

# Dessecação dos bagos de uva, perda de água e morte celular: um desafio crescente para os viticultores no contexto das alterações climáticas

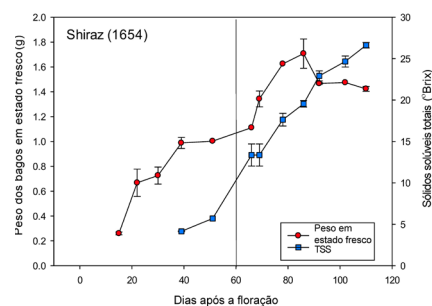
>>> A maturação tardia devido à desidratação dos bagos é um fenómeno importante que ocorre através da perda de água dos bagos de uva devido à alteração do ciclo da água retido pelo fruto (water budget), quando a transpiração e o potencial caudal inverso da água que retorna à planta excedem o teor de água que chega aos bagos através do floema e xilema. A dessecação dos bagos pode ter um impacto económico significativo, reduzindo o rendimento em  $\geq 25\%$ , com consequências para a composição dos bagos e o vinho resultante. Espera-se que a sua ocorrência e consequências aumentem devido às alterações climáticas previstas, alterando o desenvolvimento das uvas e a maturação para períodos mais quentes (ou seja, ondas de calor e eventos de seca). <<<

A dessecação dos bagos é um fenómeno de perda de peso em bagos de uva, que pode ocorrer durante várias fases de desenvolvimento, quer antes do pintor, quer logo após a floração (afetando os ovários) ou após o pintor. Ambas as castas vermelhas e brancas (Cabernet Sauvignon, Zweigelt, Barbera, Grenache, Semillion, Sauvignon blanc, Shiraz, e outras cultivares) mostraram ser propensas à dessecação dos bagos<sup>1</sup>. A literatura contempla quatro tipos de dessecação de bagos;

- 1/ Queimadura solar antes ou depois do pintor, resultando no fraco desenvolvimento da cor nas castas tintas em ocasiões de clima severo;
- 2/ Desidratação tardia do fruto (LSD), caracterizada pela morte das células mesocarpo dos bagos e perda de água levando a um aumento da concentração de sólidos solúveis totais (TSS);
- 3/ Necrose do pedúnculo dos cachos caracterizada por tecido necrótico do ráquis que afeta as pontas dos cachos, o topo da ombreira ou mesmo os cachos inteiros. A necrose dos cachos pode ocorrer diretamente na floração, ou mais tarde após o pintor, com diferentes impactos na composição da uva<sup>2</sup>;
- 4/ Anomalia de acumulação de açúcar que resulta em bagos macios, de forma irregular, com baixo peso fresco, antocianinas reduzidas e acumulação de açúcar.

Em climas mais quentes, o tipo mais comum de dessecação é a LSD. Embora a LSD varie de acordo com as estações, locais e vinhas, parece ser acelerada por temperaturas mais elevadas, VPD (défice de pressão de vapor) mais elevado, restrições de água e/ou stress e exposição excessiva dos cachos ao sol. A LSD pode ser atribuída à desidratação e à perda de vitalidade das células de bagos que resulta em perdas de rendimento, qualidade e rentabilidade<sup>3</sup>. Chou *et al.*<sup>4</sup> observou que a LSD provocou uma diminuição de 30-70 % nos bagos frescos na casta Shiraz.

A maior parte das publicações sobre o desenvolvimento dos bagos apresenta resultados obtidos em populações de bagos, misturando assim várias fases de desenvolvimento dos bagos (Figura 1). Embora demoradas, as medições, em bagos individuais, de parâmetros como sólidos solúveis

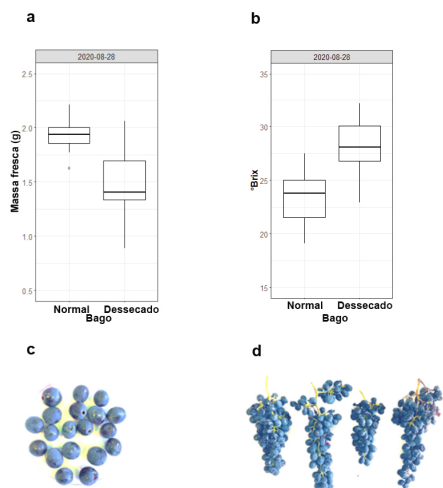


**Figura 1.** Alterações no peso dos bagos em estado fresco e sólidos solúveis totais ao longo do tempo na casta Shiraz cultivada num clima quente. A perda de peso em estado fresco ocorre tipicamente por volta dos 80 - 90 dias após a floração. Devido à perda de teor de água dos bagos, os açúcares existentes concentram-se e aumentam ainda mais os sólidos solúveis totais.

totais (SST), massa fresca (g), ácidos orgânicos, morte histológica e celular/oxigénio interno de bagos é um pré-requisito para melhorar a compreensão da acumulação e perda de metabolitos de bagos nas diferentes fases de desenvolvimento destes. Este artigo apresenta alguns resultados originais relacionados com a LSD obtidos através da análise de bagos individuais de vários cachos de Shiraz. Os bagos simples começam a armazenar açúcar desde o início do pintor (amolecimento dos bagos) até o açúcar por bago atingir um planalto cerca de 26 dias mais tarde<sup>5</sup>. O planalto de armazenamento de açúcar dos bagos ocorre geralmente a cerca de 1 - 1,2 molares (10 - 12% em álcool provável; 18-20°Brix), independentemente da cultivar. Paralelamente ao armazenamento de açúcar (mas não necessariamente numa relação linear), o volume da fruta aumenta através do armazenamento de água.

Do planalto de acumulação de açúcar dos bagos (segunda fase de maturação dos bagos), o aumento da concentração de açúcar (°Brix) deve-se principalmente à perda de água dos bagos<sup>6</sup>. Uma vez que a concentração de água dos bagos já não se encontra equilibrada entre o armazenamento de água e a transpiração ou o caudal de retorno de água para a videira, os bagos podem ter tendência a sofrer dessecação em algumas cultivares, como é o caso da casta Shiraz. Assim, a concentração de açúcar dos bagos é obtida através de uma equação entre o valor total de açúcar que foi depositado no bago (mg/bago) e o volume de bagos. Um estudo recente sobre bagos normais individuais vs bagos dessecados da casta Shiraz, todos amostras dos mesmos cachos e na mesma data (vinha Montpellier l'Institut Agro; videiras sistema de condução com lançamentos na posição vertical dos rebentos, em fertirrigação), ilustra perfeitamente a perda de massa fresca total dos bagos, enquanto que o índice de °Brix aumenta em bagos dessecados, em comparação com os bagos normais (Figura 2). Os resultados revelam uma relação significativa mas fraca entre a massa fresca de bagos individuais e a respetiva concentração de açúcar, expressa em °Brix, quer no caso dos bagos normais, como nos bagos dessecados (Figura 3), confirmando os resultados publicados recentemente<sup>7</sup>.

Ficou demonstrado que a hipoxia (baixo teor de oxigénio) no mesocarpo dos bagos (figura 4) pode contribuir para o início da morte celular<sup>3</sup>. Estudos anteriores mostraram que a irrigação a temperaturas elevadas e deficitária pode aumentar a extensão da morte celular e da desidratação dos bagos, que podem ser travadas com o sombreamento.

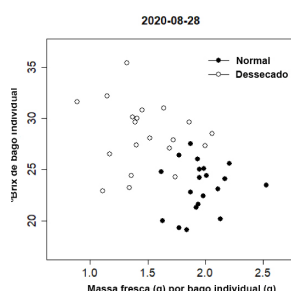


**Figura 2.** Boxplot representa a massa fresca dos bagos (a) e valor °Brix (concentração de açúcar) (b) dos mesmos bagos normais individuais (c) e bagos dessecados (d). Isto esclarece a perda de peso global dos bagos e o aumento de °Brix para bagos dessecados em comparação com bagos normais.

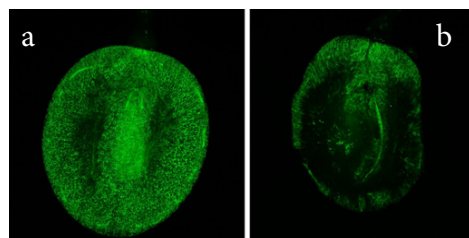
A dessecação de bagos tem um efeito profundo na composição da uva e do vinho da casta Shiraz, contudo as modulações dependem do tipo de dessecação<sup>4</sup>. Os vinhos produzidos com uvas em que 80 % dos bagos foram afetados pela LSD registam níveis de álcool significativamente mais elevados (mais de 1 % vol.), aumento da tonalidade do vinho e da idade química e na diminuição da densidade da cor. Um aumento da tonalidade do vinho corresponde a uma mudança da cor do vinho de roxo para laranja, enquanto que a idade química do vinho indica o grau de polimerização entre antocianinas e taninos. Assim, a LSD acentua o desenvolvimento da cor nos vinhos tintos e, por sua vez, reduz o potencial de envelhecimento do vinho. Além disso, as antocianinas eram mais baixas nos vinhos produzidos com uvas dessecadas<sup>4</sup>. A LSD também alterou a composição volátil do vinho, diminuindo as concentrações de alguns acetatos de álcool mais elevados e beta-damascenona (intensificador do aroma frutado) enquanto aumentava as concentrações de  $\gamma$ -nonalactona e lactona massoia. Ambos os compostos são conhecidos por contribuírem para a presença de aromas de fruta cozida e ameixa em vinhos tintos envelhecidos prematuramente. Finalmente, a LSD afetou as características organolépticas do vinho. Os vinhos produzidos com uvas afetadas pela LSD resultaram num aumento da perceção de compota de fruta, e eram mais alcoólicos e adstringentes<sup>2</sup>. De uma forma mais geral, compostos como a gama-nonolactona, lactona massoia, furaneol, homofuraneol, 3-metil-2,4-nonanediona e (Z)-1,5-octadieno-3-ona parecem contribuir para o carácter de fruta seca em vinhos produzidos com uvas desidratadas<sup>2</sup>. É necessário ter presente que a maturação tardia nem sempre é acompanhada de dessecação dos bagos e concentrações elevadas de marcadores químicos relacionados com os aromas de fruta seca.

### ■ Assim, o que fazer para limitar/evitar a perda de água dos bagos no pós-pintor e, em última instância, a dessecação?

. Proteger a zona do cacho com folhas para limitar a transpiração dos bagos e melhorar o microclima do cacho



**Figura 3.** A relação entre a massa fresca do bago individual e o valor °Brix (concentração de açúcar) do mesmo bago individual é significativa, mas não muito estreita, no caso de bagos normais e bagos dessecados. Isto é esclarecedor: i) a interação complexa entre o teor de açúcar dos bagos e o volume dos bagos; ii) para uma data específica de amostragem, os bagos não estão ao mesmo nível de desenvolvimento-maturação para estes parâmetros.



**Figura 4.** Imagens fluorescentes da superfície de corte dos bagos (corte longitudinal através do eixo central dos bagos) tingidas com diacetato fluorescente (FDA). Células vitais intactas exibem uma coloração verde fluorescente. Um bago turgido que exibe células saudáveis/intactas no mesocarpo em (a). Um bago dessecado que exibe grandes áreas escuras indicando morte celular em (b). As barras na escala são 2 mm.

em termos de VPD (défice de pressão de vapor). No entanto, também deve ser tido em conta que vinhas excessivamente vigorosas com grandes copas podem sofrer mais stress hídrico sob calor intenso se a absorção das raízes for insuficiente para satisfazer a procura de água da videira.

. Aplicar uma restrição hídrica ligeira desde o vingamento ao pintor para forçar a videira e os seus cachos a adaptarem-se a uma restrição hídrica ao longo da estação (os bagos mais pequenos são suscetíveis de sofrer uma menor perda total de peso).

. Proteger a vinha através da irrigação antes de uma onda de calor para limitar o caudal de retorno de água dos bagos, tendo presente que, após o planalto da acumulação de açúcar dos bagos, a irrigação pode não reduzir a perda de água dos bagos. (No entanto, ficou demonstrado que a chuva durante a fase de dessecação pode desacelerar a taxa de perda de peso por absorção direta de água através da pele).

. Proteger a vinha com recurso a sombreamento ou aplicação de protetor solar (como o caulino). ■

Alain Deloire<sup>1</sup>, Suzy Rogiers<sup>2</sup>, Katja Šuklje<sup>3</sup>, Guillaume Antalick<sup>4</sup>, Xiao Zeyu<sup>5</sup>, Anne Pellegrino<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Montpellier University, L'Institut Agro (SupAgro-IHEV), France

<sup>2</sup> NWGIC, Department of Primary Industries-NSW, Australia

<sup>3</sup> Agricultural Institute of Slovenia, Slovenia

<sup>4</sup> University of Nova Gorica, Vipava, Slovenia

<sup>5</sup> ARC Training Centre for Innovative Wine Production, National Wine and Grape Industry Centre, Charles Sturt University, Australia

1 Šuklje K., Zhang X., Antalick G., Clark A.C., Deloire A., & Schmidtke L.M., (2016). Berry Shriveling Significantly Alters Shiraz (*Vitis vinifera* L.) Grape and Wine Chemical Composition, *J. Agric. Food Chem.*, 64, 870–880, DOI:10.1021/acs.jafc.5b05158

2 Allamy, Darriet & Pons, 2017. Molecular interpretation of dried-fruit aromas in Merlot and Cabernet Sauvignon musts and young wines: Impact of over-ripening. *Food Chemistry*, 266, 245-253. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.06.022

3 Xiao, Z., Liao, S., Rogiers, S. Y., Sadras, V. O. & Tyerman, S. D., (2018). Effect of water stress and elevated temperature on hypoxia and cell death in the mesocarp of Shiraz berries, *Australian Journal of Grape and Wine Research* 24, 87-497,, <https://doi.org/10.1111/ajgw.12363>

4 Chou, H.-C., Šuklje, K., Antalick, G., Schmidtke, L. M., & Blackman, J. W., (2018). Late-season Shiraz berry dehydration that alters composition and sensory traits of wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 66(29), 7750-7757. doi: 10.1021/acs.jafc.8b01646

5 Shahood R., Torregrosa L., Savoie S., Romieu C. (2020). First quantitative assessment of growth, sugar accumulation and malate breakdown in a single ripening berry, *Oeno One*, 4, 1077-1092, DOI:10.20870/oeno-one.2020.54.4.3787

6 Rogiers, S. Y., Greer, D. H., Hatfield, J. M., Orchard, B. A. & Keller, M., (2006). Solute transport into Shiraz berries during development and late-ripening shrinkage. *American Journal of Enology and Viticulture* 57, 73-80.

7 Triolo, R., Roby, J. P., Plaia, A., Hilbert, G., Buscemi, S., Di Lorenzo, R., & van Leeuwen, C. (2018). Hierarchy of factors impacting grape berry mass: separation of direct and indirect effects on major berry metabolites. *American Journal of Enology and Viticulture*, 69(2), 103-112.