

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 20/03/2025.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de São José do Rio Preto

Danieli Cristina Alves

**Estudo de leveduras alternativas para vinificação de uvas BRS Núbia e
BRS Isis: avaliação dos perfis físico-químico e sensorial**

São José do Rio Preto
2024

Danieli Cristina Alves

**Estudo de leveduras alternativas para vinificação de uvas BRS Núbia e
BRS Isis: avaliação dos perfis físico-químico e sensorial**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES - Proc. nº 88887.689427/2022-00

Orientador: Prof. Dr. Maurício Bonatto Machado de Castilhos

Coorientador: Prof. Dr. Vanildo Luiz del Bianchi

São José do Rio Preto
2024

| | |
|-------|---|
| A474e | <p>Alves, Danieli Cristina</p> <p>Estudo de leveduras alternativas para vinificação de uvas BRS Núbia e BRS Isis: avaliação dos perfis físico-químico e sensorial / Danieli Cristina Alves. -- São José do Rio Preto, 2024</p> <p>75 p. : il., tabs., fotos</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto</p> <p>Orientador: Maurício Bonatto Machado de Castilhos</p> <p>Coorientador: Vanildo Luiz del Bianchi</p> <p>1. Vinho e vinificação. 2. Saccharomyces. 3. Sabor. 4. Vinho e vinificação Análise. 5. Fermentação. I. Título.</p> |
|-------|---|

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Danieli Cristina Alves

**Estudo de leveduras alternativas para vinificação de uvas BRS Núbia e
BRS Isis: avaliação dos perfis físico-químico e sensorial**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES - Proc. nº 88887.689427/2022-00

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Maurício Bonatto Machado de Castilhos
UEMG - Frutal
Orientador

Profa. Dra. Mariana Dâmaris de Oliveira
IT'S Foods Consultoria e Assessoria

Profa. Dra. Taís Arthur Corrêa
UEMG - Frutal

São José do Rio Preto
20 de Março de 2024

Dedico este trabalho a Deus, pelo dom da vida,
que deu a iluminação e força necessária para
conclusão desta etapa.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Maurício Bonatto Machado de Castilhos por aceitar em me orientar, ao incentivo de não desistir, pelos ensinamentos e paciência.

Ao Prof. Dr. Vanildo Luiz Del Bianchi pela coorientação e ensinamentos.

Ao produtor de uvas da cidade de Jales/SP por comercializar as uvas necessárias para o trabalho.

A todos os Professores que fizeram parte deste ciclo e todos os outros que passaram em minha vida.

Aos técnicos dos laboratórios do Departamento da Engenharia e Tecnologia de Alimentos, aos servidores do Ibilce que de alguma forma ajudaram nessa etapa.

Aos meus amigos que apoiaram, ajudaram e contribuíram nessa caminhada. Aos amigos e colegas que não acreditaram nesse processo. As amigas que fiz durante este ciclo. Muito obrigado a todos pelos ensinamentos.

À Danúbia pela amizade e incentivo para entrada no mestrado.

Ao Alexandre e a Ana Paula pela amizade, ajuda e contribuição nos momentos difíceis.

Às pessoas da minha família que não apoiaram a decisão do mestrado.

Aos membros da banca de qualificação e defesa pela colaboração na melhoria desse trabalho.

Aos amigos Leda, Danúbia, Giulia, Ana Paula, Juliana e Jorge pela colaboração na efetivação da análise sensorial.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 processo PDS 88887.689427/2022-00, à qual agradeço, pela bolsa concedida.

RESUMO

Os vinhos elaborados com as uvas *Vitis vinifera* ou *Vitis labrusca* são obtidos a partir da fermentação alcoólica e este bioprocessamento é modulado através de leveduras, podendo ser de várias espécies, dentre elas a *Saccharomyces cerevisiae* é a mais utilizada. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar se os vinhos produzidos das uvas de mesa BRS Núbia e BRS Isis com a levedura clássica *Saccharomyces cerevisiae* (SC), e com leveduras alternativas como a *Saccharomyces bayanus* (SB) e um híbrido de *Saccharomyces cerevisiae* com *Saccharomyces uvarum* (SU) são vinhos de qualidade, a fim de caracterizar e relacionar os perfis químico e sensorial. Foram elaborados 3 vinhos com as uvas BRS Núbia e 3 vinhos com a uva BRS Isis, seguindo o processo fermentativo padrão já consagrado na literatura, consistindo na extração do mosto fermentativo, fermentação alcoólica, descuba, trasfegas, filtração a vácuo e engarrafamento. Os parâmetros físico-químicos de acidez total, acidez volátil, extrato seco total, açúcares redutores, teor alcoólico, teor de fenólicos totais e índices de cor foram avaliados, assim como a análise sensorial de aceitação e descritiva pelo método *Rate-All-That-Apply* (RATA). Todos os dados foram tratados com a aplicação da Análise de variância (ANOVA) e teste *post-hoc* de Tukey, quando $p < 0,05$. As análises físico-químicas e sensoriais foram relacionadas através da aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA). Os vinhos BRS Núbia apresentaram valores de 0,19 g/L a 0,26 g/L para acidez volátil, mostrando que estão de acordo com o limite máximo da legislação (1,2 g/L). A acidez total apresentou valores de 7,55 g/L a 8,36 g/L e a intensidade de cor apresentou valores entre 1,46 e 1,81. Para os vinhos elaborados com BRS Isis a acidez total apresentou valores de 6,38 g/L a 7,30 g/L. Os resultados de compostos fenólicos foram de 567,80 mg/L a 738,64 mg/L, mostrando que as diferentes leveduras contribuíram para a extração dos fenólicos. Na intensidade de cor, os vinhos apresentaram valores entre 1,45 e 3,33. O vinho SC BRS Núbia foi relacionado ao sabor e aceitação global, enquanto o vinho SB BRS Isis foi relacionado ao elevado teor alcoólico que destacou o seu sabor frutado. O vinho BRS Núbia SB apresentou destaque por apresentar expressivo sabor e aroma frutados, características apreciadas pelos consumidores brasileiros, e os vinhos BRS Isis SB e SU demonstraram maior intenção de compra, mostrando que as leveduras alternativas têm potencial para produzir vinhos de qualidade e com potencial de compra.

Palavras-chaves: Vinho tinto, *Saccharomyces*, perfil químico, perfil sensorial.

ABSTRACT

Wines produced from *Vitis vinifera* or *Vitis labrusca* grapes are obtained from alcoholic fermentation and this bioprocess is modulated by yeasts, of several species, among which *Saccharomyces cerevisiae* is the most widely used. The aim of this study was to assess whether the wines produced from BRS Nubia and BRS Isis table grapes with the classic yeast *Saccharomyces cerevisiae* (SC), and with alternative yeasts such as *Saccharomyces bayanus* (SB) and a hybrid of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces uvarum* (SU) are quality wines to characterize and relate their chemical and sensory profiles. The 3 wines were made with BRS Nubia grapes and 3 wines with BRS Isis grapes, following the standard fermentation process already established in the literature, consisting of extraction of the fermentation must, alcoholic fermentation, dejuicing, racking, vacuum filtration and bottling. The physicochemical parameters of total acidity, volatile acidity, total dry extract, reducing sugars, alcohol content, total phenolic content, and color indices were evaluated, as well as the sensory analysis of acceptance and descriptive analysis using the Rate-All-That-Apply (RATA) method. All the data was treated using Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey's post-hoc test when $p < 0.05$. The physicochemical and sensory analyses were related using Principal Component Analysis (PCA). The BRS Nubia wines showed values of 0.19 g/L to 0.26 g/L for volatile acidity, showing that they comply with the maximum limit for volatile acidity (1.2 g/L). Total acidity ranged from 7.55 g/L to 8.36 g/L and color intensity ranged from 1.46 to 1.81. For wines made with BRS Isis, total acidity ranged from 6.38 g/L to 7.30 g/L. The results for phenolic compounds ranged from 567.80 mg/L to 738.64 mg/L, showing that the different yeasts contributed to the extraction of phenolics. In terms of color intensity, the wines showed values between 1.45 and 3.33. The SC BRS Nubia wine was related to taste and global acceptance, while the SB BRS Isis wine was related to the high alcohol content which highlighted its fruity taste. The BRS Nubia SB wine stood out for presenting an expressive fruity flavor and aroma, a feature appreciated by Brazilian consumers, and the BRS Isis SB and SU wines showed greater purchase intent, showing that alternative yeasts have the potential to produce quality wines with purchase potential.

Keywords: Red wine, *Saccharomyces*, chemical profile, sensory profile.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Uva BRS Núbia. | 18 |
| Figura 2 - Uva BRS Isis. | 19 |
| Figura 3 - Formação de acetato de etila. | 24 |
| Figura 4 - Estrutura simples de um flavonoide. | 25 |
| Figura 5 - Estrutura de ácidos não flavonoides. | 26 |
| Figura 6 - Fluxograma processo de vinificação. | 34 |
| Figura 7 - Chapéu formado durante a fermentação de BRS Núbia. | 36 |
| Figura 8 - Chapéu formado durante a fermentação de BRS Isis. | 37 |
| Figura 9 - Amostras de vinhos BRS Núbia. | 41 |
| Figura 10 - Amostras de vinhos BRS Isis. | 45 |
| Figura 11 - Vinho BRS Núbia: análise de aceitação sensorial. | 50 |
| Figura 12 - Vinho BRS Núbia: análise sensorial descritivo. | 50 |
| Figura 13 - Projeção do perfil físico-químico e dos atributos sensoriais (A) e das amostras de vinhos BRS Núbia (B), utilizando Análise de Componentes Principais. | 51 |
| Figura 14 - Vinho BRS Isis: análise de aceitação sensorial. | 56 |
| Figura 15 - Vinho BRS Isis: análise sensorial descritivo. | 56 |
| Figura 16 - Projeção do perfil físico-químico e dos atributos sensoriais (A) e das amostras de vinhos BRS Isis (B), utilizando Análise de Componentes Principais. | 57 |
| Gráfico 1 - Consumo de vinho por mês dos avaliadores da sensorial. | 48 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Parâmetros de vinificação para a cultivar BRS Núbia. | 35 |
| Tabela 2 - Parâmetros de vinificação para a cultivar BRS Isis. | 36 |
| Tabela 3 - Resultados físico-químicos (média \pm desvio padrão) dos vinhos tintos BRS Núbia | 41 |
| Tabela 4 - Resultados físico-químicos (média \pm desvio padrão) dos vinhos tintos BRS Isis | 45 |
| Tabela 5 - Resultado sensorial de aceitação e descritivo (média \pm desvio padrão) dos vinhos tintos BRS Núbia. | 49 |
| Tabela 6 - Resultado sensorial de aceitação e descritivo (média \pm desvio padrão) dos vinhos tintos BRS Isis. | 54 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-------------------------|------------------------------|
| hL | Hectolitro |
| pH | Potencial hidrogeniônico |
| % | Porcentagem |
| g | Gramma |
| mL | Mililitro |
| mg | Miligramma |
| L | Litro |
| mEq | Miliequivalente |
| v/v | Volume/volume |
| °C | Graa Celsius |
| Kg | Quilogramma |
| g/cm³ | Gramma por centímetro cúbico |
| °GL | Graa Lussac |
| Mol/L | Molaridade/litro |
| nm | Nanómetro |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. OBJETIVOS | 16 |
| 2.1 Objetivo geral | 16 |
| 2.2 Objetivos específicos | 16 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 16 |
| 3.1 Perspectivas gerais das uvas e dos vinhos | 16 |
| 3.1.1 BRS Núbia | 17 |
| 3.1.2 BRS Isis | 18 |
| 3.1.3 Características químicas dos vinhos | 19 |
| 3.1.4 Substâncias presentes nas uvas e vinhos | 20 |
| 3.1.4.1 Água e açúcares | 20 |
| 3.1.4.2 Leveduras | 20 |
| 3.1.4.3 Etanol, metanol, pectina e álcoois superiores | 22 |
| 3.1.4.4 Glicerol | 23 |
| 3.1.4.5 Acidez | 23 |
| 3.1.4.6 Ésteres | 24 |
| 3.1.4.7 Compostos fenólicos | 25 |
| 3.1.4.8 Compostos orgânicos, inorgânicos e minerais | 26 |
| 3.2 Legislação | 27 |
| 3.3 Processo de vinificação | 28 |
| 3.4 Análise sensorial no vinho | 31 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 34 |
| 4.1 Material | 34 |
| 4.2 Métodos | 34 |
| 4.2.1 Análises físico-químicas | 37 |
| 4.2.2 Análise sensorial | 38 |
| 4.2.3 Análise dos resultados | 40 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 5.1 Análises físico-químicas BRS Núbia | 41 |
| 5.2 Análises físico-químicas BRS Isis | 45 |
| 5.3 Análise sensorial | 48 |
| 5.3.1 Análise sensorial descritiva e de aceitação sensorial do vinho BRS Núbia | 49 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.3.2 | Abordagem sensométrica | 51 |
| 5.3.3 | Análise sensorial descritiva e de aceitação sensorial do vinho BRS Isis | 54 |
| 5.3.4 | Abordagem sensométrica | 57 |
| 6. | CONCLUSÕES | 60 |
| | REFERÊNCIAS | 60 |
| | ANEXO A - TCLE | 70 |
| | ANEXO B - Fichas Sensoriais | 71 |
| | ANEXO C - Parecer Consubstanciado do CEP | 74 |

1. INTRODUÇÃO

Na vinificação, as espécies de uvas mais utilizadas são a *Vitis vinifera* (uvas europeias), e no Brasil as *Vitis bourquina*, *Vitis labrusca* (uvas americanas) e seus híbridos (CAMARGO, 2021).

No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Uva e Vinho desenvolve uvas através do seu programa de melhoramento genético e dentre elas destacam-se a BRS Núbia e a BRS Isis, designadas para comércio de uvas de mesa para consumo *in natura* e produção de sucos ou derivados.

Essas uvas de melhoramento genético, como a BRS Isis, caracterizam-se por maior atividade antioxidante, compostos fenólicos em sua polpa e presença compostos voláteis como butanoato de etila, mircenol, octanoato de etila, 2-etil-1-hexanol, 3-metil butanal, 2-metil butanal e penten-3-ol. A uva BRS Núbia, pode apresentar maior concentração de compostos bioativos como fenólicos totais, antocianinas, flavonoides em sua casca, sendo que ambas apresentam aroma neutro. Apesar disso, é possível encontrar na BRS Núbia álcoois como os hexanol e o (E)-2-hexeno-1-ol que pode conferir aroma de notas verdes e maior concentração de β -damascenona que lembra aroma de morango e em ambas as uvas menor concentração de linalol que apresenta característica floral (lavanda) e adocicada. As concentrações desses compostos podem variar de acordo com as condições climáticas e de cultivo da região produtora (SOLDATELI et al., 2023).

A produção de vinhos de mesa no Brasil se dá pelo emprego de uvas americanas ou híbridas. No ano de 2020 a produção foi de 124,17 milhões de litros de vinhos de mesa e os vinhos finos foi de 32,343 milhões de litros. Em 2023 a produção total de vinhos foi aproximadamente de 2,3 milhões de hL (MELLO, MACHADO, 2021; OIV, 2023).

O vinho é visto como uma bebida complexa e sua qualidade tem relação com diversos fatores, tais como: a espécie de uva, grau de maturação, a fermentação, a levedura selecionada, dentre outros fatores (DA-SILVA et al., 2015). Ele é obtido da fermentação alcoólica do mosto de uvas sã, fresca e madura (BRASIL, 2023). A fermentação alcoólica pode ser estabelecida com a conversão dos açúcares do mosto da uva em álcool etílico, glicerol, ácido acético e outras substâncias, além de gás carbônico e energia (VENTURINI FILHO, 2010).

Na vinificação a aplicação da levedura *Saccharomyces bayanus* proporciona menor produção de acidez volátil, maior rendimento de glicerol, ácido málico, ácido succínico, compostos aromáticos, álcoois e ésteres etílicos, apresentando altas quantidades de geraniol e

baixa taxa de transformação em linalol e α -terpineol (JACKSON, 2020; GAMERO et al., 2011).

O geraniol é um terpeno que está associado ao aroma floral e o linalol e α -terpineol a aromas frutados, sendo tais características aromáticas associadas a suas baixas concentrações (DEL FRESNO et al., 2021; CHIGO-HERNANDEZ et al., 2022).

Outra espécie de levedura, a *Saccharomyces uvarum*, é um híbrido originário da levedura clássica *Saccharomyces cerevisiae* que apresenta especificidades no processo de fermentação, destacando o rendimento de subprodutos e biomassa, mostrando características interessantes quando relacionada à temperatura baixa de fermentação, produzindo quantidades elevadas de compostos voláteis, como por exemplo o acetato de 2-feniletila, que promove o odor floral (MINEBOIS et al., 2020).

O perfil químico é de extrema importância, pois influencia o perfil sensorial dos vinhos definindo sua qualidade. As leveduras podem contribuir no perfil dos vinhos através da biossíntese de compostos aromáticos voláteis, alguns desses presentes nas uvas sendo liberados pelas leveduras durante o processamento (LIN et al., 2022).

Diante disso, o estudo do perfil sensorial dos vinhos indica sua qualidade avaliando os descritores de aparência, odor, sensação bucal e sabor (MERKYTĖ et al., 2020).

O perfil físico-químico avalia as substâncias presentes, como os compostos fenólicos, acidez total e volátil, pH, índice de cor, extrato seco, açúcares redutores, compostos voláteis, dentre outras, que podem sofrer influência durante o processo de vinificação de acordo com a levedura utilizada (HRANILOVIC et al., 2018).

Neste contexto, é de conhecimento que o uso das leveduras alternativas na fermentação alcoólica promove diferenças consideráveis no perfil físico-químico dos vinhos, proporcionando mudanças no perfil sensorial, sendo estas positivas ou negativas.

O emprego de uvas do tipo BRS, resultantes de melhoramento genético, carece de estudos na produção de vinhos tintos de mesa, sendo indispensável estudar o potencial que essas uvas podem proporcionar na vinificação. Nenhum trabalho na literatura foi encontrado na vinificação com as uvas BRS Núbia e BRS Isis, por isso o viés inovador neste estudo foi produzir vinhos com uvas híbridas brasileiras e estudar a aplicação de leveduras alternativas como a *Saccharomyces bayanus* e *Saccharomyces uvarum* no processo de vinificação.

6. CONCLUSÕES

Com os resultados de análise físico-química e sensorial foi possível observar:

- Os vinhos BRS Núbia elaborados com *S. cerevisiae* foram descritos pelos atributos de sabor, aceitação global, intenção de compra, aroma frutado, mostrando seu alto potencial para comercialização, fato este explicado pelo atributo de intenção de compra. Essa amostra também foi associada a intensidade de cor apresentando maior escore de cor vermelha características que foram relacionados a elevada aceitação de aparência.
- O teor alcoólico que foi relacionado a amostra de vinhos vinho BRS Núbia elaborado com *S. bayanus* destacou o sabor frutado e persistência da amostra.
- O vinho BRS Núbia elaborado com *S. uvarum* foi descrito pelos parâmetros de índice de cor, porém eles não correlacionaram ao atributo aceitação de aparência.
- O vinho BRS Isis elaborado com *S. uvarum* foi destaque em acidez volátil, acidez total, acidez volátil e açúcar redutor. Nenhum atributo de aceitação sensorial e descritivo foi relacionado a esta amostra.
- Pressupõe-se que os atributos de gosto amargo e intensidade de cor pode estar relacionado a levedura *S. cerevisiae* usada na elaboração do vinho BRS Isis.
- O vinho BRS Isis elaborado com *S. Bayanus* apresentou destaque para os descritores de aroma frutado, corpo (descritivo), sabor frutado, aroma floral, gosto doce, aparência, aceitação global, intenção de compra, cor vermelha, teor alcoólico, fenólicos, luminosidade (L*), ângulo de tonalidade (h*), componente de cor amarelo-azul (b*), chroma (C*) e tonalidade, apresentando potencial para comercialização, fato demonstrado na correlação com a intenção de compra e aparência da amostra.

REFERÊNCIAS

- ABE. Associação Brasileira de Enologia. Safra 2021 – Colheita da uva deve passar de 800 mil toneladas no RS. 2 mar. 2021. Disponível em : <https://www.enologia.org.br/noticia/safra-2021-colheita-da-uva-deve-passar-de-800-mil-toneladas-no-rs>. Acesso em: 22 ago. 2023.
- ABREU, T. et al. The flavor chemistry of fortified wines-A comprehensive approach. **Foods**, v. 10, n. 6, p. 1239, 2021.
- AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**, 20^a ed. Washington, p. 3172, 2005.

- ARES, G.; JAEGER, S. R. Examination of sensory product characterization bias when check-all-that-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. 2015. **Food Quality and Preference**, v. 40, p. 199-208, 2015.
- AVÍRVAREI, A. C. et al. Contribution of *Saccharomyces* and Non-*Saccharomyces* Yeasts on the Volatile and Phenolic Profiles of Rosehip Mead. **Antioxidants**, v. 12, n. 7, p. 1457, 2023.
- AYALA, F.; ECHÁVARRI, J. F.; NEGUERUELA, A. I. **Software MSCV 7.1**. 2012.
- BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.
- BALLI, D. et al. Effect of yeast cell immobilization and temperature on glycerol content in alcoholic fermentation with respect to wine making. **Process Biochemistry**, v. 39, n. 4, p. 499-506, 2003.
- BAUTISTA-ORTÍN, A. B. et al. Influence of the yeast strain on Monastrell wine colour. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 8, n. 3, p. 322-328, 2007.
- BELLON, J. R. et al. Designing and creating *Saccharomyces* interspecific hybrids for improved, industry relevant, phenotypes. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 99, p. 8597-8609, 2015.
- BESTULIĆ, E. et al. Comparison of different maceration and non-maceration treatments for enhancement of phenolic composition, colour intensity, and taste attributes of Malvazija istarska (*Vitis vinifera* L.) white wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 109, p. 104472, 2022.
- BINATI, R. L. et al. Exploring the diversity of a collection of native *non-Saccharomyces* yeasts to develop co-starter cultures for winemaking. **Food Research International**, v. 122, p. 432-442, 2019.
- BINATI, R. L. et al. Glutathione production by non-*Saccharomyces* yeasts and its impact on winemaking: A review. **Food Research International**, v. 156, p. 111333, 2022.
- BOROVKOVA, A. N.; SHALAMITSKIY, M. Yu; NAUMOVA, E. S. Pectinolytic Yeast *Saccharomyces paradoxus* as a New Gene Pool for Winemaking. **Microbiology**, v. 92, n. 2, p. 256-268, 2023.
- BORTOLETTO, A. M.; HUNOFF, T. S.; ALCARDE, A. R. Processos de vinificação para a obtenção de vinhos de qualidade no Brasil. **Visão Agrícola**, n. 14, p.86-90, 2021.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 14 de 8 de fevereiro de 2018. Estabelece a complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do vinho e derivados da uva e do vinho. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2018.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 49 de 1 de novembro de 2011. Estabelece as práticas enológicas lícitas para elaboração de vinho e mosto de uva e para a uva destinada a industrialização. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2011.

BRASIL. Instrução Normativa nº 161 de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Consolidação das Normas de Bebidas Fermentado Acético, Vinho e Derivados da Uva e do Vinho: anexo à norma interna DIPOV nº 01/2019 – Cartilhão de Bebidas- Coordenação Geral de Vinhos e Bebidas, 2 ed., Brasília: **MAPA**, 2023.

CABAROGLU, T. Methanol contents of Turkish varietal wines and effect of processing. **Food Control**, v. 16, n. 2, p. 177-181, 2005.

CAMARGO, U. A. Uva para processamento: Cultivares. Embrapa, 22 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica>. Acesso em: 08 mar. 2023.

CAO, W. et al. Characterization of the key aroma volatile compounds in nine different grape varieties wine by headspace gas chromatography–ion mobility spectrometry (HS-GC-IMS), odor activity values (OAV) and sensory analysis. **Foods**, v. 11, n. 18, p. 2767, 2022.

CARLIN, S. et al. The contribution of varietal thiols in the diverse aroma of Italian monovarietal white wines. **Food Research International**, v. 157, p. 111404, 2022.

CARPENA, M. et al. Secondary aroma: Influence of wine microorganisms in their aroma profile. **Foods**, v. 10, n. 1, p. 51, 2020.

CASASSA, L.F.; FANZONE, M.L.; SARI, S. E. Comparative phenolic, chromatic, and sensory composition of five monovarietal wines processed with microwave technology. **Heliyon**, v. 8, n. 12, 2022.

ÇELEBI UZKUÇ, N. M. et al. Effects of spontaneous fermentation on Karalahna and Cabernet Sauvignon young red wines: Volatile compounds, sensory profiles and identification of autochthonous yeasts. **European Food Research and Technology**, v. 246, p. 81-92, 2020.

CHIGO-HERNANDEZ, M. M.; DUBOIS, A.; TOMASINO, E. Aroma perception of rose oxide, linalool and α -terpineol combinations in Gewürztraminer wine. **Fermentation**, v. 8, n. 1, p. 30, 2022.

CHIRA, K.; PACELLA, N.; JOURDES, M.; TEISSEDRE, P.-L. Chemical and sensory evaluation of Bordeaux wines (Cabernet Sauvignon and Merlot) and correlation with wine age. **Food Chemistry**, v. 126, p. 1971-1977, 2011

CHONG, H. H. et al. Soluble cell wall carbohydrates and their relationship with sensory attributes in Cabernet Sauvignon wine. **Food chemistry**, v. 298, p. 124745, 2019.

CIVILLE, G. V.; CARR, B. Thomas. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 2015.

COETZEE, C. Glycerol–does it really contribute to mouthfeel?. 2022.

CORAL-MEDINA, A.; MORRISSEY, J. P.; CAMARASA, C. The growth and metabolome of *Saccharomyces uvarum* in wine fermentations are strongly influenced by the route of nitrogen assimilation. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 49, n. 6, p. kuac025, 2022.

DA-SILVA, R.; LAGO-VANZELA, E. S.; BAFFI, M. A. **Uvas e Vinhos-Química, Bioquímica e Microbiologia**. São Paulo: Editora Unesp; Editora Senac, 2015.

DE CASTILHOS, M. B. M. Desenvolvimento e caracterização de vinhos tintos a partir de uva cultivadas no noroeste paulista. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus São José do Rio Preto, 2012.

DE CASTILHOS, M. B. M; DEL BIANCHI, V. L. Vinhos. *In*: ALTERTHUM, F. et al. (coord.). **Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Editora Blucher, 2021. cap. 2, p. 37-76.

DE CASTILHOS, M. B. M. et al. Influence of two different vinification procedures on the physicochemical and sensory properties of Brazilian non-*Vitis vinifera* red wines. **LWT - Food Science and Technology**, v. 54, n. 2, p. 360-366, 2013.

DE CASTILHOS, M. B. M. et al. Sensory descriptive and comprehensive GC–MS as suitable tools to characterize the effects of alternative winemaking procedures on wine aroma. Part I: BRS Carmem and BRS Violeta. **Food chemistry**, v. 272, p. 462-470, 2019.

DE CASTILHOS, Maurício BM et al. Sensory acceptance drivers of pre-fermentation dehydration and submerged cap red wines produced from *Vitis labrusca* hybrid grapes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 69, p. 82-90, 2016.

DE CASTILHOS, M. B. M. Vinificação em tinto de uvas americanas: efeito das técnicas de pré-secagem das uvas e de chapéu submerso nos perfis químico e sensorial. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, 2016.

DE-LA-FUENTE-BLANCO, A. et al. Fourteen ethyl esters of wine can be replaced by simpler ester vectors without compromising quality but at the expense of increasing aroma concentration. **Food chemistry**, v. 307, p. 125553, 2020.

DEL FRESNO, J. M. et al. The impact of *Hanseniaspora vineae* fermentation and ageing on lees on the terpenic aromatic profile of white wines of the Albillo variety. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 4, p. 2195, 2021.

DE MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2020. Comunicado Técnico 223, 2021.

DENAT, M. et al. The effects of *Saccharomyces cerevisiae* strains carrying alcoholic fermentation on the fermentative and varietal aroma profiles of young and aged Tempranillo wines. **Food chemistry**: X, v. 9, p. 100116, 2021.

DODORICO, P. P. Uva BRS Núbia: influência da origem geográfica e safra nas características físico-químicas e viabilidade de uso para produção de polpa. 2019.

DOS SANTOS JÚNIOR, Jorge Roberto et al. Comprehensive study of the volatile profile of Niágara Rosada (*Vitis labrusca*) wines produced from *Brettanomyces anomalus* using GC–FID–MS: a chemical and sensory approach. **European Food Research and Technology**, v. 249, n. 11, p. 2977-2988, 2023.

DOS SANTOS ROCHA, C. et al. Emerging technologies in food processing: impacts on sensory characteristics and consumer perception. **Current Opinion in Food Science**, v. 47, p. 100892, 2022.

ECHEVERRIGARAY, S. et al. Anthocyanin adsorption by *Saccharomyces cerevisiae* during wine fermentation is associated to the loss of yeast cell wall/membrane integrity. **International journal of food microbiology**, v. 314, p. 108383, 2020.

ENGLEZOS, V. et al. *Saccharomyces cerevisiae*-*Starmerella bacillaris* strains interaction modulates chemical and volatile profile in red wine mixed fermentations. **Food research international**, v. 122, p. 392-401, 2019.

ESCRIBANO-VIANA, R. et al. Effect of the sequential inoculation of *non-Saccharomyces/Saccharomyces* on the anthocyanins and stilbenes composition of Tempranillo wines. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, p. 773, 2019.

GAMERO, A. et al. Monoterpene alcohols release and bioconversion by *Saccharomyces* species and hybrids. **International Journal of Food Microbiology**, v. 145, n. 1, p. 92-97, 2011.

GE, Q. et al. Contribution of non-*Saccharomyces* yeasts to aroma-active compound production, phenolic composition and sensory profile in Chinese Vidal icewine. **Food Bioscience**, v. 46, p. 101152, 2022.

GRANJA-SOARES, J. et al. Effect of innovative technology using staves and micro-oxygenation on the odorant and sensory profile of aged wine spirit. **Food Chemistry**, v. 333, p. 127450, 2020.

GONZAGA, S. L. et al. Consumer perspectives of wine typicity and impact of region information on the sensory perception of Cabernet Sauvignon wines. **Food Research International**, v. 152, p.110719, 2022.

GONZÁLEZ, S. S. et al. Natural hybrids from *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus* and *Saccharomyces kudriavzevii* in wine fermentations. **FEMS Yeast Research**, v. 6, n. 8, p. 1221-1234, 2006.

GONZÁLEZ, C.M.; JIMÉNEZ, M. P.; BAYÓN, M.A.P. Oral persistence of esters is affected by wine matrix composition. **Food Research International**, v.135, p. 109286, 2020.

GUERRA, C. C. Uva para Processamento: Insumos e Equipamentos. Embrapa, 22 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/uva-para-processamento/pre-producao/insumos-e-equipamentos>. Acesso em: 08 ago. 2023.

GUINDAL, A. M. et al. Directed evolution of *Saccharomyces cerevisiae* for low volatile acidity during winemaking under aerobic conditions. **Food Microbiology**, v. 114, p. 104282, 2023.

HE, W. et al. Phenolic compound profiles in Finnish apple (*Malus× domestica* Borkh.) juices and ciders fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and *Schizosaccharomyces pombe* strains. **Food Chemistry**, v. 373, p. 131437, 2022.

HRANILOVIC, A. et al. Chemical and sensory profiling of Shiraz wines co-fermented with commercial *non-Saccharomyces* inocula. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 24, n. 2, p. 166-180, 2018.

HRANILOVIC, A. et al. Impact of *Lachancea thermotolerans* on chemical composition and sensory profiles of Merlot wines. **Food Chemistry**, v. 349, p. 129015, 2021.

HUANG, J. et al. Evaluation of the quality of fermented kiwi wines made from different kiwifruit cultivars. **Food Bioscience**, v. 42, p. 101051, 2021.

JACKSON, R. S. **Wine science: principles and applications**, 5 ed. San Diego: Academic Press, 2020.

JACKSON, R. S. **Wine tasting: a professional handbook**. Academic Press, 2022.

KANTER, J. et al. The impact of hybrid yeasts on the aroma profile of cool climate Riesling wines. **Food chemistry: X**, v. 5, p. 100072, 2020.

KARABEGOVIĆ, I. et al. Potential of *non-Saccharomyces* yeast for improving the aroma and sensory profile of Prokupac red wine. **Oeno One**, v. 55, n. 2, p. 181-195, 2021.

KELANNE, N. M. et al. Comparison of volatile compounds and sensory profiles of alcoholic black currant (*Ribes nigrum*) beverages produced with *Saccharomyces*, *Torulaspota*, and *Metschnikowia* yeasts. **Food Chemistry**, v. 370, p. 131049, 2022.

KELANNE, N. et al. Phenolic compound profiles in alcoholic black currant beverages produced by fermentation with *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeasts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 68, n. 37, p. 10128-10141, 2020.

KOTARSKA, K.; CZUPRYŃSKI, B.; KŁOSOWSKI, G. Effect of various activators on the course of alcoholic fermentation. **Journal of food engineering**, v. 77, n. 4, p. 965-971, 2006.

LAGO-VANZELA, E. S. et al. Phenolic compounds in grapes and wines: chemical and biochemical characteristics and technological quality. In: J.S. CÂMARA (ed.), **Grapes: Production, Phenolic Composition and Potential Biomedical Effects**. New York: Nova Science Publishers, pp. 47-105, 2014.

LEÃO, P.C. S.; DE LIMA, M. A. C. **Cultivar BRS Núbia: Produtividade e Qualidade da uva no submédio Vale do São Francisco**, 2017.

LI, P. et al. Effect of ILV2 deletion and ILV3 or/and ILV5 overexpression in *Saccharomyces uvarum* on diacetyl and higher alcohols metabolism during wine fermentation. **European Food Research and Technology**, v. 246, p. 563-572, 2020.

LIN, H. M. M. et al. Influence of *Kazachstania spp.* on the chemical and sensory profile of red wines. **International Journal of Food Microbiology**, v. 362, p. 109496, 2022.

LIN, X. et al. Improved flavor profiles of red pitaya (*Hylocereus lemairei*) wine by controlling the inoculations of *Saccharomyces bayanus* and *Metschnikowia* agaves and the fermentation temperature. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, p. 4469-4480, 2020.

- LIU, J. et al. Characterization of major properties and aroma profile of kiwi wine co-cultured by *Saccharomyces* yeast (*S. cerevisiae*, *S. bayanus*, *S. uvarum*) and *T. delbrueckii*. **European Food Research and Technology**, v. 246, p. 807-820, 2020.
- LIU, J. et al. Ethyl esters enhancement of Jinchuan pear wine studied by coculturing *Saccharomyces bayanus* with *Torulaspora delbrueckii* and their community and interaction characteristics. **Food Bioscience**, v. 46, p. 101605, 2022.
- MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P.; LAZZAROTTO, J. J. A Viticultura de Mesa no Brasil. Produção para o Mercado Nacional e Internacional. **Territoires du vin**, n. 9, 2018.
- MASNEUF-POMARÈDE, I. et al. Reassessment of phenotypic traits for *Saccharomyces bayanus* var. *uvarum* wine yeast strains. **International journal of food microbiology**, v. 139, n. 1-2, p. 79-86, 2010.
- MASSERA, A. et al. Effect of low temperature fermentation on the yeast-derived volatile aroma composition and sensory profile in Merlot wines. **LWT**, v. 142, p. 111069, 2021.
- MERKYTĖ, Vakarė et al. Phenolic compounds as markers of wine quality and authenticity. **Foods**, v. 9, n. 12, p. 1785, 2020.
- MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. Vitivinicultura brasileira: Panorama 2020. Comunicado Técnico-223 da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. 2021.
- MINEBOIS, R.; PÉREZ-TORRADO, R.; QUEROL, A. A time course metabolism comparison among *Saccharomyces cerevisiae*, *S. uvarum* and *S. kudriavzevii* species in wine fermentation. **Food Microbiology**, v. 90, p. 103484, 2020.
- MINIM, V. P. R.; SILVA, R. C. S. N. Análise Sensorial Descritiva. **Universidade Federal de Viçosa, MG: Ed. UFV**, 2016.
- MONAGAS, M.; CORDOVÉS, C. G.; BARTOLOMÉ, B. Evaluation of different *Saccharomyces cerevisiae* strains for red winemaking. Influence on the anthocyanin, pyranoanthocyanin and non-anthocyanin phenolic content and colour characteristics of wines. **Food Chemistry**, v.104, ed. 2, p. 814-823, 2007.
- MORGAN, S. C. et al. Effect of sulfite addition and pied de cuve inoculation on the microbial communities and sensory profiles of Chardonnay wines: dominance of indigenous *Saccharomyces uvarum* at a commercial winery. **FEMS yeast research**, v. 19, n. 5, p. foz049, 2019.
- MOURA, M. F.; HERNANDES, J. L.; JÚNIOR, M. P. Uvas de interesse econômico para vinificação e consumo in natura. **Revista Visão Agrícola**, v. 14, p. 8-13, 2021.
- OIV. Organizzazione internazionale della vigna e del vino. Prospettive della produzione mondiale di vino. **Prime Stime OIV 2022**. Disponível em: <https://www.oiv.int/es>. Acesso em: 08 mar. 2023.
- OIV. Organizzazione internazionale della vigna e del vino. Prospettive della produzione mondiale di vino. **Prime stime OIV 07.11.2023**. Disponível em: <https://www.oiv.int/es>. Acesso em: 03 abr. 2024.

- PATRAS, A.; BRUNTON, N. P.; O'DONNELL, C.; TIWARI, B. K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods: Mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, p. 3-11, 2010.
- PAVEZ, C. et al. Red wine astringency: Correlations between chemical and sensory features. **LWT**, v. 154, p. 112656, 2022.
- PORTU, J. et al. Characterization of the color parameters and monomeric phenolic composition of 'Tempranillo' and 'Graciano' wines made by carbonic maceration. **Food Chemistry**, v. 406, p. 134327, 2023.
- QUINCOZES, L. et al. Physicochemical, aromatic and sensory properties of the 'Riesling Italico' wines fermented with *Saccharomyces* and *non-Saccharomyces* yeasts. **Ciência Rural**, v. 50, 2020.
- RABITTI, N. S. et al. Describing the Sensory Complexity of Italian Wines: Application of the Rate-All-That-Apply (RATA) Method. **Foods**, v. 11, n. 16, p. 2417, 2022.
- RANAWEERA, R. KR. et al. Spectrofluorometric analysis combined with machine learning for geographical and varietal authentication, and prediction of phenolic compound concentrations in red wine. **Food Chemistry**, v. 361, p. 130149, 2021.
- RAZMKHAB, S. et al. Adsorption of phenolic compounds and browning products in white wines by yeasts and their cell walls. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 25, p. 7432-7437, 2002.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology: The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments**, 2 ed., Chichester: John Wiley & Sons, 2006.
- RITSCHHEL, P. S. et al. BRS Isis: nova cultivar de uva de mesa vermelha, sem sementes e tolerante ao míldio. 2013.
- ROBLES, A. et al. Determination and identification of organic acids in wine samples. Problems and challenges. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 120, p. 115630, 2019.
- SABINO, L. L.; DE OLIVEIRA SILVA, M. F.; DE CASTILHOS, M. B. M. Production of fermented beverage using pineapple residue as an alcoholic fermentation substrate: a physicochemical and sensory approach. **European Food Research and Technology**, v. 249, n. 2, p. 387-396, 2023.
- SAINZ, F. et al. Use of non-conventional yeasts to increase total acidity in the Cava base wines. **LWT - Food Science and Technology**, v. 158, p. 113183, 2022.
- SHI, W. et al. Effect of *Issatchenkia terricola* and *Pichia kudriavzevii* on wine flavor and quality through simultaneous and sequential co-fermentation with *Saccharomyces cerevisiae*. **LWT**, v. 116, p. 108477, 2019.
- SHIMIZU, H. et al. Variation in the mineral composition of wine produced using different winemaking techniques. **Journal of bioscience and bioengineering**, v. 130, n. 2, p. 166-172, 2020.

- SINGH, S. et al. Production of beetroot (*Beta vulgaris* L.) wine using different *Saccharomyces* strains and study of physicochemical and sensorial characteristics. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 11, p. 4442-4449, 2021.
- SLINKARD, K.; SINGLETON, V. L. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, n.1, p. 49-55, 1977.
- SOLDATELI, F. J. et al. Overall Quality, Phenolic Compounds, and Volatile Profile of a *Vitis Vinifera* L. Variety and Hybrids ‘BRS Isis’ and ‘BRS Nubia’ Table Grapes in Two Terroirs. **Erwerbs-Obstbau**, p. 1-14, 2023.
- STRIBNY, J. et al. *Saccharomyces kudriavzevii* and *Saccharomyces uvarum* differ from *Saccharomyces cerevisiae* during the production of aroma-active higher alcohols and acetate esters using their amino acidic precursors. **International Journal of Food Microbiology**, v. 205, p.41-46, 2015.
- TOFALO, R.; SUZZI, G.; PERPETUINI, G. Discovering the Influence of Microorganisms on Wine Color. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 790935, 2021.
- TRONCHONI, J. et al. Exploring the suitability of *Saccharomyces cerevisiae* strains for winemaking under aerobic conditions. **Food Microbiology**, v. 101, p. 103893, 2022.
- VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. Editora Blucher, 2010.
- VICENTE, J. et al. Biological management of acidity in wine industry: A review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 375, p. 109726, 2022.
- VILELA, A. Modulating wine pleasantness throughout wine-yeast co-inoculation or sequential inoculation. **Fermentation**, v. 6, n. 1, p. 22, 2020.
- WEI, J. et al. Characteristic fruit wine production via reciprocal selection of juice and *non-Saccharomyces* species. **Food Microbiology**, v. 79, p. 66-74, 2019.
- WU, J. et al. Physicochemical indicators coupled with multivariate analysis for comprehensive evaluation of matcha sensory quality. **Food Chemistry**, v. 371, p. 131100, 2022.
- XIA, D. et al. GC-MS Coupled with Rate-All-That-Apply (RATA) to Analyse the Volatile Flavor Substances of Yellow Wine during Fermentation. **Foods**, v. 12, n. 10, p. 1992, 2023.
- ZHANG, B. et al. Distinctive chemical and aromatic composition of red wines produced by *Saccharomyces cerevisiae* co-fermentation with indigenous and commercial non-*Saccharomyces* strains. **Food Bioscience**, v. 41, p. 100925, 2021.
- ZHANG, B. et al. Effects of inoculation protocols on aroma profiles and quality of plum wine in mixed culture fermentation of *Metschnikowia pulcherrima* with *Saccharomyces cerevisiae*. **LWT - Food Science and Technology**, v.161, p. 113338, 2022a.
- ZHANG, B. et al. Use of *Torulasporea delbrueckii* and *Hanseniaspora vineae* co-fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* to improve aroma profiles and safety quality of Petit Manseng wines. **LWT - Food Science and Technology**, v. 161, p. 113360, 2022b.

ZOECKLEIN, B. W.; FUGELSANG, K. C.; GUMP, B. H.; NURY, F. S. **Wine analysis and production**. New York: Chapman & Hall, New York, USA, 1994.