg/l*

Polifenols: 4875 *mg/l*

Intensitat colorant: 41,4





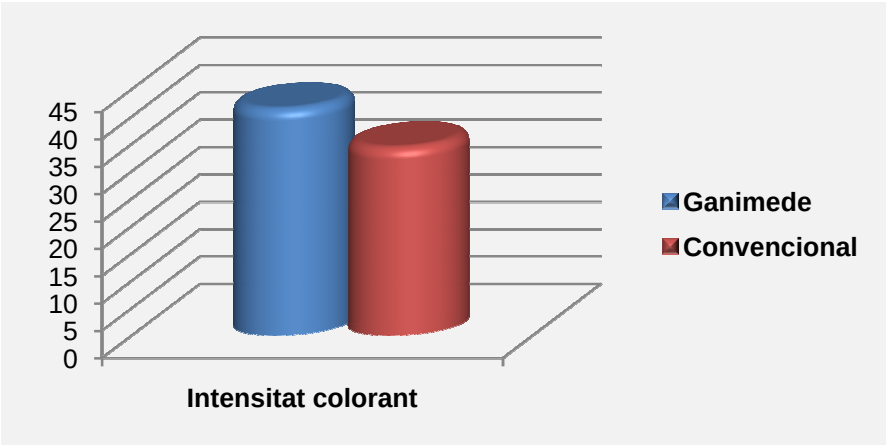


Figura 31. Gràfics de la comparació fenòlica dels vins Lambrusco obtinguts amb sistema convencional i Ganimede®.

ANÀLISI FENÒLIC SANGIOVESE

Convencional

Antocians: 392 *mg/l*

Polifenols: 2250 *mg/l*

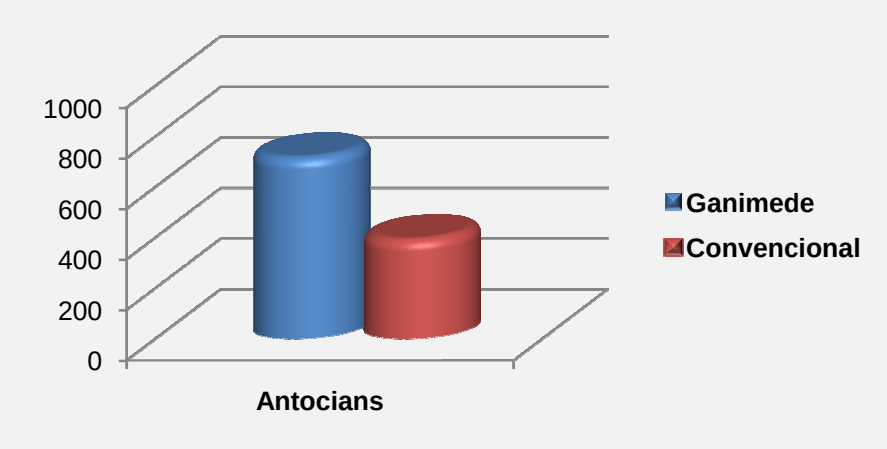
Intensitat colorant: 5,1

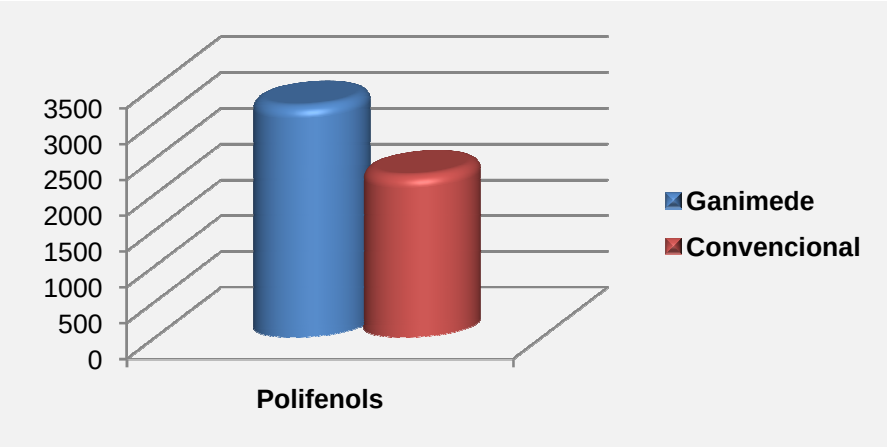
Ganimede

Antocians: 716 *mg/l*

Polifenols: 3219 *mg/l*

Intensitat colorant: 6,2





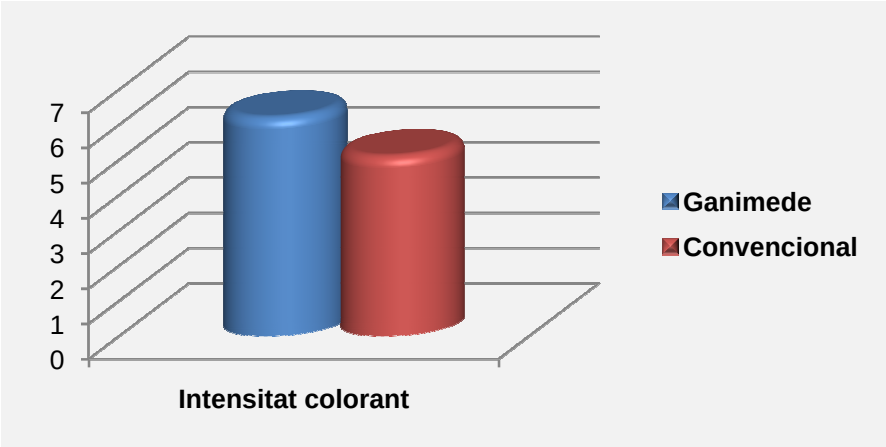


Figura 32. Gràfics de la comparació fenòlica dels vins Sangiovese obtinguts amb sistema convencional i Ganimede®.

ANÀLISI FENÒLIC MONTEPULCIANO

Convencional

Antocians: 585 *mg/l*

Polifenols: 2342 *mg/l*

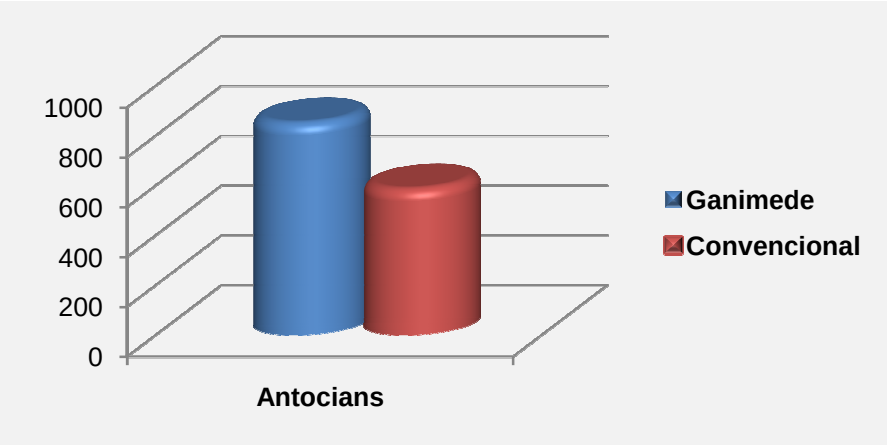
Intensitat colorant: 9,9

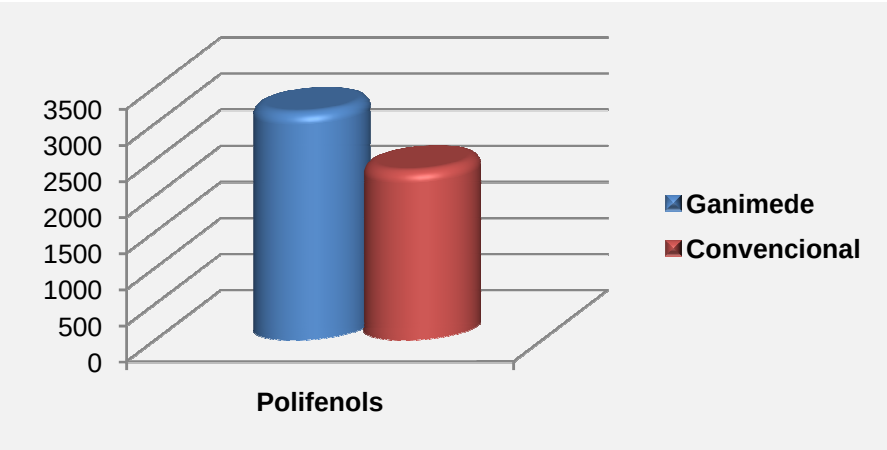
Ganimede

Antocians: 850 *mg/l*

Polifenols: 3150 *mg/l*

Intensitat colorant: 12,5





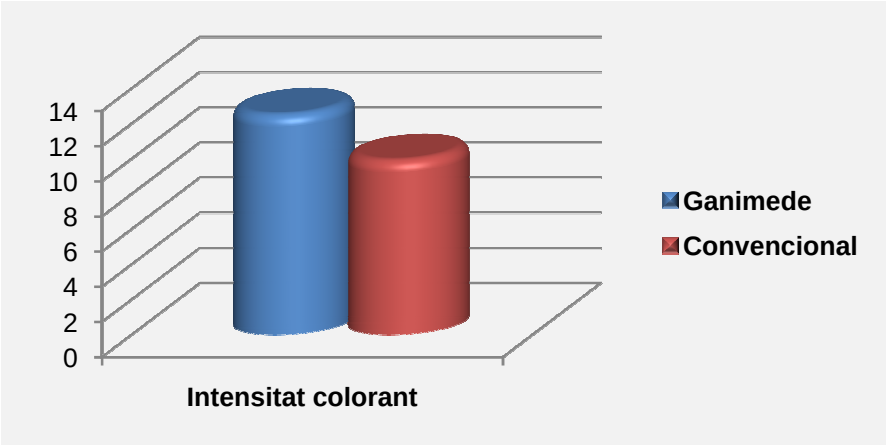


Figura 33. Gràfics de la comparació fenòlica dels vins Merlot obtinguts amb sistema convencional i Ganimede®.

ANÀLISI ORGANOLÈPTICA MERLOT

Taula 3. Valors dels paràmetres organolèptics dels vins Merlot (Cantera i Gori, 2003).

	Brillantor	Intensitat colorant	Matís	Intensitat aromàtica	Complexitat aromàtica	Acidesa	Poder tànnic	Amargor	Equilibri
MC	5,00	3,60	3,60	3,30	2,80	2,10	2,40	1,20	3,00
MG	5,00	3,70	3,90	3,70	3,60	1,70	2,40	1,90	3,63
DS	1,15	1,00	1,01	1,00	1,00	1,07	1,02	1,11	1,00

***On: MC = Merlot Convencional; MG = Merlot Ganimede; DS = Desviació estàndard.**

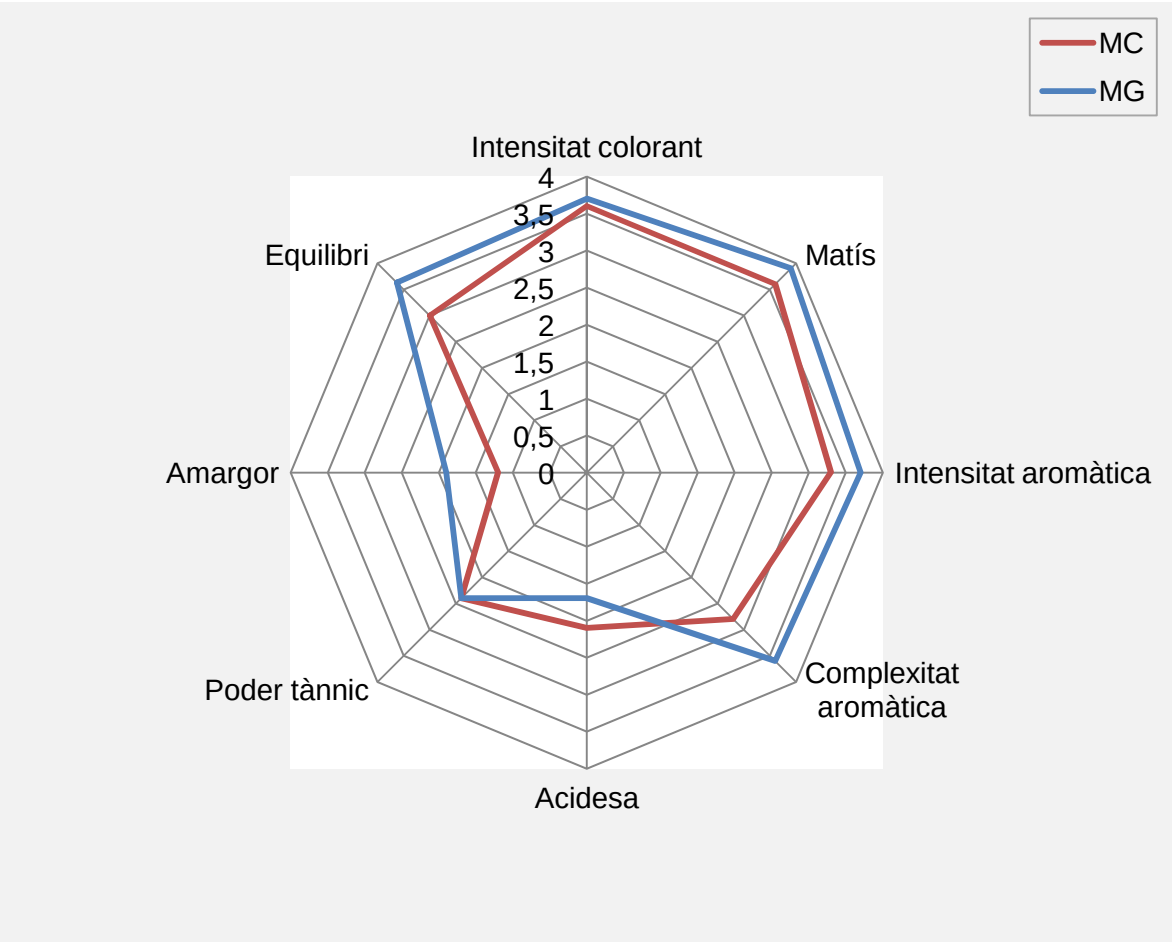


Figura 34. Representació gràfica de la comparació organolèptica dels vins Merlot obtinguts amb sistema convencional i amb Ganimede®.

ANÀLISI ORGANOLÈPTICA LAMBRUSCO

Taula 4. Valors dels paràmetres organolèptics dels vins Lambrusco (Cantera i Gori, 2003).

	Brillantor	Intensitat colorant	Matís	Intensitat aromàtica	Complexitat aromàtica	Acidesa	Poder tànnic	Amargor	Equilibri
LC	5,00	4,25	4,125	3,25	2,75	1,75	3,375	1,00	3,30
LG	5,00	4,75	4,625	3,875	4,00	1,75	4,125	0,625	4,16
DS	1,36	1,31	1,30	1,27	1,28	1,37	1,28	1,50	1,28

***On: LC = Lambrusco Convencional; LG = Lambrusco Ganimede; DS = Desviació estàndard.**

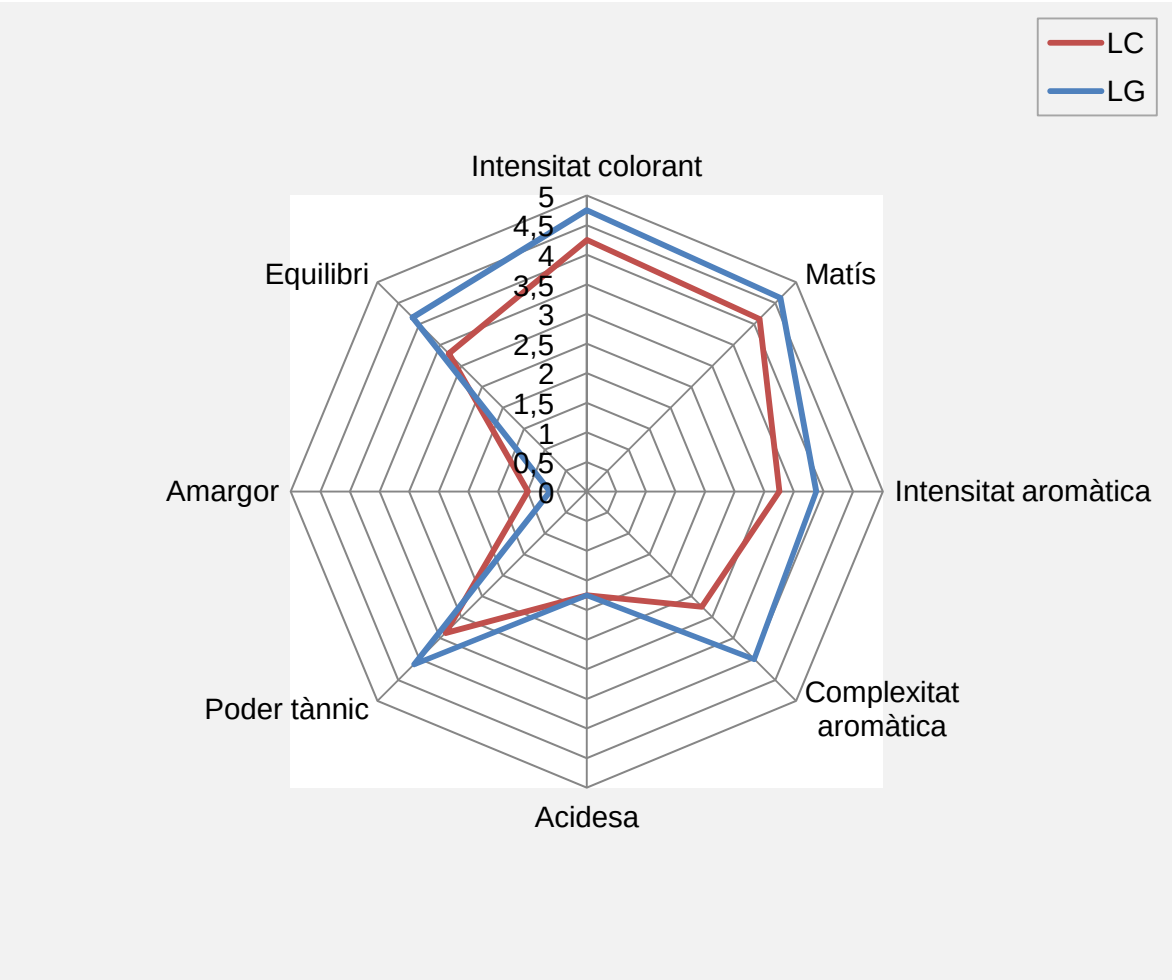


Figura 35. Representació gràfica de la comparació organolèptica dels vins Lambrusco obtinguts amb sistema convencional i amb Ganimede®.

ANÀLISI ORGANOLÈPTICA TREBBIANO

Taula 5. Valors dels paràmetres organolèptics dels vins Trebbiano (Cantera i Gori, 2003).

	Brillantor	Intensitat colorant	Matís	Intensitat aromàtica	Complexitat aromàtica	Acidesa	Poder tànnic	Amargor	Equilibri
TC	5,00	2,40	2,40	2,70	2,50	2,90	1,00	0,90	2,67
TG	5,00	2,50	2,40	3,40	3,30	1,90	1,00	1,40	3,67
DS	1,34	1,12	1,13	1,14	1,13	1,14	1,23	1,21	1,15

***On: TC = Trebbiano Convencional; TG = Trebbiano Ganimede; DS = Desviació estàndard.**

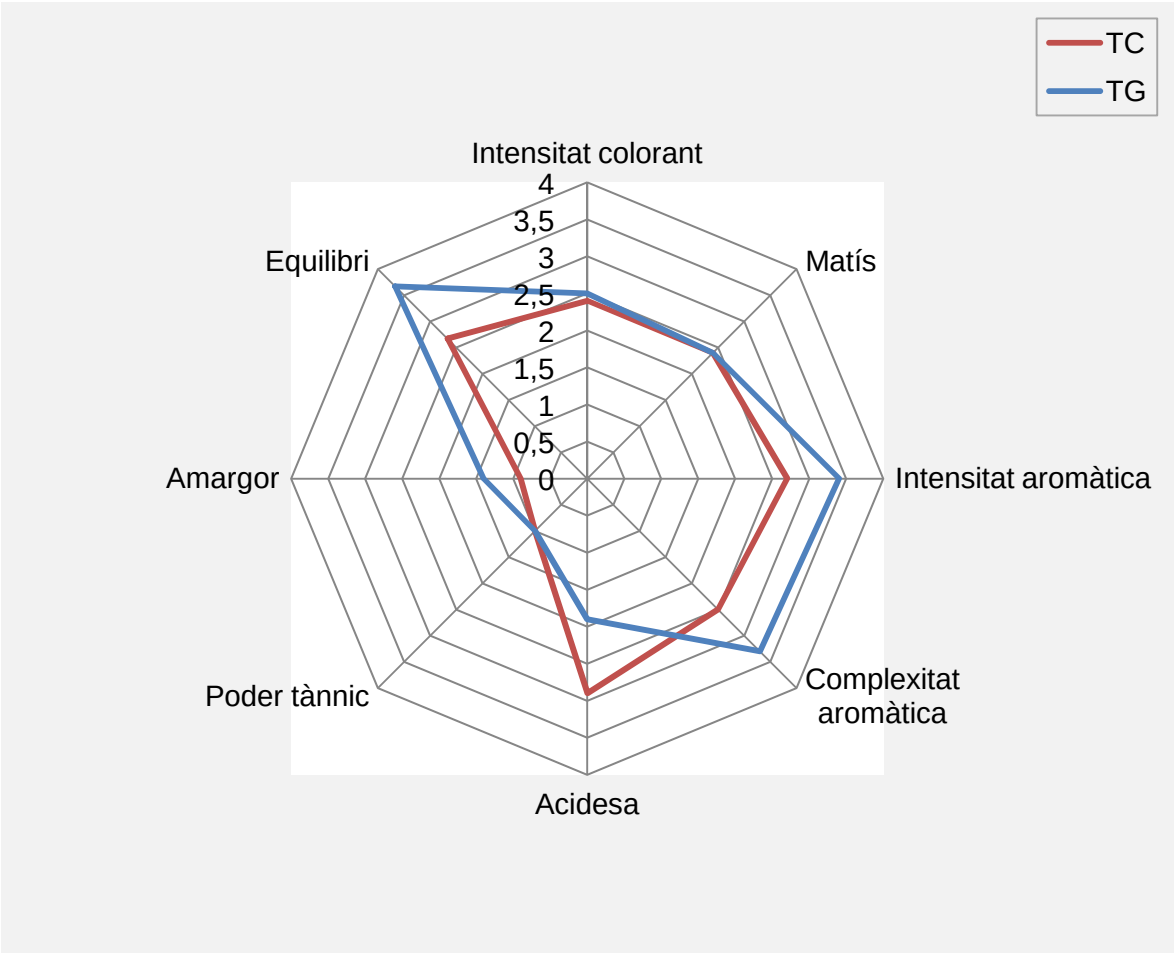


Figura 36. Representació gràfica de la comparació organolèptica dels vins Trebbiano obtinguts amb sistema convencional i amb Ganimede®.

Amb les observacions i els resultats obtinguts en la confrontació dels vins produïts utilitzant les fases normals de vinificació en els fermentadors convencionals amb els productes obtinguts utilitzant la MPF durant 72 *h* associada al fermentador Ganimede®, i utilitzant lots de raïm similars, es pot dir que el mètode Ganimede® influencia els vins positivament fent-los més competitius en el mercat internacional actual degut a que:

- En base als vins negres obtinguts es pot afirmar que el mètode de MPF associat al Ganimede® permet obtenir vins amb:

    - Major càrrega organolèptica que aporta una potent estructura.
    - Major concentració colorant i estabilitat deguda al nivell de condensació dels tanins amb les substàncies colorants.
    - Elevada intensitat i complexitat aromàtica.
    - Millor qualitat dels tanins, més suaus i afinats. Això produeix un augment de la qualitat real dels vins a diferència dels vins produïts amb els dipòsits convencionals, degut també a les peculiars característiques de l'anyada (excessivament calorosa) que van dificultar la maduresa fisiològica del raïm produint tanins massa astringents i secs.
    - Caracteritzats per un doble valor ja que amb el tast es descobreixen com a vins de consum ràpid (vins joves i, al mateix temps, les dades analítiques confirmen la seva capacitat per ser vins destinats a envellir.

- El resultat final del vi blanc produït amb el Ganimede® confirma:

    - Una elevada expressió aromàtica potenciada amb aromes generoses i copioses, tot i tractant-se d'aquesta difícil varietat.
    - Presenta un òptim equilibri, tot l'elevat rendiment treballat, degut a la seva lleugera acidesa, a l'augment dels polisacàrids totals (certa intensitat dolça) i a la sensació fresca i afruitada originaria del raïm.

6.2. Anàlisi comparativa d'un vi negre

S'ha recollit una anàlisi fisicoquímica realitzada pel Centre de Referència Enològic (CRE) de Pozzuolo del Friuli (Itàlia) sobre el vi negre "Collio Merlot 2003" dels cellers Villa Russiz de Capriva de Friuli (Itàlia) elaborat amb dipòsits convencionals de 300 *hl*, tot comparant-lo amb el mateix vi elaborat amb dipòsits Ganimede® de 500 *hl*. Amb aquest estudi es va demostrar la propietat dels Ganimede® per a obtenir millors resultats tot i tractar capacitats majors de matèria primera (recollida el mateix dia i de la mateixa vinya anomenada "*Graf de la tour*").

Les primeres anàlisis comparatives es van dur a terme al fi de la fase de vinificació (el 12/09/2003) i es van repetir aproximadament un mes després (el 06/10/2003) durant la fase de criança en barrica. Es pot observar l'evolució de diferents paràmetres en els vins elaborats en les taules següents:

Taula 6. Resultats de les anàlisis fisicoquímiques realitzades el 12/09/2003 pel CRE als vins "Collio Merlot 2003" de Villa Russiz-Itàlia (Cantera, 2004).

PARÀMETRE	GANIMEDE® (500 *hl*)	CONVENCIONAL (300 *hl*)
Nombre de mostra	1718	1717
Acidesa total en àcid tartàric (g/l)	5,75	5,12
Acidesa volàtil en àcid acètic (g/l)	0,24	0,27
Àcid cítric (g/l)	0,10	0,09
Àcid làctic (g/l)	0,26	0,10
Àcid màlic (g/l)	1,69	1,81
Àcid tartàric (g/l)	3,36	2,92
Antocians totals (mg/l)	780	725
Glicerina (g/l)	9,86	9,39
Intensitat colorant (UA)	1,82	1,51
Polifenols totals (mg/l)	3657	3195
Sulfurós total (mg/l)	73	77
Grau alcohòlic (% vol.)	13,29	13,02
Matís (UA)	0,50	0,53
Sucres reductors (g/l)	18,47	14,09
pH electromètric	3,77	3,84

Taula 7. Resultats de les anàlisis fisicoquímiques realitzades el 06/10/2003 pel CRE als vins "Collio Merlot 2003" de Villa Russiz-Itàlia, en barrica (Cantera, 2004).

PARÀMETRE	GANIMEDE®	CONVENCIONAL
Acidesa total en àcid tartàric (g/l)	5,54	5,01
Acidesa volàtil en àcid acètic (g/l)	0,39	0,43
Grau alcohòlic (% vol.)	14,32	13,83
Sucres reductors (g/l)	3,78	3,75
pH electromètric	3,73	3,77

ANNEX V. ESTUDI ECONÒMIC COMPARATIU

ÍNDEX **100**

1. HIPÒTESI DE PARTIDA **101**

2. FINANÇAMENT I COSTOS D'INVERSIÓ **102**

3. COSTOS DE FUNCIONAMENT **102**

3.1. Taxes bàsiques i rendiments 102

3.1.1. *Taxes bàsiques estimades per al sector* 102
3.1.2. *Rendiments estimats per a la verema negra* 103

3.2. Costos de funcionament 104

3.2.1. *Aplicació d'anhídrid sulfurós* 105
3.2.2. *Encubat i fermentació* 105
3.2.3. *Desencubat* 108
3.2.4. *Neteja i manteniment* 109

3.3. Resum dels costos de funcionament 111

4. COSTOS D'AMORTITZACIÓ **112**

5. COSTOS D'OPORTUNITAT **113**

6. INGRESSOS BRUTS **114**

7. BENEFICIS BRUTS **115**

8. ESTUDI DE SENSIBILITAT I CONCLUSIONS **116**

1. HIPÒTESI DE PARTIDA

Per a realitzar l'estudi econòmic d'aquest projecte es parteix d'una avaluació d'inversió estimada en un celler tipus destinat a les grans produccions i a la venda al detall de vi negre procedent d'una varietat negra autòctona.

Generalment, les exigències d'aquest tipus de cellers són les de poder treballar amb dipòsits fermentadors de gran dimensió, rebre grans quantitats de matèria primera diàriament, utilitzar el mínim de mà d'obra i, per tant, minimitzar el treball manual. Però sobretot interessa obtenir un producte de qualitat que justifiqui i pagui ràpidament la inversió realitzada, el que implica obtenir vins amb característiques més adaptades als requeriments del mercat consumidor actual, el qual es caracteritza per penalitzar els vins astringents, excessivament tànnics i poc equilibrats.

L'anàlisi econòmica comparativa es realitza sobre l'adquisició d'un dipòsit fermentador Ganimede® i un dipòsit fermentador convencional amb una capacitat útil de 71800 litres cadascun. També es té en compte la instal·lació d'una bomba peristàltica tipus per al desencubat d'ambdós dipòsits i una bomba de rodet flexible per als remuntats en el sistema convencional.

El mètode Ganimede® consisteix en un dipòsit vertical, cilíndric, d'acer inoxidable, amb fons cònic i que es troba àmpliament explicat en l'Annex IV "Exposició descriptiva del mètode Ganimede®.".

El fermentador convencional tipus és un dipòsit també vertical, cilíndric, d'acer inoxidable, amb fons cònic i amb pales extractores de pastes pel desencubat. Incorpora un sistema d'agitació vertical per a l'homogeneïtzació, dues camises de refrigeració per a regular les temperatures de fermentació i requereix un sistema de bombament auxiliar per a la realitzar els remuntats.

El desenvolupament de l'estudi comparatiu consta del càlcul estimatiu dels costos de la inversió inicial a realitzar, els costos de funcionament desglossats en les principals activitats de la fase de vinificació i els costos d'amortització dels equips objecte de l'estudi. També s'han determinat els costos d'oportunitat.

Seguidament s'ha dedicat un apartat a l'estimació dels ingressos bruts, dels costos totals associats i dels beneficis bruts (i diferencials) obtinguts amb les diferents produccions.

L'anàlisi econòmic comparatiu conclou amb un breu estudi de sensibilitat i les corresponents conclusions finals.

2. FINANÇAMENT I COSTOS D'INVERSIÓ

Cal analitzar els costos de la inversió inicial dels equips i instal·lacions (taula 8), on els valors d'adquisició (VA) fan referència als fermentadors i els equips de bombament esmentats anteriorment. Pel que fa als costos derivats de l'adquisició de la bomba peristàltica, del transport i de la instal·lació no s'han considerat ja que són similars en ambdós casos i per tant no són dades significatives a l'hora de realitzar l'estudi econòmic comparatiu.

Taula 8. Costos de la inversió inicial de la instal·lació.

INVERSIÓ	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
VA fermentador (*€/ut*)	35000,00	45000,00
Transport	X	X
Instal·lació	Y	Y
VA bomba peristàltica	Z	Z
VA bomba de remuntat (*€/ut*)	1000,00	No
TOTAL (€)	**36000,00**	**45000,00**

- Vida de la inversió: es considera per a l'avaluació econòmica que la vida útil de la maquinària serà de 10 anys.
- Finançament: es pot considerar que la inversió per a aquest projecte parteix del finançament propi ja que analitzant els resultats finals estimats es podrà observar que és una bona alternativa per dur a terme en la majoria de cooperatives i cellers, ja que s'estima la seguretat que pot arribar a esser autofinançat en un termini relativament curt de temps (als pocs anys de producció).

3. COSTOS DE FUNCIONAMENT

3.1. Taxes bàsiques i rendiments

3.1.1. Taxes bàsiques estimades per al sector

Per als càlculs realitzats es parteix de l'estimació d'un conjunt de taxes bàsiques i costos que són demandats per les diferents activitats i feines que es realitzen al llarg del procés productiu, i que s'especifiquen en la taula 9, tals com:

- Cost bàsic de l'energia: estimació del terme d'energia sense discriminació horària per a un subministrament en baixa tensió (≤1 *kV*) i per a una potència contractada superior a 15 *kW* i consum en horari pla, consultat a les tarifes d'últim recurs aplicables durant el segon semestre del 2009 i a resolució del 29 de Juny del 2009 per la Direcció General de Política Energètica i Mines (BOE núm.157, del 30 de Juny del 2009).
- Cost bàsic de l'aigua: estimació de la tarifa d'ús d'aigua segons l'aprovació de la Comissió de Preus de Catalunya de data 21/05/2009 per al sector industrial.
- Cost operari de celler: el cost per hora de treball de l'operari de celler s'ha estimat consultant diversos estudis on apareixen el cost salarial anual estimat d'operari del sector vitivinícola (12000,00 €), el calendari laboral previst d'un celler (213 dies) i l'estimació de la productivitat diària d'un operari de celler (6,5 *h*). S'obté com a resultat el total d'hores disponibles de treball en el celler a l'any (1384,5 *h*) i, a partir d'aquí, es calcula el cost estimat d'operari.
- Cost d'enòleg: el cost per hora de treball de l'enòleg del celler s'ha estimat consultant diversos estudis on apareixen el cost salarial anual estimat d'enòleg (18000,00 €), el calendari laboral previst d'un celler (213 dies) i l'estimació de la productivitat diària d'un enòleg al celler (6,5 *h*). A partir de la determinació del total d'hores disponibles de treball en el celler a l'any (1384,5 *h*) es calcula el cost estimat d'enòleg.

Taula 9. Preus bàsics estimats de l'energia, aigua i mà d'obra

Cost bàsic de l'energia (€/*kWh*)	0,12
Cost bàsic de l'aigua (€/m^3)	0,56
Cost d'operari de celler (€/*h*)	8,70
Cost d'enòleg (€/*h*)	13,00

3.1.2. Rendiments estimats per a la verema negra

Per altra banda es consideren també els rendiments mitjans per kilogram de raïm negre veremat (taula 10) segons els valors mitjans consultats en diversos estudis en diferents cooperatives i cellers. També cal tenir en compte que en els rendiments mitjans de most/vi final, en condicions normals, es poden distingir dos tipus de qualitats (vi flor i vi de premsa) on difereixen els rendiments obtinguts amb Ganimede® i el sistema convencional (taula 11).

Taula 10. Percentatge dels diferents components de la verema de raïm negre.

COMPONENTS	PERCENTATGE
Rapa	6%
Pasta	21%
Fangs i restes	3%
Most/vi final	70%

Taula 11. Rendiments mitjans del most/vi per qualitats (com. pers., 2009).

VI	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Flor	85%	95%
Premsa	15%	5%

Atenent els percentatges de la taula 10 (com.pers., 2009), els rendiments de la taula 11 i suposant que es vol tractar un volum de verema desrapada equivalent a la capacitat real màxima (87% de la capacitat útil) dels fermentadors a comparar (de volums idèntics) i durant un cicle fermentatiu estimat (diferent segons el sistema), els costos de funcionament es calcularan a partir dels paràmetres estimats a la taula 12.

Taula 12. Paràmetres de partida estimats per als costos de funcionament.

PARÀMETRES DE PARTIDA	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Capacitat total (*l*)	75000	75000
Capacitat útil (*l*)	71800	71800
Capacitat real (*l*)	62500	62500
Cicle fermentatiu (dies)	5,5	3,5
Most/vi final (*l*)	46550	46550
Vi flor estimat (*l*)	39568	44223
Vi premsa estimat (*l*)	6982	2327

3.2. Costos de funcionament

Els costos de funcionament s'han calculat de forma separada i per a cada tipus de fermentador (de l'ordre d'un cicle fermentatiu), identificant les activitats principals i auxiliars que repercuteixen en l'avaluació econòmica comparativa entre els diferents sistemes objecte de l'estudi.

Degut a la mancança d'experiències reals, per a realitzar aquests càlculs s'han estimat els paràmetres rellevants (temps operatius, mà d'obra, costos bàsics i auxiliars, consums i altres) a partir de diverses comunicacions personals amb professionals del sector i consultes a diferents informes tècnics.

3.2.1. Aplicació d'anhídrid sulfurós

Hi ha diferències apreciables entre els dos mètodes analitzats quant a costos i, sobretot, existeixen diferències qualitatives importants degudes a la reducció sensible de l'aplicació de SO_2. Mentre que en els sistemes convencionals s'empren dosis equivalents a 6 *g/hl* de SO_2, en el mètode Ganimede® s'usen dosis entre 2-3 *g/hl* de SO_2. Amb un cost estimat de 0,01 *€/g* SO_2, els costos referents al sulfitat per a un cicle fermentatiu s'estipulen a la taula 13.

Taula 13. Càlcul per al cost del consum d'anhídrid sulfurós.

COSTOS DEL SULFITAT	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Consum anhídrid sulfurós	625 *hl* x 6 *g/hl* x 0,01 *€/g*	625 *hl* x 2,5 *g/hl* x 0,01 *€/g*
TOTAL (*€/cf.*)	**37,50**	**15,63**

***On:** cf. = cicle fermentatiu.

3.2.2. Encubat i fermentació

En la fase d'emplenament dels dipòsits fermentadors no s'aprecien diferències significatives en els costos de funcionament ja que:

- El grup de recepció de la verema i el sistema de transport per bombament de la verema desrapada cap als dipòsits se suposa que són els mateixos.
- La durada d'ompliment dels dipòsits és molt similar.
- La mà d'obra utilitzada per aquesta activitat no difereix.

En canvi, els costos de funcionament durant la fase fermentativa (taula 14) sí que presenten diferències importants depenent del tipus de sistema d'encubat utilitzat (convencional o Ganimede®).

Els càlculs realitzats han partit de les característiques particulars de cada dipòsit respecte a les operacions habituals i auxiliars de les fases de maceració i fermentació, als equips complementaris que utilitzen i a les diferències en l'actuació de la mà d'obra (nombre d'operaris i temps operatius). Aquests factors es consideren aspectes econòmics directes i es descriuen a continuació en dos grans grups:

A. Cost de l'energia elèctrica: les diferències en el consum energètic es focalitzen en tres activitats auxiliars:

a) *Remuntats:* el sistema convencional utilitza una bomba de rodet flexible per als remuntats que s'ha dimensionat per a cabals entre 12 m^3/h i de 2,5 *kW* de potència. El dimensionament d'aquesta bomba s'ha realitzat partint de la hipòtesi que en l'operació s'ha de remuntar ¼ part del volum de most contingut en el dipòsit (equivalent a 12 m^3). S'estima la durada de cada remuntat en 1 *h* i l'aplicació de 4 remuntats diaris durant tot el cicle fermentatiu (5,5 dies). En canvi, el sistema Ganimede® aplica els remuntats únicament a partir del consum energètic del seu PLC (0,1 *kW*) per a gestionar les obertures de bypass (de l'ordre d'1 *min*), coincidents amb el nombre de remuntats diaris del sistema convencional i durant el cicle fermentatiu propi de Ganimede® (3,5 dies).

b) *Xarboteigs:* els dipòsit convencional incorpora un sistema d'agitació accionat per un motor elèctric (de 3 *kW*) per a facilitar la maceració, la homogeneïtzació de la tota la massa continguda i evitar la compactació del barret. Els consums energètics d'aquest sistema s'han estimat en relació directa amb els temps i nombre de remuntats esmentats anteriorment. En canvi el Ganimede® està exempt de qualsevol tipus de sistema mecànic degut a que aquestes accions s'aconsegueixen amb els propis remuntats automàtics (per l'obertura dels bypass).

c) *Sistema de fred:* el dimensionament de l'equip de fred (figura 37) s'estima per a un volum real (625 *hl*) a tractar en el dipòsit convencional, en les condicions normals d'un cicle fermentatiu (temperatura ambient d'entrada de verema de 28℃ i temperatura de fermentació de 25℃) de durad a habitual (6 dies) i per a obtenir un producte amb un grau alcohòlic igual a 14 (per a cada grau d'alcohol produït es desprenen 1,3 *kcal/l*). El resultat apunta a unes necessitats de potència frigorífica (C = 18 *h* de treball del compressor) equivalent a 25200 *kcal/h* amb una potència instal·lada de 30 *kW*. El treball dinàmic del Ganimede® permet estalviar entre un 30-40% de la capacitat necessària de fred en el tanc convencional degut a que, després de cada obertura de bypass i la seva homogeneïtzació (*délestage*), les experiències amb Ganimede® denoten que el fred s'atura durant bastant temps el qual, acumulativament, és un consum energètic notable.

- Q_1 = V x Cp x (T_A – T_F) = 62500 *l* x 1 *kcal/(kg℃)* x (28 – 25) ℃ = 187500 *kcal*
- Q_2 = (V x 1,3 x ºAlc.) / (D) = (62500 *l* x 1,3 *kcal/l* x 14º) / (6 dies) = 189584 *kcal*
- Q_T = Q_1 + Q_2 = 187500 *kcal* + 189584 *kcal* = 377084 *kcal*
- Rendiment horari = Q_T / C = 377084 *kcal* / 18 *h* = 20949 *kcal/h*
- Considerant un 20% de seguretat, la potència frigorífica total equival a 25200 *kcal/h* i si es fa la transformació directa: 25200 (kcal/h) / 860 (kcal/h/kW) equival a una potència instal·lada de 30 *kW*.

Figura 37. Estimació de la capacitat frigorífica necessària del compressor.

En la figura 37, els diferents termes que intervenen són:

- Q_1 : és la calor necessària per a refredar inicialment el most/pasta (*kcal*).
- Q_2 : és la calor produïda i no dispersada en la fermentació (*kcal*).
- Q_T : és la calor total despresa a absorbir pel sistema de refrigeració (*kcal*).
- V : és el volum de most/pasta a fermentar (*l*).
- C_P : és la calor específica o capacitat calorífica específica (1 *kcal/(kg℃)*).
- T_A : és la temperatura d'entrada del most/pasta (℃).
- T_F : és la temperatura de fermentació (℃).
- ºAlc. : és el grau alcohòlic que s'espera obtenir en el vi.
- D : és el nombre dies de fermentació estimats.
- C : és el nombre d'hores que treballarà el compressor.

B. <u>Cost de la mà d'obra</u>: el nombre de persones per a la preparació dels equips, controlar el desenvolupament de les fases de maceració i fermentació, realitzar els remuntats i els xarboteigs s'estima en:

a) *Sistema convencional:* necessita l'experiència d'un enòleg i un mínim de dos operaris de celler per a actuar sobre una unitat (dipòsit).

b) *Sistema Ganimede®:* un sol enòleg pot atendre i gestionar les fermentacions al seu gust, amb analítiques i anàlisis organolèptiques. Només necessita accedir a l'automatisme del dipòsit per a programar-lo a les seves necessitats, amb la seguretat que les feines es realitzaran i sempre de la mateixa forma (si es desitja).

Taula 14. Càlculs per als costos de funcionament durant la fase fermentativa.

COSTOS D'ENCUBAT I FERMENTACIÓ		CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Energia elèctrica	Sistema de fred	5,5 dies x 24 *h*/dia x 30 *kW* x 0,12 *€/kWh* = 475,20 €	3,5 dies x 15,6 *h*/dia x 30 *kW* x 0,12 *€/kWh* = 196,60 €
	Bypass	No	4 bps./dia x 3,5 dies x 0,017 *h*/bps. x 0,014 *kW* x 0,12 *€/kWh* ≈ 0 €
	Bomba de remuntat	4 rem./dia x 5,5 dies x 1 *h*/rem. x 2,5 *kW* x 0,12 *€/kWh* = 6,60 €	No
	Sistema d'agitació	4 ag./dia x 5,5 dies x 1 *h*/ag. x 3 *kW* x 0,12 *€/kWh* = 7,92 €	No
	TOTAL (€)	489,72	196,60
Mà d'obra	Enòleg	1 en. x 5,5 dies x 1 *h*/dia en. x 13 *€/h* = 71,50 €	1 en. x 3,5 dies x 0,50 *h*/dia en. x 13 *€/h* = 22,75 €
	Operaris	2 op. x 5,5 dies x 8 *h*/dia op. x 8,7 *€/h* = 765,60 €	No
	TOTAL (€)	837,10	22,75
TOTAL (*€/cf.*)		**1326,82**	**219,35**

***On:** cf. = cicle fermentatiu ; bps. = obertura bypass ; rem. = remuntat ; ag. = accionament sistema agitador ; en. = enòleg ; op. = operari.

3.2.3. Desencubat

Els costos de funcionament de l'activitat de desencubat (taula 15) difereixen en els dos dipòsits objecte de l'estudi i també es poden dividir en 2 grups:

A. Cost de l'energia elèctrica: s'utilitza la mateixa bomba peristàltica dimensionada per al desencubat del most/vi (20-40 m^3/h) i les pastes (7-14 *t/h*) de 9,6/7 *kW* de potència per al motor de la bomba i 2,2 *kW* per al motor de la tremuja amb sense fi, igual per a ambdós dipòsits. En el sistema Ganimede®, els temps operatius de descàrrega total (3 *h*) es veuen reduïts degut a les facilitats que presenta el seu fons cònic, el qual permet l'extracció autobuidant de les brises sense la necessitat d'elements mecànics i s'obté un elevat rendiment en vi flor per l'òptima lixiviació de les parts sòlides (no compactades). El sistema convencional utilitzarà la bomba peristàltica però també la bomba de remuntats per tal de remuntar most i ajudar a l'extracció de les pastes

compactades i amarades (menys rendiment en vi flor). La descàrrega de brises es fa mitjançant el sistema mecànic de descàrrega (5 *kW*) incorporat al fons del dipòsit convencional i necessita uns temps operatius superiors (un total estimat en 4,5 *h*). Tots aquests aspectes es veuen reflectits en els consums energètics i en els conseqüents costos econòmics.

B. Cost de la mà d'obra: les avantatges en el desencubat del Ganimede® permeten que pugui ser gestionat per un sol operari, mentre que els dipòsits convencionals requereixen un mínim de tres persones per atendre la descàrrega, les operacions de bombament i el control del sistema extractor.

Taula 15. Càlculs per als costos de funcionament de la fase de desencubat.

COSTOS DE DESENCUBAT			CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Energia elèctrica	Bomba peristàltica	Motor bomba	4,5 *h* x 7 *kW* x 0,12 €/*kWh* = 3,78 €	3 *h* x 7 *kW* x 0,12 €/*kWh* = 2,52 €
		Motor sense fi	1,75 *h* x 2,2 *kW* x 0,12 €/*kWh* = 0,46 €	1 *h* x 2,2 *kW* x 0,12 €/*kWh* = 0,26 €
	Bomba de remuntat		1,75 *h* x 2,5 *kW* x 0,12 €/*kWh* = 0,53 €	No
	Motor elèctric de les pales d'extracció		1,75 *h* x 5 *kW* x 0,12 €/*kWh* = 1,05 €	No
	TOTAL (€)		5,82	2,78
Mà d'obra	Operaris		3 op. x 5 *h*/op. x 8,7 €/*h* = 130,50 €	1 op. x 3 *h*/op. x 8,7 €/*h* = 26,10 €
	TOTAL (€)		130,50	26,10
TOTAL (€/*cf.*)			**136,32**	**28,88**

***On:** cf. = cicle fermentatiu.

3.2.4. Neteja i manteniment

Els costos que esdevenen de la neteja es veuen reflectits en la taula 16 i es focalitzen en dos grups:

A. Cost de l'aigua: en la operació de neteja del Ganimede® es contempla una reducció estimada de fins el 30% respecte en el dipòsit convencional degut a:

a) L'absència d'elements mecànics interns d'agitació i de descàrrega, els quals requereixen més minuciositat en la neteja i el conseqüent augment del consum d'aigua.
b) La fàcil descàrrega de tota la massa continguda. En el sistema convencional queden més restes vegetals i hi resten incrustacions que augmenten el consum d'aigua.
c) La funcionalitat en la introducció de la bola de neteja (per la comporta superior i per les diferents vàlvules de descàrrega) evita que, com en el sistema convencional, existeixin dificultats en l'accés a certes zones del dipòsit i la conseqüent pèrdua d'aigua.

S'ha consultat l'estudi "Impacto ambiental de las operaciones de limpieza y desinfección de depósitos en la industria vinícola." (Canut i Pascual, 2007), on apareixen els consums específics d'aigua en els cellers. El consum s'ha estimat en 0,23 m^3 d'aigua utilitzats per cada m^3 de vi produït (46550 *l*) *per* a calcular el consum d'aigua en la neteja del dipòsit convencional.

B. Cost de la mà d'obra: el temps per a la neteja del dipòsit convencional és més elevat i el nombre d'operaris es pot veure incrementat degut als punts a, b i c esmentats anteriorment.

Taula 16. Càlculs per als costos de funcionament de l'activitat de neteja.

COSTOS DE NETEJA	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Aigua	10,71 m^3 x 0,56 €/m^3 = 6,00 €	7,50 m^3 x 0,56 €/m^3 = 4,20 €
Mà d'obra	3 op. x 2 *h*/op. x 8,7 €/*h* = 52,20 €	2 op. x 2 *h*/op. x 8,7 €/*h* = 34,80 €
TOTAL (€/*cf.*)	**58,20**	**39,00**

***On:** cf. = cicle fermentatiu.

Els costos derivats del manteniment i de la conservació de la maquinària i els equips auxiliars corresponents s'estimen en un 2% de la inversió inicial (taula 17).

Taula 17. Càlcul per al cost de manteniment i conservació dels equips.

COSTOS MANTENIMENT	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Manteniment i conservació	0,02 x 36000,00 €	0,02 x 45000,00 €
TOTAL (€)	**720,00**	**900,00**

3.3. Resum dels costos de funcionament

A les taules 18 i 19 es poden consultar els costos totals de funcionament expressats per a cadascun dels paràmetres analitzats i per a cada activitat del procés, respectivament.

Taula 18. Quadre resum dels costos totals de funcionament expressats pels paràmetres de funcionament analitzats (expressats en €/*cf.*).

PARÀMETRE	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Energia elèctrica	495,54	199,38
Aigua	6,00	4,20
Mà d'obra	1019,80	83,65
Productes enològics	37,50	15,63
Manteniment i conservació	720,00	900,00
TOTAL	**2278,84**	**1202,86**

Taula 19. Quadre resum dels costos totals de funcionament expressats per a cada activitat (expressats en €/*cf.*).

ACTIVITAT	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Sulfitat	37,50	15,63
Encubat i fermentació	1326,82	219,35
Desencubat	136,32	28,88
Neteja	58,20	39,00
Manteniment i conservació	720,00	900,00
TOTAL	**2278,84**	**1202,86**

***On:** cf. = cicle fermentatiu.

4. COSTOS D'AMORTITZACIÓ

En aquest apartat s'han tingut en compte els costos d'amortització dels equips d'ambdós segments de l'estudi. S'ha considerat un model d'amortització lineal basat en la vida útil d'aquests components (taula 21).

Cal tenir en compte els valors de la taula 20, calculats a partir de:

- Cost de manteniment i conservació: en referència a la maquinària s'estima en un 2% de la seva inversió inicial. Aquest cost s'afegeix al valor d'inversió inicial per a avaluar els costos d'amortització.
- Vida de la inversió: es considera per a l'avaluació econòmica que la vida útil (n) de la maquinària serà de 10 anys i el seu valor residual (V_R) després de la seva vida útil, als 10 anys del seu funcionament, s'estima en un 15% del seu valor original (cobrament extraordinari). La diferència entre el valor d'inversió inicial (V_0, incrementat pel cost de manteniment i conservació) i el valor residual és el valor amortitzable (V_A). En periodificar el valor amortitzable en diversos exercicis (igual a n) esdevé la corresponent quota d'amortització lineal (Q_A) per al càlcul del valor net comptable (V_{NC}).

Taula 20. Paràmetres necessaris per al càlcul dels costos d'amortització.

COSTOS D'AMORTITZACIÓ	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Valor d'inversió inicial (€)	36000,00	45000,00
Manteniment i conservació (€)	720,00	900,00
V_0 (€)	36720,00	45900,00
Valor residual (€)	-5400,00	-6750,00
Valor amortitzable (€)	**31320,00**	**39150,00**
Quocient V_A/n	31320,00 € / 10 anys	39150,00 € / 10 anys
Quota d'amortització (€/*any*)	**3132,00**	**3915,00**

Taula 21. Quadre resum de l'amortització lineal practicada (valors expressats en €).

ANY	V_0 Convencional	Q_A Convencional	V_{NC} Convencional	V_0 Ganimede®	Q_A Ganimede®	V_{NC} Ganimede®
1	36720	3132	33588	45900	3915	41985
2	33588	3132	30456	41985	3915	38070
3	30456	3132	27324	38070	3915	34155
4	27324	3132	24192	34155	3915	30240
5	24192	3132	21060	30240	3915	26325
6	21060	3132	17928	26325	3915	22410
7	17928	3132	14796	22410	3915	18495
8	14796	3132	11664	18495	3915	14580
9	11664	3132	8532	14580	3915	10665
10	8532	3132	5400	10665	3915	6750

5. COSTOS D'OPORTUNITAT

El càlcul per als costos d'oportunitat (figura 38) consisteix en avaluar el que es deixa de guanyar (benefici diferencial) per no haver pres la millor de les alternatives (taula 22). És a dir, el cost d'oportunitat és el cost degut a que es dediquen uns factors de producció a una producció concreta i no es dediquen a una altra. En lloc de considerar el factor de producció en si mateix, es considera el seu valor monetari (en aquest cas el valor d'adquisició més el seu valor residual).

Com a alternatives d'obtenció de rendiment d'un capital fix es pot considerar la més simple i segura, que és ingressar el valor mitjà del capital fix durant un any a una taxa d'interès (en tant per u) corresponent a un dipòsit a llarg termini i on l'interès real es considera en un 4%. Llavors, el cost d'oportunitat serà el que es deixa d'ingressar en concepte d'interessos (el cost d'interès).

$$Cop = ((V_I + V_R)/2) \times t \times i$$

*On: V_I = valor d'inversió inicial () ; V_R = valor residual () ; t = període d'immobilització o maduració (1 any) ; i = taxa d'interès a llarg termini (en tant per u).

Figura 38. Fórmula per al càlcul del cost d'oportunitat.

Taula 22. Paràmetres i càlcul per als costos d'oportunitat del cas objecte de l'anàlisi.

COSTOS D'OPORTUNITAT	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Valor d'inversió inicial (€)	36000,00	45000,00
Valor residual (€)	5400,00	6750,00
Període de maduració (anys)	1	1
Taxa d'interès	0,04	0,04
Càlcul per al Cop	((36000 + 5400)/2) x 1 x 0,04	((45000 + 6750)/2) x 1 x 0,04
Cost d'oportunitat (*€/any*)	**828,00**	**1035,00**

6. INGRESSOS BRUTS

Els càlculs per a estimar els ingressos bruts (taula 23) recaptats de la producció aconseguida en una campanya anual de verema es basen en la hipòtesi de partida següent:

- La capacitat total de verema desrapada i trepitjada (most/pasta) a elaborar és de 500000 litres (equival a 532000 *kg* de verema).
- Les fases de maceració i fermentació es duen a terme en un dipòsit fermentador convencional i en un dipòsit Ganimede® de 75000 litres de capacitat total cadascun.
- Els preus de venda del vi produït s'estimen per a dos casos diferents:

    - Cas A: atenent a les diferents qualitats de vi obtingudes s'estima un preu superior per al vi flor obtingut amb Ganimede® (0,95 €/*l*) respecte al vi flor obtingut amb el dipòsit convencional (0,75 €/*l*) degut a la superior inversió inicial realitzada per al Ganimede®, per l'elevat rendiment en vi flor i per l'òptima qualitat del producte obtinguts amb aquest sistema.
    - Cas B: si no és té en compte la qualitat dels diferents vins flor obtinguts i s'estima el mateix preu (0,75 €/*l*) per ambdós vins.
    - El preu del vi de premsa (0,35 €/*l*) és el mateix en tots els casos.

- La durada de fermentació estimada per a tota la producció és de 17,5 dies, on un cicle fermentatiu en el dipòsit convencional s'estima en 5,5 dies i en el dipòsit Ganimede® en 3,5 dies. La resta de paràmetres esdevenen dels càlculs realitzats atenent els percentatges i rendiments de les taula 10 i 11, respectivament.

S'han considerat com a ingressos bruts els derivats de la venda del vi elaborat en tot el procés productiu, ja que no s'ha pogut determinar el percentatge del preu associat a la fase de fermentació amb els dos mètodes que s'estudien. Tot i això, es té la referència que indica que aproximadament el 40% dels costos totals d'elaboració de vi negre estan relacionats amb l'activitat atribuïda a la fase de fermentació (CVA, 2005).

Taula 23. Paràmetres per al càlcul dels ingressos bruts estimats per als casos A i B.

PARÀMETRES	CONVENCIONAL	GANIMEDE® A	GANIMEDE® B
Ompliments per campanya	3	5	5
Litres verema elaborats	187500	312500	312500
Litres vi produïts	139650	232750	232750
Litres vi flor	118703	209475	209475
Litres vi premsa	20947	23275	23275
Preu venda vi flor (€/*l*)	0,75	0,95	0,75
Preu venda vi premsa (€/*l*)	0,35	0,35	0,35
Càlcul ingressos bruts	**(118703 *l* x 0,75 €/*l*) + (20947 *l* x 0,35 €/*l*)**	**(209475 *l* x 0,95 €/*l*) + (23275 *l* x 0,35 €/*l*)**	**(209475 *l* x 0,75 €/*l*) + (23275 *l* x 0,35 €/*l*)**
INGRESSOS BRUTS (€/*any*)	**96358,70**	**207147,50**	**165252,50**

7. BENEFICIS BRUTS

Un cop estimats els ingressos bruts (taula 23) i amb el càlcul dels costos totals (taula 24), és a dir la suma dels costos de funcionament, els costos d'amortització i els costos d'oportunitat, es determinen els beneficis bruts per a una campanya de verema, per a cada sistema analitzat i en cada cas aplicat (taula 25).

Taula 24. Quadre resum dels costos totals per a cada sistema analitzat (expressats en *€/any*).

COSTOS TOTALS	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
Costos de funcionament	3 cf. x 2278,84 €/cf. = **6836,52**	5 cf. x 1202,86 €/cf. = **6014,30**
Costos d'amortització	**3132,00**	**3915,00**
Costos d'oportunitat	**828,00**	**1035,00**
TOTAL	**10796,52**	**10964,30**

***On:** cf. = cicle fermentatiu.

Taula 25. Càlcul dels beneficis bruts estimats per a cada sistema analitzat i en cada cas aplicat (expressats en *€/any*).

PARÀMETRES	CONVENCIONAL	GANIMEDE® A	GANIMEDE® B
Ingressos bruts	**96358,70**	**207147,50**	**165252,50**
Costos totals	**-10796,52**	**-10964,30**	**-10964,30**
BENEFICIS BRUTS	**85562,18**	**196183,20**	**154288,20**
BENEFICIS DIFERENCIALS respecte el mètode convencional	**-**	**110621,02**	**68726,02**

8. ESTUDI DE SENSIBILITAT I CONCLUSIONS

Atenent els resultats obtinguts amb els valors estimats en l'anàlisi comparativa es pot dir que realment s'aprecien diferències rellevants entre els beneficis bruts relatius als dos mètodes de vinificació objecte de l'estudi.

Analitzant les dades de la taula 24 es pot dir que veritablement existeix una reducció dels costos totals derivats del sistema Ganimede® ja que, tot i tenir uns majors costos totals anuals, la disminució es veu reflectida en els costos de funcionament d'aquest fermentador. Cal destacar que l'estalvi estimat en els costos de funcionament (igual a 822,22 €) es denota fins i tot havent-hi realitzat més cicles fermentatius que en el sistema convencional, la qual cosa equival a un 166,7% de rendiment operatiu (dels 3 emplenats als 5 emplenats amb mètode Ganimede®).

Les conclusions extretes a l'observar els beneficis diferencials resultants (taula 25) entre les dues alternatives analitzades són summament favorables al mètode Ganimede® per al cas A (de l'ordre d'un 230% dels beneficis bruts obtinguts amb el mètode convencional), fet lògicament comprensible a conseqüència de la imposició, ja de partida, d'un preu de venda superior del vi flor produït amb aquest fermentador.

Però cal destacar que en el cas B s'aconsegueixen uns resultats equiparables al cas A ja que, partint de la igualtat dels preus de venda per a tots els productes, amb el sistema Ganimede® s'obté un 180% del benefici brut que s'aconsegueix amb el sistema convencional. També en aquest cas es pot aplicar la lògica que a l'existir una major quantitat de producte elaborat s'obtinguin clarament uns ingressos més elevats, però és en aquest punt on es denoten els beneficis diferencials "reals" que aporta el dipòsit Ganimede®, els quals deriven de la notable disminució en els costos de funcionament i de l'elevada rendibilitat en l'obtenció de producte de primera qualitat (quantitat estimada de vi flor).

Entre el sector de l'enginyeria és molt habitual valorar el preu dels dipòsits dividint el preu total entre la seva capacitat, la qual cosa provoca que sempre els fermentadors siguin cars. Però s'hauria de calcular per la seva fórmula real que és la quantitat de litres que cada dipòsit és capaç de produir en cada verema, és a dir pels cicles fermentatius que realitza.

A la taula 26 s'ha calculat la incidència del cost per litre de vi produït en cada fermentador sobre els costos de producció. Analitzant aquests valors sobre preus estimats, amb una quota d'amortització curta (a la meitat de la seva vida útil) i fins al final de la seva vida útil, és cert que en el sistema convencional és sempre superior que en el sistema Ganimede® i valorant l'important, que en el cas d'un dipòsit fermentador és el nombre de litres elaborats, es pot observar veritablement el cost real que cada tanc té per tal d'analitzar la conveniència econòmica de la instal·lació/inversió.

Per tant, el cost real és pràcticament un preu molt diferent al que s'obté de valorar solament el valor d'adquisició dels diferents tipus de dipòsits, sinó que es correspon en ambdós casos (A/B) a un increment de valor estimat en el 180/230% per campanya (observar la taula 25). Cal comptar també que, al contrari que amb el mètode Ganimede®, un tanc de semblant volum en sistema convencional no treballa amb massa comoditat (mala gestió de la totalitat de la massa a processar) i no ofereix els mateixos avantatges ni en la cinètica fermentativa, ni en la capacitat d'actuar immediata o posteriorment com a dipòsit "sempre ple".

Taula 26. Càlculs per a la incidència del cost per litre de vi produït.

PARÀMETRES	CONVENCIONAL	GANIMEDE®
V_A (€)	31320	39150
Q_{A1} a 5 anys (€)	6264	7830
Q_{A2} a 10 anys (€)	3132	3915
Litres vi produïts	139650	232750
Incidència cost/litre 1 (€/l)	**0,0449**	**0,0336**
Incidència cost/litre 2 (€/l)	**0,0224**	**0,0168**
Cost/litre diferencial 1 (€/l)	**0,0113**	**0**
Cost/litre diferencial 2 (€/l)	**0,0056**	**0**

***On:** V_A = valor amortitzable ; Q_A = quota d'amortització.

En conclusió, els avantatges que es veuen reflectits en l'estudi econòmic comparatiu entre els dos tipus de fermentadors i que reuneix el dipòsit Ganimede® són:

- Estalvi en els costos d'inversió inicial, ja que no necessita cap sistema de remuntat auxiliar.
- Possible reducció dels costos d'inversió provinents de l'adquisició de dipòsits de conservació i emmagatzematge (actua com a dipòsit "sempre ple").
- Decrement en el consum d'anhídrid sulfurós (menor cost econòmic i menys sulfits residuals).
- Reducció significativa dels costos de funcionament en les activitats principals del procés de vinificació.
- Major rendiment en vi flor i augment dels ingressos resultants de la seva comercialització.
- Millor rendibilitat en la producció de la planta de procés.
- Augment dels beneficis bruts anuals. En tots els casos analitzats s'han obtingut sempre uns beneficis diferencials positius referents al sistema Ganimede®.
- Menor cost per litre de vi produït.

Per tots aquests motius, es constata la viabilitat tècnica i econòmica de la implantació dels dipòsits fermentadors que operen amb el mètode Ganimede®.

ANNEX VI. BIBLIOGRAFIA I FONTS D'INFORMACIÓ CONSULTADES

- Cantera, R. i Gori, C. 2003. Experiencia de MPF con el Método Ganimede®. Informe elaborat per l'empresa Ganimede® s.r.l., Ciudad Real i VinoVigna di Claudio Gori, Vinci.
- Cantera, R. 2004. Informaciones y Experiencias con el Metodo Ganimede®. Informe elaborat per l'empresa Ganimede® s.r.l., Ciudad Real.
- Cantera, R. Comunicació personal, 2009. Entrevista amb Ricardo Cantera, director tècnic de Ganimede® s.r.l. a Espanya fins l'any 2007. Entrevista telefònica i transferència d'informació via correu electrònic.
- Canut, A. i Pascual, A. (2007). Impacto ambiental de las operaciones de limpieza y desinfección de depósitos en la industria vinícola y mejoras ambientales a través del uso de ozono como agente desinfectante [en línia]. Accessible a: http://www.ozonecip.net [consulta 20/08/2009].
- CVA [Corporación Vitivinícola Argentina] (2005). Plan Estratégico Argentina Vitivinícola 2020 [en línia]. Accessible a: http://www.vitivinicultura2020.com.ar [consulta 22/08/2009].
- Delteil, D. (2003). *Le Délestage* [en línia]. Accessible a: http://www.icv.fr//kiosque/Bibliotheque/Enologie/maceration/delestage.htm [consulta 23/06/2009].
- Flanzy, C. 2003. Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. 2ª. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Ganimede® s.r.l. (2001). Ganimede® [en línia]. Accessible a: http://www.ganimede.com [consulta 12/05/2009].
- Hidalgo, J. 2003. Tratado de Enología. Vols 1 i 2. Ed. Mundi- Prensa, Madrid.
- Masual S.L. (2007). Indústrias metalúrgicas, fabricación de depósitos metálicos [en línia]. Accessible a: http://www.masual.es [consulta 18/08/2009].
- Montero, R. Comunicació personal, 2009. Entrevista amb Ramón Montero, director de Ganimede® s.r.l. a Espanya. Entrevista telefònica i transferència d'informació via correu electrònic.

- Peynaud, E.; Ribéreau- Gayon, J.; Ribéreau- Gayon, P.; Sudraud, P. 1992. Tratado de Enología: Ciencias y técnicas del vino. Vol. 3: Vinificación y transformación del vino. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.

- Puig, E. 2003. Enologia i indústries derivades (UdG). Apunts de l'assignatura. Escola Politècnica Superior, Universitat de Girona, Girona.

- Terroba, S. Comunicació personal, 2009. Entrevista amb Sergio Terroba, tècnic d'Intranox S.L.. Entrevista telefònica i transferència d'informació via correu electrònic.

- Troost, G. 1985. Tecnología del Vino. Ed. Omega, Barcelona.

- Elena, R. Comunicació personal, 09/06/2009. Entrevista amb Rosa Elena, enòloga de la Cooperativa Vitalpe. [Lavern (Subirats)].