

MATURAÇÃO DAS UVAS: FASES, FATORES INFLUENCIADORES E IMPACTOS NA QUALIDADE DO VINHO

Data de aceite: 02/09/2024

Francisco José Domingues Neto

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Botucatu

Débora Cavalcante dos Santos Carneiro

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Botucatu

Cristine Vanz Borges

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe
(UNIARP)

Giuseppina Pace Pereira Lima

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Botucatu

RESUMO: A maturação das uvas é um processo complexo e dinâmico, essencial para a viticultura e a enologia, determinando a qualidade dos vinhos produzidos. Esse processo pode ser dividido em várias fases, incluindo a veraison, o acúmulo de açúcares e a redução da acidez, além do desenvolvimento de compostos fenólicos e aromáticos. A maturação tecnológica compreende o período em que as uvas apresentam características ideais

para a colheita, enquanto a maturação fisiológica envolve transformações bioquímicas e morfológicas nas bagas. A colheita no momento ideal é crucial para garantir a produção de vinhos de alta qualidade, equilibrando açúcar, acidez e compostos fenólicos. A maturação impacta diretamente o perfil organoléptico dos vinhos, influenciando aroma, sabor, cor e estrutura. Diversos fatores afetam a maturação das uvas, incluindo clima, solo, práticas culturais e a variedade da uva. Tecnologias inovadoras, como sensores remotos, drones, inteligência artificial e edição genética, estão sendo cada vez mais utilizadas para monitorar e otimizar a maturação das uvas, ajudando a enfrentar os desafios das mudanças climáticas e melhorando a eficiência da produção. Essas inovações, aliadas a estratégias adaptativas, são essenciais para garantir a sustentabilidade e a competitividade da viticultura, permitindo a produção de vinhos que refletem o caráter único de cada terroir e se adaptam às condições em constante evolução. Este capítulo aborda as diferentes fases da maturação das uvas e os fatores que a afetam, além dos impactos da maturação na vinificação e no perfil dos vinhos.

INTRODUÇÃO

Uma das frutíferas de maior relevância cultivadas no Brasil é a *Vitis vinifera* L., destacando-se tanto pelo seu valor econômico quanto pela sua importância cultural. Em 2022, a produção brasileira de uvas alcançou 1.450.805 toneladas, distribuídas em uma área de 76.101 hectares. O estado do Rio Grande do Sul foi o maior produtor, representando 51 % da produção nacional de uvas. Outros estados, como Pernambuco, São Paulo e Bahia, também se destacam, contribuindo com 23 %, 11 % e 5 % da produção nacional, respectivamente. Em 2022, o estado de São Paulo produziu 159.589 toneladas da fruta, ocupando a terceira posição no cenário nacional (AGRIANUAL, 2022).

A destinação da produção nacional de uvas divide-se em 51,4 % para processamento e 48,6 % para consumo *in natura*. Em 2022, a produção de uvas destinadas ao processamento (vinhos, sucos e derivados) foi de 830,92 milhões de quilos, representando 57,07 % da produção nacional (AGRIANUAL, 2022). O Rio Grande do Sul destaca-se na produção e comercialização de vinhos, sucos de uva e derivados, sendo responsável por 90 % da produção nacional desses produtos (AGRIANUAL, 2022). Em 2023, foram processados 665 milhões de litros de vinho, com as cultivares de uvas americanas e híbridas ocupando 85 % dos vinhedos.

A maturação das uvas desempenha um papel crucial na adição de valor aos produtos derivados, como vinhos. Esse processo é fundamental para o desenvolvimento de compostos aromáticos, açúcares e ácidos que determinam a qualidade e o perfil sensorial dos produtos finais. Uma maturação adequada garante que as uvas alcancem seu pleno potencial em termos de sabor, aroma e textura, o que, por sua vez, reflete-se em produtos de maior qualidade e, conseqüentemente, maior valor de mercado.

O Brasil é um país extenso em área e diversificado climaticamente, o que resulta em grande variação dos atributos físicos e, principalmente, químicos das bagas de uva, influenciando diretamente a evolução da maturação, processo fundamental na viticultura e na enologia, determinando diretamente a qualidade das uvas, sucos e vinhos produzidos. Esse estágio de desenvolvimento é caracterizado por uma série de transformações bioquímicas e fisiológicas que ocorrem nas bagas, influenciadas por uma complexa interação de fatores ambientais e culturais. Compreender essa evolução em uma região específica permite ao produtor estimar o índice tecnológico de colheita, evitando colher frutas imaturas e sem coloração adequada, o que poderia levar à desvalorização econômica do produto (DOMINGUES NETO, et al, 2017).

As uvas são frutas não climatéricas, não amadurecem após seu desligamento da planta, em função disso, a colheita deve ser feita quando o fruto apresentar o estágio ideal para o consumo, ou seja, apresentando aspectos ideais de coloração, aroma, textura e sabor (KADER, 1992; LIZANA, 1995).

Durante a maturação, as uvas passam por mudanças significativas que afetam sua composição química e suas propriedades sensoriais. A concentração de açúcares aumenta, enquanto os níveis de acidez diminuem, resultando em um equilíbrio crucial para a produção de vinhos de alta qualidade (CAMPS; RAMOS, 2011; LABBÉ et al., 2019). Além disso, ocorre o desenvolvimento de compostos fenólicos, como taninos e antocianinas, que contribuem para a cor, estrutura e capacidade de envelhecimento dos vinhos tintos. Os compostos aromáticos também se formam e evoluem, conferindo aos vinhos suas características olfativas únicas (GONZALEZ-BARREIRO et al., 2015; GODOY et al. 2020).

O entendimento dos fatores que influenciam a maturação das uvas é essencial para os viticultores e enólogos. Variáveis como clima, tipo de solo, práticas de manejo e a própria variedade da uva desempenham papéis críticos na determinação do ponto ótimo de maturação. A escolha do momento ideal para a colheita é uma decisão estratégica que pode maximizar a expressão do terroir e o potencial enológico das uvas.

Neste capítulo, foram exploradas as diferentes fases da maturação das uvas e os fatores que a afetam. Também foram discutidos os impactos da maturação na vinificação e no perfil final dos vinhos. Por fim, foram abordadas as inovações tecnológicas e as perspectivas futuras que prometem otimizar o monitoramento e o controle deste processo crucial na produção de vinhos de qualidade.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo sobre a maturação das uvas e a influência na qualidade dos vinhos foi desenvolvido com base em uma revisão abrangente de boletins técnicos, artigos científicos e livros que abordam os principais aspectos do tema na viticultura.

FASES DA MATURAÇÃO E PONTO DE COLHEITA DAS UVAS

A maturação das uvas é um processo complexo e dinâmico, caracterizado por várias fases específicas que alteram a composição e as propriedades das bagas. As principais fases da maturação incluem a veraison, o acúmulo de açúcares, a redução da acidez e o desenvolvimento de compostos fenólicos e aromáticos. Este processo pode ser dividido em maturação tecnológica e fisiológica. A maturação tecnológica abrange o período em que as uvas apresentam características ideais para a colheita, enquanto a maturação fisiológica corresponde às transformações fisiológicas e morfológicas que ocorrem nas uvas à medida que a maturação avança (GARRIDO; BORGES, 2013; ROLLE et al., 2022.).

A maturação das uvas começa com a mudança de cor e o amolecimento das bagas, estendendo-se até a colheita. Esse período varia de 35 a 65 dias, durante o qual as uvas perdem a rigidez da parede celular e acumulam açúcares, principalmente glicose e frutose. Avaliar a maturação das uvas é crucial para determinar o ponto ideal de colheita.

A legislação brasileira estabelece um valor mínimo de 14 °Brix, acidez máxima de 0,9 % de ácido tartárico e uma relação SS/AT (índice de maturação) mínima de 15 para uvas destinadas ao processamento (BRASIL, 2000).

A veraison é a fase inicial da maturação e marca a transição das bagas de um estado de crescimento vegetativo para um estado de amadurecimento (Figura 1). Durante essa, as uvas mudam de cor: as uvas verdes começam a ficar roxas, vermelhas ou amarelas, dependendo da variedade (WANG et al., 2022; REN et al., 2023; MORADI et al., 2024). Esse processo não é apenas estético, mas também sinaliza o início de profundas mudanças bioquímicas dentro das bagas (CANDAR et al., 2024). As células da polpa das uvas começam a acumular água, o que aumenta o tamanho das bagas. As paredes celulares tornam-se mais flexíveis e as bagas ficam mais macias. Durante a veraison, o fluxo de açúcar das folhas para as bagas aumenta significativamente (ZHANG et al., 2019; KHANNA; OHRI; BHARDWAJ, 2022; CATALDO; EICHMEIER; MATTII, 2023;). Os açúcares, principalmente a glicose e a frutose, começam a se acumular nas bagas, enquanto o ácido málico, predominante nas bagas verdes, começa a ser degradado, resultando em uma redução da acidez total da uva (ZHANG ET AL., 2019; LU; SERGE DELROT; LIANG, 2024).

Após a veraison, a fase de acúmulo de açúcares e redução da acidez continua até que as uvas atinjam a maturação completa. Este período é crucial para determinar a doçura e a acidez final do vinho. A fotossíntese nas folhas da videira produz carboidratos que são transportados para as bagas, resultando em um aumento contínuo da concentração de açúcares, medido em graus Brix (DOMINGUES NETO et al., 2023). O ácido málico continua a ser degradado, enquanto o ácido tartárico permanece relativamente estável, criando um equilíbrio entre açúcares e ácidos que é fundamental para o sabor e a estrutura do vinho (LECOURIEUX et al., 2020; ROUXINOL et al., 2023).

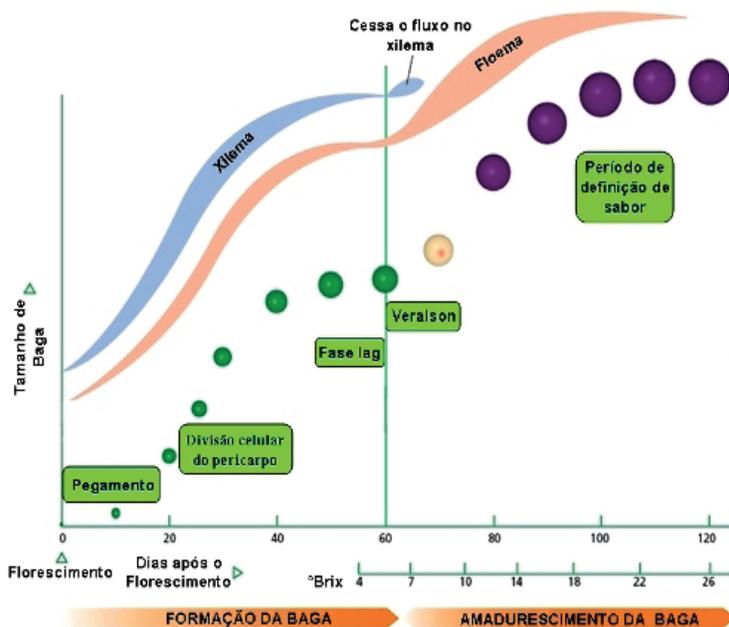


Figura 1. Fases de crescimento da baga de uva (KENNEDY, 2002)

A colheita das uvas é uma etapa crítica na viticultura que deve considerar a maturação tecnológica, ou seja, o ponto ideal em que as uvas atingem um equilíbrio entre açúcar, acidez e compostos fenólicos (DOMINGUES NETO, et al, 2017). Determinar o momento ideal para a colheita é uma decisão estratégica que pode maximizar a expressão do terroir e o potencial enológico das uvas. Ferramentas como o refratômetro para medir o Brix, além de análises de pH e acidez total, são essenciais para avaliar a maturação tecnológica. A decisão de colher no momento certo é crucial para garantir a produção de vinhos de alta qualidade, refletindo o caráter e a complexidade desejada (ORDUÑA, 2010; BINDON et al., 2014; ALLAMY et al., 2023).

Colher as uvas no ponto ótimo de maturação tecnológica assegura que os níveis de açúcar e acidez estão equilibrados, e que os compostos fenólicos e aromáticos estão no auge de seu desenvolvimento, resultando em vinhos com melhor estrutura, sabor e potencial de envelhecimento. Portanto, o monitoramento contínuo das uvas e a adaptação às condições específicas de cada safra são fundamentais para o sucesso da vinificação.

FATORES QUE INFLUENCIAM A MATURAÇÃO DAS UVAS

Em função das inúmeras cultivares de uva, práticas de manejo adotadas no vinhedo, sistemas de produção e diferentes regiões vitivinícolas, torna-se necessário o acompanhamento da maturação das uvas, ao passo que não se pode adotar um critério (ponto de colheita) fixo, pois fatores como genética, manejo e clima influenciam na composição química das uvas (DOMINGUES NETO, et al, 2017).

As condições de maturação das uvas variam de safra para safra, o que torna essencial o monitoramento anual desse processo. Além disso, fatores como genética, manejo e clima influenciam a composição química das uvas e a evolução da maturação. Teores de açúcares, acidez titulável, sólidos solúveis, pH e a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (índice de maturação) são os indicativos mais importantes na definição do grau de maturação das uvas, pois estão diretamente envolvidos no sabor final da fruta (MOTA et al., 2009).

Diversos fatores afetam a maturação das uvas, incluindo o clima, o solo, as práticas culturais e a variedade da uva. O clima desempenha um papel crucial, com a temperatura, a precipitação e a exposição solar influenciando diretamente o ritmo e a qualidade da maturação (REYNOLDS, 2013 VAN LEEUWEN, 2022; REN et al., 2023). Por exemplo, regiões com dias quentes e noites frescas tendem a produzir uvas com um bom equilíbrio entre açúcares e acidez (RAMOS et al., 2024). A precipitação também é um fator importante; chuvas excessivas perto da colheita podem diluir os açúcares nas uvas e aumentar o risco de doenças fúngicas, enquanto a exposição solar adequada promove a fotossíntese e o acúmulo de açúcares nas bagas (DOMINGUES NETO et al., 2023).

O solo contribui com sua composição, drenagem e disponibilidade de nutrientes, impactando o crescimento e o desenvolvimento das videiras (PEREYRA et al., 2023). Solos bem drenados evitam o acúmulo excessivo de água, que pode levar ao crescimento vigoroso e diluição de sabores nas uvas. Além disso, solos ricos em nutrientes específicos, como potássio e magnésio, podem melhorar a sanidade geral das videiras e a qualidade das uvas e vinhos.

As práticas culturais, como poda, irrigação e manejo do dossel, são fundamentais para otimizar as condições fisiológicas e de maturação e minimizar o estresse das plantas (DOMINGUES NETO et al., 2023). A poda adequada ajuda a controlar o rendimento e a exposição das uvas à luz solar, enquanto a irrigação, especialmente em regiões áridas, é crucial para manter a hidratação adequada das plantas (MATAFFO et al., 2023; SUN et al., 2023). O manejo do dossel, que envolve a remoção seletiva de folhas e sistemas de condução adequados para aumentar a circulação de ar e a exposição ao sol, pode reduzir a incidência de doenças e melhorar a qualidade das uvas (DOMINGUES NETO et al., 2023).

A variedade da uva possui características específicas que determinam suas necessidades e respostas durante o processo de maturação, influenciando diretamente

o perfil final do vinho produzido (GANI KISACA; RUHAN ILKNUR GAZIOGLU SENSOY, 2022; ATES et al., 2024). Por exemplo, a ‘Cabernet Sauvignon’ geralmente requer um período de crescimento mais longo e amadurece mais tarde na temporada, beneficiando-se de climas mais quentes, como os de Bordeaux e Napa Valley (IRIMIA et al., 2024); VAN LEEUWEN et al., 2024). Em contraste, a ‘Pinot Noir’, uma variedade mais delicada, prefere climas mais frescos e amadurece mais cedo, como observado nas regiões da Borgonha e Oregon (SKAHILL; BERENQUER; STOLL, 2023).

Esses fatores interagem de maneira complexa e integrada, exigindo um monitoramento contínuo e ajustes precisos por parte dos viticultores para garantir que as uvas atinjam seu potencial máximo de qualidade. Cada decisão, desde a escolha do local de plantio até as práticas de manejo ao longo da temporada, desempenha um papel crucial na determinação das características finais das uvas e, conseqüentemente, dos vinhos produzidos.

IMPACTOS DA MATURAÇÃO DAS UVAS NA QUALIDADE DO VINHO

A maturação das uvas exerce um impacto profundo na vinificação, influenciando a escolha do momento ideal para a colheita, o perfil organoléptico dos vinhos e o estilo do vinho produzido (WEI et al., 2022).

Durante a maturação, ocorrem mudanças significativas nos compostos fenólicos e aromáticos das uvas, que são cruciais para a cor, sabor e aroma dos vinhos. Taninos e antocianinas se acumulam nas cascas e sementes das uvas. Os taninos são responsáveis pela estrutura e capacidade de envelhecimento dos vinhos tintos, enquanto as antocianinas contribuem para a cor (SHAHAB et al., 2023; ZHAO et al., 2023). Além disso, compostos voláteis e precursores aromáticos se desenvolvem nas bagas, influenciando os aromas primários do vinho. Esses compostos incluem terpenos, norisoprenóides e tióis, que podem conferir aromas frutados, florais e herbáceos (LI et al., 2023; CÂMARA et al., 2024).

A maturação das uvas impacta significativamente o perfil organoléptico dos vinhos, incluindo aroma, sabor, cor e sensação na boca. O aumento dos níveis de açúcar e a diminuição da acidez durante a maturação resultam em um vinho mais equilibrado (LI et al., 2021; ZHAI et al., 2023). Os compostos fenólicos, como taninos e antocianinas, desenvolvem-se nas cascas das uvas, contribuindo para a cor, estrutura e capacidade de envelhecimento dos vinhos tintos. Compostos aromáticos evoluem durante a maturação, conferindo características olfativas únicas ao vinho (GE et al., 2024; HE et al., 2023).

A maturação das uvas também se relaciona ao tipo do vinho produzido. Vinhos tintos, brancos e espumantes exigem diferentes níveis de maturação para atingir as características desejadas. Para vinhos tintos, a maturação completa garante o acúmulo adequado de compostos fenólicos, proporcionando cor e estrutura. Vinhos brancos muitas vezes beneficiam-se de uma colheita antecipada para preservar a acidez e os aromas

frescos. Vinhos espumantes requerem uvas com alta acidez e menor teor de açúcar, obtidos através de uma colheita antecipada (LU et al., 2023). Compreender a relação entre maturação e tipo do vinho permite ajustar as práticas de colheita e de vinificação, para produzir vinhos que atendam às expectativas sensoriais e de mercado.

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E AS PERSPECTIVAS FUTURAS

As inovações tecnológicas e as perspectivas futuras prometem transformar o monitoramento e o controle da maturação das uvas, oferecendo novas ferramentas para enfrentar os desafios da viticultura moderna. Tecnologias avançadas, como sensores remotos, drones e imagens de satélite, estão sendo cada vez mais utilizadas para monitorar o desenvolvimento das videiras e a maturação das uvas em tempo real (FERRO; CATANIA, 2023; ORTUANI et al., 2024). Essas ferramentas permitem aos viticultores obter dados precisos sobre variáveis críticas, como níveis de umidade do solo, temperatura e estado nutricional das plantas, facilitando decisões informadas sobre irrigação, aplicação de fertilizantes e manejo do dossel, fatores que afetam diretamente a maturação das uvas. Além disso, técnicas de edição genética estão sendo exploradas para desenvolver variedades de uvas mais resistentes a pragas, doenças e condições climáticas adversas, garantindo maior estabilidade e qualidade na produção (BUTIUC-KEUL; COSTE, 2023).

Os impactos das mudanças climáticas representam um desafio significativo para a viticultura, afetando a maturação das uvas de diversas maneiras. O aumento das temperaturas médias, a maior frequência de eventos climáticos extremos e a alteração dos padrões de precipitação podem levar a maturações desiguais e a uma maior incidência de estresses abióticos (GRAZIA et al., 2023; FONSECA et al., 2023). Para enfrentar esses desafios, os viticultores estão adotando práticas de manejo adaptativo, como a seleção de porta-enxertos mais resistentes, manejo do vinhedo, como técnicas de podas e sistemas de condução (DOMINGUES NETO et al., 2023), o ajuste do calendário de colheita e a implementação de técnicas de cultivo regenerativo para melhorar a qualidade do solo e a retenção de água (AVANZINI et al., 2021; VISCONTI et al., 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maturação das uvas é fundamental para a qualidade dos vinhos, envolvendo um equilíbrio delicado entre açúcar, acidez e compostos fenólicos. A escolha do momento ideal para a colheita e a compreensão das fases da maturação são essenciais para produzir vinhos excepcionais. Diversos fatores, como clima, solo e práticas culturais, influenciam esse processo. Tecnologias inovadoras e estratégias adaptativas são cruciais para enfrentar os desafios da viticultura moderna, garantindo a sustentabilidade e a produção de vinhos que refletem o caráter único de cada terroir.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. *Anuário da Agricultura Brasileira*, São Paulo, p. 464. 2020.

ALLAMY, L.; LEEUWEN, C. V.; PONS, A. Impact of harvest date on aroma compound composition of Merlot and Cabernet-Sauvignon must and wine in a context of climate change: a focus on cooked fruit molecular markers. *OENO One*, v. 57, n. 3, p. 99–112, 31 jul. 2023.

ANTONIOLLI, L.R.; LIMA, M. A. C. de. Boas práticas de fabricação e manejo na colheita e pós colheita de uvas finas de mesa. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008.12p. (Circular Técnica, 77).

ATES, F.; DELAVAR, H.; DARDENIZ, A.; YILMAZ, T.; TURAM, M.; KAYA, O. Dynamics of Berry Characteristics, Biochemical Composition, and Physiological Responses Across Ripening Stages: Investigating the Impact of Pollinizer Varieties on Physiological Femaleness in Bozcaada Çavuşu (*Vitis vinifera* L. cv). *Journal of Plant Growth Regulation*, 17 mar. 2024.

AVANZINI, E. L.; MAC CAWLEY, F.A.; VERA, J.R.; MATURANA, S. Comparing an expected value with a multistage stochastic optimization approach for the case of wine grape harvesting operations with quality degradation. *International Transactions in Operational Research*, v. 30,p. 1843-1873, 23 abr. 2023.

BINDON, K.; HOLT, H.; WILLIANSOM, O.P.; VARELA, C.; HERDERICH, M.; FRANCIS, E.L. Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 2. Wine sensory properties and consumer preference. *Food Chemistry*, v. 154, p. 90–101, jul. 2014.

BUTIUC-KEUL, A.; COSTE, A. Biotechnologies and Strategies for Grapevine Improvement. *Horticulturae*, v. 9, n. 1, p. 62–62, 4 jan. 2023.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Seção 1, p. 54-58, 2000.

CAMPS, J. O.; RAMOS, M. C. Grape harvest and yield responses to inter-annual changes in temperature and precipitation in an area of north-east Spain with a Mediterranean climate. *International Journal of Biometeorology*, v. 56, n. 5, p. 853–864, 10 set. 2011.

CATALDO, E.; EICHMEIER, A.; MATTII, G. B. Effects of Global Warming on Grapevine Berries Phenolic Compounds - A Review. *Agronomy*, v. 13, n. 9, p. 2192, 1 set. 2023.

DOMINGUES NETO, F. J.; CUNHA, S. R.; PIMENTEL JUNIOR, A.; CALLILI, D.; ANDRICH, G.; TECCHIO, M. A. Maturação da uva 'Benitaka' cultivada em clima subtropical, *Colloquium Agrariae*, v. 13, n.3, p.122-127, 2017.

DOMINGUES NETO, F. J.; PIMENTEL JUNIOR, A.; MODESTO, L. R.; MOURA, M. F.; PUTTI, F. F.; BOARO, C. S. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; TECCHIO, M. A. Photosynthesis, Biochemical and Yield Performance of Grapevine Hybrids in Two Rootstock and Trellis Height. *Horticulturae*, v. 9, p.1-13, 2023.

FERRO, M. V.; CATANIA, P. Technologies and Innovative Methods for Precision Viticulture: A Comprehensive Review. *Horticulturae*, v. 9, n. 3, p. 399, 1 mar. 2023.

FONSECA, A.; FRAGA, H.; SANTOS, J. A. Exposure of Portuguese viticulture to weather extremes under climate change. *Climate Services*, v. 30, p. 100357, abr. 2023.

- GANI KISACA; RUHAN ILKNUR GAZIOGLU SENSOY. Phenolic contents, organic acids and antioxidant capacities of twenty grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars having different berry colors. **Journal of Food Measurement & Characterization**, v. 17, n. 2, p. 1354–1370, 23 nov. 2022.
- GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. **Food Research International**, v. 54, n. 2, p. 1844–1858, dez. 2013.
- GE, Y. L.; XIA, N. Y.; WANG, Y. C.; ZHANG, H. L.; YANG, W. M.; DUAN, C. K.; HONG, P. Q. Evolution of Aroma Profiles in *Vitis vinifera* L. Marselan and Merlot from Grapes to Wines and Difference between Varieties. **Molecules**, v. 29, n. 14, p. 3250–3250, 9 jul. 2024.
- GODOY, L.; ACUÑA-FONTECILLA, A.; CATRILEO, D. Formation of Aromatic and Flavor Compounds in Wine: A Perspective of Positive and Negative Contributions of Non-*Saccharomyces* Yeasts. **IntechOpen eBooks**, 10 fev. 2021.
- GONZÁLEZ-BARREIRO, C.; RIAL-OTERO, R.; CANCHO-GRANDE, B.; SIMAL-GÁNDARA, J. Wine Aroma Compounds in Grapes: A Critical Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 2, p. 202–218, 8 ago. 2015.
- GRAZIA, D.; MAZOCCHI, C.; RUGGERI, G.; CORSI, S. Grapes, Wines, and Changing Times: A Bibliometric Analysis of Climate Change Influence. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 2023, p. e9937930, 20 set. 2023.
- HE, Y.; XINYUAN, W.; LI, P.; NAN, H.; WEN, L. ZHITONG, W. Research progress of wine aroma components: A critical review. **Food Chemistry**, v. 402, p. 134491, 15 fev. 2023.
- IRIMIA, L. M.; PATRICH, C. V.; PETJEAN, T.; TISSOT, C.; NEETHLING, E.; FOSS, C.; ROUX, R. L.; QUÉNOL, H. Structural and Spatial Shifts in the Viticulture Potential of Main European Wine Regions as an Effect of Climate Change. **Horticulturae**, v. 10, n. 4, p. 413–413, 19 abr. 2024.
- CÂMARA, J. S.; PERESTRELO, R.; BERENGUE, C. V.; PEREIRA, J. A. M. Wine Volatilomics. **Methods and protocols in food science**, p. 93–130, 1 jan. 2024.
- KADER, A. A. (Ed.). Postharvest technology of horticultural crops. 2. ed. Oakland: Division of Agricultural and Natural Resources, University of California, 1992. 296p.
- KENNEDY, J. Understanding grape berry development. **Winegrowing, Practical Winery and Vineyard**, San Rafael, p. 1-5, 2002.
- KHANNA, K.; OHRI, P.; BHARDWAJ, R. Decoding Sugar Regulation and Homeostasis in Plants: Cracking Functional Roles Under Stresses. **Journal of Plant Growth Regulation**, 30 jul. 2022.
- LABBÉ, T.; PFISTER, C.; BRÖNNIMAN, S.; ROUSSEAU, D.; FRANKE, J.; BOIS, B. The longest homogeneous series of grape harvest dates, Beaune 1354–2018, and its significance for the understanding of past and present climate. **Climate of the Past**, v. 15, n. 4, p. 1485–1501, 2019.
- LECOURIEUX, D.; KAPPEL, C.; CLAVEROL, S.; PIERI, F.; FEIL, R.; LUNN, J.; BONNEU, M.; WANG, L.; GOMES, E.; DELROT, S.; LECOURIEUX, F. Proteomic and metabolomic profiling underlines the stage- and time-dependent effects of high temperature on grape berry metabolism. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 62, n. 8, p. 1132–1158, 31 jan. 2020.

- LI, S.Y.; DUAN, C.Q.; HAN, Z.H. Grape polysaccharides: compositional changes in grapes and wines, possible effects on wine organoleptic properties, and practical control during winemaking. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-24, 3 ago. 2021.
- LI, Y.; ELE, L.; SONG, Y.; ZHANG, P.; CHEN, D.; GUAN, L.; LIU, S. Comprehensive study of volatile compounds and transcriptome data providing genes for grape aroma. **BMC Plant Biology**, v. 23, n. 1, 31 mar. 2023.
- LIZANA, L.A. Algunos aspectos de cosecha y manejo de postcosecha en uva de mesa para exportación. In: CEPOC. Manejo de uva de mesa para exportación. **Publicaciones Miscelaneas Agrícolas**, Santiago, v.43, p. 35-43, 1995.
- LU, H.-C.; TIAN, M.-B.; HAN, X.; SHI, N.; LI, H.-Q.; CHENG, C.-F.; CHEN, W.; LI, S.-D.; HE, F. DUAN, C.-Q.; WANG, J. Vineyard soil heterogeneity and harvest date affect volatolomics and sensory attributes of Cabernet Sauvignon wines on a meso-terroir scale. **Food Research International**, v. 174, p. 113508–113508, 1 dez. 2023.
- LU, L.; SERGE DELROT; LIANG, Z. From acidity to sweetness: a comprehensive review of carbon accumulation in grape berries. **Molecular Horticulture**, v. 4, n. 1, 5 jun. 2024.
- MATAFFO, A.; SCONOGNAMIGLIO, P.; MOLINARO, C.; CORRADO, G.; BASILE, B. Early Canopy Management Practices Differentially Modulate Fruit Set, Fruit Yield, and Berry Composition at Harvest Depending on the Grapevine Cultivar. **Plants**, v. 12, n. 4, p. 733, 1 jan. 2023.
- MORADI, S.; SABA, M.S.; SADEGHI, S.; INGLÈS, P.; LOGÓRIO, G. Changes in Biochemical and Bioactive Compounds in Two Red Grape Cultivars during Ripening and Cold Storage. **Agronomy**, v. 14, n. 3, p. 487–487, 28 fev. 2024.
- MOTA, R. V. DA.; SOUZA, C. R. DE.; FAVERO, A.C.; SILVA, C.P.C.; CARMO, E.L.DO.; FONSECA, A.R.; REGINA, M.A. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 576-582, jun. 2009.
- ORDUÑA, R. M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. **Food Research International**, v. 43, n. 7, p. 1844–1855, ago. 2010.
- ORTUANI, B.; MAYER, A.; BIANCHI, D.; SONA, G.; CREMA, A.; MODINA, D.; BOLOGNINI, M.; BRANCADORO, L.; BOSCHETTI, M.; FACCHI, A. Effectiveness of Management Zones Delineated from UAV and Sentinel-2 Data for Precision Viticulture Applications. **Remote Sensing**, v. 16, n. 4, p. 635–635, 8 fev. 2024.
- PEREYRA, G.; PELLEGRINO, A.; FERRER, M.; GAUDIN, R. How soil and climate variability within a vineyard can affect the heterogeneity of grapevine vigour and production. **OENO One**, v. 57, n. 3, p. 297–313, 20 set. 2023.
- RAMOS, M. C. JARA, M.A.I.; ROSILLO, L.; SALINAS, M.R. Effect of temperature and water availability on grape phenolic compounds and their extractability in Merlot grown in a warm area. **Scientia horticulturae**, v. 337, p. 113475–113475, 1 nov. 2024.
- REN, Y.; SADEGHNEZHAD, E.; LENG, X.; PEI, D.; DONG, T.; ZHANG, P.; PEIJIE, G.; JIA, H.; JINGGUI, P. Assessment of “Cabernet Sauvignon” Grape Quality Half-Véraison to Maturity for Grapevines Grown in Different Regions. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 5, p. 4670–4670, 28 fev. 2023.
- REYNOLDS, A. G. Viticultural Practices and Their Effects on Grape and Wine Quality. p. 185–212, 1 jul. 2013.

- ROLLE, L.; SEGADE S.R.; PAISSONI, M.A.; GIACOSA, S.; GERBI, V. Assessment and control of grape maturity and quality. **Elsevier eBooks**, p. 1-16, 1 jan. 2022.
- ROUXINOL, M. I.; MARTINS, M.R.; BARROSO, J.M.; RATO, A.E. Wine Grapes Ripening: A Review on Climate Effect and Analytical Approach to Increase Wine Quality. **Applied Biosciences**, v. 2, n. 3, p. 347-372, 1 set. 2023.
- CANDAR, S. Understanding the Impact of Artificial Stress on the Morphological Characteristics of cv. "Merlot" Berry and Cluster. **Applied Fruit Science**, v. 66, n. 1, p. 257–267, 13 dez. 2023.
- SHAHAB, M.; ROBERTO, S.R.; ADNAN, M.; FAHAD, X.; KOYAMA, R.; SALEEM, M.H.; NASAR, J.; SAUD, X.; HASSAN, X.; NAWAZ, T. Phenolic Compounds as a Quality Determinant of Grapes: A Critical Review. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 42, p. 5325–5331, 8 mar. 2023.
- SKAHILL, B.; BERENQUER, B.; STOLL, M. Climate Projections for Pinot Noir Ripening Potential in the Fort Ross-Seaview, Los Carneros, Petaluma Gap, and Russian River Valley American Viticultural Areas. **Agronomy**, v. 13, n. 3, p. 696-696, 27 fev. 2023.
- SUN, R.; MA, J.; XIHUAN, S.; ZHENGE, L.; GUO-GUO, J.C. Responses of the Leaf Water Physiology and Yield of Grapevine via Different Irrigation Strategies in Extremely Arid Areas. **Sustainability**, v. 15, n. 4, p. 2887, 1 jan. 2023.
- VAN LEEUWEN, C.; SGOUBN, G.; BOIS, B.; OLLAT, N.; SWINGDOUW, D.; ZITO, S.; GAMBETA, G.A. Climate change impacts and adaptations of wine production. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 5, p. 1-18, 26 mar. 2024.
- VAN LEEUWEN, C. Terroir: The effect of the physical environment on vine growth, grape ripening, and wine sensory attributes. **Managing Wine Quality**, p. 341-393, 2022.
- VISCONTI, F.; LÓPEZ, R.; MIGUEL ÁNGEL OLEGO. The Health of Vineyard Soils: Towards a Sustainable Viticulture. **Horticulturae**, v. 10, n. 2, p. 154-154, 6 fev. 2024.
- WANG, T.; PENG, H.; CAO, Y.; XU, J.; XIONG, Y.; KANGCHEN, L.; FANG, J.; LIU, F.; ZHANG, A.; ZHANG, X. Dynamic Network Biomarker Analysis Reveals the Critical Phase Transition of Fruit Ripening in Grapevine. **Genes**, v. 13, n. 10, p. 1851-1851, 13 out. 2022.
- WEI, R.; WANG, L.; DING, Y.; ZHANG, L.; GAO, F.; CHEN, N.; SONG, Y.; LI, H.; WANG, H. Natural and sustainable wine: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-12, 25 mar. 2022.
- ZHAI, H.-Y. LI, S.-Y.; ZHAO, X.; LAN, Y.-B.; ZHANG, X.-Y.; SHI, Y.; DUAN, C.-Q. The compositional characteristics, influencing factors, effects on wine quality and relevant analytical methods of wine polysaccharides: A review. **Food Chemistry**, v. 403, p. 134467, 1 mar. 2023.
- ZHANG, L.; ZHANG, A.; XU, L.; ZHU, L.; MA, B.; LI, M. The accumulation and regulation of malate in fruit cell. **Fruit Research**, v. 0, n. 0, p. 1–11, 1 jan. 2024.
- ZHANG, Z.; ZHOU, L.; REN, C.; REN, F.; WANG, Y.; PEIGE, L.; LI, S.; LIANG, Z. VvSWEET10 Mediates Sugar Accumulation in Grapes. **Genes**, v. 10, n. 4, p. 255, 1 abr. 2019.
- ZHAO, M.; HARRISON, R.; FRONT.; TIAN, B. Colour properties and tannin concentrations of polymeric phenolic materials extracted from Pinot Noir wines of a single NZ producer. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 58, n. 9, p. 4761–4769, 18 jul. 2023.