

CONHECIMENTO E CONTROLO DOS COMPOSTOS AROMÁTICOS E FENÓLICOS DOS VINHOS

Stéphane VIDAL *, **Patrick VUCHOT ****

*Inter-Rhône, Responsável pelo laboratório de análises, 2260 Route du Grès, 84100 Orange.
E-mail : s.vidal@inter-rhone.com

** Inter-Rhône, Responsável pela investigação, 2260 Route du Grès, 84100 Orange.
E-mail : p.vuchot@inter-rhone.com

Este artigo foi publicado nos actos dos 8^{os} Encontros Rhodonianos. 25 de Março de 2004

Introdução

A qualidade dos vinhos tintos assenta sobre um equilíbrio que alia as notas aromáticas varietais a uma boca complexa. Neste contexto, os compostos aromáticos e fenólicos assumem uma grande importância para o enólogo. O potencial aromático e fenólico das uvas serão determinantes para a qualidade da vindima, devendo a escolha dos processos de vinificação permitir a máxima expressão deste potencial e ser adaptada ao tipo de vinho pretendido. A integração destes aspectos e a sua consideração na definição do processo enológico assumem grande relevância no quadro da segmentação do mercado de Cotes du Rhône no que diz respeito, particularmente, aos vinhos «frutados» e «encorpados». Esta segmentação é suportada por critérios analíticos precisos. Os vinhos frutados devem apresentar, entre outros, uma Intensidade Corante (IC) inferior a 5 e um Índice de Polifenóis Totais (IPT) inferior a 40. Pelo contrário, os vinhos «encorpados» devem apresentar valores mínimos de 5 e 40 para o IC e IPT, respectivamente. Este artigo faz o ponto de situação sobre os conhecimentos relativos à composição dos bagos de uva e dos vinhos em compostos aromáticos e polifenólicos, discutindo os factores e as técnicas que melhor permitem a sua preservação na transição entre uva e vinho. Na parte final, é discutida a influência de diversos factores sobre a percepção tanínica e aromática dos vinhos, numa perspectiva da sua eventual utilização para a obtenção de vinhos frutados e encorpados.

Composição do bago em compostos polifenólicos e aromáticos

➤ Principais compostos polifenólicos

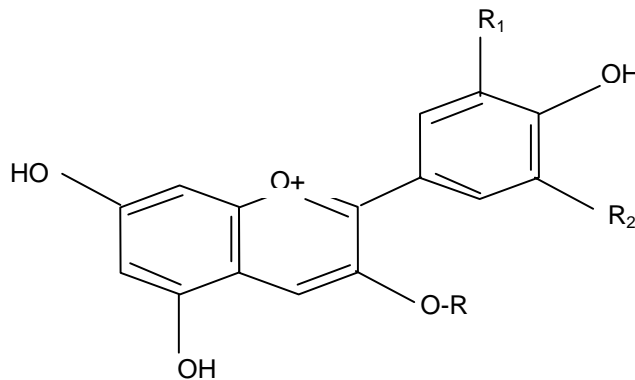
Os compostos polifenólicos da uva podem ser classificados em duas categorias: os flavonóides (proantocianidinas ou taninos condensados, antocianinas, flavonóis essencialmente) e os não flavonóides (ácidos fenólicos e estilbeno). Neste artigo, apenas serão abordadas as antocianinas e os taninos, os principais polifenóis de interesse dos vinhos tintos, dada a sua contribuição, respectivamente, para a cor e a adstringência dos vinhos, mas também dada a propensão para reagirem e originarem compostos derivados que asseguram a estabilidade da cor e o amaciamento do vinho. Os ácidos fenólicos podem contribuir para uma percepção amarga dos vinhos (Noble, 1994) e os flavonóis estão implicados em fenómenos de co-pigmentação (Darias-Martin, 2002) susceptíveis de aumentar a intensidade corante dos vinhos.

➤ Antocianinas

As antocianinas são pigmentos localizados nos vacúolos das células da hipoderme do bago de uva e na polpa das uvas tintureiras (ex: *Vitis vinifera*, variedade Alicante bouschet). O teor e a composição em antocianinas diferem entre castas. Para a espécie *Vitis vinifera*, as antocianinas

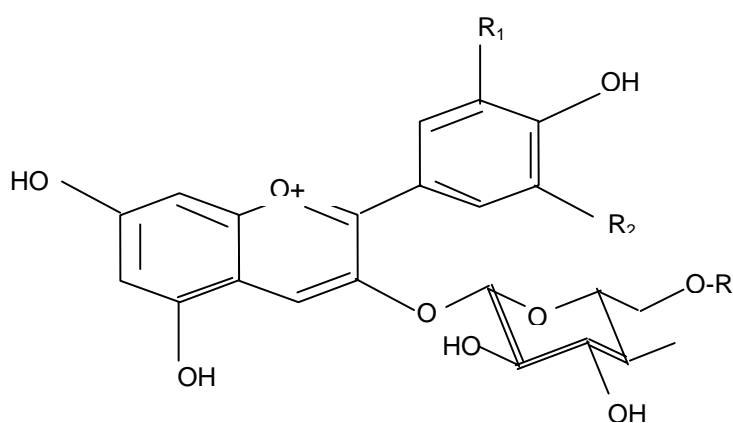
são glucosídeos de malvidina, peonidina, petunidina, delphinidina e cianidina cujos diferentes níveis de hidroxilação e metoxilação (OCH₃) são apresentados na tabela seguinte.

Compostos	R1	R2
Malvidina	OCH ₃	OCH ₃
Peonidina	OCH ₃	H
Petunidina	OCH ₃	OH
Cianidina	OH	H
Delphinidina	OH	OH

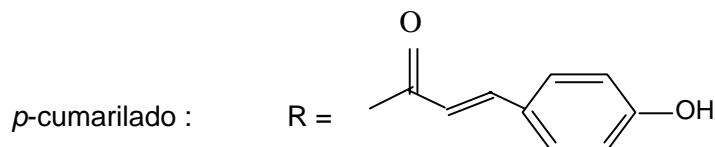


Estas cinco moléculas podem ser encontradas sob formas aciladas resultantes da esterificação pelos ácidos acético, *p*-cumárico e cafeíco (Figura 1). O máximo de absorção das antocianinas depende do nível de substituição dos ciclos assim como da esterificação, podendo algumas moléculas determinar notas violeta.

Figura 1 : Esterificação das antocianinas



Ex. : acetilado : R = CO-CH₃



A esta complexidade estrutural junta-se a propriedade das antocianinas existirem sob a forma de vários isómeros [base quinonínica, ião flavilium= forma catiónica (ver figura 1), base hemiacetal e a sua forma aberta, a chalcona] em equilíbrio em solução e dependentes do pH. É interessante notar que para os valores de pH do vinho tinto (3,5 em média), apenas cerca de 20% das antocianinas se encontram na forma flavilium, o qual confere ao vinho uma cor vermelha, sendo predominante a forma hemiacetal, incolor. As diferentes castas apresentam teores médios em antocianinas totais distintos. A casta Syrah contém concentrações mais elevadas que a casta Grenache (Puech, 2000). Para além da quantidade global, as diferenças da sua distribuição pelas diversas classes puderam ser observadas: enquanto que a casta Grenache apresenta 75% de malvidina-3-glicosídeo, na casta Syrah este composto apenas representa 50% das antocianinas (Puech, 2000). Devem ainda ser notados os «efeitos parcela» sobre a quantidade de antocianinas, o que não se verifica relativamente à sua distribuição, o que foi demonstrado pelo Observatório Grenache (Puech, 2000).

➤ Taninos

As proantocianidinas ou os taninos condensados são polímeros constituídos por flavonóides monómeros que no caso da uva são a catequina, a epicatequina, a galato epicatequina e a epigalocatequina. No bago de uva estas moléculas estão localizadas nas grânhas (nas células dos envelopes internos e externos) ou na película. Os engaço contem igualmente taninos mas em teores inferiores a 5% do total de taninos da uva. (Souquet et al 2000). Os taninos estão presentes nas células, quer sob a forma livre, quer agregados, dois estados de organização que evoluem no decurso da maturação (Cadot, 2004).

Os taninos diferem a nível estrutural em função da sua origem tecidual. Os taninos de uva são caracterizados pela presença da galato epicatequina em teores superiores a 20% da sua composição (Prieur *et al.*, 1994) e por uma dimensão (ou grau de polimerização – gp) inferior, em média, a 10 unidades. Os taninos da película são caracterizados por um teor mais reduzido em galato epicatequina (da ordem de 5%), e, principalmente, pelo teor em epigalocatequina, verdadeiro marcador da origem pelicular, da ordem de 20% (Souquet *et all.* 1996). No que diz respeito à sua dimensão, os taninos da película são em média maiores que os da grânha, com um gp de 30. A análise estrutural dos taninos continua a ser privilégio de alguns laboratórios de investigação básica, sendo a informação produzida de difícil acesso; no entanto, algumas diferenças entre castas foram evidenciadas quando foram cruzados os resultados de vários estudos. É de notar que os taninos de Grenache e de Syrah diferem entre si no plano estrutural (Tabela 2)

Casta	Grau de polimerização		% de epigalocatequina		% de galato epicatequina	
	Graíinha	Película	Graíinha	Película	Graíinha	Película
Grenache noir	12	35	0	30	38	8
Syrah	10	30	0	22	20	5

1 Souquet, Relatório de Estágio, CNAM, 1997

2 Vidal *et al.*, 2003

Tabela 2: Características estruturais dos taninos de Syrah e de Grenache noir

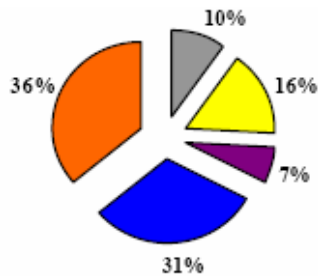
➤ Aromas

Na uva existem duas grandes famílias de compostos aromáticos: os que são, eles mesmo, odorantes - os aromas livres - e os que representam uma reserva de odor que se faz notar no decurso das diferentes etapas de vinificação e de estágio dos vinhos – os percursos de aromas. São raras as castas com uvas ricas em aromas livres. As castas Grenache e Syrah, principais castas utilizadas no Vale do Rhône, são pobres em compostos odorantes mas contêm numerosos percursos de aromas. Ainda que presentes em todo o bago de uva, os compostos de aromas são os mais abundantes na película. Entre estas várias moléculas, os percursos glicosídicos são tidos em conta em vários estudos (Rémi Schneider, 2003). De forma geral, os compostos glicosídicos são constituídos por uma parte glicosídica e por uma parte aglicona.

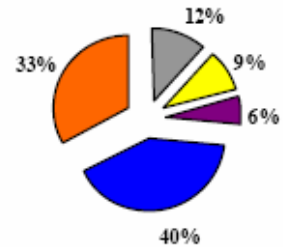
A parte glicosídica é constituída no mínimo por uma molécula de glucose, uma molécula de apiose e de ramnose ou arabinose, podendo contribuir para a complexidade da estrutura desta sub-parte. As agliconas são constituídas de compostos voláteis reagrupados em diferentes classes em função das estruturas encontradas (alcoóis aromáticos, alifáticos e com cadeias C₆, fenóis, terpenos e norisoprenóides com cadeias C₁₃). As limitações dos métodos actuais de dosagem dos percursos glicosídicos disponibilizam apenas uma reduzida quantidade de informação sobre este importante parâmetro da qualidade da vindima. O método de análise que disponibiliza maior quantidade de informação exige a combinação de uma preparação fastidiosa de amostras (extracção, separação, tratamento enzimático) com a dosagem por cromatografia gasosa associada à espectrometria de massa ou a um detector de ionização por chama. Infelizmente esta abordagem está reservada aos laboratórios de investigação pura, possuindo não só os equipamentos de tecnologia de ponta necessários, mas também as competências científicas necessárias à interpretação dos resultados. Foram já desenvolvidos métodos mais rápidos. O método GG (Iland *et al.*, 1996) foi desenvolvido por australianos; no entanto, a abundância de polifenóis glicosídicos (antocianinas e flavonóis) interfere sobre a validade dos resultados obtidos. O ITV e o INRA propõem um novo método baseado no IRTF, o qual deverá ainda ser desenvolvido. Os resultados disponíveis até à data são, por isso, resultantes, apenas, da investigação científica pura. As diferentes castas distinguem-se não somente através dos diferentes teores de percursos glicosídicos mais também em função da repartição diferenciada das classes de agliconas no seio dos percursos glicosídicos.

Uma tese financiada pelo Inter Rhône, dedicou-se a melhor caracterizar o potencial aromático das castas grenache e syrah. Apesar de ambas apresentarem teores comparáveis de percursos glicosídicos, a syrah destaca-se pelo teor relativo em C-13 norisoprenóides glicosilados superior e um teor em fenóis glicosilados inferior ao apresentado pela casta grenache (Marie Ségurel, tese em curso).

Grenache
1207µg/L de mosto



Syrah
1260µg/L de mosto



- Alcoóis
- Compostos em C₆
- Terpenóides
- Norisoprenóides
- Fenóis

Figura 2
Repartição das diferentes classes de agliconas em função das castas

Deve ser referido que as diferenças são evidenciadas mesmo entre colheitas (os teores registados em 2002 foram mais reduzidos que os verificados em 2001) e que as diferentes classes de precursores são afectadas de forma não homogénea. Da mesma forma, os «efeitos parcela» foram evidenciados nos trabalhos realizados (Figura 3).

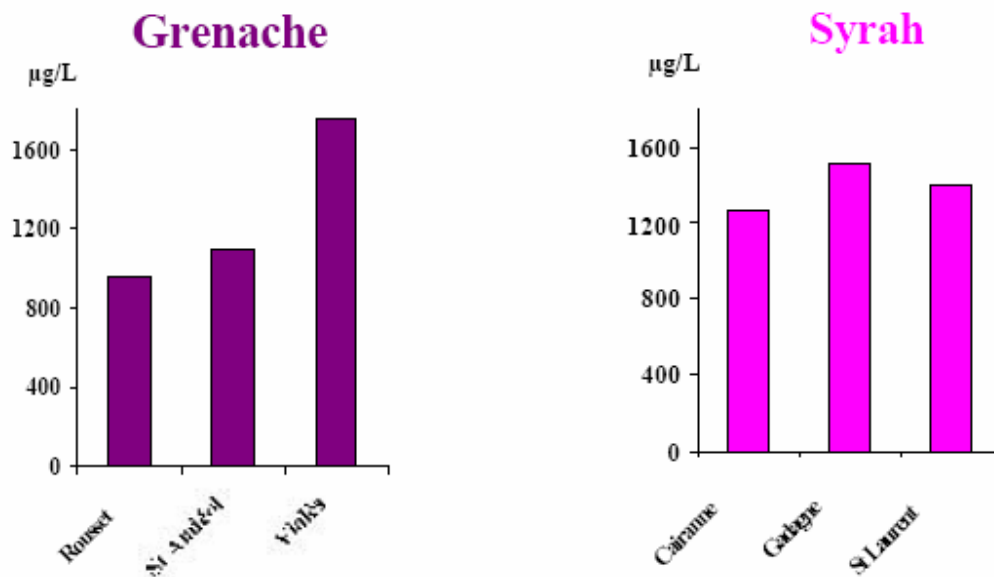


Figura 3

Diferenças nos teores de precursores glicosídicos em função das parcelas

➤ Conclusão parcial

Os dados relativos ao potencial aromático e fenólico parecem ser de enorme importância para uma avaliação correcta da qualidade da vindima; no entanto, até à data, apresentam limitações, dada a exequibilidade, por vezes difícil, dos métodos de análise utilizados. Em síntese, o potencial aromático e polifenólico da colheita varia em função das castas, do estado fisiológico e da origem das parcelas (*terroir*, trabalhos culturais, ...). É interessante notar que as grandes vias metabólicas de biossíntese de glúcidos, proteínas e, particularmente, de polifenóis, encontram-se «em concorrência» pelo resultado da composição do bago relativamente a uma grande variedade de moléculas. Podemos citar, a título de exemplo, o caso do conjunto dos polifenóis cuja síntese implica uma enzima comum, a fenilalanina amonialiase (PAL). A actividade da PAL orienta-se no sentido da produção de polifenóis quando as condições são desfavoráveis ao crescimento, em detrimento da síntese de proteínas.

De forma clara, a película apresenta-se como o reservatório principal de compostos aromáticos e polifenólicos que irão influenciar a qualidade do vinho acabado.

Factores de extracção

A arte de vinificação consiste em extrair estes compostos sem que haja um efeito negativo sobre o desenvolvimento da fermentação alcoólica. Conseguir, com sucesso, um produto macio e frutado ou melhor estruturado, passa pelo controlo da extracção das antocianinas e dos taninos da película, mas também de compostos aromáticos e da produção de aromas fermentativos pelas leveduras. Estes dois níveis, que dependem de factores diferentes, devem ser controlados.

➤ **A extracção da cor e dos taninos**

Esta extracção é sempre incompleta e muito variável. O vinho, geralmente, não contém mais do que 20 a 50% dos compostos fenólicos presentes inicialmente na uva. O objectivo não é conseguir uma extracção máxima mas uma extracção óptima dos compostos que mais contribuem para a qualidade do vinho.

Quando o objectivo é produzir um vinho macio e frutado, é necessário extrair rapidamente as antocianinas, limitando sempre a difusão dos taninos.

São múltiplos os factores que controlam a extracção, sendo igualmente diverso o modo como actuam sobre a extracção de cada um dos compostos.

O primeiro parâmetro a ter em consideração é a natureza da matéria-prima: casta, nível de maturação da vindima e estado sanitário, os quais condicionam não só a riqueza em polifenóis mas também a sua extractibilidade. Os factores que condicionam esta extractibilidade dos compostos da película são pouco conhecidos. Os polissacáridos da parede que se opõem à difusão e à sua hidrólise parcial no decurso da maturação são provavelmente responsáveis por estas diferenças de extractibilidade, as quais poderão ser observadas entre duas matérias-primas contendo o mesmo potencial fenólico.

O segundo parâmetro é o álcool, principal factor de extracção de taninos. Ao contrário das antocianinas que se difundem facilmente em meio aquoso, os taninos necessitam da presença de álcool para que possam ser extraídos. Existem ainda diferenças entre a película e as grânhas. Os taninos da grânha são mais dificilmente difundidos dada a presença da cutícula. Em função da presença de álcool, podem ser distinguidas três fases no decurso da maceração:

- a maceração pré-fermentativa (de algumas horas a alguns dias) que decorre na ausência de álcool;

- a fermentação alcoólica, que se distingue pelo aumento da concentração de álcool e por uma importante actividade enzimática das leveduras. Esta fase dura geralmente três a dez dias, em função da fermentescibilidade do mosto e da estirpe de leveduras responsável pela fermentação.
- a maceração pós-fermentativa decorre entre 10 e 16 graus de álcool, dependendo dos casos. Com uma duração compreendida, geralmente, entre oito dias e um mês, alguns produtores de vinho prolongam-na durante mais de dois meses.

Com o aumento do teor de álcool, verificado com o decorrer do tempo, no decurso da fermentação, todas as técnicas promovem uma maceração pelicular, em meio etanólico, de curta duração, o que permite obter vinhos menos tanínicos. Por exemplo, a termovinificação, a maceração pré-fermentativa a frio ou a quente, a utilização de enzimas pectolíticas, a técnica “flash détente” seguidos de uma prensagem directa, são outros meios de reduzir a duração da maceração e assim a quantidade de taninos, extraindo sempre a máxima quantidade de antocianas. Pelo contrário, uma maceração longa permite uma extracção importante de taninos da película.

A temperatura é também um parâmetro essencial. As temperaturas mais correntemente utilizadas em maceração situam-se no intervalo de 28 a 30°C. Pode ser realizada uma maceração final a quente, entre 30 a 35°C, uma vez que a extracção é óptima a estas temperaturas. No entanto, estes níveis de temperatura combinados com o álcool presente e com a diminuição de nutrientes, coloca as leveduras, e mesmo as bactérias, em dificuldades, com os consequentes riscos de produção de acidez volátil e de paragens de fermentação. Abaixo dos 25°C a extracção é mais lenta. A “flash détente” seguida de uma maceração de três dias ou mais permite também aumentar acentuadamente a extracção. No entanto, este procedimento acarreta dificuldades, uma vez que o mosto, inicialmente a 35°C, deverá ser obrigatoriamente arrefecido para que a fermentação decorra em boas condições. A adição de enzimas é também necessária, uma vez que a extracção de quantidades importantes de pectinas e a degradação das pectinases da uva produzem mostos acentuadamente turvos.

É importante efectuar a circulação do vinho através da película, de modo a maximizar a difusão dos compostos peliculares. Com efeito, a velocidade de difusão de um composto depende também da sua concentração na fase líquida. Sem agitação, o sumo em contacto com as películas concentra-se, o que dificulta a difusão. Esta agitação pode ser realizada por submersão das massas, “délestage”, remontagem por bomba ou outras técnicas de remontagem como, por exemplo, a “turbopigeage”, a utilização de cubas com dois compartimentos sobrepostos do tipo Gimar, de cubas que utilizem o gás de fermentação – tipo Ganimède –, cubas rotativas ou basculantes.

Existem outras técnicas que permitem regular a extracção. A título de exemplo podem ser citadas a sangria de 10 a 30% do mosto na altura da encuba, a não realização, total ou parcial, do desengace, a maceração sulfítica, a adição total ou parcial do mosto de prensa ou a adição de taninos, a qual permite também modular a riqueza do vinho em polifenóis. Se as grânhas estão lenhificadas, podem manter-se sendo uma fonte suplementar de taninos.

- Libertação de compostos aromáticos peliculares e produção de aromas fermentativos

Paralelamente à extracção de polifenóis, é necessário preservar os aromas varietais e fermentativos. As condições desta preservação são muitas vezes contrárias às condições óptimas de extracção. O grau de maturação e as condições climáticas durante a maturação são

também determinantes relativamente aos compostos aromáticos. É o caso, por exemplo, da exposição das uvas ao sol. A temperatura é, seguramente, o principal factor determinante do perfil aromático dos vinhos. Acima de 30°C, este perfil transforma-se, sendo notória a perda de aromas de frutos frescos a favor do aumento da percepção de aromas de frutos maduros e de compota. Para temperaturas inferiores a 25°C os aromas frutados e fermentativos são bem preservados.

Outros factores são importantes: uma clarificação do mosto não muito acentuada; condições de anaerobiose para a síntese de ésteres; teor do mosto em azoto aminado para a síntese de alcoóis superiores.

Algumas técnicas particulares como a maceração carbónica ou a vinificação “*beaujolaise*” permitem o desenrolar de um metabolismo anaeróbico no seio dos bagos inteiros colocados em atmosfera carbónica. Esta prática possibilita a obtenção de vinhos particularmente frutados que reforçam a expressão aromática de determinadas castas como a Syrah.

Composição do vinho em polifenóis e aromas

➤ Polifenóis

As antocianinas e os taninos da uva são moléculas muito reactivas que, logo que são extraídas para a solução, podem evoluir, originando novas espécies moleculares. É sabido que a velocidade de reacção bem como as vias de reacção seguidas dependem das condições do meio (pH, temperatura, oxigénio, ...). A química dos polifenóis é muito complexa e a diversidade das moléculas formadas reforça as dificuldades de análise. A investigação em curso permite uma percepção mais objectiva de todas estas estruturas polifenólicas. Os trabalhos realizados pela equipa de Véronique Cheynier do INRA de Montpellier são dos mais importantes relativamente a esta questão. Duas principais vias de evolução dos compostos fenólicos no vinho foram identificadas. Uma primeira via envolve o etanal formado pelas leveduras na altura da fermentação alcoólica. Esta via reactiva origina taninos cuja estrutura inclui pontes etílicas (Es-Safi *et al.*, 1996), estruturas de oligómeros cujas unidades antocianínicas estão ligadas por radicais etílicos (atanasova, 2002) e moléculas mistas cujas unidades de taninos e de antocianinas estão igualmente ligadas por pontes etílicas (Escribano *et al.*, 2001). Uma Segunda via reactiva é suportada pela condensação directa entre taninos e antocianinas (rémy, 2000).

Esta via de reacção está igualmente ligada à propriedade dos taninos se hidrolizarem quando em condições de pH idênticas às do vinho. Foi já demonstrado que a dimensão média dos taninos tende a diminuir com o decorrer do tempo (Vidal *et al.*, 2002), o que corrobora a tese da polimerização dos taninos no decurso do estágio dos vinhos. É muito complicado abordar aqui, em detalhe, as estruturas moleculares; por esse motivo, deve apenas ser assinalado o facto de serem formadas no vinho um grande número de estruturas polifenólicas, cujo impacto sobre a cor e as características organolépticas do vinho são difíceis de avaliar, dada a dificuldade existente em analisar estas moléculas.

➤ Aromas

No vinho estão presentes diferentes tipos de aromas, uns provenientes da uva, outros originados pela actividade das leveduras, designados aromas fermentativos, e outros resultantes dos precursores de aromas, os quais representam o potencial aromático. Foi já referido que os aromas livres são pouco abundantes na maioria das uvas para vinho. Os aromas fermentativos são maioritariamente representados pelos estéres e alcoóis superiores e traduzem a associação levedura-mosto. Com efeito, a energia da glicose e a da respiração é utilizada para a síntese de aromas fermentativos a partir dos metabolismos glucídicos, azotados, lipídicos e sulfurados.

Pelo contrário, os precursores de aromas irão originar uma série de compostos odorantes susceptíveis de produzir notas específicas nos vinhos. Esta propriedade foi claramente confirmada para os precursores glicosídicos das castas Grenache e Syrah em condições de envelhecimento acelerado (Tese de Marie Ségurel) quando 69 compostos odorantes puderam ser identificados. Entre estes 69 compostos, 15 parecem diferenciar as duas castas, Grenache e Syrah, relativamente à intensidade odorante. Os glicosídeos podem ser sujeitos a hidrólise por duas vias principais, podendo originar a libertação lenta de compostos odorantes: a via química e a via enzimática. A hidrólise química exige um nível de acidez suficiente e é acelerada pelo aumento de temperatura. A hidrólise enzimática envolve enzimas específicas cujos níveis de actividade definem a eficácia. Esta actividade é mais reduzida nos mostos do que nos vinhos, dada a sua inibição pela glucose.

➤ Conclusão parcial

Parece claro que o potencial polifenólico e aromático da colheita tem influência sobre a qualidade dos vinhos, o que é manifestado através das moléculas que são extraídas no decurso das diferentes etapas de vinificação. No entanto, o potencial polifenólico e aromático tem também influência sobre a evolução das características organolépticas.

É igualmente necessário ter em conta as interacções entre as diferentes famílias de moléculas que contribuem para a complexidade dos vinhos, podendo ser citados dois exemplos reveladores dessa complexidade. O primeiro diz respeito aos vinhos fenólicos que evidenciam as ligações entre polifenóis e compostos odorantes.

De facto, os ácidos ferúlicos e cumáricos, polifenóis da classe dos não-flavonóides, são precursores dos fenóis voláteis (etilfenol e etilgaiacol), compostos odorantes que imprimem desvios aromáticos importantes aos vinhos que contenham leveduras do género *Brettanomyces*. O segundo exemplo foi escolhido por ilustrar a influência do “factor vinho” sobre o nível de percepção dos odores. Em resultado das interacções moleculares entre compostos odorantes e polifenóis ou polissacáridos, os níveis mínimos de percepção podem variar de modo idêntico ao descrito para outros produtos agro-alimentares.

Factores que influenciam a percepção tanínica e aromática do vinho

Em função dos critérios de segmentação, o teor em taninos de um vinho da gama “frutado” deve ser reduzido. Os taninos deverão estar bem integrados e a adstringência não deverá dominar. Um vinho encorpado deve ter uma concentração tanínica superior que deve conduzir a uma sensação de volume em boca e de concentração sem que seja marcado por uma adstringência exageradamente elevada.

As propriedades adstringentes dos taninos são devidas à sua aptidão para precipitar as proteínas salivares provocando assim uma diminuição da lubrificação das mucosas bucais. Numerosos parâmetros, nomeadamente a estrutura dos taninos, influenciam a percepção da adstringência. O conhecimento da influência da estrutura dos taninos no carácter adstringente evoluiu bastante nos últimos tempos. Até há pouco tempo, era considerado que a adstringência aumentava com o tamanho das moléculas até uma determinada dimensão ($dp=7$), diminuindo de seguida com o aumento do tamanho das moléculas de taninos até uma dimensão que supostamente levaria à precipitação destes polímeros. Esta hipótese foi por fim refutada por Vidal *et al.* (2003) que demonstraram que a adstringência aumenta com o grau de polimerização dos taninos sem limite de tamanho. A percentagem de galitização (mais elevada nas gráinhas) reforça o nível de adstringência enquanto o nível de trihidroxilação (especificidade das películas) o reduz. No decurso do estágio, o grau médio de polimerização dos taninos diminui sob o efeito da ruptura das cadeias de taninos por hidrólise ácida e das recombinações com as antocianinas, nomeadamente. Estes fenómenos poderão explicar a redução da adstringência

observada com o envelhecimento dos vinhos. Um estudo recente demonstrou que estes taninos «neoformados», são menos adstringentes que os taninos inicialmente libertados (Vidal *et al.*, 2004). O estágio permite a recombinação dos polifenóis do vinho, sob efeito da temperatura, do oxigénio e do tempo, o qual induz uma diminuição da adstringência. Esta diminuição pode ainda estar ligada à insolubilização e à precipitação de complexos tanínicos ao longo do tempo. O estágio em barrica ou em tonel, bem como a técnica da micro-oxigenação permitem actuar sobre o parâmetro oxigénio.

No entanto, a adstringência dos taninos não é unicamente determinada pela sua estrutura molecular. Outros factores bioquímicos e físicos intervêm.

Em primeiro lugar, os próprios constituintes do vinho (polissacáridos, proteínas, glicerol, ácido tartárico, etanol, compostos da madeira) interferem sobre a percepção tanínica. Os polissacáridos actuam, por exemplo, através do estabelecimento de interacções com os taninos, limitando assim a associação com as proteínas. A realização de estágio na presença de borras pode aumentar a sensação de volume dos vinhos em boca e diminuir a dureza tanínica. O álcool e a acidez irão reforçar a sensação de adstringência enquanto que os açúcares residuais e o glicerol vão, pelo contrário, diminuí-la. Quando são realizadas macerações longas, a percepção tanínica aumenta com o tempo até, aproximadamente, 10 a 12 dias de maceração; posteriormente, se as películas estiverem suficientemente maduras, a percepção tanínica diminui com o aumento da macieza tanínica.

Os compostos da madeira actuam também sobre a adstringência dada a libertação de elagitaninos da madeira; no entanto, aumentam fortemente a sensação de «sucrosidade» do vinho, o que atenua a percepção tanínica.

Por fim, os parâmetros de degustação, temperatura do vinho, ambiente, estado fisiológico e alimentos influenciam grandemente a percepção que cada um tem da adstringência de um vinho.

Conclusão

O conhecimento do potencial aromático e fenólico da vindima, assim como do seu grau de maturação, são essenciais. Neste artigo foram descritos diversos parâmetros e técnicas que permitem controlar a adstringência, a cor e o nível aromático dos vinhos. A escolha e a combinação destes diferentes parâmetros devem permitir orientar a vinificação no sentido da obtenção de produtos que respondam aos objectivos do posicionamento dos vinhos no mercado. Esta escolha está, evidentemente, dependente de outros parâmetros (tipo de adega, nível de equipamentos, denominação de origem, legislação, ...).

Referências bibliográficas

Noble, A.C., Bitterness in wine, *Physiology and Behavior*, Dec 1994

Jacinto Darias-Martín, Beatriz Martín-Luis, Marta Carrillo-López, Rosa Lamuela-Raventós, Carlos Díaz-Romero and Roger Boulton, Effect of caffeic acid on the color of red wine *J Agric Food Chem*, Mar 2002

C. Puech, J.F. Ormières, C. Sipp, L. Lurton. Caractérisation de la composition en anthocyanes des principaux cépages de la Vallée du Rhône. « XXVème Congrès Mondial de la Vigne et du Vin », 19 - 23 juin 2000, Paris.

C. Puech, J.F. Ormières, C. Sipp, O. Jacquet, C. Riou. Influence du terroir sur la composition phénolique des raisins et des vins : l'Observatoire Grenache. « Symposium International Zonage Vitivinicole », 17 - 20 juin 2002, Avignon.

J.M. Souquet, B. Labarbe, C. Le Guernevé, V. Cheynier, M. Moutounet. 2000. Phenolic composition of grape stems, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 1076-1080

Y. Cadot. 2004, Evolution de la composition en tannins de la baie de *Vitis vinifera* var. Cabernet Franc : approche de la maturation phénolique, EUROVITI Angers 15 Janvier 2004

C. Prieur, J. Rigaud, V. Cheynier, M. Moutounet, 1994 Oligomeric and polymeric procyanidins from grape seeds. *Phytochemistry* 36:781-784

J.M. Souquet, V. Cheynier, F. Brossaud, M. Moutounet. 1996 Polymeric proanthocyanidins from grape skins. *Phytochemistry* 43:509-512

Rémi Guérin-Schneider, 2003, Estimation du potentiel aromatique des raisins et des vins : cas des précurseurs glycosylés, Les entretiens Viti-vinicoles Rhône-Méditerranée, Nîmes 16 Avril 2003

Iland, P., Cynkar, W., Francis, I., Williams, P., and Coombe, P. 1996 *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2(3), 171-178

Es-Safi, N., Fulcrand, H., Cheynier, V., Moutounet, M., Hmamouchi, M. & Essassi, E. M. (1996). Kinetic studies of acetaldehyde-induced condensation of flavan-3-ols and malvidin-3-glucoside in model solution systems. *JIEP* 96, 279-280

Atanasova, V., Fulcrand, H., Le Guerneve, C., Cheynier, V. & Moutounet, M. (2002). Structure of a new dimeric acetaldehyde malvidin 3-glucoside condensation product. *Tetrahedron Letters*, 43, 6151-6153

Escribano-Bailon, T., Alvarez-Garcia, M., Rivas-Gonzalo, J. C., Heredia, F. J. & Santos-Buelga, C. (2001). Color and stability of pigments derived from the acetaldehyde-mediated condensation between malvidin-3-O-glucoside and (+)-catechin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1213-1217

Remy, S., Fulcrand, H., Labarbe, B., Cheynier, V. & Moutounet, M. (2000). First confirmation in red wine of products resulting from direct anthocyanin-tannin reactions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 745-751

Vidal S, Cartalade D, Souquet J-M, Fulcrand H and Cheynier V, 2002 Changes in proanthocyanidin chain-length in wine-like model solutions. *J Agric Food Chem* 50:2261-2266

Vidal, S., Francis, L., Guyot, S., Marnet, N., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V. & Waters, E. J. (2003). The mouth-feel properties of grape and apple proanthocyanidins in a wine like medium. *Journal of the Science of Food and Agriculture*

Vidal, S., Francis, L., Kwiatkowski, M., Cheynier, V. & Waters, E. J. (2004). Taste and mouth-feel properties of tannin-like polyphenolic compounds and anthocyanins in wine *Analytica Chimica Acta*