

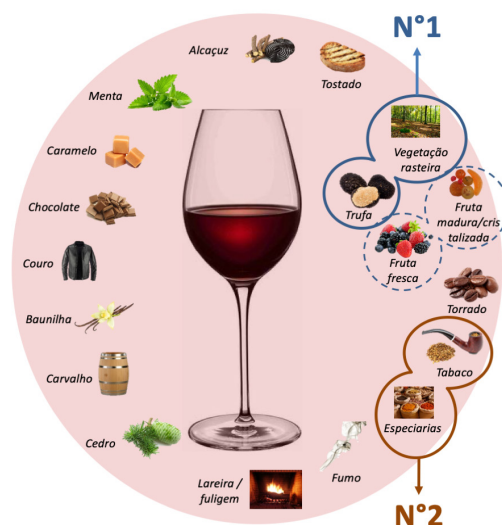
# De que modo o regime hídrico e a disponibilidade de azoto na vinha influenciam os aromas dos vinhos tintos durante o estágio?

>>> O presente estudo debruçou-se sobre a possibilidade de uma associação entre o regime hídrico e os níveis de azoto medidos na vinha, por um lado, e os compostos aromáticos responsáveis pela evolução do bouquet dos vinhos tintos durante o amadurecimento. Os vinhos analisados neste âmbito foram produzidos na região de Bordéus e envelhecidos durante 10 a 20 anos. Determinou-se que os níveis de compostos aromáticos, como as tabanonas e o dimetilsulfureto (DMS), são influenciados pelo fornecimento de água e azoto à vinha. A composição, em termos de azoto residual, dos vinhos analisados também é compatível com a disponibilidade de azoto nas vinhas, sugerindo um potencial de precursores aromáticos e instabilidade microbiológica. <<<

Independentemente do terroir de origem, a qualidade de um bom vinho está sempre associada à sua aptidão para o estágio. Segundo esta conceção de terroir, o regime hídrico e a disponibilidade de azoto na videira são fatores bem conhecidos do funcionamento da planta. As variáveis agronómicas mensuráveis, como, por exemplo, o rendimento e a composição química das uvas (açúcares, polifenóis, ácidos, aromas), estão intimamente associadas ao fornecimento de água e azoto ao solo. O estudo incidiu sobre as eventuais associações entre estes fatores vitícolas, considerados importantes parâmetros da qualidade das uvas e do vinho, e os níveis dos constituintes aromáticos do bouquet durante a maturação. Foram analisados quarenta e quatro vinhos de Bordéus, produzidos durante as vindimas, entre 1997 e 2007, de três castas, Merlot, Cabernet Franc e Cabernet Sauvignon, cultivadas em diferentes tipos de solo. Os vinhos foram produzidos em regime de microvinificação e analisados em 2014. A definição organolética do bouquet dos vinhos tintos de Bordéus durante o envelhecimento prende-se com uma série de odores (Figura 1). Foram medidas duas famílias de moléculas que correspondem a alguns destes odores: DMS (Figura 1, N.º 1) e tabanonas (Figura 1, N.º 2). De acordo com a investigação de Picard *et al.*<sup>1</sup>, o teor de DMS dos vinhos tintos de Bordéus apresenta uma correlação positiva com as típicas características organoléticas do bouquet durante o amadurecimento. Este composto pode produzir diversos efeitos sensoriais sobre os vinhos, consoante a sua concentração e a composição da matriz volátil e não volátil sobre a qual agir. Envolvido nas interações perceptivas, pode ter um efeito potenciador do aroma frutado em baixas concentrações, ao passo que, em níveis mais elevados, realça as notas trufadas e de vegetação rasteira.

## ■ Relação entre a disponibilidade de azoto na vinha e o dimetilsulfureto (Figura 1, N.º 1)

O teor de azoto assimilável pelas leveduras (YAN) dos mostos foi medido durante a vindima e utilizado como indicador do nível de nutrição em azoto da vinha<sup>2</sup>. Comparou-se a disponibilidade de azoto medida com a concentração de DMS (Figura 2). Os vinhos envelhecidos com o maior teor de DMS foram produzidos a partir dos sumos com os valores mais elevados de YAN.



**Figura 1.** Áreas sensoriais aromáticas do bouquet dos vinhos tintos de Bordéus durante a maturação. Os odores agrupados nas classes aromáticas N.º 1 e N.º 2 estão associados, no vinho, à presença de compostos voláteis: N.º 1, DMS; N.º 2, tabanonas.

Verifica-se uma correlação positiva e significativa ( $R^2 = 0,7$ ) entre o teor de DMS do vinho amadurecido e os níveis de YAN do mosto, descrita pela equação  $[DMS_{(\mu g/l)} = 0,3 \times YAN_{(mg/l)} - 2,7]$ . Estas observações coadunam-se com o conhecimento científico dos precursores do DMS, entre os quais o principal é a S-metilmetionina, sintetizada na uva. A S-metilmetionina é um aminoácido derivado, que representa um dos principais componentes do indicador de YAN.

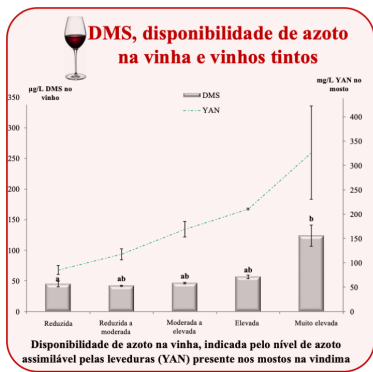
O presente estudo demonstrou, ainda, que o tipo de solo não explica, diretamente, a variação dos níveis de DMS nos vinhos envelhecidos. O tipo de solo poderá, contudo, ter um efeito indireto, através da oscilação do regime hídrico e da disponibilidade de azoto que provoca na vinha. Além disso, não se observou qualquer efeito varietal nas condições do estudo.

Contribuindo ativamente para o bouquet dos vinhos durante a maturação, o DMS apresenta uma associação positiva à disponibilidade de azoto na vinha. Esta relação depende do tipo de solo, das condições climáticas e dos materiais vegetais. O recurso a fertilizantes ou corretivos de solo na exploração pode favorecer a síntese do seu precursor. No entanto, estas práticas devem ser criteriosamente aplicadas, de forma a evitar um aumento excessivo do rendimento e do vigor da vinha, que pode conduzir a um efeito de diluição ou uma maior sensibilidade à podridão cinzenta.

## ■ Relação entre o estado hídrico da vinha e a tabanona, (classe aromática N.º 2, Figura 1)

“Tabanona” refere-se a uma combinação de 5 isómeros de megastigmatrienona (TAB1, TAB2, TAB3, TAB4, TAB5), um dos quais, o TAB2, é exclusivamente detetado em vinhos que estiveram em contacto com madeira de carvalho. Seguindo o protocolo de microvinificação aplicado aos vinhos tintos estudados, não se detetou TAB2.

Os níveis de tabanonas apresentam uma correlação positiva com a idade dos vinhos. Na sequência deste primeiro resultado, as concentrações foram divididas de acordo com a idade dos respetivos vinhos, de modo a possibilitar



**Figura 2.** Influência da disponibilidade de azoto na vinha sobre o nível de DMS medido nos vinhos tintos após o amadurecimento. As letras indicam as diferenças significativas. As barras de desvio indicam o desvio padrão.



**Figura 4.** Correlação entre a disponibilidade de azoto na vinha e o teor total de aminoácidos livres medido nos respectivos vinhos tintos após o envelhecimento.

o estudo do efeito do estado hídrico da vinha, excluindo o efeito do envelhecimento. Além disso, os valores de potencial hídrico foliar (LWP) foram classificados segundo diferentes níveis de estado hídrico<sup>3</sup>.

Verificou-se uma correlação positiva entre a intensidade do stress hídrico e as concentrações de tabanonas, corrigidas em função da idade dos vinhos (Figura 3). As condições de stress hídrico grave na vinha favoreceram o surgimento de tabanonas durante a maturação.

Estas observações estão associadas à origem das tabanonas. Descritas como precursores glicosilados não voláteis derivados de C<sub>13</sub>-norisoprenoides, sabe-se que estas últimas são influenciadas pelo regime hídrico da vinha<sup>4</sup>.

Contribuindo para as notas de especiarias e tabaco dos vinhos envelhecidos, as tabanonas estão associadas ao regime hídrico da videira. As condições de stress hídrico grave na exploração vitícola contribuíram ativamente para a presença do precursor da tabanona nas uvas e de tabanonas em vinhos amadurecidos.

### ■ Relação entre a disponibilidade de azoto na vinha e o teor de azoto dos vinhos

Quantificou-se os aminoácidos livres presentes em tintos envelhecidos de Bordéus e procedeu-se à comparação com a disponibilidade de azoto nas respetivas vinhas, avaliada a partir do teor de YAN do mosto (Figura 4). Esta observação demonstrou uma associação entre a disponibilidade de azoto na vinha e o teor de azoto dos vinhos, mesmo após a fermentação e o amadurecimento. Um elevado teor de azoto dos mostos parece causar uma maior e/ou mais fácil libertação do azoto orgânico presente no vinho.

Do ponto de vista aromático, a combinação de elevados níveis de aminoácidos livres e um longo período de envelhecimento pode favorecer a produção de compostos aromáticos heterocíclicos, gerados pela reação de Maillard<sup>5</sup>. Descritos como aromas do domínio da culinária, com notas tostadas, de noz e torradas, enquadram-se na definição organoléptica do bouquet durante o envelhecimento (Figura 1), sem, além disso, qualquer contacto com madeira de carvalho. A quantificação dos heterociclos aromáticos dos vinhos tintos analisados

no presente estudo não evidenciou, porém, quaisquer diferenças apreciáveis no tocante a estes compostos, contrariando as observações de outro estudo que incidiu sobre vinhos de reserva de Champanhe. Um dos possíveis motivos é a presença de níveis de aminoácidos livres muito inferiores aos dos vinhos de reserva de Champanhe.

Acresce que outros estudos demonstraram a possibilidade de os precursores aromáticos dos tióis voláteis<sup>6</sup> ou os substitutos à base de ácidos precursores de ésteres sucedâneos<sup>7</sup> serem favorecidos pelo elevado teor de azoto do mosto.

Convém, no entanto, ter em conta que o excesso de azoto residual nos vinhos fomenta a instabilidade microbiológica durante o estágio. Embora um estudo recente tenha posto em evidência os limites do efeito do azoto residual sobre o desenvolvimento da *Brettanomyces bruxellensis* num meio de cultura modelado a partir do vinho<sup>8</sup>, existem muitas estirpes, com necessidades diferentes, que evoluem numa matriz mais complexa.

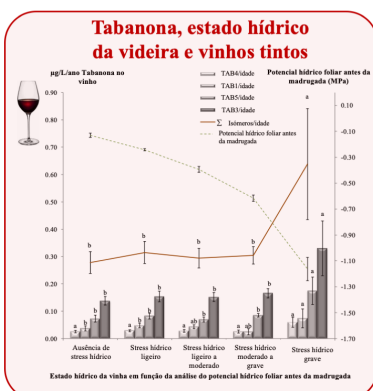
Na vinha, tal como na adega, é, assim, necessário ser prudente no tocante à adição de azoto. ■

Nicolas Le Menn<sup>1,2</sup>, Cornelis van Leeuwen<sup>3</sup>, Laurent Riquier<sup>1,2</sup>, Gilles de Revel<sup>1,2</sup>, Stéphanie Marchand<sup>1,2</sup>

1 University of Bordeaux, ISVV, EA 4577, Unité de recherche OENOLOGIE, Villenave d'Ornon, France

2 INRA, ISVV, USC 1366 OENOLOGIE, F-33882 Villenave d'Ornon, France

3 EGFV, Bordeaux Sciences Agro, INRA, Univ. Bordeaux, ISVV, Villenave d'Ornon, France



**Figura 3.** Influência do estado hídrico da vinha sobre os níveis dos 4 isómeros de tabanona medidos nos vinhos tintos amadurecidos.

1 Picard, M.; Tempere, S.; de Revel, G.; Marchand, S. A sensory study of the ageing bouquet of red bordeaux wines: A three-step approach for exploring a complex olfactory concept. *Food Qual. Prefer.* 2015, 42, 110–122.

2 van Leeuwen, C.; Friant, P.; Soyer, J.-P.; Molot, C.; Choné, X.; Dubourdiou, D. L'intérêt du dosage de l'azote total et de l'azote assimilable dans le mout comme indicateur de la nutrition azotée de la vigne. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 2000, 34 (2), 75–82.

3 van Leeuwen, C.; Tregooat, O.; Choné, X.; Bois, B.; Pernet, D.; Gaudillère, J.-P. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 2009, 43, 121–134.

4 Koundouras, S.; Marinos, V.; Gkoulioti, A.; Kotseridis, Y.; van Leeuwen, C. Influence of vineyard location and vine water status on fruit maturation of non-irrigated cv agiorgitiko (*Vitis Vinifera* L.). Effects on wine phenolic and aroma components. *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54 (14), 5077–5086.

5 Le Menn, N.; Marchand, S.; de Revel, G.; Demarville, D.; Laborde, D.; Marchal, R. N,S,O-heterocycles in aged champagne reserve wines and correlation with free amino acid concentrations. *J. Agric. Food Chem.* 2017, 65 (11), 2345–2356.

6 Helwi, P.; Guillaumie, S.; Thibon, C.; Keime, C.; Habran, A.; Hilbert, G., ... & van Leeuwen, C. Vine nitrogen status and volatile thiols and their precursors from plot to transcriptome level. *BMC plant biology*, 2016 16(1), 173.

7 Lytra, G.; Miot-Sertier, C.; Moine, V.; Coulon, J.; & Barbe, J. C. Influence of must yeast-assimilable nitrogen content on fruity aroma variation during malolactic fermentation in red wine. *Food Research International*, 2020, 109294.

8 Childs, B. C., Bohlscheid, J. C., & Edwards, C. G. (2015). Impact of available nitrogen and sugar concentration in musts on alcoholic fermentation and subsequent wine spoilage by *Brettanomyces bruxellensis*. *Food microbiology*, 2015, 46, 604-609.