

## Caracterização físico-química e sensorial de vinhos espumantes elaborados com uvas da espécie *Vitis rotundifolia*

### RESUMO

As uvas *Vitis rotundifolia* possuem aroma e sabor bastante característicos e tem despertado interesse dos produtores pois apresentam grande potencial para produção orgânica devido à resistência à maioria das pragas e doenças da videira, além dos atributos medicinais, nutricionais e terapêuticos devido aos níveis de antioxidantes presentes nas bagas, demonstrando uma alternativa para diversificação da cadeia produtiva da uva e do vinho. O objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-químicas e sensoriais de espumantes produzidos a partir de uvas *Vitis rotundifolia* utilizando o método tradicional com adição de diferentes formulações de licor de expedição. O experimento foi realizado na Epagri-Videira com uvas de vinhedo implantado em 2002. As variedades avaliadas foram 'Regale' e 'Noble', de acordo com os tratamentos: T1- Testemunha (próprio espumante); T2- 20g. L<sup>-1</sup> de açúcar; T3- 20 g.L<sup>-1</sup> de açúcar + suco de amora preta; T4- 20 g.L<sup>-1</sup> de açúcar + suco da própria variedade ('Regale'/'Noble'); T5- 20 g.L<sup>-1</sup> de açúcar + 0,2 g.L<sup>-1</sup> de ácido cítrico, quanto a composição físico-química e sensorial. Os maiores valores de acidez total foram nos vinhos espumantes do T5, para ambas as variedades. Os espumantes de 'Noble' apresentaram maior teor alcoólico em relação a 'Regale'. Nos aspectos físico-químicos, os espumantes elaborados com uvas *V. rotundifolia* apresentaram diferentes teores de açúcares totais culminando em diferentes classificações. Sensorialmente os espumantes de 'Regale' se destacaram em relação aos de 'Noble' para a persistência de espuma. Em relação à avaliação global os espumantes de 'Noble' obtiveram maior aceitação por parte dos avaliadores, independente da composição do licor de expedição. Os espumantes obtidos a partir de 'Noble' receberam melhor avaliação global.

**PALAVRAS-CHAVE:** Muscadínea. Qualidade. Aceitação.

Angelica Bender

[bender.angelica.fruti@gmail.com](mailto:bender.angelica.fruti@gmail.com)

[orcid.org/0000-0002-1141-6090](https://orcid.org/0000-0002-1141-6090)

Universidade Federal de Pelotas,  
Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

André Luiz Külkamp de Souza

[andresouza@epagri.sc.gov.br](mailto:andresouza@epagri.sc.gov.br)

[orcid.org/0000-0003-4889-6291](https://orcid.org/0000-0003-4889-6291)

Empresa de Pesquisa e Extensão  
Rural de Santa Catarina, Videira,  
Santa Catarina, Brasil.

Vinicius Caliarí

[caliari@epagri.sc.gov.br](mailto:caliari@epagri.sc.gov.br)

[orcid.org/0000-0003-2206-0293](https://orcid.org/0000-0003-2206-0293)

Empresa de Pesquisa e Extensão  
Rural de Santa Catarina, Videira,  
Santa Catarina, Brasil.

Edson Luiz de Souza

[edsonluizdesouza@gmail.com](mailto:edsonluizdesouza@gmail.com)

[orcid.org/0000-0001-8238-1529](https://orcid.org/0000-0001-8238-1529)

Universidade do Oeste de Santa  
Catarina, Videira, Santa Catarina,  
Brasil

## INTRODUÇÃO

A produção mundial de vinhos espumantes apresentou um aumento de 40% na última década (MARTÍNEZ-GARCÍA *et al.*, 2017). No Brasil a produção de vinhos espumantes aumentou rapidamente nos últimos anos, houve ampliação na área de cultivo de uvas *Vitis vinifera*, para elaboração de vinhos finos, com destaque para os vinhos espumantes (RUIZ-MORENO *et al.*, 2017). O forte aumento na demanda pela categoria dos vinhos espumantes pode ser explicado pelas mudanças nas preferências e gostos dos consumidores (OIV, 2020).

O termo vinho espumante refere-se exclusivamente a vinhos que passaram por uma fermentação alcoólica em um recipiente fechado e consequente incorporação de gás carbônico decorrente desse procedimento (BRASIL, 2018). A elaboração de vinho espumante tradicional consiste basicamente de duas etapas, a elaboração do vinho base, ou seja, um vinho tranquilo com acidez pronunciada que, quando finalizado recebe adição de açúcar, nutrientes e leveduras (licor de *tirage*) para sofrer novo processo fermentativo em recipiente fechado (MARTÍNEZ-GARCÍA *et al.*, 2017), que pode ser em garrafas seladas (método tradicional) ou em grandes recipientes (método *Charmat*) (CALIARI *et al.*, 2015; CULBERT *et al.*, 2016; UBEDA *et al.*, 2016).

A quantidade de açúcar final do espumante pode ser corrigida pelo licor de expedição, que consiste basicamente do próprio espumante, algum vinho ou *brandy* com quantidade específica de sacarose para determinar o tipo de produto (SIMONAGGIO e LEHN, 2014) e assim a classificação dos espumantes varia entre nature (até 3g L<sup>-1</sup>), extra brut (> 3g L<sup>-1</sup> a 8 g L<sup>-1</sup>), brut (> 8 g L<sup>-1</sup> a 15 g L<sup>-1</sup>), seco (> 15 g L<sup>-1</sup> a 20 g L<sup>-1</sup>), meio seco (> 20 g L<sup>-1</sup> a 60 g L<sup>-1</sup>) e doce (> 60 g L<sup>-1</sup>) (BRASIL, 2014).

Mediante o aumento na produção de vinhos espumantes, várias pesquisas vêm sendo realizadas no intuito de melhorar a qualidade da bebida, e avaliar diferentes cultivares que apresentem aptidão para a elaboração (CAMPOS *et al.*, 2016). As uvas *Vitis rotundifolia* também conhecidas como uvas muscadíneas possuem aroma e sabor bastante característicos (PARK e OH, 2015). Embora, no Brasil são ainda pouco conhecidas, nos Estados Unidos apresentam importância econômica, onde são comercializadas como fruta fresca, sucos, geleias e vinhos (FONSAH e AWONDO, 2016). Esta espécie tem despertado interesse pois

apresenta grande potencial para produção orgânica devido à grande resistência à maioria das pragas e doenças da videira (WEI *et al.* 2017), bem como, aos atributos medicinais, nutricionais e terapêuticos devido aos altos níveis de antioxidantes presentes nas bagas (FONSAH e AWONDO, 2016).

Diante das características apresentadas, as uvas muscadíneas apresentam-se como uma alternativa para diversificação da cadeia produtiva da uva e do vinho. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-químicas e sensoriais de espumantes produzidos a partir de uvas *V. rotundifolia* utilizando o método tradicional de elaboração com adição de diferentes formulações de licor de expedição.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os espumantes foram elaborados a partir de uvas muscadíneas colhidas manualmente no mês de março de 2015, na área experimental da Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Estação Experimental de Videira (Videira, SC/Brasil), localizada sob as coordenadas 27°02'27,59" S, 51°08'04,73" W e, altitude de 830 metros acima do nível do mar. O clima da região de acordo com Köppen é classificado como mesotérmico úmido e verão ameno (Cfb). As médias históricas (1960-2016) de precipitação, temperatura média e umidade relativa nos meses que englobam a brotação e colheita (setembro a março) são de 1.240 mm, 19,8°C e 73,4% UR, respectivamente (EPAGRI/CIRAM).

As uvas empregadas na elaboração dos espumantes foram da espécie *V. rotundifolia*. Foram elaborados vinhos varietais das variedades tintas 'Regale' e 'Noble'. O vinhedo foi implantado em 2002 no sistema de condução em latada sem o uso de porta-enxerto (pé franco) em espaçamento de 3,0 x 2,0 m, entre linhas e entre plantas, respectivamente.

As amostras de espumantes foram elaboradas na vinícola experimental da Epagri-Videira-SC, seguindo duas etapas:

1ª etapa: elaboração do vinho base, as uvas *V. rotundifolia* foram previamente desengaçadas e esmagadas mecanicamente, com adição de enzimas pectolíticas

(Everzym XPL), posteriormente o líquido juntamente com a parte sólida foi conduzido para recipiente de aço inoxidável permanecendo por 24 horas em maceração. Após o período de contato líquido/casca, a massa sólida foi levada para prensa, promovendo a separação do líquido e bagaço. Os mostos foram acrescidos com sacarose para elevação do potencial alcoólico, ativante de fermentação e leveduras *Saccharomyces cerevisiae* PB2019 (Fermol Blanc-AEB - Bréscia, Itália). A fermentação alcoólica ocorreu em tanques de aço inoxidável e não foram submetidos à fermentação maloláctica. Os vinhos base foram estabilizados a frio e foi adicionado dióxido de enxofre antes do engarrafamento (Vinoaromax e AEB Spa e Brescia e Itália) e apresentaram teores de álcool de 7,55% v/v e 7,93% v/v e de açúcares residuais de 2,31 g L<sup>-1</sup> e 2,38 g L<sup>-1</sup> para 'Regale' e 'Noble', respectivamente. Estas etapas foram realizadas de forma individual para cada variedade de uva empregada no experimento.

2ª etapa: tomada de espuma, o vinho base foi acondicionado em garrafas champanheiras, adicionados de licor de tireage contendo 24 g L<sup>-1</sup> de sacarose para fornecer 6,0 atm de pressão, leveduras *S. cerevisiae* PB2002 (Fermol Reims Champagne AEB Spa - Bréscia, Itália) e solução de bentonite 0,7 mL.L<sup>-1</sup> (AEB Spa - Brescia, Itália), posteriormente selados com tampas tipo corona. Os vinhos foram armazenados a temperatura próxima de 17 °C até a segunda fermentação estar completa. Depois de 12 meses em garrafa sob borras a 10 °C, os vinhos espumantes passaram pelos processos de remoagem em pupitres de madeira e posteriormente pelo *degorgement*, onde o bico da garrafa foi congelado a -30°C e a tampa seladora removida, onde as sujidades (borras) foram expelidas naturalmente pela pressão interna da garrafa. O volume foi ajustado com diferentes composições de licores de expedição T1- Testemunha (próprio espumante); T2 -20 g L<sup>-1</sup> de açúcar (sacarose); T3- 20 g.L<sup>-1</sup> de açúcar (sacarose) + suco de amora preta; T4- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar (sacarose) + suco da variedade empregada na elaboração do espumante (Regale ou Noble); T5- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar (sacarose) + 0,2 g L<sup>-1</sup> de ácido cítrico. A adição destes foi realizada nos espumantes prontos para beber.

Os tratamentos foram definidos como:

O experimento contou com delineamento experimental inteiramente casualizado, arranjado em esquema bifatorial (2x5), sendo o fator A as variedades ('Regale' e 'Noble') e o fator B as composições do licor de expedição (T1, T2, T3, T4 e T5), com três repetições. Foram utilizadas três garrafas de vidro com capacidade de 500 mL cada para cada tratamento, sendo escolhida aleatoriamente uma garrafa para as análises físico-químicas, colorimétricas e de compostos bioativos. Cada garrafa representou uma repetição. O restante das amostras foi destinado à análise sensorial.

As análises físico-químicas de acidez total (AT), acidez volátil, teor de sólidos solúveis (SS), relação SS/AT e pH foram realizadas seguindo Instrução Normativa nº 24 de 08/09/2005 (BRASIL, 2005). O teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro digital de bancada com compensação automática de temperatura (QUIMIS®) e o resultado expresso em °Brix. O pH foi determinado em pHmetro Meter AD1030® e as determinações de acidez total foram realizadas por titulação da amostra, com solução padronizada de NaOH 0,1N, adotando-se, como ponto final, o pH = 8,2, e o resultado expresso em mEq.L-1. A acidez volátil foi obtida pela destilação da amostra em equipamento Cazenave-Ferré®, sendo recolhido 100 mL do destilado acrescido de fenolftaleína e titulado com NaOH 0,1N adotando-se, como ponto final a presença da coloração rosa, expresso em mEq L<sup>-1</sup>.

O teor alcoólico foi medido em balança hidrostática após a destilação em destilador enológico eletrônico Gibertini®. Para os açúcares redutores (g.L-1) e açúcares totais (redutores + não redutores) utilizou-se o método DNS descrito por Maldonado *et al.* (2016). A densidade foi determinada com um densímetro de vidro Aton Paar®, expressa em g.cm<sup>3</sup>. Para avaliar a coloração dos espumantes foi empregado o uso do espectrofotômetro da Konica Minolta®, modelo CM-5, pesquisando as coordenadas L\*, a\* e b\*. Sendo que o L\* representa a luminosidade da amostra e os valores de a\* e b\* foram empregados nos cálculos da saturação (croma) e tonalidade (°HUE) da cor, obtidas pelas seguintes fórmulas, conforme recomendações de McGuire (1992):

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/4}$$

$$H^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*) \text{ quando } a^* > 0; b^* \geq 0$$

$$H^\circ = 180 + \tan^{-1} (b^*/a^*) \text{ quando } a^* < 0$$

O conteúdo de polifenóis totais dos vinhos espumantes foi determinado por espectrofotometria de acordo com o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON e ROSSI, 1965) e expressos em mg de ácido gálico (GAE) L<sup>-1</sup>. As medições de absorvância foram realizadas em espectrofotômetro Ray Leigh modelo UV-2601. O teor total de antocianinas monoméricas foi determinado através do método diferencial de pH (GIUSTI e WROLSTAD, 2001) usando soluções tampão de cloreto de potássio (pH 1,0) e acetato de sódio (pH4.5), os resultados foram expressos em mg L<sup>-1</sup> de cianidina-3-glicosídeo. A capacidade antioxidante foi determinada por DPPH de acordo com metodologia descrita por Kim *et al.* (2002), e os resultados expressos em  $\mu\text{M TEAC mL}^{-1}$ .

A avaliação sensorial dos espumantes foi realizada em laboratório de análise sensorial localizado na Epagri-Videira/SC através da análise quantitativa (NBR 12994) (Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2014). A intensidade dos atributos foi avaliada em escala não estruturada de 9 pontos, ancorada nos extremos com as palavras pouca intensidade e muita intensidade para cor âmbar, quantidade e persistência de espuma, tamanho de bolhas, intensidade e desprendimento de bolhas, sabor amargo, doce, ácido e adstringente, retrogosto e sensação alcoólica, volume, corpo e equilíbrio e 0-desgostei muitíssimo e 9-gostei muitíssimo para avaliação global, quanto ao aroma foi solicitado aos julgadores que descrevessem individualmente a percepção de cada um.

A compreensão dos atributos e descritores pelos provadores foi verificada e avaliada durante a seleção e treinamento da equipe de degustadores. O treinamento foi realizado durante 06 meses precedentes ao início das avaliações. Foram efetuados testes de gostos (doce, ácido e amargo) com soluções teste e posteriormente familiarização com as amostras e espumantes comerciais. Foi selecionado um grupo de 10 pessoas que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pelotas, sob protocolo CAAE 92226218.8.0000.5317. Os avaliadores receberam as amostras ( $4 \pm 1$  °C) em taças de vidro codificadas com três dígitos aleatórios, juntamente com as fichas de avaliação. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando detectados efeitos de tratamento, procedeu-se o teste de comparação de médias pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físico-químicas de acidez total, pH, sólidos solúveis, teor alcoólico, açúcares redutores, açúcares totais e densidade apresentaram interação entre os fatores avaliados (variedades x licor de expedição) estão listados na Tabela 1.

**Tabela 1- Variáveis de acidez total, pH, sólidos solúveis, teor alcoólico, açúcares redutores, açúcares totais e densidade de vinhos espumantes elaborados com uvas *V. rotundifolia* 'Regale' e 'Noble'**

Variáveis		Composição do Licor de Expedição									
<b>Acidez Total (meq L<sup>-1</sup>)</b>		<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		<b>T4</b>		<b>T5</b>	
Regale	80,87	Ca*	79,30	Ca**	86,34	Ba	86,91	Ba	99,57	Aa	
Noble	75,95	Cb	70,37	Db	80,53	Bb	77,41	Cb	90,52	Ab	
<b>pH</b>		<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		<b>T4</b>		<b>T5</b>	
Regale	2,75	Db	2,84	Cb	3,11	Aa	3,00	Bb	2,87	Cb	
Noble	3,04	Ba	3,13	Aa	3,11	Aa	3,05	Ba	2,92	Ca	
<b>Sólidos solúveis (°Brix)</b>		<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		<b>T4</b>		<b>T5</b>	
Regale	4,23	Db	4,68	Cb	5,28	Bb	5,68	Ab	5,4	Bb	
Noble	4,60	Da	5,65	Ba	5,95	Aa	6,18	Aa	5,93	Aa	
<b>Teor Alcoólico (%v/v)</b>		<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		<b>T4</b>		<b>T5</b>	
Regale	9,08	Ab	9,03	Ab	8,88	ABb	8,73	BCb	8,60	Cb	
Noble	9,95	Aa	9,35	Ca	9,68	Ba	9,50	Bca	9,33	Ca	
<b>Açúcares Redutores (g L<sup>-1</sup>)</b>		<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		<b>T4</b>		<b>T5</b>	
Regale	2,15	Da	10,52	Cb	18,46	Bb	25,48	Aa	19,33	Bb	
Noble	2,50	Da	21,90	Ba	21,36	Ba	23,47	ABa	25,13	Aa	
<b>Açúcares Totais (g L<sup>-1</sup>)</b>		<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		<b>T4</b>		<b>T5</b>	
Regale	2,78	Da	11,42	Cb	20,03	Bb	26,72	Ab	20,89	Bb	
Noble	3,00	Da	25,45	Ba	26,30	Ba	31,56	Aa	26,40	Ba	
<b>Densidade (g.cm<sup>3</sup>)</b>		<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		<b>T4</b>		<b>T5</b>	
Regale	995	Da	996	Cb	999	Ba	1002	Aa	999	Ba	
Noble	994	Db	999	Ba	1000	Ba	1001	Aa	1000	Ba	
<b>Acidez Volátil (meq L<sup>-1</sup>)</b>		<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>		<b>T4</b>		<b>T5</b>	
Regale	7,54a <sup>#</sup>										
Noble	6,34b	6,87	B##	6,80	B	7,42	B	7,04	AB	6,69	B

\*Mesma letra maiúscula na linha não difere entre si para os tratamentos dentro de variedades (P<0,05). \*\*Mesma letra minúscula na coluna não difere entre si para variedades dentro de composição do licor de expedição (P<0,05). #Mesma letra minúscula na coluna não difere entre variedades (P<0,05). ## Mesma letra maiúscula na linha não difere entre composição do licor de expedição (P<0,05). Tratamentos: T1- Testemunha (próprio espumante); T2- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar; T3- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar + suco de amora preta; T4- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar + suco da variedade empregada na elaboração do espumante (Regale ou Noble); T5- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar + 0,2 g L<sup>-1</sup> de ácido cítrico.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os maiores valores de acidez total foram verificados nos vinhos espumantes oriundos do tratamento com adição de açúcar e ácido cítrico (T5), para ambas as variedades, diferindo dos demais tratamentos, o que pode ser justificada pela adição de ácido cítrico na composição do licor de expedição (Tabela 1). Quanto às variedades, os espumantes elaborados com 'Regale' apresentaram-se mais ácidos do que os de 'Noble' em todos os tratamentos testados, resultado que vai ao encontro dos observados no mosto antes da fermentação, onde o valor para Regale apresentou-se mais elevado.

Valores elevados de acidez total garantem as características de frescor da bebida, e os níveis de acidez nos vinhos espumantes estão relacionados ao grau de maturação da uva, a cultivar e a forma de extração do mosto (MENEGUZZO, 2010; MENEGUZZO *et al.*, 2018). A legislação brasileira determina limites de 40 a 130 meq L<sup>-1</sup> para acidez total em vinhos espumantes (BRASIL, 2018). Os valores encontrados nos espumantes analisados compreenderam os valores de 70,37 meq L<sup>-1</sup> a 99,57 meq L<sup>-1</sup>, respeitando os limites estabelecidos em lei. De acordo com Meneguzzo (2010), os espumantes brasileiros apresentam valores elevados de acidez, ou seja, superiores a 70 meq L<sup>-1</sup>, afirmação que corrobora com os resultados encontrados para os espumantes de uvas muscadíneas em estudo.

Os valores de pH dos espumantes que receberam o licor de expedição com açúcar e suco de amora (T3) não apresentaram diferenças significativas entre as variedades. Nos demais tratamentos, os espumantes de 'Noble' apresentaram os maiores valores, oscilando de 2,92 a 3,13, enquanto os espumantes de 'Regale' variaram de 2,87 a 3,11 (Tabela 2). Maior parte das amostras ficaram fora da margem descrita por Meneguzzo (2010) para o pH dos espumantes brasileiros, onde os autores alegam que os valores variam de 3,10 a 3,40. No entanto, níveis muito elevados de pH podem desestabilizar o vinho tanto biologicamente como do ponto de vista físico-químico, uma vez que o torna mais propenso à oxidação e à proliferação microbiana e compromete, portanto, a sua vida útil.

O teor alcoólico dos espumantes brasileiros deve ser compreendido entre os valores de 10 a 13 % v/v (BRASIL, 2018). Os resultados dos espumantes de 'Noble' diferiram em relação aos de 'Regale' devido aos valores mais elevados, no entanto, em ambos os casos foram abaixo do preconizado, variando de 9,33 % v/v a 9,95%



v/v para 'Noble' e 8,60 % v/v a 9,08 % v/v para 'Regale'. O grau alcoólico do espumante representa a soma da graduação do vinho base, mais aquela formada durante a espumatação, que é de aproximadamente 1,4% v/v (RIZZON *et al.*, 2000). Meneguzzo *et al.* (2018) avaliaram vinhos espumantes da Serra Gaúcha, os quais apresentaram baixo teor alcoólico, 10,40 % v/v para 'Riesling Itália' a 11,4 % v/v para 'Chardonnay'.

Para açúcares redutores dos espumantes produzidos com a variedade 'Noble' diferiram estatisticamente daqueles elaborados com 'Regale' dentro dos tratamentos T2, T3 e T5 devido as maiores concentrações. Quanto aos açúcares totais, foi observada diferença apenas no tratamento com o próprio espumante (T1). Os espumantes de 'Noble' e 'Regale' apresentaram maior teor de açúcares redutores e açúcares totais nos tratamentos T4 e T5, bem como os menores no T1. Os açúcares totais representam a soma dos açúcares redutores remanescentes do mosto da uva que permaneceram no vinho base e não redutores compostos pela quantidade de sacarose tanto no vinho base, como no licor de tiragem que não foram exauridos na primeira e segunda fermentação mais a quantidade adicionada no licor de expedição por ocasião do "dégorgement". As diferenças entre os espumantes que receberam a mesma composição de licor de expedição pode ser justificada pelo método de elaboração, uma vez que no sistema tradicional "champenoise" a tomada de espuma ocorre individualmente em cada garrafa, sendo assim, o consumo dos açúcares pelas leveduras pode ser distinto, bem como, a porcentagem de líquido expelido no momento do "dégorgement" para eliminação das borras e que vai dar espaço para o licor de expedição é diferente de uma garrafa para outra, o que pode resultar em uma composição diferente no produto final.

A densidade do vinho está relacionada principalmente ao seu teor alcoólico e de açúcares residuais (OLIVEIRA *et al.*, 2011), fator condizente aos observados no presente estudo, uma vez que as amostras com maior teor de açúcares totais resultaram em maiores densidades. Da mesma forma, o teor de sólidos solúveis é influenciado pelos açúcares, uma vez que estes são responsáveis por mais de 90% dos sólidos solúveis da uva e derivados, o que justifica o fato dos espumantes da variedade 'Noble' terem apresentado teores mais elevados quando comparados

com aqueles elaborados com 'Regale' dentro dos cinco tratamentos. O tratamento que consistiu na adição de açúcar mais suco da mesma variedade empregada como matéria prima para o espumante (T4) obteve os maiores valores para essa mesma variável (Tabela 1).

Em uma média geral os espumantes de 'Regale' apresentaram uma acidez volátil um pouco mais elevada em relação aos espumantes de 'Noble', chegando a 7,54 meq L<sup>-1</sup> (Tabela 1), permanecendo dentro do especificado em lei, onde o limite está estipulado em 20 meq L<sup>-1</sup>. Ribéreau-Gayon *et al.* (2003) e Kunz *et al.* (2010) explicam que a acidez volátil dos vinhos espumantes é fundamental para a qualidade da bebida desde que seja inferior ao limite tolerável sensorialmente de 10 meq L<sup>-1</sup> a 12 meq L<sup>-1</sup>. Os resultados verificados no presente estudo se mantiveram abaixo do limite indicado por estes autores. Bem como, inferiores aos encontrados por Meneguzzo *et al.* (2018), que avaliaram a acidez volátil de espumantes das cultivares 'Riesling Itálico', 'Chardonnay' e 'Pinot Noir' produzidos na Serra Gaúcha, com valores que oscilaram de 10 a 13 meq L<sup>-1</sup>.

A luminosidade, coordenadas \*a e \*b, tonalidade e intensidade de cor, bem como, a atividade antioxidante apresentaram interação entre os fatores avaliados (variedades x licor de expedição) e estão listadas na Tabela 2.

Os espumantes de 'Noble' apresentaram valores mais elevados para luminosidade nos diferentes tratamentos diferindo de 'Regale'. Os espumantes do T3 obtiveram os menores valores para \*L, indicando produtos mais escuros, para ambas as variedades (Tabela 2). A coordenada \*a varia entre +a vermelho e o -a verde, a coordenada \*b varia do +b amarelo e -b azul e, a leitura destas coordenadas fornecem a tonalidade e a intensidade da cor (CHITARRA e CHITARRA, 2005). De maneira geral os espumantes de 'Regale' apresentaram valores de \*a mais elevados, enquanto que os de 'Noble' os valores de \*b foram maiores nos tratamentos T1, T2, T4 e T5, indicando que a variedade 'Regale' gerou uma bebida com nuances mais avermelhados, e 'Noble' a tendência foram espumantes mais amarelados. Situação observada também na tonalidade (HUE), às médias encontraram-se mais afastadas do eixo 0° (vermelho), tendendo à direção do eixo 90° (amarelo), os valores para 'Noble' ficaram na faixa do amarelo, e aqueles oriundos de 'Regale', a faixa de cor obtida compreende do amarelo/laranja. Os

espumantes de 'Noble' apresentaram maior intensidade de cor nos tratamentos T1, T2 e T5 em relação aos produzidos com 'Regale'. Os espumantes do T3 para as duas variedades obtiveram valores de \*a, \*b e intensidade de cor maiores e tonalidade menor em relação aos demais tratamentos, o que pode ter ocorrido devido a influência do suco de amora.

**Tabela 2- Variáveis de luminosidade, \*a, \*b, tonalidade de cor, intensidade de cor, DPPH e polifenóis totais de vinhos espumantes elaborados com uvas *V. rotundifolia* 'Regale' e 'Noble'**

Variáveis		Composição do Licor de Expedição									
		T1		T2		T3		T4		T5	
Luminosidade *L	Regale	91,34	Bb*	92,56	Ab**	90,67	Cb	91,38	Bb	92,73	Ab
	Noble	92,52	Ba	93,19	Aa	91,66	Ca	92,60	Ba	92,99	Aa
*a	Regale	2,56	Ca	2,14	Da	3,74	Aa	2,96	Ba	2,08	Da
	Noble	1,34	Bb	1,08	Cb	2,60	Ab	1,23	BCb	1,17	BCb
*b	Regale	8,77	Cb	7,85	Db	9,86	Ab	9,35	Ba	7,59	Eb
	Noble	9,68	Ba	8,48	Ca	10,01	Aa	9,50	Ba	8,58	Ca
Tonalidade de cor (°HUE)	Regale	73,77	Ab	74,75	Ab	69,24	Cb	72,43	Bb	74,68	Ab
	Noble	82,14	Aa	82,77	Aa	75,52	Ba	82,65	Aa	82,24	Aa
Intensidade de cor (Croma)	Regale	9,13	Cb	8,13	Db	10,55	Aa	9,81	Ba	7,86	Eb
	Noble	9,77	Ba	8,55	Ca	10,39	Aa	9,58	Bb	8,66	Ca
DPPH (mmol L <sup>-1</sup> )	Regale	0,99	Ca	0,92	Da	1,14	Aa	1,08	Ba	0,95	Da
	Noble	0,88	Bb	0,83	Cb	0,96	Bb	1,04	Ab	0,95	Ba
Polifenóis Totais (g L <sup>-1</sup> )	Regale	38,89a <sup>#</sup>									
	Noble	35,79b	35,24	C <sup>##</sup>	33,49	D	40,58	A	38,57	B	33,82

\*Mesma letra maiúscula na linha não difere entre si para os tratamentos dentro de variedades (P<0.05). \*\*Mesma letra minúscula na coluna não difere entre si para variedades dentro de composição do licor de expedição (P<0.05). #Mesma letra minúscula na coluna não difere entre variedades (P<0.05). ## Mesma letra maiúscula na linha não difere entre composição do licor de expedição (P<0.05). Tratamentos: T1- Testemunha (próprio espumante); T2-20 g L<sup>-1</sup> de açúcar; T3- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar + suco de amora preta; T4- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar + suco da variedade empregada na elaboração do espumante (Regale ou Noble); T5- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar + 0,2 g L<sup>-1</sup> de ácido cítrico.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os espumantes de 'Regale' apresentaram maior atividade antioxidante, diferindo de 'Noble', exceto no T4, que o maior valor foi obtido para espumantes de 'Noble' (Tabela 2). Quanto aos tratamentos a maior média de atividade antioxidante para os espumantes de 'Regale' foi verificada no T3 e para 'Noble' no T4. Quanto aos polifenóis totais, os espumantes do T3 apresentaram maior teor em relação aos demais tratamentos (Tabela 2), provavelmente devido à adição do suco de amora, uma vez que estes sucos são ricos em compostos fenólicos. Os compostos fenólicos são de grande importância nos vinhos pois influenciam nas características sensoriais, contribuindo para cor, sabor e adstringência, além das suas potenciais propriedades bioativas, responsáveis pela atividade antioxidante da bebida (GRIS *et al.*, 2010; CALIARI *et al.*, 2015; IZQUIERDO-LLOPART e SAURINA, 2019).

O conteúdo de polifenóis totais e atividade antioxidante podem ser influenciados por diversos fatores, tais como a região, processo de produção, e especialmente a variedade de uva empregada (POZO- BAYÓN *et al.*, 2009; STEFENON, *et al.*, 2014). Caliar *et al.* (2015) avaliaram vinhos espumantes da variedade 'Moscato Giallo' elaborados pelos métodos tradicional, Charmat e Asti e, os valores verificados pelos autores variaram de 0,78 mmol L<sup>-1</sup> a 0,84 mmol L<sup>-1</sup> para atividade antioxidante (DPPH). Em estudo realizado por Stefenon *et al.* (2014) com vinhos espumantes varietal 'Chardonnay' e cortes entre 'Chardonnay', 'Riesling Itálico' e 'Pinot Noir' produzidos pelos métodos tradicional e charmat, mantidos sobre borras até 12 meses, os maiores valores para polifenóis totais foram observados nos espumantes oriundos dos cortes, alegando que o maior teor de polifenóis é devido a uva tinta 'Pinot Noir', oscilando de 0,451 .g L<sup>-1</sup> a 0,498 g L<sup>-1</sup>, inferiores aos resultados dos vinhos espumantes de uvas *V. rotundifolia* estudados. Izquierdo-Llopart e Saurina (2019) explicam que os vinhos elaborados com uvas tintas são mais ricos em polifenóis do que os vinhos rosés ou brancos devido ao simples fato de que esses compostos são extraídos da casca da uva durante o processo de maceração.

Os resultados da análise sensorial, foram determinados pela média das notas atribuídas, pelos degustadores, aos vinhos espumantes de *V. Rotundifolia*. Para as variáveis sensoriais não ocorreram interações entre os fatores de tratamento

(variedades x licor de expedição), sendo avaliado apenas o efeito simples. Os aspectos visuais e gustativos dos espumantes que apresentaram diferença significativa estão listados na Tabela 3.

**Tabela 3- Aspectos visuais (cor âmbar, persistência de espuma, persistência de bolhas), aspectos gustativos (volume em boca e corpo) e avaliação global de vinhos espumantes elaborados com uvas *V. rotundifolia* ‘Regale’ e ‘Noble’**

Variedades	Aspectos visuais			Aspectos Gustativos		
	Cor Âmbar	Persistência espuma	Persistência Bolhas	Volume em boca	Corpo	Avaliação Global
Regale	7,20 <sup>ns</sup>	5,53a*	6,24 <sup>ns</sup>	3,99b	4,20b	3,99b
Noble	6,72	3,58b	5,60	5,13a	5,20a	5,13a
Comp. Licor	Cor Âmbar	Persistência espuma	Persistência de Bolhas	Volume em boca	Corpo	Avaliação Global
T1	6,80ab**	4,73 <sup>ns</sup>	5,40ab	4,10 <sup>ns</sup>	4,50 <sup>ns</sup>	4,10 <sup>ns</sup>
T2	6,00b	4,12	6,50ab	4,30	4,60	4,30
T3	8,10a	4,75	5,90ab	5,20	5,04	5,20
T4	7,20ab	4,76	5,02b	4,40	4,50	4,40
T5	6,73b	5,00	6,90a	4,90	4,80	4,90

\*Mesma letra minúscula na coluna não difere entre variedades (P<0.05). \*\*Mesma letra maiúscula na coluna não difere entre composição do licor de expedição (P<0.05). <sup>ns</sup>Não significativo Teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Tratamentos: T1- Testemunha (próprio espumante); T2- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar; T3- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar + suco de amora preta; T4- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar + suco da variedade empregada na elaboração do espumante (Regale ou Noble); T5- 20 g L<sup>-1</sup> de açúcar + 0,2 g L<sup>-1</sup> de ácido cítrico.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Em relação ao aspecto visual os vinhos espumantes foram avaliados quanto à cor, quantidade e intensidade de espuma e bolhas e desprendimento de bolhas (*perlage*). As variáveis de quantidade e persistência de espuma, bem como, tamanho e desprendimento de bolhas não apresentaram diferença significativa para os fatores de tratamento. Em relação à coloração dos espumantes e a persistência das bolhas, não houve efeito significativo das variedades, mas sim das diferentes formulações do licor de expedição. O tratamento que teve a adição de suco de amora na composição (T3), recebeu maiores notas para a coloração âmbar

diferindo dos tratamentos T2 e T5. Para a persistência das bolhas, o T5 obteve maior média, destacando-se em relação ao T4.

Os espumantes de 'Regale' se destacaram em relação aos de 'Noble' para a persistência de espuma. A presença do dióxido de carbono no vinho espumante torna a análise sensorial mais complexa em relação à de vinhos tranquilos, uma vez que a efervescência pode ser usada como um indicativo de qualidade da bebida devido ao prazer visual e gustativo que desperta nos consumidores, além de contribuir com a fineza aromática detectada tanto no olfato como no gosto, as borbulhas devem ser finas e numerosas, persistindo até o momento de ingerir o espumante (RIZZON *et al*, 2000; MENEGUZZO, 2010). De acordo com a percepção dos avaliadores as amostras analisadas apresentaram boa quantidade de espuma, no entanto, com pouca persistência, já as bolhas foram consideradas pequenas e persistentes, aspectos positivos em vinhos espumantes de maneira geral.

Quanto aos aspectos olfativos, foi solicitado aos avaliadores apenas que descrevessem os aromas percebidos. Foram descritos os aromas de tabaco, pão torrado, melado, baunilha, chocolate, moscato, e de frutas como abacaxi, pêssego, maçã e guaraná, frutas secas e passas. Essas observações obtidas pelo grupo de avaliadores nos vinhos espumantes em estudo vão ao encontro das citações encontradas na literatura para os espumantes brasileiros, onde alguns autores relatam que esses possuem aroma floral e frutado, sendo a cultivar 'Chardonnay' a principal precursora de aromas de frutas e flores brancas, frutas cítricas com 'Riesling Itálico' e flores violetas devido a cultivar 'Pinot Noir', os aromas de pão e pão torrado são bastante apreciados e estão relacionados com os processos fermentativos (MENEGUZZO, 2010; GANSS *et al.*, 2011; DUTEURTRE, 2014; GABBARDO e CELOTTI, 2015).

Na avaliação gustativa o fator licor de expedição não apresentou diferença significativa dentro das variáveis estudadas, para o fator variedades observou-se destaque dos espumantes de 'Regale' para a variável retrogosto, enquanto para volume em boca e corpo os espumantes de 'Noble' obtiveram maiores médias. As variáveis gustativas são influenciadas pela variedade e qualidade da uva, bem como pelas técnicas de elaboração, o conjunto destas variáveis contribuem para a estrutura do vinho espumante, e aqueles que apresentam maior equilíbrio entre

elas, resultam em bebidas com mais corpo e melhor aceitação pelos consumidores. Observa-se nos resultados gustativos que as médias de notas foram medianas a baixas dentro da escala proposta, atingindo valor máximo de 5,2 para o volume em boca. Apesar de sutil é possível verificar que ocorreu um aumento na percepção de doçura por parte dos avaliadores para os tratamentos que receberam licor de expedição contendo açúcar, esse pequeno aumento também é perceptível para a variável equilíbrio.

Em relação à avaliação global (Tabela 4), os espumantes de ‘Noble’ obtiveram maior aceitação por parte dos avaliadores com média das notas superior a 5, independente da composição do licor de expedição, para este fator de tratamento apesar não ter sido detectada diferença estatística significativa é possível observar que o tratamento com suco de amora obteve maior média em relação aos demais. A adição do suco de amora elevou a intensidade da cor âmbar dos espumantes avaliados, fato observado tanto nas análises colorimétricas como na sensorial. A cor é o primeiro contato do avaliador sendo um dos atributos mais importantes, pois está diretamente relacionado à aparência do produto, o que permite especular possíveis defeitos existentes na bebida, apresentando ainda forte influência sobre a percepção de outros atributos sensoriais, como o aroma e o gosto doce (MORROT *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

## CONCLUSÕES

Os espumantes elaborados com as uvas *V. rotundifolia* ‘Regale’ e ‘Noble’ apresentaram características físico-químicas condizentes com a legislação nacional de vinhos espumantes, com exceção do teor alcoólico que ficou abaixo do preconizado em lei.

As diferentes formulações do licor de expedição influenciaram o teor de açúcares totais dos espumantes.

A adição de suco de amora preta no licor de expedição contribui na maior intensidade de cor dos espumantes, verificada tanto nas análises colorimétricas quanto sensorial.

Os espumantes elaborados com a variedade 'Regale' apresentaram maior persistência de espuma independente da composição do licor de expedição, e os espumantes de 'Noble' receberam melhor avaliação quanto ao volume em boca e corpo, e melhores pontuações para a avaliação global.



# Physical-chemical and sensory profile of sparkling wines made from grapes of the species *Vitis rotundifolia*

## ABSTRACT

The grapes *Vitis rotundifolia* have a very characteristic aroma and flavor and have aroused the interest of producers because they have great potential for organic production due to their resistance to most pests and diseases of the vine, in addition to medicinal, nutritional, and therapeutic attributes due to the levels of antioxidants present in the grapes. berries, demonstrating an alternative for the diversification of the grape and wine production chain. The objective of this study was to evaluate the physicochemical and sensorial characteristics of sparkling wines produced from *Vitis rotundifolia* grapes using the traditional method with the addition of different expedition liqueur formulations. The experiment was carried out at Epagri-Videira with grapes from a vineyard established in 2002. The varieties evaluated were 'Regale' and 'Noble', according to the treatments: T1- Witness (own sparkling wine); T2- 20 g L<sup>-1</sup> of sugar; T3- 20 g L<sup>-1</sup> of sugar + blackberry juice; T4- 20 g L<sup>-1</sup> of sugar + juice of the variety itself ('Regale'/'Noble'); T5- 20 g L<sup>-1</sup> of sugar + 0.2 g L<sup>-1</sup> of citric acid, in terms of physical-chemical and sensorial composition. The highest values of total acidity were found in sparkling wines from T5, for both varieties. 'Noble' sparkling wines had higher alcohol content than 'Regale'. In the physicochemical aspects, the sparkling wines made with *V. rotundifolia* grapes showed different levels of total sugars, culminating in different classifications. Sensorially, the sparkling wines from 'Regale' stood out in relation to those from 'Noble' for foam persistence. Regarding the global evaluation, the 'Noble' sparkling wines obtained greater acceptance by the evaluators, regardless of the composition of the expedition liqueur. The sparkling wines obtained from 'Noble' received the best global evaluation.

**KEYWORDS:** Muscadine. Quality. Acceptance

## REFERÊNCIAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa nº 24, de 8 de setembro de 2005**. Aprova o Manual Operacional de Bebidas e Vinagre. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 set., 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Decreto nº 8.198, de 20 de fevereiro de 2014**. Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 mar. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa nº 14, de 8 de fevereiro de 2018**. Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho e Derivados da Uva e do Vinho. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Brasília, 20 de fevereiro de 2014, Seção 3, p.8., 2018.

CALIARI, Vinícius *et al.* Effect of the traditional, charmat and asti method production on the volatile composition of Moscato Giallo sparkling wines. **LWT-Food Science and Technology**, v. 61, n. 2, p. 393-400, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.039>

CAMPOS, T. C. *et al.* Caracterização físico-química dos vinhos espumantes, de Chardonnay e Vermentino, na Serra Catarinense. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 8, p. 58-64, 2018.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed., Lavras: Editora UFLA, p.394, 2005.

CULBERT, J. *et al.* Understanding consumer preferences for australian sparkling wine vs. french champagne. **Beverages**, v. 2, n. 19, p. 1-12, 2016. <https://doi.org/10.3390/beverages2030019>

DENEGA, S. *et al.* Características físicas e químicas dos cachos de cultivares de *Vitis rotundifolia*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p.6 33-638, 2010. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n3p633>

DUTEURTRE, B. Champagne dalla tradizione ala scienza. Il método clássico passo a passo. Reggio nell'Emilia: Eno-one, 2014. 396 p.

FONSAH, E. G.; AWONDO, S.N. Cost estimates and investment analysis for Muscadine grapes production in Georgia. **Journal of Food Distribution Research**, v. 47, n. 1, p. 1-5, 2016.

GABBARDO, M.; CELOTTI, E. Caracterização físico-química de espumantes Brasileiros. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v.30, n.2, p.94 -101, 2015. <https://doi.org/10.1051/ctv/20153002094>

GANSS, S. *et al.* Aroma changes due to second fermentation and glycosylated precursors in Chardonnay and Riesling sparkling wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 2524-2533, 2011. <https://doi.org/10.1021/jf103628g>

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *In*: R. E. Wrolstad (Ed.). Current protocols in food analytical chemistry. New York: John Wiley and Sons Inc., 2001. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>

GRIS, E.F. *et al.* Phenology and ripening of *Vitis vinifera* grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. **Ciência e Investigação Agrária**, v.37, p. 61-75,2010. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202010000200007>

IZQUERDO-LLOPART, A.; SAURINA, J. Characterization of sparkling wines according to polyphenolic profiles obtained by HPLC-UV/Vis and principal component analysis. **Foods**, v. 22, n. 8, p. 1-10, 2019. <https://doi.org/10.3390/foods8010022>

KIM, D. *et al.* Vitamina C equivalente antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 3713-3717, 2002. <https://doi.org/10.1021/jf020071c>

KUNZ, J.C. *et al.* Caracterização físico-química de mostos e vinhos base para a elaboração de espumantes. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 2, p. 75-82, 2010.

MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G. B.; FERREIRA, N. A. **Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método DNS**. Brasília: Embrapa, p. 32. (Comunicado Técnico, 85), 2016.

MARTÍNEZ-GARCÍA, R. *et al.* Changes in sparkling wine aroma during the second fermentation under CO<sub>2</sub> pressure in sealed bottle. **Food Chemistry**, 9, 1-33, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.066>

MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254- 1255, 1992. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>

MENEGUZZO J. **Caracterização físico-química e sensorial dos vinhos espumantes da Serra Gaúcha**. (2010). Tese, (Doutorado em Biotecnologia), Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade de Caxias do Sul, Centro de Ciências Agrárias e Biológicas Instituto de Biotecnologia, Caxias do Sul, 2010.

MENEGUZZO, J. *et al.* Caracterização físico-química do vinho espumante dos cultivares Riesling Itáliaico, Chardonnay e Pinot Noir da Serra Gaúcha. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 10, p. 78-85, 2018.

MORROT, G.; BROCHET, F.; DUBOURDIEU, D. The color of odors. **Brain Language**, v.79, p. 309-20, 2001. <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2493>

OIV – Organização Internacional da Vinha e do Vinho. He global sparkling wine market. v.1, 2020.

OLIVEIRA, L. C. DE *et al.* Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vinícolas do Brasil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, n. 70, v. 2, p. 158-67, 2011.

PARK, M.; OH, J. Antioxidant and antimicrobial activities of muscadine grape extracts. **The Korean Society of Food Preservation**, n. 21, v. 1, p. 12-18, 2015. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2015.22.1>

POZO-BAYÓN, M.Á. *et al.* Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved winemaking technology. **Food Science & Technology**, n.20, p. 289- 299, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.03.011>

RIBÉREAU-GAYON, Pascal *et al.* **Handbook of Enology, volume 2: The chemistry of wine stabilization and treatments**. John Wiley & Sons, 2021. <https://doi.org/10.1002/9781119588320>

RIBÉREAU-GAYON, P. *et al.* The chemistry of wine stabilization and treatments. **Handbook of enology** (Vol. 2). West Sussex, Hoboken, NJ: Wiley & Sons, 2006. <https://doi.org/10.1002/0470010398>

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J; ABARZUA, C. E. **Elaboração de vinho espumante na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000.

RUIZ-MORENO, M. J. *et al.* The influence of pre-fermentative maceration and ageing factors on ester profile and marker determination of Pedro Ximenez sparkling wines. **Food Chemistry**, v. 10, p. 1-32, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.048>

SARTOR, S. *et al.* Polyphenolic profiling, browning, and glutathione content of sparkling wines produced with nontraditional grape varieties: indicator of quality during the biological aging. **Journal of Food Science**, v. 84, n. 12, p. 1-9, 2019. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14849>

SIMONAGGIO, D.; LEHN, D. N. Diferentes métodos para elaboração de vinho espumante. **Caderno pedagógico**, v. 11, n. 1, p. 78-90, 2014.

SINGLETON V.; ROSSI, J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.

STEFENON, C.A. *et al.* Phenolic composition and antioxidant activity in sparkling wines: modulation by the ageing on lees. **Food Chemistry**, v. 145, p. 292–299, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013>

UBEDA, C. *et al.* Volatile profile characterisation of Chilean sparkling wines produced by traditional and Charmat methods via sequential stir bar sorptive extraction. **Food Chemistry**, v. 207, p. 261–271, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.117>

WEI, Z. *et al.* Profile of polyphenol compounds of five Muscadine Grapes cultivated in the United States and in newly adapted locations in China. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 3, p. 1-18, 2017. <https://doi.org/10.3390/ijms18030631>

**Recebido:** 27 fev. 2022

**Aprovado:** 25 abr. 2022

**Publicado:** 29 dez. 2022

**DOI:** 10.3895/rbta.v16n1.15218

**Como citar:** BENDER, A. *et al.* Caracterização físico-química e sensorial de vinhos espumantes elaborados com uvas da espécie *Vitis rotundifolia* **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 16, n. 2, p. 3954-3974, jul./dez. 2022. Disponível em: <<https://periodicos.utfr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Angelica Bender

Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Av. Eliseu Maciel, sn. Campus UFPel- C.Postal 354 - CEP 96160-000, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil

**Formatado por:** Mari Eduarda Cristina Brancher Garlet

**Processo de Editoração:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alessandra Machado Lunkes

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

