

# TREBALL DE RECERCA

---

## L'àcid gluconic com a indicador de la qualitat del raïm de vinificació

Alba Soler Comas<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Premi Treball de Recerca de Batxillerat Narcís Fages de Romà 2016

### RESUM

L'objectiu d'aquesta recerca és estudiar l'àcid gluconic com a indicador de l'estat sanitari dels raïms de vinificació. La quantificació d'aquest àcid permet saber si raïms aparentment sans estan afectats per la *Botrytis cinerea* i en quin grau. És un indicador útil tant per a les cooperatives com per als productors, ja que permet controlar la qualitat del raïm en recepció, establir-ne el preu i determinar quin s'utilitzarà per elaborar vi i quin es destinarà a altres finalitats. Per últim, aquesta recerca és una aproximació científica al món de la vinya i el vi, activitat econòmica amb més de 2.000 anys de tradició a la meua comarca. L'Alt Empordà, situat al nord de la Costa Brava, amb una gran riquesa cultural i paisatgística, és una zona fortament marcada pels contrastes entre mar i muntanya. A aquestes peculiaritats del terreny, s'hi suma un altre tret distintiu: la presència regular de la Tramuntana. Aquest vent del nord té efectes molt beneficiosos en l'estat sanitari de la vinya, ja que crea un clima més sec i redueix la proliferació de bacteris.

**Paraules clau:** Àcid gluconic, *Botrytis cinerea*, glicerol, glucà, floridura gris,  $\beta$ -glucanases.

---

### Gluconic acid as an indicator of the quality of wine grapes

#### ABSTRACT

*This research aims to study gluconic acid as an indicator of the health conditions of grape used for winemaking. Determining the level of gluconic acid helps to find out whether similar grapes are affected or not by Botrytis cinerea and to what extent. It is a key indicator for both cooperatives and producers to monitor the quality of grapes upon reception at their facilities, allowing to fix the right price and to sort out those grapes addressed to wine-making while diverting the remaining ones for other industrial purposes. The research intends to be a scientific approach both to the world of vine and wine, an outstanding economic activity in our region: the Alt Empordà, located in the North of the Costa Brava and enjoying a rich cultural heritage as well as a remarkable landscape. The area's main climate feature is the Tramuntana, a strong northern wind blowing regularly and keeping humidity at its lowest. It becomes a natural way of preserving vineyards free from bacterial proliferation.*

**Keywords:** *Gluconic acid, Botrytis cinerea, glycerol, glucan, grey rot,  $\beta$ -glucanases.*

---

\* Correspondència: Alba Soler Comas  
E-mail: [albasolercomas@gmail.com](mailto:albasolercomas@gmail.com)

Recepció: 10/10/2017

DOI: 10.2436/20.8010.01.236

*Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos (AIEE)*, Figueres, vol. 48 (2017), pàg. 311-323

Quan vaig començar aquest treball no sabia com posar-m'hi, desconeixia completament tot el que envolta el món del vi, i si tenim en compte la meva edat, és fàcil suposar que no hi tenia gaire experiència. La meva sort ha sigut poder comptar amb la tutora Rosa Camps, que m'ha encomanat les seves ganes i il·lusió a l'hora de fer el treball. Gràcies, Rosa, per totes les hores que hi has dedicat.

Vull donar les gràcies a Espelt Viticultors, i particularment a l'Anna Espelt que, abusant de l'amistat que ens uneix, ha posat a la meva disposició la seva empresa i tots els mitjans necessaris per al treball. Vull agrair també al personal de laboratori, l'enòleg Xavi Martínez i a la bioquímica Maria Espelt, que s'hi hagin involucrat desinteressadament i m'hagin fet sentir com una més de l'equip. Gràcies per la vostra simpatia.

Li agraeixo a la meva cosina i periodista, Laia Quintà Soler, que hagi posat el seu granet de sorra al meu treball i m'hagi donat el seu punt de vista per redactar-lo.

Finalment, vull agrair al Celler Cooperatiu d'Espolla, al Celler Vinyes dels Aspres i al Celler Empordàlia, que m'hagin respost a l'enquesta que els vaig enviar, que m'ha servit per contrastar la meva recerca.

A tots vosaltres, gràcies.

## **METODOLOGIA**

La idea final per acotar el tema va sorgir de l'Anna Espelt, biòloga, enòloga i directora d'Espelt Viticultors. Ella m'ha introduït en el món de l'enologia i ha compartit amb mi els seus coneixements, les eines i els equipaments per fer possible aquest treball. La part més important de la recerca teòrica l'he fet a través de llibres cedits pel mateix celler Espelt, i d'altres que ella mateixa m'ha recomanat o que he buscat pel meu compte.

Aquest treball consta d'un marc teòric contextualitzador, el més concret possible, i d'una recerca pràctica que em porti a descobrir el paper de l'àcid glucònic com a indicador en els estudis del raïm a punt de la verema. En l'apartat teòric, s'expliquen els fonaments que l'avalen com a un bon indicador per al sector vitivinícola, algunes de les reaccions de l'analítica i les propietats idònies que hauria de tenir el raïm per poder elaborar vi.

## **OBJECTIUS**

La pregunta que em plantejo és: l'àcid glucònic és un bon indicador del nivell de podrit en el raïm de vinificació? La podríem desglossar en els objectius següents: primer de tot, conèixer les característiques del vi i les propietats que els raïms haurien de tenir per a elaborar-ne un de qualitat. En segon lloc, saber quins són els efectes del fong *Botrytis cinerea*<sup>2</sup> en el raïm i conèixer les reaccions de l'analítica

per a entendre per què funciona l'àcid glucònic. Finalment, per a concloure la recerca, cal investigar si altres cellers de la zona utilitzen també l'àcid glucònic per a les mateixes finalitats i de la mateixa manera.

## **HIPÒTESIS**

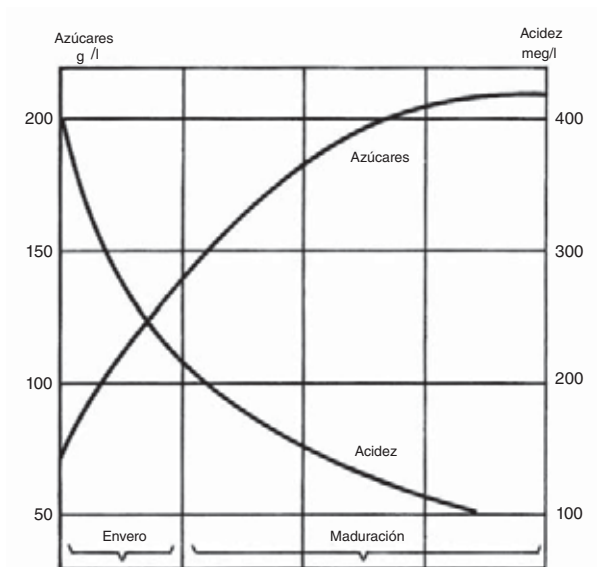
Com a idees prèvies a la recerca, podríem dir que per a elaborar un vi de qualitat el més important és que el raïm tingui un bon estat sanitari. Pel contrari, si hi ha presència del fong *Botrytis cinerea*, aquest provoca la floridura grisa, en el raïm, que transmetrà sabors i olors desagradables al vi resultant. Així doncs, el contingut d'àcid glucònic en el raïm o en el most és un indicatiu de raïm amb *Botrytis cinerea*, tot i que aquest sigui aparentment sa. A més de ser un indicador de la qualitat del raïm, també pot ser útil per a controlar els nivells de maduresa dels raïms i, per tant, per a saber quin és el millor moment per a recol·lectar-los. Pel que fa a les aplicacions d'aquesta analítica, els cellers que tinguin una producció limitada de vi, segurament no utilitzen aquesta tècnica, ja sigui perquè no tenen problemes de *Botrytis* en les collites o bé perquè no disposen del material necessari per fer l'analítica.

## **PROPIETATS DEL RAÏM ÒPTIM PER AL VI**

### **Transformacions del raïm durant el procés de maduració**

L'evolució del raïm es divideix en quatre etapes: primerament, el període herbaci, que comença amb la formació dels grans i s'allarga fins al verol,<sup>1</sup> que és la segona etapa fisiològica en la qual el raïm de tota una vinya canvia de coloració en dues setmanes aproximadament. Tot seguit, comença la maduració, que dura entre 40 i 50 dies i que finalitza amb el desenvolupament complet del raïm. Es caracteritza per l'augment de volum dels grans, l'acumulació de sucres i la pèrdua d'acidesa.

L'acumulació de sucres és un dels processos més importants en la maduració. Com més vella és una vinya, més rica en reserves serà i proporcionarà un procés de maduració més regular i d'una qualitat més elevada. D'altra banda, l'evolució dels àcids també és un aspecte clau en la producció vitivinícola. El raïm verd conté uns 20 g/l d'àcids, que un cop ha madurat acaben sent tan sols entre 4 i 8 g/l. Els àcids orgànics que hi trobem són el tartàric i el màlic. Pel que fa a l'aigua, l'ideal seria que la terra proporcionés aigua a la planta durant el seu període de creixement, però que estigués gairebé seca quan els raïms haguessin de madurar, ja que així s'aconsegueix una maduració més ràpida i raïms menys àcids. Podem observar el procés descrit a la Figura a.



**Figura a: Evolució dels sucres i els àcids durant les últimes vuit setmanes de la maduració.** S'observa un augment dels sucres i una disminució de l'acidesa. Les corbes representen l'evolució de la composició mitjana d'un conjunt de grans de raïm d'una vinya. Si tan sols consideréssim un sol gra, veuríem com l'evolució és molt més ràpida. Font: Enologia pràctica, Emile Peynaud.

## LES VEREMES

### Fixació del dia de la verema

Es poden fer previsions a llarg termini basant-se en el fet que el període de la verema està comprès entre els mesos de febrer i abril (en el cas de l'hemisferi sud) o bé juliol i octubre (en l'hemisferi nord), i també establint unes dates aproximades entre la floració<sup>4</sup> i el verol. Tot i així, no és possible fixar una data prou precisa, ja que el grau de maduració també depèn d'altres factors com l'anyada, la varietat, la parcel·la, l'estat sanitari del raïm, la meteorologia i la latitud, entre altres.

Per a determinar el moment de la collita amb més precisió, ja que és un dels aspectes més transcendents a l'hora d'elaborar un vi de qualitat, es duen a terme un seguit de controls de maduració per a poder preveure el most que s'obindrà. Per seguir un mètode més precís s'analitzen els components del raïm, sabent que el punt de maduració ideal depèn de la relació o l'equilibri existent entre els sucres i els àcids. Els primers s'acumulen amb el temps i els

àcids, en canvi, es consumeixen. Aquests dos fenòmens són completament independents l'un de l'altre. Els controls periòdics comencen a realitzar-se dues vegades per setmana a les etapes finals del procés de maduració. Cal prendre una mostra significativa del total de la collita, en la qual s'estudien els tres paràmetres següents: la densitat, el contingut en sucres i l'acidesa. A l'hora d'escollir la data de la verema, és preferible evitar als ceps les malalties que poden patir en el final del seu cicle vegetatiu. Si pel contrari, el raïm està podrit, llavors s'haurà d'avançar la verema abans de les data desitjada. Les infeccions més habituals són les dels virus *Botrytis cinerea*, *Penicillium* i *Aspergillus*, que es detecten perquè el raïm es podreix i es torna de color gris, verd, o blanc, respectivament. En aquest cas, s'han de tallar els raïms i dipositar-los en una zona allunyada de la vinya per evitar possibles infeccions en futures collites.

### **Sobremaduració i floridura grisa**

La sobremaduració és el moment en què el raïm ha assolit la seva màxima maduresa i ja no s'alimenta de la planta, sinó que sobreviu amb les seves pròpies reserves. Alguns tipus de vins es basen en la sobremaduració dels raïms, que els permet enriquir i millorar el most, per tant hi trobarem floridura noble, que en aquest cas no serà perjudicial, sinó que potenciarà un augment dels sucres al fruit, com per exemple en els vins licorosos. Per elaborar-los es deixen els raïms als ceps fins que les baies es marceixen, disminueixen els àcids i el suc es concentra. Aquest procés es basa en l'actuació del bacteri *Botrytis cinerea*, que requereix un ambient humit i la llum del sol, i provoca una floridura que ataca la pell del raïm. Només serà beneficiosa si actua quan el raïm ja està completament madur, i els grans mantindran la pell llisa, de color morat i estan inflats.

En canvi, als grans que s'arruguen i mostren floridures grises en la seva superfície, el procés de sobremaduració els ha estat perjudicial. En aquests casos, trobaríem podridura grisa en lloc de noble. Per tant, sempre que es vulgui buscar una millor maduresa, abans s'hauran d'estudiar els possibles riscos que pot comportar deixar els raïms més temps al cep, podent acabar desenvolupant floridura perjudicial. Està produïda per l'acció de diferents fongs, el més habitual dels quals és el *Botrytis cinerea*. A diferència de la podridura noble, que millora el most, la vulgar o grisa, quan està molt avançada, provoca sabors desagradables de florit, de fongs i de fenol. El clima és el que determina si la podridura és noble o no, i si, per tant, millora el most o l'empitjora, però en el cas del raïm negre, els raïms que estan rebentats o fets malbé pels insectes, i els que tenen la pell fina, aquesta sempre és perjudicial. A grans trets, provoca la pèrdua de volum, la desaparició de les substàncies aromàtiques i comporta gustos desagradables al vi. L'acció dels insecticides l'únic que fa és retardar el desenvolupament de la floridura.

## L'ÀCID GLUCÒNIC COM A INDICADOR DEL PODRIT EN EL RAÏM

L'àcid glucònic és un àcid orgànic amb fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$ . Es forma a la naturalesa mitjançant l'oxidació de la glucosa, procés que realitzen determinats enzims d'alguns bacteris.

### Per què és un bon indicador?

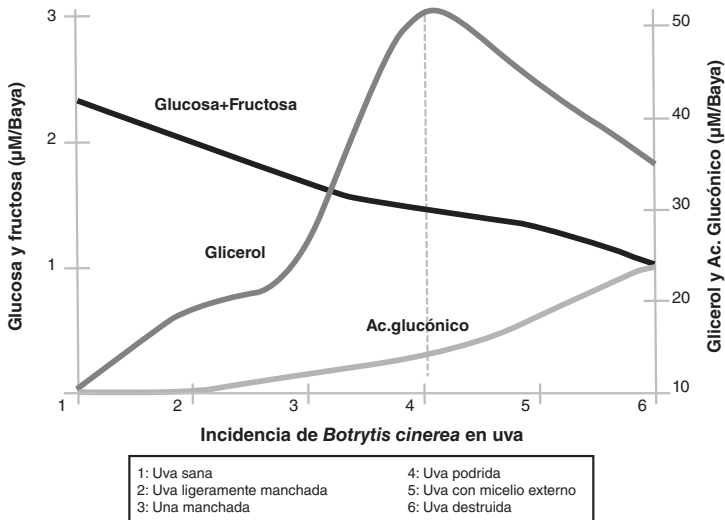
L'àcid glucònic és una substància d'origen microbià que es troba directament relacionada amb la podridura del raïm. El contingut d'àcid glucònic en el most és un símptoma de raïms amb *Botrytis* o podridura grisa, un fong que provoca la floridura del fruit al final del procés de maduració. Per tant, és un bon indicador de l'estat sanitari del raïm durant la collita. Pot donar-se el cas que raïms aparentment sans continguin alts nivells de glucònic i que, per tant, es podreixin a curt termini, per això l'àcid glucònic té un alt potencial com a indicador de la infecció, ja que aquesta no sempre serà visible als estadis inicials, en canvi amb la quantificació de l'àcid podem detectar-la precoçment i tractar la collita amb molt més temps de marge i, per tant, en reduir-ne els efectes perjudicials pel most.

La podridura comuna és una malaltia endèmica en les zones de cultius de la vinya. Normalment afecta entre el 5 i el 10% de la collita, tot i que si les condicions afavoreixen la seva propagació pot abastar-ne fins al 50%. Els vins, elaborats a partir de raïms afectats per la podridura, contenen altes concentracions en àcid glucònic, i això vol dir que el fong està metabolitzant la glucosa i fructosa del raïm i alhora està produint un polisacàrid: el glucà, que inhibeix la fermentació alcohòlica, i això disminuirà la qualitat dels futurs vins, per això és millor eliminar el glucà del most abans de la seva fermentació.

### EFFECTES DE LA *BOTRYTIS CINEREA*

La informació d'aquest apartat i dels que venen a continuació ha estat proporcionada pels tècnics del laboratori d'Espelt Viticultors, durant l'elaboració de la part pràctica del treball.

El fong consumeix entre el 35 i el 45% dels sucres del raïm, com a conseqüència, el vi és menys fermentable i tindrà un grau menor d'alcohol, ja que la base de la fermentació alcohòlica són els sucres. Disminueixen els nivells d'àcid màlic i tartàric, que són metabolitzats i com a conseqüència augmenta el pH. Es forma entre 1 i 5g/L de glucònic i entre 1 i 10g/L de glicerol.<sup>3</sup> Aquests efectes, que es mostren a la Figura b, van acompanyats de la formació de polisacàrids complexos, els glucans (polímers de glucosa amb enllaços  $\beta$ ), que tenen un gran pes molecular i dificulten el filtrat del most i n'inhibeixen la fermentació alcohòlica. També podem apreciar la destrucció dels components aromàtics del most, com els terpens, i pel contrari es formen altres compostos no desitjats que donen al vi l'olor d'humitat característic de la floridura.



**Figura b: Efectes de la *Botrytis cinerea*.** En la gràfica anterior, podem observar els canvis que es produeixen en la composició del raïm a mida que hi va creixent la incidència de *Botrytis*. La glucosa i la fructosa van disminuint, ja que es consumeixen per a la posterior producció d'àcid glucònic i glicerol.<sup>3</sup> Font: Biolan microsensors.

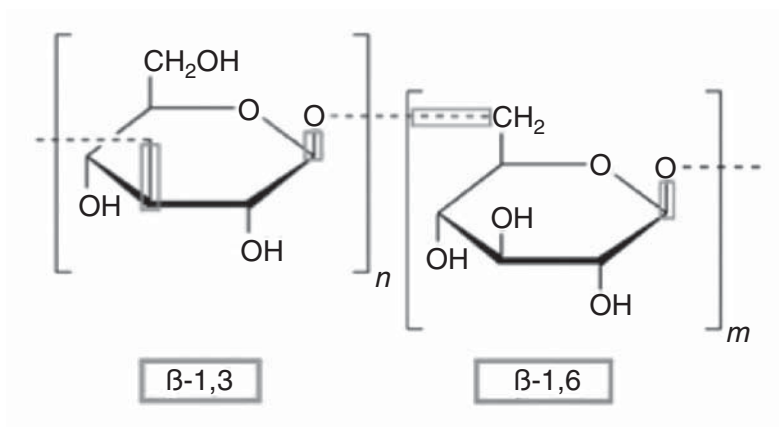
### Producció d'àcid glucònic

L'àcid glucònic no es troba en el raïm si no hi ha *Botrytis*, ja que és un producte del metabolisme de diferents microorganismes a partir de l'oxidació de la glucosa. Així doncs, és un marcador ideal de la qualitat del raïm, del most, i del vi, perquè la seva producció prové del fong que fa que aquests tinguin característiques indesitjables. Quan s'oxida la glucosa, el procés que duu a terme el fong *Botrytis*, es forma el glucònic. La seva concentració és proporcional al nivell de podrit, és a dir, com més quantitat d'àcid glucònic hi ha, més floridura hi ha al raïm, encara que el seu aspecte visible sigui de raïm sa.

Tal com hem dit, el glucònic és un producte de l'oxidació de la  $\alpha$ -glucosa en presència de l'enzim glucosa oxidasa, produït pel fong *Botrytis cinerea*. La glucosa és la font d'energia per la *Botrytis*.

### Aprofitament del raïm amb *Botrytis*

En el cas que el raïm tingui *Botrytis*, sempre que les concentracions d'aquest siguin molt baixes, es pot aprofitar mitjançant diferents processos. Normalment, un cop s'ha netejat el raïm i es premsa per obtenir el most, es passa per uns filtres molt fins, que eliminen qualsevol impuresa del most. El problema que hi ha quan el raïm té *Botrytis* és que el fong excreta glucà, una cadena molt llarga de glucoses unides entre elles per un enllaç  $\beta$ , il·lustrat a la Figura c, cosa que el fa molt difícil de trencar i per tant la molècula és massa gran i no passa pel filtre. Llavors, per poder aprofitar el raïm, s'han de trencar aquestes cadenes i eliminar-les del most. Podem fer-ho amb els enzims  $\beta$ -glucanases, que hidrolitzen el glucà i el fan precipitar. Com a conseqüència, s'acumula a la part inferior de les cisternes, i a la superior queda el líquid net. Així ens permet destriar la part neta del most de la que conté el precipitat, i el raïm que estava afectat per *Botrytis* ara és apte per a la producció de vi.



**Figura c: Glucà.** Font: Viquipèdia.



## MÈTODES PER A LA DETECCIÓ D'ÀCID GLUCÒNIC

Quan es rep una tramesa de raïm i s'analitza, es pot saber quina qualitat té i per tant quin preu s'hi ajusta. En el cas que s'estudii la qualitat del raïm de vinyes pròpies, permet decidir el destí d'exportació i l'ús que se'n farà. Primer de tot es pren una mostra i es posa en una cubeta. A continuació, existeixen diversos mètodes per a fer l'anàlisi, però ens centrarem en els biosensors.

### Aparells concrets de detecció immediata

En l'actualitat es consumeix més vi de qualitat en detriment del vi de taula, i els cellers i les cooperatives han hagut d'estudiar nous mètodes per controlar la qualitat del raïm a partir de diversos indicadors relacionats amb els aspectes que més els interessin: el color, l'estat sanitari i la maduresa del raïm. Existeixen diferents mètodes per a la detecció de l'àcid glucònic, però en l'article només s'explicarà l'utilitzat en la part pràctica de la recerca: els aparells de detecció immediata, que són eines compactes per a la quantificació de molècules. Un exemple és el biosensor Biolan, creat per una empresa amb la finalitat de detectar *Botrytis* en una etapa precoç. Conté un element de reconeixement biològic, en el cas de la determinació del glucònic s'utilitza un enzim específic purificat: el GADH (gliceraldehid deshidrogenasa) que reacciona amb l'àcid glucònic i ens permet "destriar-lo" de la resta de components de la mostra. Per últim, es tradueix el senyal biològic a elèctric, fent-lo visible i quantificable. Només necessita de 2 a 5 minuts per a fer l'anàlisi i, a més, no requereix cap tipus de tractament previ a la mostra.

## PROCEDIMENT

Quan vaig saber com volia enfocar el tema vaig posar-me en contacte amb l'Anna Espelt, directora i enòloga d'Espelt Viticultors, per demanar-li si era possible comptar amb la seva col·laboració al treball i fer les pràctiques al seu celler. Abans de començar el treball, la meva tutora i jo vam reunir-nos amb ella a Vilajuïga, on tenen el celler, les oficines i el laboratori de l'empresa. Així vam organitzar i estructurar les parts del treball i vam concretar com fariem la part pràctica.

Per a fer la recerca teòrica, vaig llegir els llibres que tenia, sobretot centrant-me en els apartats que més m'interessaven i contrastant la informació que n'extreia de cadascun. Vaig complementar-ho amb alguns articles científics i documentals, per tal d'obtenir el màxim d'informació possible i mirar d'entendre una mica com funciona el món del vi.

He anat diverses vegades al celler per a resoldre alguns dubtes que m'han anat sorgint a mida que anava avançant. He pogut comptar amb l'ajuda del personal del laboratori, que m'han facilitat informació que no apareixia ni als llibres ni a

Internet. M'han explicat quina és la reacció química de producció de l'àcid glucònic, que és l'estrella del meu treball i els efectes que tenia sobre el raïm i el vi. M'han ajudat a conèixer quins són els mètodes de detecció de l'àcid glucònic, i en què consisteix cadascun d'ells. Finalment em van explicar quins són més costosos, els que ofereixen uns resultats més fiables i quins són els que ells mateixos preferien utilitzar.

Des del laboratori, van proposar-me que per fer la part pràctica del treball, podia analitzar, amb un biosensor específic, la concentració d'àcid glucònic de tres varietats diferents de raïm de la seva pròpia producció. A partir dels valors obtinguts, veure quin raïm, tot i estar contaminat –en quantitats traça–, és aprofitable per a produir vi. A continuació, m'ensenyarien quins tractaments enzimàtics i quins processos utilitzen al celler per tal de poder eliminar el glucà que es troba en el raïm.

Finalment he volgut completar el meu treball amb informació pròpia dels cellers de la zona, així que m'he posat en contacte a través de correu electrònic amb alguns d'ells, per si em podien respondre a una enquesta que he realitzat. L'enquesta està pensada per saber si utilitzen l'àcid glucònic en les seves analítiques per determinar la qualitat del raïm, en quin moment l'analitzen, i a través de quin mètode fan la detecció. En el cas que no facin servir el glucònic com a indicador, els he preguntat de quina altra manera controlen la qualitat de la seva producció i si les seves collites es veuen fortament afectades per la *Botrytis*.

## **ÀNALISI DE L'ÀCID GLUCÒNIC EN TRES VARIETATS DIFERENTS DE RAÏM**

Per a fer l'anàlisi de l'àcid glucònic farem servir el mètode d'estudi enzimàtic explicat anteriorment. Per realitzar-lo utilitzarem el kit de reactius Biopharm. Aquest kit conté 32 tests individuals i el mateix nombre de cubetes amb el reactiu preparat al seu interior.

### **Preparació de mostres**

El primer que fem quan ens arriba cada varietat de raïm és prendre'n una mostra homogènia. Escollim grans de raïm de 4 punts diferents del remolc que conté la collita. D'aquesta manera la mostra que aconseguirem serà variada i ens permetrà calcular una aproximació mitjana de la concentració de glucònic de cada varietat. La mostra A és raïm de la varietat Carinyena, la mostra B és Garnatxa, i la mostra C és Syrah. El segon pas, consisteix a aixafar el raïm seleccionat en un morter de laboratori, filtrem el producte resultant amb un colador i recollim una petita quantitat de la mostra obtinguda després de la filtració en un vas de precipitats. Després, amb una micropipeta, mesurem la quantitat necessària de mostra i la col·loquem en els recipients preparats del kit.

El mateix kit, com he comentat abans, ja inclou les cubetes petites que contenen els reactius, ja preparats, al seu interior. Col·loquem una cubeta amb la mostra a l'interior del biosensor. Cada unitat permet fer l'anàlisi d'una mostra. A més també contenen petites boles de metall a dins perquè els reactius i la mostra es barregin millor. Per calibrar l'aparell s'agafa una mostra de concentració coneguda i es fa una mesura de la mostra amb el biosensor. Un cop s'obté el resultat només ens cal comprovar que coincideixen la concentració esperada i l'obtinguda experimentalment. Seguidament, introduïm al biosensor el xip adequat per a l'anàlisi de l'àcid glucònic, que és el que identifica quins reactius s'estan utilitzant i és el que també interpretarà els resultats obtinguts. Esperem uns 15 minuts per a obtenir els resultats de l'anàlisi.

## RESULTATS

Les lectures de resultats al biosensor han estat les següents. La mostra A conté 0,05 mg/L d'àcid glucònic, en ser una concentració molt baixa no és necessari fer cap tractament addicional al raïm. La mostra B presenta 0,08 mg/L d'àcid glucònic. En aquest segon cas, la concentració és més elevada, però segueix sense considerar-se contaminada, per tant, tampoc requereix cap tractament. Finalment, la mostra C presenta 0,12 mg/L d'àcid glucònic. Tot i estar contaminada, en aquest cas, ho està molt poc. Haurem d'aplicar-li un tractament específic per a poder eliminar el glucà, que consisteix en l'aplicació d'enzims  $\beta$ -glucanases amb una dosi de 6g/hL de la marca Novozyme (Vino Taste pro). La dosi d'enzims s'afegeix al most abans que tot el sucre hagi estat metabolitzat per la *Botrytis*, ja que llavors no seria possible la fermentació alcohòlica, i la quantitat necessària depèn de la quantitat de most a tractar i no pas de la de glucònic. En el nostre cas, el volum de most total afectat és de 26.000 L, i el producte s'ha d'aplicar en una concentració de 6 g/hL. Per tant, la quantitat necessària d'enzim serà de 1.560 g. deixem que l'enzim actuï el temps necessari en funció de la quantitat de most, i un cop hagi precipitat el glucà, amb l'ajuda d'una mànega que col·loquem a la part alta de la cisterna amb el most, passem el líquid net a una nova cisterna, en canvi el líquid de sota que conté el precipitat és extret per una aixeta de la part inferior de la cisterna. D'aquesta manera deixem que el vi evolucioni en les condicions normals, i permetem que la glucosa pugui fermentar obtenint alcohol.

## CONCLUSIONS

Com a conclusió de la recerca i com a resposta a la pregunta plantejada a l'inici del treball: L'àcid glucònic és un bon indicador del nivell de podrit en el raïm de vinificació?, ara puc dir que l'anàlisi de l'àcid glucònic és un bon mètode per a obtenir una determinació objectiva de l'estat sanitari del raïm destinat a l'elaboració de vins. Les raons que m'han portat a aquesta conclusió es podrien

sintetitzar de la manera següent. L'estat sanitari del raïm és un aspecte clau per a obtenir un vi de qualitat. L'àcid glucònic és un bon indicador perquè la seva presència al raïm tan sols és possible si també hi ha *Botrytis*, el fong que provoca la floridura grisa, ja que és un producte del metabolisme d'aquest fong. El fong, a través de l'enzim glucosa oxidasa, metabolitza la glucosa i la fructosa en àcid glucònic impedit que fermentin fins a etanol, que és el producte esperat de la fermentació alcohòlica. El fong *Botrytis* provoca, entre altres, una disminució dels sucres del raïm i la formació de polisacàrids com el glucà, que inhibeix la fermentació alcohòlica. Si una collita es troba contaminada, a més de detectar la infecció al més aviat possible i avançar la verema, és convenient aplicar tractaments específics al most.

Actualment disposem de mètodes per a l'anàlisi del raïm que són ràpides i fiables, i que ens proporcionen resultats correctes en molt poc temps. El més utilitzat és el Biosensor, útil en els cellers i les cooperatives. L'avantatge que té analitzar el nivell de podrit del raïm a través del glucònic, i no només mitjançant l'aspecte visual –que és com alguns cellers ho continuen fent–, és que el glucònic permet saber si raïms aparentment sans, i que tenen un bon aspecte visual, estan afectats pel fong *Botrytis cinerea* i desenvoluparan podridura en poc temps. Així, els viticultors poden fer una detecció precoç i intervenir abans que tota la collita es vegi afectada pel fong.

Amb l'anàlisi de mostres de raïm, he pogut comprovar la presència d'àcid glucònic en raïms que aparentment eren sans, i fins i tot l'he pogut detectar en quantitats traça, on no cal realitzar cap correcció en el raïm, sinó que és un apte per a vinificació. Al raïm on he detectat concentració d'àcid glucònic, igual o superior a 0,1mg/L, cal realitzar-hi un tractament que consisteix a aplicar la dosi adequada d'enzim  $\beta$ -glucanasa, que hidrolitza el glucà i el fa precipitar. D'aquesta manera, el most podrà seguir fent la fermentació alcohòlica i produirà un vi amb les qualitats desitjades.

Les enquestes destinades als cellers de la zona han servit per verificar la utilitat real d'aquest mètode, més enllà de les expectatives teòriques. Resulta ser útil sobretot en cooperatives, ja que és on reben una quantitat més gran de raïm de viticultors i varietats diferents, de les quals no n'han pogut evaluar ells mateixos el seguiment. Així, quantifiquen l'àcid glucònic com a indicador de la qualitat del raïm i també els permet controlar infeccions per a altres fongs. Altres cellers, ja sigui perquè tenen una producció més reduïda o perquè les seves collites no es veuen massa afectades per *Botrytis*, prefereixen recórrer a les tècniques d'anàlisi tradicionals, acompanyades d'un control visual continuat del raïm. Tot i així, la majoria coincideixen en el fet que les infeccions de *Botrytis* no els representen un problema molt comú, però en algunes collites amb pluges i humitat abundants, sí que han detectat podridura. En aquest últim cas, si el nivell d'afectació és molt elevat, el raïm infectat és directament descartat.

Un món que per mi era desconegut s'ha obert davant meu... i m'ha interessat molt. La curiositat de voler saber és el que genera recerca i investigació i en això consisteix el treball de recerca.

## **BIBLIOGRAFIA**

- BLOUIN, J.; CRUÈGE, J., *Analyse et composition des vins: comprendre le vin*. París: Editions la Vigne, Dunod, 2003.
- BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G., *Maturation et maturité des raisins*. Bordeaux: Éditions Féret, 2000.
- MADRID, J.; MADRID, A.; MORENO, G., *Análisis de vinos, mostos, y alcoholes*. Madrid: AMV Ediciones, Mundi-Prensa, 2003.
- PEYNAUD, E., *Enología práctica: conocimiento y elaboración del vino*. 3a Edició. Bilbao: Grafo S.A, 1989.
- ZOECKLEIN, B.; FUGELSANG, K.; GUMP, B.; NURY, F., *Wine analysis and production*. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, 1999.

## **ANNEX I: GLOSSARI**

1. Verol: etapa en l'evolució anual del cep, durant la qual els grans van agafant el seu color, essent vermell en el cas de les varietats negres, i groc en les varietats blanques.
2. *Botrytis cinerea*: fong responsable de la podridura del raïm.
3. Glicerol: substància incolora de gust dolç. Pot aportar corpulència al vi.
4. Floració: etapa del desenvolupament del cep durant la qual s'obren les flors.

