



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

LEONARDO FERRARI

Aplicação foliar de nitrogênio na qualidade da uva e na composição de ésteres do
vinho de Sauvignon Blanc em região de altitude de Santa Catarina

FLORIANÓPOLIS - SC

Junho - 2021

Leonardo Ferrari

TÍTULO

**APLICAÇÃO FOLIAR DE NITROGÊNIO NA QUALIDADE DA UVA E NA
COMPOSIÇÃO DE ÉSTERES DO VINHO DE SAUVIGNON BLANC EM REGIÃO
DE ALTITUDE DE SANTA CATARINA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do título de Mestre em Ciências

Orientador: Prof. Dr. Leocir José Welter

Florianópolis - SC

Junho – 2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ferrari, Leonardo

APLICAÇÃO FOLIAR DE NITROGÊNIO NA QUALIDADE DA UVA E NA
COMPOSIÇÃO DE ÉSTERES DO VINHO DE SAUVIGNON BLANC EM REGIÃO
DE ALTITUDE DE SANTA CATARINA / Leonardo Ferrari ;
orientador, Leocir José Welter, 2021.
100 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis,
2021.

Inclui referências.

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Sauvignon Blanc. 3.
Nitrogênio. 4. Ésteres. 5. Vinho. I. José Welter, Leocir.
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

LEONARDO FERRARI

Aplicação foliar de nitrogênio na qualidade da uva e na composição de ésteres do vinho de Sauvignon Blanc em região de altitude de Santa Catarina

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Leonardo Cury da Silva, Dr.
Instituto Federal de Educação/Bento Gonçalves/RS

Prof. Alberto Fontanella Brighenti, Dr.
Centro de Ciências Agrárias/UFSC/SC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em ciências.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof., Dr. Leocir José Welter
Orientador

Florianópolis, 2021.

Dedico este trabalho a todos que trabalham com o néctar dos Deuses, Bacco e Dionísio, aos amantes do vinho e a este mundo incrível chamado Vitivinicultura.

AGRADECIMENTOS

A Deus e ao universo, por sempre colocarem pessoas maravilhosas em meu caminho, as quais me fazem acreditar em um mundo melhor e me encorajam a prosseguir.

Ao meu orientador, Professor Dr. Leocir José Welter, pela oportunidade de realizar este trabalho e sonho. Obrigado pela confiança e paciência. Agradeço por todos os ensinamentos compartilhados. Muito obrigado por tudo! Ao meu coorientador, professor Dr. Cristian Soldi, por toda a ajuda, apoio e incentivo durante a realização deste trabalho.

A Raquel Paiva da Silva e Aparecido Lima da Silva, pelo apoio, incentivo e por terem sonhado juntos. Agradeço muito! Grandes pessoas que tenho a oportunidade de conviver em minha jornada de vida, grande admiração e carinho por vocês.

Aos meus pais, Vilmar e Vanice Ferrari, e meu irmão Estêvão Ferrari que nunca mediram esforços para me ensinar o caminho do bem, e sempre me apoiaram em todas as etapas da minha vida. Sem vocês, eu não chegaria até aqui. Muito obrigado por tudo! Ao meu amor por me incentivar e me ouvir em todas as etapas, deixou minha vida mais leve e alegre.

A todos os professores dos programas de pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais e Ecossistemas Agrícolas e Naturais, em especial aos professores Aparecido Lima da Silva, Alberto Fontanella Brighenti, Claudio Roberto Fonseca Sousa Soares, Cristian Soldi, Dilma Budziak, João Batista Tolentino Júnior, Lírio Luiz Dal Vesco, Miguel Pedro Guerra, Paulo Emilio Lovato e Rubens Onofre Nodari, pelos ensinamentos que transcendem os limites da Universidade; vocês enobrecem os programas de pós graduação. A Bernadete M^a Possebon Ribas pela competência e celeridade em todos os processos, é incrível!

A vinícola Abreu Garcia, em especial ao proprietário Ernani Luiz Garcia por proporcionar o espaço e liberdade de criar, pesquisar e desenvolver projetos e produtos. Meu muito obrigado! A todos meus colegas de trabalho que foram presentes desde a poda, manejo, aplicação, colheita, vinificação e entre outras atividades. Aos meus estagiários que não mediram esforços, em especial Diogo Ascari, Cristian Valdenir Mecabo e Claudemar Herpich, sem vocês não seria possível desenvolver este trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado!

RESUMO

A vitivinicultura no Estado de Santa Catarina tem se destacado recentemente pela produção de vinhos finos, elaborados nas regiões de altitude. Na Sauvignon Blanc, entre as diferentes práticas empregadas para a promoção da qualidade dos vinhos tem se utilizado a aplicação de nitrogênio (N), via foliar. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de N foliar sobre o potencial produtivo, a qualidade da uva e a composição dos ésteres nos vinhos da variedade Sauvignon Blanc, cultivada no município de Campo Belo do Sul, no ciclo 2017/2018. O vinhedo foi implantado em 2009, em sistema de condução espaldeira, sobre porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamento de 3,0 x 1,0 m. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados (BCC), com quatro repetições, e quatro tratamentos com doses de N, sendo: 1) 0,0 kg (controle); 2) 10,0 kg; 3) 20,0 kg e 4) 30,0 kg de N ha⁻¹. A fonte de N foi o produto comercial Folur®, que apresenta 20% de N (p/p), na forma de uréia. As doses de N foram divididas em duas aplicações, sendo a primeira no estágio fenológico de início da maturação das bagas e a segunda aplicação 10 dias após a primeira. Foram monitoradas as variáveis climáticas: temperatura do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa do ar (%). As análises compreenderam o acompanhamento da fenologia, dos macro e microelementos foliares, dos teores foliares de clorofila e carotenoides, a evolução da maturação por meio dos parâmetros de teores de sólidos solúveis, acidez total e pH. Na colheita, foram avaliados os componentes do rendimento (produção por planta e por hectare) e da qualidade e sanidade das uvas. As uvas de cada tratamento foram microvinificadas e os ésteres dos vinhos identificados e quantificados. Os resultados mostraram que a aplicação de N foliar no início de maturação da Sauvignon Blanc apresentou efeitos significativos com acréscimo dos teores de acidez total, pH, nitrogênio facilmente assimilável no mosto e teores de ésteres. Por outro lado, a aplicação de N foliar não alterou a produtividade e sanidade da uva madura na Sauvignon Blanc.

Palavras-chave: Vitivinicultura, *Vitis vinifera* L.; Vinhos de altitude; Produção e qualidade da uva; Tipicidade.

ABSTRACT

The viticulture in the State of Santa Catarina has been highlighted for the production of fine wines from high-altitude vineyards. Sauvignon Blanc wines are emblematic for the region as they have adapted to the local environment with good productivity and excellent sensorial properties. To produce Sauvignon blanc grapes, foliar nitrogen applications have been used to promote wine quality. The present study aimed to evaluate the effect of foliar application of Nitrogen on the productivity and the quality of the grapes, as well as the ester profile of the wines, of Sauvignon Blanc grown in Campo Belo do Sul, Santa Catarina State, in the 2017/2018 cycle. The vineyard was implanted in 2009 on Paulsen 1103 rootstock, with 3.0 x 1.0 m spacing and trained to a vertical shoot positioning trellis (VSP). The experimental design was randomized complete blocks, with four replications, and four treatments consisting of foliar nitrogen doses, as follow: 1) 0.0 kg (control); 2) 10.0 kg; 3) 20.0 kg and 4) 30.0 kg of N ha⁻¹. The source of N was the commercial product Folur®, which contains 20% N (w / w), in the form of urea. The nitrogen doses were divided into two applications: the first at the phenological stage of the beginning of berries maturation, and the second 10 days after the first application. Air temperature (°C), rainfall (mm), and relative humidity (%) were monitored. In addition, phenology, leaf macro and microelements, leaf levels of chlorophyll and carotenoids, evolution of berry maturation through the parameters soluble solids, total acidity and pH also were evaluated. At harvest period, the yield components (production per plant and per hectare and number and mass of clusters) and the quality and health of the grapes were evaluated. Microvinifications of grapes from each treatment were carried out and esters from wines were identified and quantified. The results showed that the application of nitrogen in the leaves increased the total acidity, pH and nitrogen easily assimilated in the must at the harvest and reduced the concentration of key esters associated to wine quality. In the other hand, the leaf chlorophyll and carotenoids, productivity and health of the ripe grapes were not affected by nitrogen application. Altogether, the results suggest that the mineralization of the organic matter, present in high level at the soil, provide sufficient nitrogen for the grape grown, and the additional foliar application of nitrogen resulted in excess of the macroelement.

Keywords: Vitiviniculture, *Vitis vinifera* L.; Altitude wines; Grape and wine quality; Typicality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Somatório da precipitação (mm) e médias da umidade relativa do ar (%), para cada subperíodo fenológico avaliado para a variedade Sauvignon Blanc, nos vinhedos da Vinícola Abreu Garcia, em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18. 47
- Figura 2** - Somatório da precipitação (mm) e dias com chuvas (número), avaliado para o subperíodo fenológico de início da maturação a maturação-colheita (IM-MC), da variedade Sauvignon Blanc nos vinhedos da Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/2018..... 48
- Figura 3** - Evolução dos valores de sólidos solúveis (SS) durante a maturação da uva da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de N foliar (T1- 0,0 N; T2 10,0 N; T3 20,0 N; T4 30,0 N kg ha⁻¹), cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18..... 59
- Figura 4** - Evolução dos valores de acidez total (AT) durante a maturação da uva da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de N foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18..... 61
- Figura 5** - Evolução dos valores do potencial hidrogeniônico (pH) durante a maturação da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de N foliar (T1- 0,0 N; T2 10,0 N; T3 20,0 N; T4 30,0 N kg ha⁻¹), cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18..... 62
- Figura 6** - Valores de nitrogênio facilmente assimilável (mg L⁻¹), observados na colheita, em mosto da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18..... 67
- Figura 7** - Acréscimo percentual de nitrogênio facilmente assimilável (mg L⁻¹) no mosto da variedade Sauvignon Blanc, na colheita, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18..... 68
- Figura 8** - Ésteres quantificados (em µg mL⁻¹) nos vinhos da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, nos vinhedos da Abreu Garcia. Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18..... 74
- Figura 9** - Ésteres quantificados nos vinhos da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, nos vinhedos da Abreu Garcia. Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18..... 76

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1- Valores de pH em água e teores de matéria orgânica, argila, P e K extraíveis e Ca, Mg e Al trocáveis em solo de vinhedo da variedade Sauvignon Blanc, da Vinícola Abreu Garcia, Campo Belo do Sul, SC. 2017..... | 37 |
| Tabela 2 – Dados da fenologia e média da temperatura, duração cronológica dos estádios, soma térmica, umidade relativa, amplitude térmica e somatório de precipitação pluviométrica para os estádios fenológicos da variedade Sauvignon Blanc cultivada no vinhedo experimental da Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18. | 43 |
| Tabela 3 - Teores dos macronutrientes nitrogênio (N) e potássio (K) foliar da variedade Sauvignon Blanc submetida a tratamentos de N foliar em vinhedo da Vinícola Abreu Garcia, em Campo Belo do Sul (SC). 2018..... | 50 |
| Tabela 4 -Teores dos macronutrientes fósforo (P) e cálcio (Ca) foliar na variedade Sauvignon Blanc submetida aos tratamentos de N foliar no vinhedo da Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul (SC). 2018. | 52 |
| Tabela 5 - Teores dos macronutrientes magnésio (Mg) e enxofre (S) foliar da variedade Sauvignon Blanc submetida aos tratamentos de N foliar nos vinhedos da Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul (SC). 2018..... | 54 |
| Tabela 6 - Teores dos micronutrientes ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B) da análise foliar da variedade Sauvignon Blanc submetida a tratamentos de N foliar nos vinhedos da Abreu Garcia em Campo Belo do Sul (SC). 2018..... | 55 |
| Tabela 7 - Teores de pigmentos foliar (mg g^{-1} de matéria fresca), clorofila a, clorofila b, clorofila total e carotenóides em folhas de Sauvignon Blanc, no subperíodo início maturação (03/01/18) a maturação-colheita (16/02/18), submetida a tratamentos de nitrogênio foliar nos vinhedos da Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18..... | 57 |
| Tabela 8 - Valores médios de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), acidez total (mEq L^{-1}) e pH do mosto da variedade Sauvignon Blanc na colheita, submetida aos tratamentos de N foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18. | 60 |
| Tabela 9 - Componentes de produção na colheita para o número e massa de cachos por planta (g), produção total por planta e por hectare (kg planta^{-1} e kg ha^{-1}) da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18..... | 63 |

| | |
|--|----|
| Tabela 10 - A incidência e a severidade de podridões da uva na variedade Sauvignon Blanc na colheita, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18..... | 65 |
| Tabela 11 - Compostos ésteres identificados e descritores aromáticos dos vinhos da variedade Sauvignon Blanc submetida a tratamentos de nitrogênio foliar nos vinhedos da Abreu Garcia. Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18. | 70 |
| Tabela 12 - Concentrações dos ésteres (em $\mu\text{g mL}^{-1}$) dos vinhos de Sauvignon Blanc submetida aos tratamentos de Nitrogênio foliar nos vinhedos da Abreu Garcia. Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18. | 73 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-----------------------|---|
| Al | Alumínio |
| AT | Acidez Total |
| B | Boro |
| B | Brotação |
| Ca | Cálcio |
| Car | Carotenóide |
| Chl a | Clorofila a |
| Chl b | Clorofila b |
| Cu | Cobre |
| DBC | Delineamento em Blocos Casualizados |
| DMSO | Dimetilsulfóxido |
| F | Floração |
| Fe | Ferro |
| g | Gramma |
| GDH | Glutamato |
| GOGAT | Glutamina-2-oxoglutarato aminotransferase |
| GS | Glutamina sintase |
| IK exp: | Índice de Kovatz experimental |
| IK teórico: | Índice de Kovatz teórico |
| IM | Início Maturação |
| K | Potássio |
| kg dm ⁻³ | Quilograma por decímetro cúbico |
| kg N ha ⁻¹ | Quilo de nitrogênio por hectare |
| MC | Maturidade – colheita |
| mEq L ⁻¹ | Miliequivalente por litro |
| Mg | Magnésio |
| mg L ⁻¹ | Miligramma por litro |
| mL | Mililitro |
| mm | Milímetro |
| Mn | Manganês |
| MO | Matéria orgânica |
| MOS | Matéria orgânica do solo |

N₂ Nitrogênio elementar
NaOH Hidróxido de sódio
NFA Nitrogênio Facilmente Assimilável
NH⁴⁺ Amônio
nm Nanometro
NO³⁻ Nitrato
P Fósforo
p/p Peso por peso
pH Potencial hidrogeniônico
PI Padrão interno
QF Queda das folhas
S Enxofre
SC Santa Catarina
SPME Microextração em fase sólida
SS Sólidos solúveis
TR: Tempo de retenção
µg mL⁻¹ Micrograma por mililitro
UR Umidade relativa
Rg W m⁻² Radiação solar global
Zn Zinco
% Porcento
°C Grau Celsius

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 - INTRODUÇÃO | 16 |
| 2. HIPÓTESE | 19 |
| 3. OBJETIVOS | 20 |
| 3.1 OBJETIVO GERAL | 20 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| 4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 21 |
| 4.1 – VIDEIRA E VITICULTURA | 21 |
| 4.2 - VARIEDADE SAUVIGNON BLANC | 24 |
| 4.3. NITROGÊNIO NA VIDEIRA | 25 |
| 4.3.1 Nitrogênio do solo | 26 |
| 4.3.2 Ciclo de nitrogênio durante o desenvolvimento da videira..... | 27 |
| 4.3.2.1 Reserva, absorção e assimilação de nitrogênio | 27 |
| 4.3.2.2 Transporte e remobilização do nitrogênio | 29 |
| 4.3.3 Dinâmica do nitrogênio na baga da uva | 29 |
| 4.3.4 Efeito do nitrogênio no desenvolvimento da videira e na composição da uva | 30 |
| 4.3.5 Fertilização nitrogenada na videira..... | 31 |
| 4.4. AROMAS NO VINHO | 33 |
| 4.4.1. Compostos voláteis dos vinhos (ésteres) | 34 |
| 5 - MATERIAL E MÉTODOS | 36 |
| 5.1 – LOCAL E MATERIAL VEGETAL | 36 |
| 5.4 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL..... | 37 |
| 5.5 - AVALIAÇÕES DE NUTRIENTES E COMPOSTOS FOLIARES..... | 37 |
| 5.5.1 - Análise dos nutrientes foliares | 37 |
| 5.5.2 - Análise de pigmentos foliares | 38 |
| 5.6 – DETERMINAÇÃO DOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO E QUALIDADE DA UVA..... | 38 |
| 5.6.1 – Monitoramento da evolução da maturação da uva..... | 38 |
| 5.6.2 – Componentes de rendimento | 39 |
| 5.6.3 – Determinação da sanidade da uva na colheita | 39 |

| | |
|--|-----------|
| 5.7 - ANÁLISE DOS MOSTOS | 39 |
| 5.7.1 – <i>Determinação do nitrogênio facilmente assimilável (NFA)</i> | 39 |
| 5.8 – MICROVINIFICAÇÕES E ANÁLISE DOS VINHOS | 40 |
| 5.8.1 - <i>Microvinificações</i> | 40 |
| 5.8.2 – <i>Análises de identificação dos ésteres dos vinhos</i> | 41 |
| 5.8.2.1 - Microextração em fase sólida (SPME) | 41 |
| 5.8.2.2 - Instrumentação | 41 |
| 5.8.2.3 - Identificação e concentração dos ésteres | 41 |
| 5.9 – ANÁLISE ESTATÍSTICA | 42 |
| 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO | 43 |
| 6.1 – FATORES CLIMÁTICOS E FENOLOGIA DA SAUVIGNON BLANC..... | 43 |
| 6.1.1 – <i>Estádios fenológicos</i> | 43 |
| 6.1.2 - <i>Variáveis Climáticas</i> | 45 |
| 6.1.2.1. Temperaturas do Ar | 45 |
| 6.1.2.2. Amplitude Térmica | 46 |
| 6.1.2.3 Precipitação Pluviométrica e Umidade Relativa do Ar | 46 |
| 6.2 – ANÁLISES DE NUTRIENTES E PIGMENTOS FOLIARES..... | 49 |
| 6.2.1- <i>Nutrientes foliares</i> | 49 |
| 6.2.2 - <i>Pigmentos foliares</i> | 56 |
| 6.3 – EVOLUÇÃO DA MATURAÇÃO DA UVA | 58 |
| 6.3.1 <i>Evolução dos Sólidos Solúveis (SS)</i> | 58 |
| 6.3.2 - <i>Acidez Total</i> | 60 |
| 6.3.3 - <i>Potencial Hidrogeniônico (pH)</i> | 61 |
| 6.4 – COMPONENTES DE RENDIMENTO | 63 |
| 6.6 – CONTEÚDO DO NITROGÊNIO FACILMENTE ASSIMILÁVEL (NFA) NO MOSTO..... | 66 |
| 6.4. DETERMINAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS ÉSTERES NOS VINHOS | 69 |
| 6.4.1 - <i>Avaliação quantitativa dos ésteres</i> | 71 |
| 7 - CONCLUSÕES | 78 |
| 8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS | 79 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 80 |

1 - INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2018, a área cultivada com videiras foi de 75,9 mil hectares com uma produção próxima de 1,6 milhões de toneladas de uvas para consumo *in natura* e elaboração de vinhos e derivados (MELLO, 2019). A produção nacional de vinhos atingiu, em 2018, aproximadamente 218,4 milhões de litros, sendo que deste montante, 38,7 milhões de litros de vinhos finos (17,7%) produzidos de uvas viníferas (UVIBRA, 2020). O consumo médio *per capita* no Brasil, em 2018, foi de 1,7 litros/ano, com previsão de expansão para 9,0 litros *per capita*/ano até 2025 (MELLO, 2019; IBRAVIN, 2020). No entanto, em 2020, o mercado nacional de vinhos passou por uma forte transformação onde o consumo *per capita* subiu 30% no País, em meio ao isolamento social, chegando a 2,78 litros para cada habitante com mais de 18 anos (IDEAL, 2021).

No sul do Brasil, a viticultura possui grande importância socioeconômica em várias regiões, sustentada na maior parte principalmente por viticultores, detentores de pequenas e médias vinícolas que produzem a uva, sendo também responsáveis pela vinificação e processamento da matéria prima (PROTAS e CAMARGO, 2011; DUARTE, 2013).

A vitivinicultura é uma atividade econômica recente nas regiões de altitude do Estado de Santa Catarina, acima de 900 metros, onde tradicionalmente não havia cultivo da videira. Hoje, nessas regiões os viticultores de “vinhos de altitude” apresentam organização, capital, tecnologia e grande potencial futuro para elaboração de vinhos com identidade, tipicidade e qualidade (LOSSO, 2016; SAMPAIO et al., 2018; NODARI e FRANK, 2019). Os vinhedos catarinenses de altitude com variedades viníferas somavam 269,3 hectares, em 2019 sendo as regiões de São Joaquim e Caçador as maiores em produção. Das variedades viníferas cultivadas no Estado, 73,5% são tintas e 26,1% brancas (VIANNA et al., 2020), com destaque para a produção de espumantes e vinhos brancos tranquilos elaborados de Chardonnay e Sauvignon Blanc, respectivamente.

A Sauvignon Blanc, variedade originária da França, é uma das mais importantes e plantadas no mundo, utilizada para a elaboração de vinhos brancos aromáticos que expressam descritores frutados (maçã, pera, pêssago), florais (MARCON FILHO, 2016; GUTIÉRREZ-GAMBOA et al., 2018), frutos tropicais (maracujá, toranja) e notas vegetais de moléculas aromáticas do grupo dos tióis voláteis (LACROUX et al., 2008; PINU et al., 2014; CERRETI et al., 2015). Na avaliação de vinhos de Sauvignon Blanc, Marcon Filho (2016) destacou os

aromas de tióis varietais com forte impacto de frutas tropicais nos neozelandeses, enquanto que nos vinhos catarinenses de Sauvignon Blanc de altitude, apresentou os aromas de ésteres voláteis relacionados a descritores frutados e florais.

O aroma dos vinhos é formado por compostos provenientes das uvas e por compostos formados durante a vinificação, caracterizando a identidade, a tipicidade e a qualidade do vinho. Esses diferentes compostos pertencem a várias famílias químicas de voláteis, tais como: álcoois superiores, ésteres, compostos C₆, terpenos, compostos sulfurados, entre outros, que contribuem para o aroma desejável do vinho (SWIEGERS e PRETORIUS, 2005; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006a; GOMEZ-MIGUEZ et al., 2007).

A fermentação alcoólica é o processo de maior importância para a formação desses compostos. Porém, a falta de nutrientes nos mostos, como o nitrogênio (N), pode resultar em uma fermentação lenta e, conseqüentemente, com a baixa síntese de compostos de aroma. Para melhorar os aromas, a composição volátil do mosto e do vinho, uma técnica utilizada tem sido a fertilização de N no solo (CONRADIE, 2001; BELL e HENSCHKE, 2005; BRUNETTO et al., 2013). No entanto, outra estratégia usada nos últimos anos para aumentar o teor de N na videira é a aplicação foliar. Esta técnica permite uma assimilação rápida e eficiente dos produtos aplicados nas plantas (LASA et al., 2012).

Para Bell e Henschke (2005), o N atua na formação de alguns desses compostos voláteis, especialmente álcoois superiores e ésteres etílicos, durante a fermentação alcoólica, e regulam a formação de outros voláteis, como os tióis. Além disso, Martínez-Gil et al. (2012) demonstraram uma correlação entre a síntese de ésteres etílicos durante a fermentação alcoólica e o teor de aminoácidos no mosto. Assim, a composição de N no mosto afeta os processos de fermentação e o desenvolvimento das leveduras envolvidas na qualidade final do vinho, principalmente nos aromas (GARDE-CERDÁN e ANCÍN-AZPILICUETA, 2008; GUTIÉRREZ-GAMBOA et al., 2018).

Estudos têm mostrado que a aplicação foliar de uréia (CH₄N₂O) melhora a composição volátil dos vinhos, sendo uma fonte de N de menor custo, facilmente assimilável pelas plantas, menor dificuldade no controle do vigor e sanidade das plantas em comparação com a aplicação de uréia no solo (LASA et al., 2012). Para Lacroux et al. (2008), as aplicações foliares de N (uréia e uréia-enxofre) em Sauvignon Blanc permitiram concentrações superiores de tióis nos vinhos. Ancín-Azpilicueta et al. (2013), com tratamentos foliares de uréia em Tempranillo promoveram maiores concentrações dos ésteres (hexanoato de etila, octanoato de etila e

decanoato de etila) e maiores intensidades de aromas com descritores frutados. Para Gutiérrez-Gamboa et al. (2018), a aplicação foliar de N em Cabernet Sauvignon melhorou os aromas no vinho, com relevantes resultados obtidos para álcoois e ésteres superiores. Os teores dos ésteres nos vinhos foram positivamente relacionados à concentração de N do mosto (ANCÍN-AZPILICUETA et al., 2013; GUTIÉRREZ-GAMBOA et al., 2018).

Neste sentido, pesquisas relacionadas à aplicação foliar de N em videiras têm sido implementadas com o objetivo de aumentar a expressão aromática de vinhos, principalmente da variedade Sauvignon Blanc (GOMEZ-MIGUEZ et al., 2007; LACROUX et al., 2008; GEFFROY et al., 2012; HANNAM et al., 2014; GUTIÉRREZ-GAMBOA et al., 2018).

Assim, novas pesquisas relacionadas com a aplicação foliar de N e os efeitos sobre a produção da uva, mosto e composição volátil dos vinhos de Sauvignon Blanc de Santa Catarina têm sido implementadas para o avanço do conhecimento científico, na busca do aprimoramento das técnicas vitícolas e enológicas utilizadas tanto no vinhedo como na vinícola. Por esses motivos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar de N na qualidade da uva, do mosto e na composição de ésteres dos vinhos de Sauvignon Blanc na região de altitude de Santa Catarina.

2. HIPÓTESE

A aplicação foliar de N no início da maturação das bagas, na variedade Sauvignon Blanc, melhora os parâmetros qualitativos da uva e do mosto, incrementando os teores de ésteres no vinho, sem alterar os componentes de rendimento e não induz maior suscetibilidade à podridões no cacho.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da aplicação de N foliar sobre a evolução da maturação dos frutos, os componentes produtivos e nutricionais, a sanidade da uva e a composição dos ésteres do vinho da variedade Sauvignon Blanc cultivada em região de Altitude de Santa Catarina.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar a evolução da maturação e o comportamento produtivo (quantidade e qualidade) das uvas em resposta às aplicações foliares de N;

Analisar o efeito das diferentes doses foliares de N sobre a sanidade dos cachos na colheita de Sauvignon Blanc;

Avaliar o efeito da aplicação foliar de N no conteúdo de N facilmente assimilável (NFA) do mosto e teores de ésteres do vinho de Sauvignon Blanc.

4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 – Videira e Viticultura

A domesticação da videira (*Vitis vinifera* L.) está relacionada com a elaboração do vinho. A videira destaca-se entre as espécies mais antigas domesticadas pelo homem, existindo dúvidas sobre os locais e períodos, conforme o registro de diversas civilizações passadas (SOUZA, 1996; THIS et al., 2006). Ela pertence à família Vitaceae, que possui 700 espécies, divididas em 14 gêneros. Dentre estes, o gênero *Vitis* é originário das zonas temperadas do hemisfério norte da Europa, América e Ásia (REYNIER, 1995).

O gênero *Vitis* spp. possui mais de 70 espécies e é considerado o principal representante da família Vitaceae (GALET, 1998), sendo o único gênero de importância socioeconômica, devido ao cultivo comercial de vinhedos pautado em milhares de variedades para a produção de uvas de mesa, uvas de suco, uvas passa e seu produto mais nobre, a elaboração de vinhos tranquilos e efervescentes (SOUZA e MARTINS, 2002; RIAZ et al., 2004; GALET, 2015).

A espécie *Vitis vinifera*, também conhecida como videira euro-asiática ou vinífera, caracteriza-se por uma ampla variabilidade genética, morfológica e fisiológica, apresentando uvas para elaboração de vinhos de qualidade (ALLEWELDT e POSSINGHAM, 1988; THIS et al., 2006). Há inúmeras variedades cultivadas desta espécie, com colorações de bagas tintas, rosadas e brancas, sendo que estas variedades são as que possuem maior aptidão enológica, para elaboração de vinhos tranquilos e vinhos espumantes (REYNIER, 1995; GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

Atualmente, a videira é uma espécie muito importante socioeconômica e culturalmente em diversos países, o que faz dela uma das frutíferas mais cultivadas no mundo. Na safra mundial de 2018, os vinhedos atingiram aproximadamente 7,4 milhões de hectares com volume de produção de 78,0 milhões de toneladas (MT) de uvas, sendo que, excetuando a China, a Itália foi destaque com 8,6 MT, seguida dos EUA 6,9 MT, Espanha 6,9 MT e França com 5,5 milhões de toneladas.

Mundialmente, a produção de vinhos tem sua base e principal mercado na Europa. A Itália é o maior produtor mundial (54,8 milhões hectolitros), seguida pela França (48,6 milhões de hectolitros) e Espanha (44,4 milhões de hectolitros). Contudo, novas regiões têm apresentado expressivo crescimento do mercado enológico, com destaque para os Estados

Unidos, Argentina, Chile e África do Sul (ROSA e SIMÕES, 2004; OIV, 2019). A cadeia produtiva do vinho envolve todos os continentes, o que torna o mercado viti-enológico um dos mais importantes setores comerciais em diversas regiões, com proporções globais (OIV, 2019).

A videira (*Vitis vinifera* L.) foi introduzida no Novo Mundo pelos colonizadores e missionários espanhóis e portugueses por volta do ano 1500, primeiramente por sementes e depois por estacas, a partir de seus locais de origem. No Brasil, a introdução foi realizada por Martim Afonso de Souza, que trouxe as primeiras videiras para a Capitania de São Vicente, atual Estado de São Paulo, em 1532 (REISCH e PRATT, 1996; SOUZA, 1996).

Assim, a viticultura brasileira iniciou-se com a chegada dos colonizadores portugueses, no século XVI. Porém, somente ganhou importância socioeconômica a partir da produção de vinhos na região da Serra Gaúcha, no Estado do Rio Grande do Sul, que teve início com a chegada da colonização italiana à região, a partir de 1875 (PROTAS et al., 2011; TONIETTO e FALCADE, 2018).

A vitivinicultura empresarial brasileira pode ser resumida e dividida em quatro períodos evolutivos desde a sua implantação (TONIETTO, 2003). O período inicial foi caracterizado pela vitivinicultura com base na tradição dos viticultores que chegaram da Itália, sendo que a produção era destinada ao consumo familiar de variedades americanas. Com o tempo começaram as comercializações de vinho no Rio Grande do Sul, marcando o período de implantação da vitivinicultura.

O segundo período iniciou em 1929 com a fundação de cooperativas e, conseqüentemente, a produção aumentou com variedades híbridas e viníferas. O terceiro período se estabeleceu a partir do aumento da superfície cultivada e introdução de novas variedades de *Vitis vinifera*, na década 1970, com a chegada de empresas multinacionais nas regiões da Serra Gaúcha e Campanha.

O quarto período é representado por “vinhos de qualidade produzidos em regiões determinadas”, sendo impulsionado por mudanças no mercado consumidor que, por sua vez, estimulam os vitivinicultores brasileiros a agregar novos elementos de qualidade aos vinhos e buscar as Indicações Geográficas (IG). Estes vinhos denominados de "terroir" são produzidos exclusivamente em uma determinada região e apresentam características próprias, como origem e tipicidade. As IGs são muito difundidas nas regiões vitícolas da França, Itália, Espanha e Portugal.

Nos últimos anos ocorreram avanços importantes no setor, tais como a adoção de novas variedades, uso de práticas e processos mais sustentáveis, diversificação da produção, implementação das IGs e expansão em novas regiões. No entanto, o setor ainda carece de informações para uma gestão pública e privada mais eficiente (MELLO, 2019).

No Brasil, as IGs representam um novo capítulo no mundo do vinho brasileiro, fortalecendo a produção estruturada em territórios e com identidade própria. Entre 2002, da primeira IG de vinhos (IP Vale dos Vinhedos), até 2015, foram registradas sete IGs brasileiras de vinhos, sendo seis na Serra Gaúcha no Rio Grande do Sul (IP-Vale dos Vinhedos, IP-Pinto Bandeira, IP–Altos Montes, IP-Monte Belo, IP-Farroupilha, DO-Vale dos Vinhedos) e uma no Estado de Santa Catarina (IP-Vales da Uva Goethe) de vinhos no litoral Sul Catarinense (TONIETTO e FALCADE, 2018; IBRAVIN, 2020).

A área cultivada com videiras no país, em 2018, foi de 75.9 mil hectares com produção próxima de 1.6 milhões de toneladas de uvas para consumo in natura e elaboração de vinhos e derivados. A vitivinicultura brasileira é marcada pela sua diversidade: são diferentes condições ambientais, variados sistemas de cultivo e recursos genéticos com ampla variabilidade (CAMARGO et al., 2016). A região Sul predomina com a maior área de produção de uva para vinhos. O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional com 62.4% da área de vinhedos (47.4 mil hectares) (MELLO, 2019). A vitivinicultura de Santa Catarina tem se transformado nos últimos anos, evoluindo para o quarto lugar no ranking nacional em área de produção de uvas e a segunda posição de grande produtor nacional de vinhos finos (MELLO, 2014 e 2019).

Atualmente, destaca-se como polo emergente da viticultura catarinense, as regiões de altitude entre 900 e 1.400 metros em relação ao nível do mar. Estas regiões contam com cerca de 335,0 hectares de videiras viníferas (VIANNA et al., 2016), e têm se destacado na elaboração de vinhos tintos e brancos com qualidade já reconhecida em premiações nacionais e internacionais (LOSSO, 2016). Devido às condições climáticas de temperaturas, causadas pela altitude que favorecem o cultivo de variedades de videira (*Vitis vinifera* L.), permitindo atingir índices de maturação que fornecem uvas de qualidade para elaboração de vinhos diferenciados em aromas, sabores e equilíbrio gustativo.

Neste sentido, a videira é uma cultura que exige uma série de práticas e manejos que afetam diretamente a produção e a qualidade da uva. Portanto, são necessários estudos que compreendam os efeitos da nutrição foliar nitrogenada na qualidade da uva, na composição do mosto e do vinho de Sauvignon Blanc nas regiões de altitude de Santa Catarina.

4.2 - Variedade Sauvignon Blanc

A Sauvignon Blanc é de origem francesa, mais precisamente das regiões da Aquitaine e do Vale do Loire. Atualmente é cultivada globalmente pela notável intensidade aromática e qualidades dos vinhos elaborados. Embora a origem seja desconhecida, análises de DNA indicam um parentesco com as variedades Chenin Blanc e com o Trousseau du Jura (SANTANA et al., 2010; GALET, 2015).

Diante da abundância de sinônimos para a Sauvignon Blanc, têm-se alguns interessantes, tais como: Blanc Fumé, Fumé, Fumé Blanc, Surin, Fié, Sauternes, Savagnou, Rouchelin, Douce Blanche, Blanc Doux, Libournais, Sarvonien, Servonien, Savagnin, Servoyen, Punéchon, Punéchou, Gennetin (GALET, 2015).

Na França, a Sauvignon Blanc apresenta uvas de cor branca esverdeadas e são usadas para a elaboração de um vinho branco varietal muito apreciado, além de participar em assemblages, principalmente com a variedade Semillon, na elaboração do famoso e renomado vinho branco ‘Sauternes’ (CAMARGO et al., 2016).

Na brotação, a Sauvignon Blanc tem a gema branca (algodão) com borda avermelhada. As folhas jovens são aveludadas, amarelas com alguns reflexos bronzeados, lado inferior das folhas com pilosidade. Os ramos são glabrosos, verde claros, entrenós parcialmente róseos; gavinhas pequenas e finas. Os cachos são pequenos a médio, compactos, às vezes alados, bagas pequenas, ovóides, atingindo um lindo amarelo dourado no final de maturação, epiderme espessa e polpa fundente (GALET, 2015).

As plantas de Sauvignon Blanc tendem a ser vigorosas e exigem tratamentos cuidadosos na poda e na colheita. O excesso de produção pode resultar em vinhos de sabor neutro. Essa variedade produz um vinho bastante ácido, portanto, adequado para produção em climas mais quentes. Por isso, é uma variedade bastante cultivada na Califórnia e, também, no hemisfério sul, principalmente no Chile, Argentina e Austrália, com destaque para bons vinhos ‘Sauvignon Blanc’ na Nova Zelândia e na África do Sul (CAMARGO et al., 2016).

A Sauvignon Blanc é uma variedade bastante versátil, produzindo vinhos de vários estilos diferentes, dependendo da região de cultivo. Para Catania e Avagnina (2007), os vinhos apresentam notas aromáticas intensas, sendo observados os principais descritores de pimentão verde, folha de tomate, arruda, maracujá, toranja, pêra e maçã.

No Brasil, a introdução da Sauvignon Blanc data do início do século passado no Rio Grande do Sul. No entanto, os maiores plantios e produções foram observados nos meados dos anos 1990, ocorrendo depois certo declínio, seguido de uma estabilização em torno de 100 hectares (CAMARGO, 1994; CAMARGO et al., 2016; MELLO et al., 2017). Em Santa Catarina, os plantios surgiram a partir dos anos 2000 nos vinhedos de altitude, tornando-se uma variedade destaque nestas regiões por ser de ciclo médio e brotação mais tardia, portanto com menor risco de perdas por geada do início da primavera. Ela se adaptou bem ao *terroir* de altitude catarinense. Os vinhos elaborados pelas principais vinícolas, tais como, Villa Francioni, Vinícola Suzin, Vinícola Hiragami, Villaggio Bassetti, Villaggio Grando, Vinícola Terramília, Vinícola Abreu Garcia, Vinícola Thera e outras são típicos varietais com os aromas vegetais (pimentão, arruda), de frutas maduras de pera, pêsego, maçã e dos frutos tropicais de maracujá, toranja, abacaxi.

4.3. Nitrogênio na videira

Os elementos minerais como cálcio, potássio, fósforo e nitrogênio (N) são essenciais para a síntese de metabólitos primários, bem como, para a produção de muitos metabólitos secundários, como compostos fenólicos ou compostos aromáticos nas uvas e vinhos (BELL e HENSCHKE, 2005; BRUNETTO et al., 2013; HELWI et al., 2015).

Entre os elementos minerais que a videira retira do solo, o N é sem dúvida o que mais influencia seu crescimento e vigor e, portanto, na composição das uvas. Alguns autores consideram que a disponibilidade de N contribui para o efeito “*terroir*”, uma vez que depende do tipo de solo (VAN LEEUWEN et al., 2000; REYNARD et al., 2012; SCHREINER et al., 2012). A videira geralmente assimila mais N quando plantada em solo arenoso, sendo seu status de N menor que em solo argiloso. As necessidades de N da videira são estimadas entre 30 e 80 kg por hectare por ano, dependendo do vigor e rendimento desejados (SCHREINER et al., 2006; DELAS, 2010; BRUNETTO, 2008). Assim, é essencial ter o cuidado de preservar um nível de N não limitativo e não excessivo para produzir uma colheita de qualidade e com rendimento economicamente aceitável. A gestão do status de N da videira é, portanto, essencial na produção de uvas e vinhos.

4.3.1 Nitrogênio do solo

No solo, o N está presente em duas formas, orgânica e inorgânica. A maior parte do N é armazenada em sua forma orgânica. Ele pode estar sob forma de húmus (estável e decomposta lentamente) ou como matéria orgânica fresca. A forma inorgânica ou mineral do N existe principalmente em três formas: elementar (N_2), nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) (CAMARGO et al., 2008).

Do ponto de vista nutricional para a videira, NO_3^- e NH_4^+ são consideradas as formas essenciais. As formas orgânicas de N (húmus e matéria orgânica fresca) não são assimiladas diretamente pela videira. A mineralização de N é essencial para torná-lo disponível. Esta etapa é realizada por microrganismos do solo que assimilam gradualmente húmus ou matéria orgânica fresca, permitindo a conversão de amônia (NH_3) em NH_4^+ , por meio de reação reversível em nitrito (NO_2^-) e depois em nitrato (NO_3^-), assimiláveis pela videira (STEVENSON e COLE, 1999; LI et al., 2013). É essencial notar que o N mineral é muito pouco retido pelo solo. Portanto, é essencial que seja mantida uma atividade microbiológica no solo para alimentar a videira durante todo o seu desenvolvimento (HIRSCHFELT, 1998).

Na ausência de fertilização, a disponibilidade de N mineral para a videira depende da quantidade de matéria orgânica armazenada no solo e sua taxa de mineralização. Esta taxa de mineralização é muito importante quando a relação C/N da matéria orgânica é baixa, o pH é quase neutro, o solo é bem ventilado, a temperatura do solo alta e as reservas de água são próximas da capacidade máxima de retenção de água do solo, ou seja, capacidade de campo (CHAUSSOD, 1996; CAMARGO et al., 2008).

Entre os muitos fatores que influenciam a nutrição nitrogenada da videira, o material genético é predominante. Cada variedade de uva, mesmo cada clone ou cada porta-enxerto, tem sua própria assimilação. Por exemplo, Cabernet-Sauvignon ou Pinot Noir são conhecidas por suas altas taxas de assimilação de N, diferente de Riesling e Grenache. Essa diferença chega ao nível de clones, onde, por exemplo, o clone de Sauvignon Blanc “R3” apresenta uma melhor assimilação de N em comparação ao Sauvignon Blanc “CL297” (STINES et al., 2000; TOMASI et al., 2015; LORENSINI et al., 2015).

As práticas de cultivo também podem afetar a nutrição de N. Já é conhecido que plantas de cobertura (gramíneas) entre as linhas da parcela aumentam a competição por N entre a videira e as plantas de cobertura, reduzindo a quantidade de N disponível para a videira. Pelo contrário, as leguminosas, frequentemente plantadas como adubo verde, enriquecerão o N do

solo graças à sua simbiose com bactérias, aumentando a disponibilidade de nutriente para a videira (SPRING, 2001; DONEDA et al., 2012).

Enfim, o clima da região e a safra também podem influenciar o status de N da videira, porque atuam sobre a taxa de mineralização da matéria orgânica (CAMARGO et al., 2008; VAN LEEUWEN e FRIANT, 2011).

4.3.2 Ciclo de nitrogênio durante o desenvolvimento da videira

4.3.2.1 Reserva, absorção e assimilação de nitrogênio

O crescimento e desenvolvimento da videira são em parte dependentes de suas reservas em elementos minerais, incluindo N, acumulados no ciclo anterior. As reservas de N estão localizadas nas partes perenes da videira, que são as raízes, tronco e caules e constituem de 20 a 40% das necessidades anuais da planta (SCHREINER et al., 2006; ZAPATAA et al., 2004).

A arginina e o ácido aspártico parecem ser as duas principais formas de reserva desse nutriente. A arginina tende a ser o principal composto acumulado em raízes, caule e ramos durante o inverno. Alguns autores relatam que esta forma representa de 50 a 90% do N solúvel armazenado. Também, aminoácidos e proteínas formam as reservas de N nos órgãos perenes (KLIEWER e COOK, 1971; KLIEWER e COOK, 1974; ORTIZ-LOPEZ et al., 2000), mas esse acúmulo de N em órgãos perenes tende a ocorrer durante todo o ciclo vegetativo e produtivo.

No início da temporada, os requisitos de N são importantes para formar órgãos jovens na primavera. Eles são principalmente provenientes das reservas criadas, em especial no final da temporada (HIRSCHFELT, 1998; MASCLAUX-DAUBRESSE et al., 2010). A partir de *véraison*, se as quantidades de N retiradas do solo permanecem insuficientes, uma nova fase de remobilização das reservas será realizada (WERMELINGER, 1991).

A quantidade de N retirada do solo varia de acordo com o estágio de desenvolvimento da videira. Dois períodos de intensa absorção deste nutriente são descritos: o primeiro período entre brotamento e *véraison* (mudança de cor), e um segundo período após colheita e até a queda das folhas (SCHREINER, 2005; SCHREINER et al., 2006). A quantidade de N retirada do solo aumenta gradualmente a partir do estágio 3-5 folhas até atingir 50% do teor total de N no estágio de grão de ervilha (primeiro pico de acúmulo de N) (CONRADIE, 1980; ZAPATAA et al., 2004). Em seguida, a absorção de N diminui entre a *véraison* e a maturação das bagas (GOUTOULY, 2011) e retorna a aumentar após a colheita. Estudos usando N N^{15} marcado

estão geralmente de acordo com este esquema de absorção, demonstrando taxas de incorporação de nutrientes mais acentuadas quando a fertilização no solo é aplicada na floração ao invés da brotação (CONRADIE, 1990; SCHREINER et al., 2006; BRUNETTO, 2008). A quantidade deste nutriente absorvido após a colheita constitui 30-40% de N total e será armazenado principalmente no tronco (CONRADIE, 1980).

Na videira, como na maioria das plantas, a principal forma de N retirada do solo é o nitrato (NO_3^-) (KELLER et al., 2001). O nitrato é absorvido por transportadores de prótons/ NO_3^- localizados no plasmalema das células da epiderme e do parênquima cortical de raízes e é feito contra seu gradiente de concentração, usando o componente pH do gradiente eletroquímico dos prótons (MASCLAUX-DAUBRESSE et al., 2010). O nitrato absorvido pode ser (i) armazenado nos vacúolos das células do córtex radicular, (ii) transformado em NH_4^+ , (iii) ou redistribuído através do xilema para o resto da planta, onde é então assimilado (LOULAKAKIS et al., 2009; KELLER, 2010). Durante a sua assimilação, o nitrato é convertido em nitrito e depois em amônio, através de duas etapas de redução sucessivas catalisadas pelas enzimas nitrato redutase (NR) e a nitrito redutase (NiR), respectivamente (MASCLAUX-DAUBRESSE et al., 2002; MARSCHNER, 2012).

O N também é absorvido do solo como amônio, diretamente assimilado devido à sua forte toxicidade ocasionada pelo seu efeito desacoplador. O amônio também pode ser provido da assimilação de nitrato ou de processos da fotorrespiração, desaminação de aminoácidos ou da via fenilpropanóide (LOULAKAKIS et al., 2009). No nível molecular, a entrada de íons NH_4^+ nas células do córtex radicular é através de um transportador de amônio AMT1.1 (ORTIZ-RAMIREZ et al., 2011). O ciclo da glutamina sintase (GS) – glutamina-2-oxoglutarato aminotransferase (GOGAT) é a principal via de assimilação de amônio permitindo a síntese de glutamina e glutamato. Estes podem então originar outros aminoácidos, como prolina ou arginina, como resultado de reações de transaminação (MARENCO e LOPES, 2009; MARSCHNER, 2012).

Existe também uma rota alternativa para a assimilação de amônio por meio da desidrogenase de glutamato (GDH), que catalisa uma reação reversível contra glutamato. Produtos de assimilação de N (glutamina, glutamato, prolina, arginina) representam 60% dos aminoácidos livres da planta e são envolvidos em muitos processos bioquímicos (LEA e IRELAND, 1999; KELLER, 2010).

4.3.2.2 Transporte e remobilização do nitrogênio

O N é transportado a todos os órgãos da videira através do xilema, levando a seiva bruta rica em água e nutrientes do solo para as folhas, e o floema que conduz a seiva elaborada rica em carboidratos (MARENCO e LOPES, 2009).

Na videira, a partir da floração, a concentração de N total nos ramos aumenta gradualmente para atingir seu nível máximo no final do crescimento vegetativo. Este aumento é devido uma translocação deste elemento das folhas para os ramos e partes perenes (KELLER, 2010). O teor de N nas partes aéreas da planta (limbos, pecíolos, ramos e bagas) atinge seu máximo nas fases iniciais do desenvolvimento, concordando com a fase em que a absorção de N atinge seu máximo (bagas em grão de ervilha), e após ocorre uma redução durante o ciclo com valores mínimos na colheita ou no outono (SCHREINER et al., 2006).

Neste período são formadas as reservas de N nos órgãos perenes, pois as proteínas das folhas são degradadas e o N é redistribuído (remobilizado) para os ramos, caule e raízes. As reservas de N possibilitam a manutenção dos processos bioquímicos e fisiológicos na planta no período de menor área foliar, que servem de fonte para a manutenção de produtividade no ano seguinte. Todavia, os carboidratos compreendem a principal fonte de energia dos órgãos perenes em videiras. Essas reservas, mais outros nutrientes, como P e K, são mobilizadas e redistribuídas para os pontos de crescimento quando aumenta o comprimento do dia e da temperatura, o que coincide com o início da brotação na primavera (RIVES, 2000; BRUNETTO et al., 2008; MILLARD e GRELET, 2010). Assim, a absorção de N, a sua distribuição, acúmulo e posterior redistribuição são processos dinâmicos, e, quando as reservas do nutriente diminuem nos órgãos perenes, a videira tende a absorvê-lo do solo para a manutenção das reservas e o suprimento da demanda dos tecidos em crescimento.

4.3.3 Dinâmica do nitrogênio na baga da uva

As maiores quantidades de N via fertilizantes são encontradas nos órgãos anuais da planta, folhas e cachos, sendo pequenas as quantidades de N aplicado acumuladas em órgãos perenes, troncos e raízes. Neste sentido, Conradie (1990), aplicando N enriquecido (^{15}N) no florescimento de videiras verificou que durante a primavera 55% do N foi encontrado nas folhas e nos ramos, 20% nos cachos, 22% nas raízes e 3% nos troncos. Na baga, uma alocação significativa de N começa após a floração causando assim uma queda no teor desse macro

elemento nas partes perenes da planta, apesar do fornecimento contínuo a partir das raízes (CONRADIE, 1980; CONRADIE, 1990; SCHREINER et al., 2006).

A translocação do N na baga da uva aumenta gradualmente durante a maturação. O N é acumulado principalmente duas semanas antes do estágio "baga ervilha" (8 e 10 mm de diâmetro) e depois a partir do início da maturação das bagas (*véraison*). Durante esses dois períodos, a baga da uva acumula mais de 50% do N presente na planta. No final da maturação, uma grande quantidade de N, então na forma de aminoácidos, é transportado das raízes para as bagas (WERMELINGER, 1991; PORRO et al., 2010).

A concentração de compostos nitrogenados aumenta durante o desenvolvimento da baga de uva, um processo dependente de diferentes parâmetros e práticas vitícolas (quantidades, períodos de aplicação de N e técnicas de manejo do solo), e condições ambientais (CONRADIE, 2001). O N total aumenta no início do ciclo, atingindo um platô e depois diminui nos últimos estágios fenológicos (HILBERT et al., 2003; CONRADIE, 2004). A adubação nitrogenada aumenta o conteúdo de compostos nitrogenados em todos os compartimentos da baga da uva (película, polpa e sementes), especialmente os aminoácidos nitrogenados, constituindo logo em seguida o N assimilável do mosto.

4.3.4 Efeito do nitrogênio no desenvolvimento da videira e na composição da uva

O efeito da nutrição nitrogenada no desenvolvimento da videira e na composição da uva foi explicitamente descrito por Bell e Henschke (2005). Eles mencionam que uma deficiência de N, definida por videiras de baixo vigor e por um teor no N assimilável no mosto menor que 100 mg L^{-1} , leva a uma diminuição no crescimento e rendimento, bem como amarelecimento das folhas. A presença de N assimilável em concentrações muito baixas no mosto causa atrasos ou dificuldades na fermentação durante a vinificação e resulta na presença de sulfeto de hidrogênio e/ou compostos de enxofre indesejados nos vinhos. Essa deficiência pode ser causada por disponibilidade insuficiente de N mineral no solo, mas também devido ao estresse hídrico que evita a absorção de N pelo sistema radicular.

No entanto, um suprimento excessivo de N causa um aumento no rendimento em colheita, vigor, atividade fotossintética e aumento da suscetibilidade a podridões dos cachos, principalmente, de *Botrytis cinerea*. Uma das consequências desse aumento de vigor é uma mudança no microclima do dossel, resultando em uma diminuição no nível de radiação recebida

pelos vários órgãos (folhas, ramos e cachos) e da temperatura. Uma diminuição no nível de radiação no dossel reduz a concentração de antocianinas, terpenos e fenóis totais nos cachos, prejudicando a qualidade da uva e do vinho produzidos (TARARA et al., 2008; BRUNETTO et al., 2009; MARTÍNEZ-LÜSCHER et al., 2014).

A diminuição de temperatura dentro do dossel causa um aumento na acidez total e diminuição do pH devido ao aumento do teor de ácido málico (SPAYD et al., 2002; TARARA et al., 2008). Além disso, uma redução na temperatura pode causar uma desaceleração na maturação, levando à maturidade fenólica insuficiente na colheita (KELLER e HRAZDINA, 1998; TREGOAT et al., 2002; HILBERT et al., 2003). Os diferentes componentes de produção (peso da colheita, peso do cacho, número cachos), aumentam com a adubação nitrogenada por meio do aumento do vigor (BRUNETTO et al., 2007; BRUNETTO et al., 2009). Hilbert et al. (2003) mostraram que a fertilização nitrogenada aumenta o peso de ramos na poda, número de ramos, área foliar, número de cachos por ramos e a acidez total do mosto de uva.

Quanto ao efeito da nutrição nitrogenada no conteúdo de certos aminoácidos, foi demonstrado que uma alta ingestão de N aumenta o conteúdo de prolina e arginina, principais formas de aminoácidos encontrados em bagas de uvas (BOEIRA, 1994; STINES et al., 2000; RODRIGUEZ-LOVELLE et al., 2002). No entanto, o conteúdo de outros aminoácidos como a fenilalanina diminui com a fertilização nitrogenada (HILBERT et al., 2003).

A fertilização nitrogenada, portanto, aumenta as formas de N assimilável (aminoácidos primários, amônio, etc.) (CONRADIE, 2001; LASA et al., 2012) e induz uma melhor fermentabilidade do mosto. Por outro lado, um baixo nível de N assimilável promove a produção de compostos de enxofre indesejável e causa uma diminuição na síntese de ésteres e ácidos graxos voláteis com longas cadeias de carbono. Um valor de N assimilável próximo a 200 mg L⁻¹ é recomendado para garantir o bom andamento da fermentação alcoólica (LASA et al., 2012).

4.3.5 Fertilização nitrogenada na videira

A aplicação de N em videiras deve ser realizada com prudência porque impacta no crescimento vegetativo, na produtividade, na suscetibilidade a patógenos, na composição da uva, no mosto e, conseqüentemente, no vinho (BRUNETTO et al., 2013; HANNAM et al., 2014; LORENSINI et al., 2015).

A fertilização nitrogenada estimula o metabolismo do N e, portanto, a síntese de proteínas (ZERIHUN e TREEBY, 2002). São recomendados dois períodos de fertilização, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e deve ser pensado de acordo com os indicadores do teor de N do solo ou da planta (VAN LEEUWEN e FRIANT, 2011; GOUTOULY, 2011). O primeiro período é entre brotação e floração, período em que a absorção de N e a necessidade da planta estão no máximo. O segundo período é a fase pós-colheita, quando as reservas para o crescimento do ano seguinte são constituídas (PEACOCK et al., 1991; CONRADIE, 2004).

A pulverização foliar demonstra ser eficaz na solução de casos de deficiências e tem a vantagem de enriquecer a videira com N no momento necessário (SPRING e LORENZINI, 2006; PORRO et al., 2010; LASA et al., 2012). Para VERDENAL et al. (2015), o fornecimento de ureia foliar aumenta significativamente o teor de N assimilável (aminoácidos livres e amônio) em bagas de uva, tornando a aplicação mais efetiva na *véraison* (mudança da cor) com acréscimo do teor de N assimilável do mosto (HANNAM et al., 2014).

A baga da uva é o órgão que possui a maior necessidade de N em qualquer período de aplicação de uréia foliar. No entanto, a adição de ureia foliar nesse período também promove reservas de N nos órgãos perenes (tronco e raízes) para o próximo ciclo (PORRO et al., 2010; VERDENAL et al., 2015).

Nos vinhedos deficientes em N, uma aplicação de N foliar entre a floração e a mudança de cor das bagas (*véraison*) permite aumentar o N assimilável do mosto, o que é indispensável para uma melhor fermentação alcoólica (CONRADIE, 2004; HANNAM et al., 2014). A fertilização nitrogenada é geralmente acompanhada de um aumento na área foliar acoplada a um aumento da síntese de clorofila e um desenvolvimento dos tecidos de armazenamento, tais como o tronco, ramos e raízes, permitindo um acréscimo nas reservas desse nutriente, água e outros minerais (PEACOCK et al., 1991).

O limite de deficiência de N assimilável em mostos de uvas comumente aceitos é de 150-200 mg L⁻¹. Esse teor de N assimilável afeta diretamente a atividade das leveduras durante a fermentação alcoólica e, particularmente, a cinética da fermentação. Para corrigir uma deficiência e evitar qualquer dificuldade de fermentação, a adição de sais de amônia ao mosto é uma prática comprovada e utilizada pelo enólogo (ARIAS-GIL et al., 2007; GARDE-CERDÁN e ANCÍN-AZPILICUETA, 2008)

Além disso, sabe-se que o metabolismo de compostos nitrogenados por levedura é a fonte de vários compostos secundários na fermentação alcoólica (HERNANDEZ-ORTE et al., 2005; TORREA et al., 2004; LACROUX et al., 2008), com impacto direto nos aromas dos vinhos brancos.

4.4. Aromas no vinho

O aroma dos vinhos é formado por compostos provenientes das uvas e por compostos formados durante a vinificação, caracterizando a identidade, a tipicidade e a qualidade do vinho. O aroma é formado por um grande número de compostos voláteis, pertencentes a grupos químicos heterogêneos, como: álcoois superiores, ésteres, monoterpênicos, compostos sulfurados, dentre outros. De acordo com suas origens, podem ser classificados em: (i) primários, que são provenientes da uva e que permanecem nos vinhos; (ii) secundários, que são formados durante os processos de fermentação alcoólica e malolática; (iii) terciários, que são formados durante o envelhecimento do vinho (SWIEGERS e PRETORIUS, 2005; RIBÉRAU-GAYON et al., 2006a).

A complexidade aromática de um vinho é dependente de vários fatores, como aqueles relacionados ao metabolismo da planta, da variedade e do grau de maturação da uva; características do solo, clima, altitude dos vinhedos e das técnicas de manejo do vinhedo; dos procedimentos realizados no mosto durante as etapas pré-fermentativas, como a maceração e clarificação do mosto; como também estão relacionadas às atividades metabólicas dos microrganismos responsáveis pelo processo de fermentação (DUBOURDIEU et al., 2006; FALCÃO et al., 2007; GOMEZ-MIGUEZ et al., 2007; CARRAU et al., 2008; MARCON FILHO, 2016).

Certos compostos, mesmo presentes em quantidade mínima (traços), podem desempenhar um importante papel no aroma final do vinho, enquanto outros, muito mais abundantes, podem ter uma pequena contribuição (RIBÉRAU-GAYON et al., 2006b). A participação de cada um dos componentes no aroma final do vinho depende da correlação entre a composição química e o limiar de percepção de cada um desses compostos, pois a maioria dos compostos voláteis encontra-se abaixo ou muito próximo ao limiar sensorial individual (FALQUÉ et al., 2000).

4.4.1. Compostos voláteis dos vinhos (ésteres)

Em vinhos jovens, o aroma é essencialmente determinado pelos constituintes voláteis provenientes das uvas e da vinificação. No entanto, observa-se que a maior parte deles é formada no transcurso da fermentação alcoólica, produto do metabolismo da levedura (FLANZY, 2000). Entre os voláteis derivados do metabolismo da levedura, do ponto de vista sensorial, os ésteres são os mais importantes para o sabor do vinho (SWIEGERS e PRETORIUS, 2005; ANTALICK et al., 2014), pois conferem os aromas frescos e frutados (pera, maçã, banana, abacaxi, dentre outros).

Os ésteres oriundos da fermentação alcoólica se dividem basicamente em duas classes: os ésteres etílicos, provenientes da reação do etanol com uma acil-CoA, catabolisada pela enzima etanol-O-acil sintase, e os ésteres de acetato, provenientes da condensação de um álcool superior com acetil-CoA, catalisada pela enzima acetil-transferase (CORDENTE et al., 2012). A formação dos álcoois superiores está ligada ao metabolismo dos aminoácidos. Assim, fica evidente a importância da presença do N nos mostos para a evolução da fermentação alcoólica e a formação do aroma do vinho, caracterizado por um conjunto de compostos aromáticos que são detectados pelo olfato humano durante seu consumo.

Dubourdieu et al. (2006) mostraram que os aromas característicos de Sauvignon Blanc, os tióis voláteis, foram liberados e são dependentes das leveduras, assim como os demais aromas do vinho. Os ésteres cinamato de etila e dihidrocinamato de etila foram detectados em vinhos Sauvignon Blanc (ŠUKLJE et al., 2014), bem como nos mostos de Chardonnay e Gewürztraminer (SERRATOSA et al., 2014).

Os ésteres etílicos de ácidos graxos caracterizam-se por apresentarem aromas agradáveis (floral, frutado, mel). Os principais ésteres etílicos presentes nos vinhos são: o hexanoato de etila (maçã), octanoato de etila (pera, banana) e decanoato de etila (aroma floral). Já os principais ésteres de acetato quantificados nos vinhos são: acetato de etila (vegetal, frutado), acetato de feniletila (frutado, mel), acetato de isoamila (banana) e acetato de hexila (maçã, pera) (LAMBRECHTS e PRETORIUS, 2000; RIBÉRAU-GAYON et al., 2006b).

Para Gomez-Miguez et al. (2007) o acetato de etila é o éster mais abundante em vinhos brancos e, em baixas concentrações ($<100 \text{ mg L}^{-1}$), apresenta aroma frutado muito desejável, contudo em altas concentrações pode apresentar aroma indesejável de verniz (solvente).

Avaliando vinhos Sauvignon Blanc da Nova Zelândia e de Santa Catarina, Marcon Filho (2016) identificou 35 compostos aromáticos, sendo que destes 19 contribuíram individualmente

para os aromas dos vinhos estudados, sendo ésteres, álcoois superiores e terpenos com influências similares nas duas regiões. Porém, nos vinhos neozelandeses destacaram-se os tióis varietais (3-mercaptohexyl e 3-mercaptohexanol), com forte impacto nos aromas de frutas tropicais. Nos vinhos Sauvignon Blanc das regiões de altitude de Santa Catarina, os compostos que mais contribuíram para os aromas foram os ésteres voláteis: acetato de isoamila, hexanoato de etila, β -damascenona e butanoato de etila, relacionados a descritores aromáticos frutados (maçã, pera, banana, pêssego) e florais.

Em virtude da crescente produção de vinhos nas regiões de altitude de Santa Catarina, especialmente de Sauvignon Blanc, acrescido a falta de registros na literatura científica a respeito do perfil dos ésteres aromáticos destes vinhos, surge então a necessidade de novos estudos para avançar no conhecimento científico, a fim de aprimorar a elaboração destes vinhos típicos das regiões de altitude de Santa Catarina. Desta forma, a questão maior desse projeto é saber se a aplicação de N foliar promove a obtenção de aromas agradáveis nos vinhos de Sauvignon Blanc, na região de altitude de Santa Catarina

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 – Local e material vegetal

O experimento foi conduzido na Vinícola Abreu Garcia, no município de Campo Belo do Sul, localizada na latitude 27°40'4" S e longitude 50°44'48" W. O vinhedo da variedade Sauvignon Blanc está localizado a uma altitude de 950 m acima do nível do mar. O vinhedo foi implantado em 2009, com espaçamento de 3,0 x 1,0 m, sendo as plantas enxertadas sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, conduzidas em espaldeira e podadas em cordão esporonado simples. O solo do local é classificado como Cambissolo Húmico e o clima do tipo Cfb na classificação de Köppen (ALVARES et al 2013; DORTZBACH et al 2016).

O monitoramento climático foi realizado por meio dos dados obtidos da Estação Meteorológica Automática Telemétrica da Epagri/CIRAM (1018), localizada a aproximadamente 100 m do vinhedo experimental. Foram acompanhados os parâmetros climáticos de temperatura máxima, média e mínima do ar (°C), UR - umidade relativa do ar (%), precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar global - Rg (W m⁻²). Os dados foram processados no CIRAM (Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina) e dispostos em tabelas e textos acessíveis no Sistema de Informações (base WEB-Epagri).

Para o monitoramento da evolução dos estádios fenológicos foi utilizada a escala de Lorenz et al. (1995), considerando os estádios fenológicos da brotação, floração, início de maturação e maturação.

O solo do vinhedo experimental foi amostrado em 15 de agosto de 2017, antes da aplicação dos tratamentos, com trado tipo holandês nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, sendo determinados os principais atributos físico-químicos expressos na **Tabela 01**, segundo metodologia proposta no manual da SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (2016).

Tabela 1- Valores de pH em água e teores de matéria orgânica, argila, P e K extraíveis e Ca, Mg e Al trocáveis em solo de vinhedo da variedade Sauvignon Blanc, da Vinícola Abreu Garcia, Campo Belo do Sul, SC. 2017.

| Amostra | pH água | Mat. Orgânica | Argila | P | K | Ca | Mg | Al |
|------------|------------|------------------|--------|---------------------|-------|-----|------------------------|-----|
| | | % | | mg/dm ⁻³ | | | mmolc/dm ⁻³ | |
| 0 - 20 cm | 6,0 | 5,7 | 51,0 | 0,7 | 135,0 | 8,7 | 5,7 | 0,0 |
| 20 - 40 cm | 5,4 | 5,2 | 62,0 | 1,1 | 101,0 | 6,6 | 4,9 | 0,6 |

5.4 - Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída de cinco plantas. Os tratamentos consistiram em quatro doses de N, aplicadas via foliar: 1) 0 kg N ha⁻¹; 2) 10 kg N ha⁻¹; 3) 20 kg N ha⁻¹ e 4) 30 kg N ha⁻¹. A fonte de N utilizada foi o produto comercial Folur[®], que apresenta 20% de N (p/p), na forma de ureia. As doses de N foram divididas em duas aplicações. A primeira aplicação foi realizada em 04/01/2018, quando aproximadamente 20% dos cachos atingiram o estágio fenológico de início da maturação das bagas (*véraison*) e a segunda aplicação em 14/01/2018, 10 dias após a primeira aplicação. O produto foi diluído em água com volume de calda de 600 L ha⁻¹ e aplicado em jatos dirigidos às folhas, com atomizador Jacto 1000[®]. Para evitar a deriva química utilizou-se como bordadura uma fileira intercalada entre cada bloco e desprezando as três plantas nas extremidades de cada fileira.

5.5 - Avaliações de nutrientes e compostos foliares

5.5.1 - Análise dos nutrientes foliares

As análises químicas foliares foram realizadas em duas épocas do ciclo fenológico da videira: no início da maturação (03/01/2018) e na maturação das bagas (16/02/018), seguindo as normas da SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DE SOLO, (2016). Foram coletadas 25 folhas completas (limbo e pecíolo) maduras por repetição, opostas ao primeiro cacho, perfazendo 100 folhas por tratamento. Após coletadas, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e enviadas para o Laboratório Terranálises, localizado em Fraiburgo, SC. Nas análises foliares foram determinados os teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn)

e Boro (B). As análises foliares foram realizadas de acordo com as metodologias propostas pela EMBRAPA, (2009).

5.5.2 - Análise de pigmentos foliares

Para a determinação de pigmentos foliares foram realizadas duas coletas de folhas, a primeira no início da maturação (03/01/2018) e a segunda na maturação das bagas (16/02/2018). Quinze folhas foram coletadas aleatoriamente de cada tratamento e foram determinados os teores de clorofilas e carotenoides. Na determinação da concentração dos pigmentos ($\mu\text{g mL}^{-1}$) foram utilizadas três amostras com cinco folhas por tratamento de 100 mg de folhas sadias e completas, incubadas em banho maria com 7 ml de dimetilsulfóxido (DMSO) por duas horas a 65°C, sem maceração. Após filtragem, o volume total obtido foi corrigido para 10 mL e a densidade ótica analisada por meio de espectrofotometria (PróAnálises V1600) a 648 nm e 665 nm para clorofila e 470 nm para carotenoides, conforme Wellburn (1994), utilizando-se o DMSO como branco.

Para obtenção da clorofila total, foram determinadas as clorofilas “Chl a” e “Chl b”, empregando as fórmulas:

$\text{Chl a} = [12,19 * (665\text{nm}) - 3,45 * (649\text{nm})]$ e $\text{Chl b} = [21,99 * (649\text{nm}) - 5,32 * (665\text{nm})]$, sendo estas posteriormente somadas para obtenção da clorofila total.

Para carotenoides foi utilizada a fórmula:

$\text{Car} = [1000 * (470\text{nm}) - 2,14 * (\text{Chla}) - 70,16 * (\text{Chlb})] / 220$.

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

5.6 – Determinação dos componentes de produção e qualidade da uva

5.6.1 – Monitoramento da evolução da maturação da uva

A evolução da maturação da uva foi monitorada semanalmente, desde a data da primeira aplicação do produto nitrogenado, em 04/01/18 até a colheita, em 20/02/18. De cada unidade experimental foram coletas aleatoriamente 100 bagas, totalizando 400 bagas por tratamento. Após coletadas, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, armazenadas em caixa

térmica com gelo e transferidas ao laboratório de análises físico-químicas da Vinícola Abreu Garcia. No laboratório, as bagas de cada amostra foram esmagadas manualmente e o mosto filtrado em peneira para separá-lo de partículas sólidas. Os mostos foram então analisados para determinar as variáveis de sólidos solúveis (SS, em °Brix), acidez total (AT, em mEq L⁻¹) e pH, seguindo os métodos propostos pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2012).

5.6.2 – Componentes de rendimento

No momento da colheita foram determinados o número e massa dos cachos por planta e a produção total por planta e por hectare. Para estas análises foram amostrados aleatoriamente 20 cachos por repetição, totalizando 80 cachos por tratamento, conforme metodologias propostas por Rizzon e Miele (2002). A produção por planta foi calculada levando-se em conta a massa fresca dos cachos e o número de cachos por planta. A produtividade (kg ha⁻¹) foi obtida a partir da densidade de plantas por hectare (3.333 plantas) e da produção por planta.

5.6.3 – Determinação da sanidade da uva na colheita

As podridões de cacho foram quantificadas visualmente no momento da colheita quanto à incidência (presença ou ausência de cachos com podridões) e a severidade (área do cacho afetada por podridões) da podridão-da-uva-madura (*Glomerella cingulata*) e podridão-cinzenta-da-uva (*Botrytis cinerea*) empregando a escala descrita por Hill et al. (2010). A porcentagem média de incidência e severidade foi determinada com base em 20 cachos por repetição, totalizando 80 cachos por tratamentos.

5.7 - Análise dos mostos

Na colheita, os mostos foram obtidos a partir do esmagamento das bagas, conforme descrito no item 5.8.1, separadamente para cada repetição, para as microvinificações. De cada unidade experimental foram coletados 50 mL de mosto e determinado os sólidos solúveis (SS, em °Brix), a acidez total (AT, em mEq L⁻¹) e o pH, conforme descrito no item 5.6.1.

5.7.1 – Determinação do nitrogênio facilmente assimilável (NFA)

O NFA foi determinado pelo método do formol, também chamado de método de Sørensen (MASNEUF; DUBOURDIEU, 1999). Inicialmente, o pH de 50 mL de mosto de cada unidade experimental foi ajustado a 8,5 com hidróxido de sódio (NaOH 1N), com auxílio de um pHmetro e agitador magnético. Nos mostos já sulfitados, conforme descrito no item 5.8.1. foram adicionadas algumas gotas de água oxigenada (H₂O₂) na concentração de 30%, de modo a evitar um erro padrão relacionado à presença de SO₂. A cada mosto foram então adicionados 20 mL de formaldeído previamente ajustado a pH 8,5. Após alguns minutos de repouso, o pH foi novamente ajustado a 8,5 através de titulação com hidróxido de sódio - NaOH 0,1N. O NFA foi expresso em mg de N L⁻¹, que corresponde ao volume de NaOH titulado (expresso em mL) multiplicado por 28.

5.8 – Microvinificações e análise dos vinhos

5.8.1 - Microvinificações

As microvinificações foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, empregando metodologia adaptada de Gutiérrez-Gamboa et al. (2017) e Bekar et al. (2017). De cada unidade experimental foram prensadas manualmente 2 Kg de uvas e separadas das películas, extraindo-se um litro de mosto por repetição. Imediatamente após a extração do mosto foi adicionada a dose de 50 mg L⁻¹ de SO₂. Posteriormente, foram adicionados 1 mL de solução (40 mg mL⁻¹) ENDOZYM Antibotrytis AEB, 1 mL de solução (4 microL mL⁻¹) de enzima pectolítica para a liberação de precursores aromáticos (ENDOZYM ICS 10 arome AEB), 4 mL de uma suspensão de bentonite Microcol Alpha LAFFORT em água (proporção de 1:10; bentonite:água) para a precipitação de partículas sólidas suspensas e 1 mL de solução (4 microL mL⁻¹) da enzima pectolítica ENDOZYM Eclair AEB (para clarificação do mosto). Depois de homogeneizado, o mosto foi acondicionado em geladeira à 10 °C por aproximadamente 24 h para precipitação das partículas sólidas, processo conhecido como clarificação estática.

Após o período estabelecido, foi separado o sobrenadante e a este foi adicionado as leveduras ZYMAFLORE X5 (LAFFORT®) na concentração final de 20 mg para cada 100 mL⁻¹ de mosto. As microvinificações foram realizadas em microvinificadores de vidro de 125 mL, contendo 100 mL de mosto, adaptados com *air lock* para permitir a saída de CO₂ e inibir a entrada de ar. Os microvinificadores foram acondicionados em incubadora tipo BOD à 15°C, até o mosto atingir densidade de 0,995 e em seguida a temperatura foi aumentada para 22°C

para finalizar a fermentação. Após finalizada a fermentação foi adicionada uma dose de 60 mg L⁻¹ de SO₂ para cada 100 mL de vinho e congelados para posterior análise dos ésteres.

5.8.2 – Análises de identificação dos ésteres dos vinhos

5.8.2.1 - Microextração em fase sólida (SPME)

Para a extração dos ésteres por SPME foi utilizado um banho termostaticado para controle de temperatura da extração e fibra com revestimento DVB/Carboxen/PDMS (SUPELCO analytical). As extrações foram realizadas em frascos de 40 mL com 4 mL de amostra de vinho, 4 mL de água ultrapura, 1,5 g de NaCl e 5 µL de solução de carvacrol (1 µL.mL⁻¹ em metanol) como padrão interno. Foi utilizado um tempo de equilíbrio de 5 minutos a 35 °C antes da inserção da fibra no vial de extração. A extração foi então realizada à 35°C por 30 min. Após o término da extração, a fibra foi inserida no injetor do cromatógrafo gasoso para dessorção à 250°C e mantida por 5 minutos, conforme proposto por Beckner Whitener et al. (2016).

5.8.2.2 - Instrumentação

As amostras foram analisadas em cromatógrafo gasoso (Agilent, modelo 7890A), acoplado à um espectrômetro de massas (MS 5975C) como detector. A separação cromatográfica foi realizada em coluna capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) com fluxo de gás Hélio de 0,8 mL.min⁻¹. A temperatura do forno foi programada de 40 a 90°C (3 min de espera), a uma taxa de aquecimento de 8°C por minuto, e de 90 a 250°C a uma taxa de 10°C por minuto. A temperatura do injetor foi fixada a 250°C, com injeção sem divisão de fluxo (splitless) e a temperatura da interface foi mantida em 300°C. O detector de massas foi operado por impacto de elétrons (EI)- mode de 70 eV em modo SCAN com faixa de 35 – 450 m/z., conforme a metodologia proposta por Green et al. (2011).

5.8.2.3 - Identificação e concentração dos ésteres

Para determinação da porcentagem relativa, os picos foram integrados manualmente em software G1701EA GC/MSD Chemstation. A identificação dos ésteres foi realizada através da análise comparativa dos espectros de massas referente a cada pico com os espectros de massas de padrões autênticos e do índice de retenção linear (Kovats) para cada substância (ADAMS, 2007). A concentração dos ésteres na amostra foi estimada com base na área do padrão interno

(Carvacrol). Os índices de retenção de Kovats (MEIRELES, 2020) foram obtidos através da injeção de uma mistura de n-alcenos (C7-C32; Sigma Aldrich) sob as mesmas condições utilizadas para a separação dos componentes dos vinhos.

A avaliação dos ésteres foi realizada no Laboratório Multiusuário de Análise Instrumental (LAMAI) na UFSC - Campus de Curitibanos. As análises foram realizadas em cromatógrafo gasoso acoplado à espectrômetro de massas (CGMS) Agilent 7890A/5975C.

5.9 – Análise estatística

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de acordo com as recomendações de Sokal e Rohlf (1995). Na avaliação dos compostos e pigmentos foliares foi utilizado o esquema fatorial 2x4 (2 épocas x 4 tratamentos). Quando ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, foi aplicado o teste de comparação das médias, utilizando teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 – Fatores climáticos e fenologia da Sauvignon Blanc

6.1.1 – Estádios fenológicos

O ambiente está fortemente relacionado com a fenologia da videira. Diversos autores relatam sobre a interação entre os fatores climáticos e os estádios fenológicos. Entre os fatores destacam-se: a temperatura do ar, a precipitação pluviométrica, a umidade relativa e a radiação solar (JONES; DAVIS, 2000; JONES et al., 2010; FIORILLO et al., 2012; BOCK et al., 2011; BRIGHENTI, 2014; CAMPOS, 2016).

Na **Tabela 02** são apresentadas as datas dos estádios fenológicos, os fatores climáticos e as durações cronológicas, em dias, dos estádios fenológicos da Sauvignon Blanc no ciclo 2017/18, no vinhedo da Vinícola Abreu Garcia, Campo Belo do Sul, SC.

Tabela 2 – Dados da fenologia e média da temperatura, duração cronológica dos estádios, soma térmica, umidade relativa, amplitude térmica e somatório de precipitação pluviométrica para os estádios fenológicos da variedade Sauvignon Blanc cultivada no vinhedo experimental da Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

| Variedade | Brotação ¹ (B) | | Floração (F) | Início Maturação (IM) | Maturação/ Colheita (MC) | Queda das Folhas (QF) |
|-------------------------|---|----------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Sauvignon Blanc | 04/Out/17 | | 08/Nov/17 | 04/Jan/18 | 20/Fev/18 | 05/Mai/18 |
| Estádios Fenológicos | Duração do ciclo e soma térmica Dia – Graus Dia | | Temperatura Média (°C) | Amplitude Térmica (°C) | Umidade Relativa (%) | Precipitação Pluviométrica (mm) |
| B-F | 35 | 232,8 | 16,8 | 10,3 | 83,0 | 167,8 |
| F-IM | 57 | 569,6 | 20,0 | 11,7 | 82,1 | 211,0 |
| IM-MC | 46 | 473,1 | 20,3 | 10,2 | 84,3 | 250,6 |
| MC-QF | 72 | 691,9 | 19,6 | 10,1 | 84,9 | 281,4 |
| Média | - | - | 19,1 | 10,7 | 83,6 | - |
| Soma | 210 | 1.967,3 | - | - | - | 910,8 |

¹Estádios fenológicos determinados da brotação, floração, início maturação, maturação/colheita e queda das folhas.

As condições climáticas apresentam grande importância no cultivo da videira. Os fatores climáticos influenciam na duração dos estádios fenológicos, bem como, na maturação das uvas e logo, na qualidade destas (MANDELLI et. al., 2003; DELOIRE et al., 2005). No local de estudo, a variedade Sauvignon Blanc apresentou o ciclo total da brotação à queda das folhas (B-QF) de 207 dias (**Tabela 02**). No período de maior importância, da brotação à colheita da uva (B-MC), o ciclo foi de 138 dias. A brotação das gemas ocorreu de modo uniforme uma semana (7 dias) após a poda, realizada no dia 27/09/2017. O subperíodo entre a brotação e a floração (B-F) foi de 35 dias. A plena floração ocorreu em meados de novembro e o subperíodo entre a floração e o início da maturação (F-IM) foi de 57 dias. Para Riou et al. (1994) e Costa (2011), os estádios fenológicos da brotação e da floração na videira apresentam forte variabilidade. Para o subperíodo entre floração e início de maturação (F-IM), o valor observado foi de 57 dias em Campo Belo do Sul (SC), similar ao encontrado na Campanha Gaúcha (COSTA, 2011).

A duração do subperíodo de início da maturação à maturação-colheita (IM-MC) foi de 46 dias. Conforme Riou et al. (1994), a data de início de maturação ou mudança de cor das bagas está intimamente ligada à data da floração. Para esses autores, os estudos mostraram que o número de dias dos subperíodos entre floração e início de maturação (F-IM), e início de maturação e colheita (IM-MC) na videira apresenta pouca variação entre as diversas regiões produtoras da França.

Segundo Caló et al. (1998), na região da Lombardia (Itália), o subperíodo entre brotação e floração (B-F) é mais dependente das condições ambientais do que do genótipo. No entanto, o período entre a floração e o início de maturação (F-IM) é mais dependente do genótipo do que das condições ambientais.

Dos estádios fenológicos avaliados, a maior diferença de duração cronológica (dias) foi no subperíodo entre a colheita e queda das folhas (MC-QF), com 72 dias, seguida pelo subperíodo entre a floração e o início de maturação (F-IM), com 57 dias.

Conforme Costa (2011), o valor médio do ciclo fenológico entre a brotação e o final de maturação (B-MC) da Sauvignon Blanc na Campanha Gaúcha foi de 137 dias. Valores similares aos observados por Radünz et al. (2015) em Don Pedrito (RS), e por Fernandes (2014) em Rancho Queimado (SC), com ciclo médio de 147 dias. No entanto, para Borghezán et al. (2011) e Brighenti et al. (2013), o comprimento médio do ciclo da brotação a colheita (B-MC) em São Joaquim foi de 175 dias. Isso demonstra que o ciclo da Sauvignon Blanc observado em

Campo Belo do Sul (SC) tem a duração de 138 dias, com requerimento térmico de 1275,5 Graus Dia (GD), da brotação a colheita, com valores próximos aos observados na Serra Gaúcha, Campanha do Rio Grande do Sul e demais regiões de Santa Catarina com altitudes em torno de 1.000 m.

6.1.2 - Variáveis Climáticas

A temperatura do ar e a precipitação pluviométrica estão entre os elementos climáticos de maior influência sobre o desenvolvimento da videira, produção e qualidade da uva. Essa influência ocorre em todos os estádios fenológicos, desde a dormência (inverno), brotação, floração, frutificação, crescimento das bagas (primavera), maturação (verão, outono), até a queda das folhas (outono) (MANDELLI, 2002; COSTA, 2011; BRIGHENTI, 2014).

6.1.2.1. Temperaturas do Ar

A temperatura média do ar durante o ciclo 2017/18, da brotação à queda das folhas (B-QF) da Sauvignon Blanc foi de 19,1°C. As maiores médias de temperatura foram registradas entre os subperíodos de floração e maturação-colheita (F-MC), apresentando valores médios, respectivamente de 20,0 e 20,3°C (Tabela 02). Para Giovaninni (2008), a videira tem necessidade de calor para amadurecer seus frutos, especialmente no período entre a floração e a maturação da uva. A temperatura do ar durante o desenvolvimento da videira é um dos fatores mais importantes para definir a época e a velocidade das diversas fases fenológicas. Assim, o aumento da temperatura atua como acelerador do processo metabólico (MANDELLI, 2002; HALL; JONES, 2010).

A faixa de temperatura média considerada ideal para a videira situa-se entre 20 e 30 °C (COSTACURTA; ROSELLI, 1980). No entanto, a maior atividade fotossintética é obtida na faixa de temperaturas entre 20 e 25°C (TONIETTO; MANDELLI, 2003).

A menor média de temperatura foi observada no subperíodo entre a brotação e floração (B-F), de 04 de outubro a 08 de novembro, com valor de 16,8°C. A menor temperatura média influencia no metabolismo da videira reduzindo as atividades metabólicas, o que pode justificar uma maior extensão deste subperíodo em outras regiões como a Serra Gaúcha e a Campanha

do Rio Grande do Sul, conforme registrado por Costa (2011) e Radünz et al. (2015), principalmente em função da influência de temperaturas mais baixas na fase de brotação.

6.1.2.2. Amplitude Térmica

A amplitude térmica média para o ciclo 2017/18, da brotação a queda das folhas (B-QF), foi de 10,7°C (**Tabela 03**). Os valores médios observados para todos os subperíodos fenológicos foram superiores a 10,0°C. O menor valor registrado de amplitude térmica foi de 10,1°C para o subperíodo entre a colheita e a queda das folhas (MC-QF) na entrada da dormência. A amplitude térmica é um fator importante na fisiologia da videira, pois influencia o equilíbrio fotossintético-respiratório da planta e, conseqüentemente, o acúmulo energético, relacionado diretamente à biossíntese de compostos fenólicos (GONZÁLEZ-CENTENO et al., 2013).

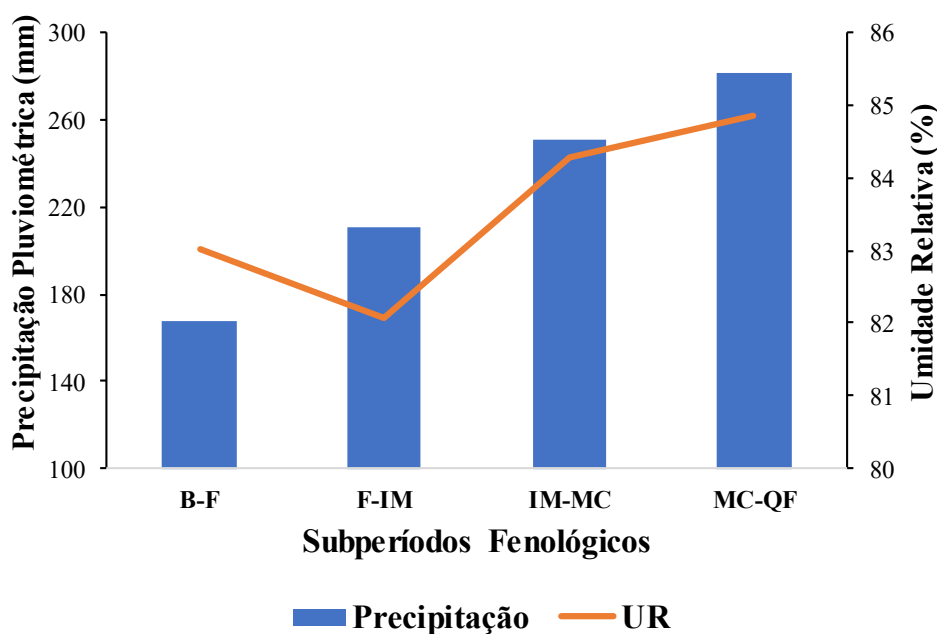
As amplitudes térmicas observadas para todos os subperíodos do ciclo fenológico da variedade Sauvignon Blanc, em Campo Belo do Sul (SC), foram semelhantes aos registrados por Borghezan et al. (2011), Brighenti (2014) e Campos (2016), que relataram para as regiões de altitude de Santa Catarina uma amplitude térmica em torno de 10,0°C. Resultados estes similares aos observados na Região de Bordeaux, que foram de 10,5°C (TONIETTO; CARBONNEAU, 2002). Amplitude térmica diária de 10,0°C é considerada ótima para a videira e ideal para produção de uvas de qualidade (JACKSON, 2008).

6.1.2.3 Precipitação Pluviométrica e Umidade Relativa do Ar

Durante o ciclo fenológico total da brotação a queda das folhas (B-QF) foi registrada precipitação de 910,8 mm e umidade relativa do ar (UR) média de 83,7% (Tabela 02), enquanto, da brotação até a colheita (B-MC) a precipitação foi de 629,4 mm de e UR média superior a 83,0%. A precipitação pluviométrica é um dos elementos mais importantes do clima para o cultivo da videira. A viticultura busca a identificação de regiões onde ocorram menores índices de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, principalmente no período que antecede a colheita (TONIETTO; MANDELLI, 2003). No presente estudo, durante o subperíodo fenológico Início Maturação (IM) e maturação-Colheita a precipitação acumulada foi de 250,6

mm indicando um alto volume de chuva para o período de maturação podendo comprometer a qualidade da uva e do vinho.

Os valores observados de precipitação pluviométrica para o local de estudo podem ser considerados preocupantes, quando comparados com demais regiões vitivinícolas tradicionais no mundo, uma vez que, para a atividade vitícola é indicada de 700 a 800 mm de precipitação durante o ciclo fenológico da brotação a colheita (JACKSON; LOMBARD, 1993). Para Jackson e Schuster (1987) a maioria dos vinhos de qualidade é produzido em regiões onde a precipitação anual varia entre 700 e 800 mm, sendo que altas precipitações podem diminuir a qualidade da uva.



B = brotação. F = floração. IM = início da maturação.
MC = maturidade (colheita). QF = Queda das folhas.

Figura 1. Somatório da precipitação (mm) e médias da umidade relativa do ar (%), para cada subperíodo fenológico avaliado para a variedade Sauvignon Blanc, nos vinhedos da Vinícola Abreu Garcia, em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

Para o subperíodo entre a brotação e floração (B-F), a soma da precipitação foi de 168,8 mm e a umidade relativa de 82,1%. No subperíodo da floração e início de maturação (F-IM) foi observada a soma de precipitação de 211,0 mm e a umidade relativa de 83%. Durante o subperíodo entre início de maturação e maturação-colheita (IM-MC), período em que foi

implantado e avaliado o presente estudo, foi registrado 250,6 mm de precipitação pluviométrica e 84,3% de umidade relativa do ar (Figura 1). Este volume de precipitação no subperíodo é elevado, especialmente se considerado que aproximadamente 50% dos dias tiveram chuvas superiores ao volume de 1,0 mm ao dia (Figura 2). Resultados semelhantes para o subperíodo de início de maturação e maturação-colheita (IM-MC) foram observados por Malinovski et al. (2012) e Simon (2014) que registraram, respectivamente, valores de 224,6 e 257,5 mm de precipitação pluviométrica para as variedades Cabernet Sauvignon e Merlot.

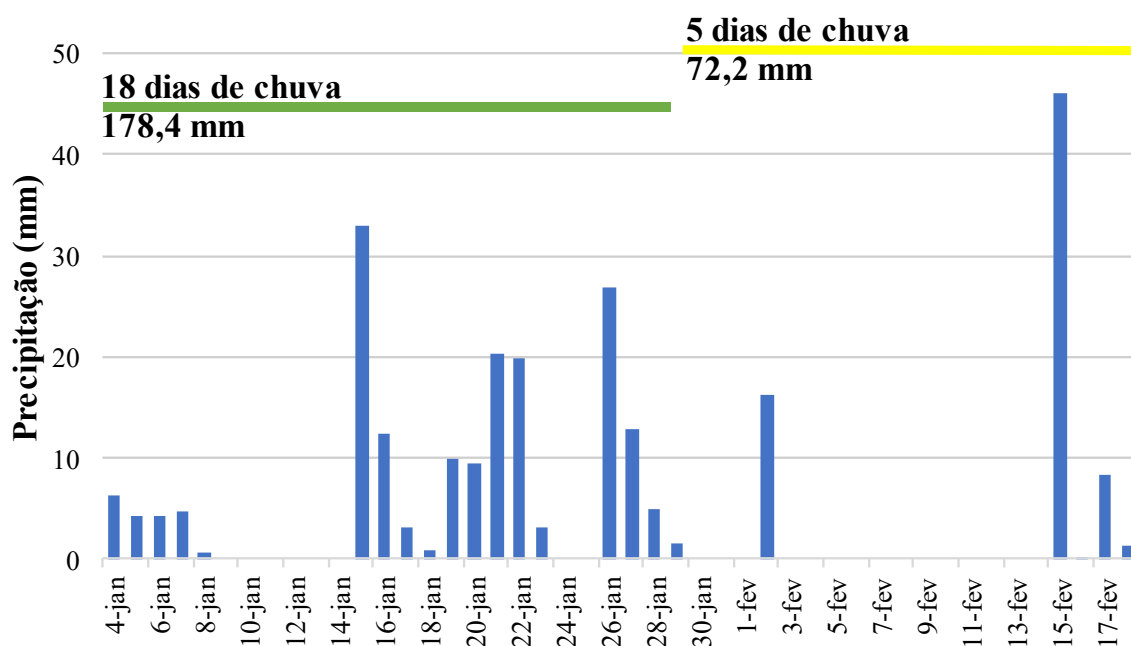


Figura 2 - Somatório da precipitação (mm) e dias com chuvas (número), avaliado para o subperíodo fenológico de início da maturação a maturação-colheita (IM-MC), da variedade Sauvignon Blanc nos vinhedos da Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/2018.

Na fase de maturação, um período seco e de menor precipitação pluviométrica é desejável para se produzir uvas com maior teor de açúcar e de boa sanidade, sem ocorrência de podridão nos cachos. Em geral, quando ocorrem precipitação elevada na maturação da uva, a colheita é antecipada, para evitar perdas com doenças fúngicas nos cachos. Esta situação tem ocorrido com frequência nas regiões vitícolas do sul do Brasil (RIZZON; MIELE, 2003; TONIETTO; MANDELLI, 2003), o que requer manejo eficaz das podridões nos cachos.

Verificou-se que a umidade relativa do ar foi de 84,3% para o subperíodo fenológico entre o início de maturação e a maturação-colheita (IM-MC). A média da umidade relativa do ciclo foi de 83,6%. Resultados semelhantes para o mesmo subperíodo, em Campo Belo do Sul (SC), foram observados por Campos (2016) e Fernandes (2014) em Rancho Queimado (SC), para a variedade Sauvignon Blanc. Esses valores são considerados de alta umidade relativa do ar, de climas muito úmidos, encontrados nas condições sul-brasileiras e que apresentam umidade elevada. Tais condições são favoráveis à ocorrência de doenças fúngicas (TONIETTO; MANDELLI, 2003; GARRIDO; SÔNEGO et al., 2005). Na viticultura, a umidade relativa ideal está entre 62% e 68%. Umidade do ar acima de 75%, associada à alta temperatura durante o ciclo vegetativo, favorece a infecção por míldio e podridão dos cachos, por prolongar o período de molhamento foliar (KISHINO; CARAMORI, 2007).

6.2 – Análises de nutrientes e pigmentos foliares

6.2.1- Nutrientes foliares

A análise dos teores foliares de nutrientes em vinhedos tem a finalidade de identificar a existência de deficiências e excessos de nutrientes para direcionar pesquisas e definir uma nutrição adequada para as videiras. Devido ao custo, apenas uma análise por tratamento por data de coleta foi realizada. Mesmo assim, estes dados são de extrema relevância para acompanhar o estado nutricional das plantas, antes e após a execução dos tratamentos.

Na Tabela 03 são apresentados os teores de N e K (%) foliares. Com relação aos teores de N foliar, não são observadas diferenças marcantes entre os tratamentos antes da aplicação do N foliar. No entanto, há um ligeiro aumento progressivo do valor na segunda análise, que acompanha o incremento da dose de N foliar aplicada. No entanto, não é possível afirmar se estas diferenças observadas são estatisticamente significativas. Além disso, para todos os tratamentos, incluindo a testemunha (0,0 kg N ha⁻¹), foram registrados valores superiores na segunda avaliação (16/02/18), após aplicação dos tratamentos de N foliar, em relação a primeira avaliação (03/01/18), com um incremento aproximado de 20% dos valores de N nas folhas. O fato de o incremento observado na testemunha (0,0 kg N ha⁻¹) ser similar aos registrados nos demais tratamentos com as aplicações de (10 kg N; 20 kg N e 30 kg N ha⁻¹) sugere que a videira ‘Sauvignon Blanc’ absorveu o nitrogênio disponível no solo. Hannam et al. (2014) não observaram efeitos significativos para a aplicação de nitrogênio foliar em videiras.

Tabela 3 - Teores dos macronutrientes nitrogênio (N) e potássio (K) foliar da variedade Sauvignon Blanc submetida a tratamentos de N foliar em vinhedo da Vinícola Abreu Garcia, em Campo Belo do Sul (SC). 2018.

| Concentração de N | Nitrogênio (N) | | Potássio (K) | |
|----------------------------|----------------|-------------|--------------|-------------|
| | 03/01/18 | 16/02/18 | 03/01/18 | 16/02/18 |
| | % (dag/kg) | | | |
| 00,0 kg N ha ⁻¹ | 2,60 | 3,12 | 0,94 | 1,06 |
| 10,0 kg N ha ⁻¹ | 2,62 | 3,21 | 1,02 | 1,04 |
| 20,0 kg N ha ⁻¹ | 2,93 | 3,25 | 1,08 | 1,04 |
| 30,0 kg N ha ⁻¹ | 2,76 | 3,39 | 1,04 | 1,02 |
| Média | 2,73 | 3,24 | 1,02 | 1,04 |

Os teores de nitrogênio foliar observados em todos os tratamentos mantiveram-se na “classe excessivo” para as duas épocas de amostragens (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). A aplicação dos três tratamentos de N foliar (10,0 kg N; 20,0 kg N e 30,0 kg N ha⁻¹) acentuou o excesso deste nutriente na folha. O excesso de N foliar tem implicações no controle do vigor e doenças fúngicas da videira.

O fato de mesmo a testemunha apresentar nível excessivo de nitrogênio nas folhas se deve provavelmente ao elevado percentual de matéria orgânica (MO) do solo onde o vinhedo experimental está implantado (Tabela 01) e a sua mineralização. A elevada precipitação pluviométrica registrada durante o ciclo vegetativo e produtivo da Sauvignon Blanc no ciclo avaliado possivelmente contribuiu para a maior mineralização da MO e absorção de N pela videira. Para Pagani (2008), os solos de altitude que ocorrem na região serrana de Santa Catarina, geralmente fornecem alta quantidade de N devido à presença de teores elevados de MO, que associado a prática da calagem, promovem a mineralização da MO e, conseqüentemente, aumenta o aporte de N (MAFRA et al., 2011). Este excesso de N tende a aumentar o vigor das plantas e retardar a maturação das uvas. Além de aumentar a predisposição da videira às doenças fúngicas, com interferência na sanidade, qualidade e composição da uva. Cada solo possui capacidade intrínseca de fornecer N às plantas a partir da decomposição da

MO do solo em quantidades e taxas diferentes, dependente do tipo de solo, da atividade microbiana e das condições ambientais (CAMARGO et al., 1997).

Uma alternativa para redução nos teores de N prontamente disponível no solo, visando controle do vigor nas videiras, é o cultivo intercalar de plantas de cobertura (AFONSO et al., 2003). Assim, a competição das plantas de cobertura se reflete em menor vigor vegetativo nas videiras, resultando em mosto com rendimento e composição mais adequados à vinificação (WHEELER et al., 2005). No entanto, está prática necessita ser executada criteriosamente, para não resultar em deficiência do macronutriente e comprometer o desenvolvimento das videiras e a qualidade dos vinhos.

O vinhedo de Sauvignon Blanc utilizado neste estudo está implantado em solo pouco profundo, argiloso (51%) e com teor alto de MO (5,7%) (Tabela 01). Além disso, ocorre a manutenção dos resíduos de plantas de cobertura durante todo o ano, conferindo uma capacidade de fornecimento de N, proporcional a mineralização da matéria orgânica lábil.

O solo do vinhedo é um cambissolo húmico (EMBRAPA, 2004; DORTZBACH et al., 2016), com camada útil de 20,0 cm de profundidade, com 5,7 % de MO (MAFRA et al., 2011) e com média de 1,2-1,3 (kg dm⁻³) de densidade (BERTOLL et al., 2001; COSTA et al., 2006), apresentando condições teóricas de fornecer através da mineralização, o N para a variedade Sauvignon Blanc, em torno de 136,8 a 148,2 kg N ha⁻¹, mineralizado durante o ciclo de crescimento da videira, o que perfaz mais de 100 % do valor extraído de N em um ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (GIOVANNINI et al., 2001).

A respeito dos teores do potássio (K), foi observado que este elemento não sofreu alteração para os tratamentos de aplicação foliar de N (Tabela 03). Os teores de K variaram de 0,94 a 1,08 % nas folhas. Observou-se que os teores de K nas folhas se mantiveram sempre na “classe normal”, para as duas épocas amostradas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). Os valores observados de K (classe normal) podem ser explicados pelos altos teores de K registrados nos solos da região e dos vinhedos da Vinícola Abreu Garcia e as adubações convencionais realizadas.

Mesmo com os teores altos no solo (Tabela 01) e na classe normal foliar para o K (Tabela 03), a adubação potássica é essencial, principalmente quando a videira é cultivada em solos com teores baixos de K trocável. O K é um elemento de grande importância para a nutrição, crescimento e regulação osmótica, sendo essencial na fase de lignificação dos ramos

da videira e na maturação das uvas (TECCHIO et al., 2011). A quantidade adequada de K promove a formação de primórdios florais, aumenta a produtividade e também pode influenciar na composição química das uvas, como o aroma, o sabor e o teor de açúcar (DALBÓ, 1992; CIOTTA et al., 2016). O K é um elemento absorvido em quantidades expressivas pela videira, porém, quando em excesso, pode inibir competitivamente a absorção de N, Mg e Ca (TAGLIAVINI et al., 1996; PAGANI, 2008).

Com relação aos teores de fósforo (P) foliar não ocorreram alterações entre os tratamentos (Tabela 4). Os teores foram similares antes e após a aplicação foliar de N, com variação de 0,15 a 0,17 % de P nas folhas. Os teores de P observados nas folhas se mantiveram sempre na classe normal nas duas épocas amostradas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). Estes resultados podem ser explicados pela alta capacidade do porta-enxerto Paulsen 1103 em extrair e utilizar eficientemente este nutriente (KODUR, 2011; DALBÓ et al; 2015).

Tabela 4 -Teores dos macronutrientes fósforo (P) e cálcio (Ca) foliar na variedade Sauvignon Blanc submetida aos tratamentos de N foliar no vinhedo da Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul (SC). 2018.

| Concentração de N | Fósforo (P) | | Cálcio (Ca) | |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 03/01/18 | 16/02/18 | 03/01/18 | 16/02/18 |
| % (dag/kg) | | | | |
| 00,0 kg N ha ⁻¹ | 0,16 | 0,15 | 1,11 | 2,23 |
| 10,0 kg N ha ⁻¹ | 0,16 | 0,16 | 1,13 | 2,05 |
| 20,0 kg N ha ⁻¹ | 0,17 | 0,17 | 1,29 | 2,13 |
| 30,0 kg N ha ⁻¹ | 0,17 | 0,17 | 1,14 | 2,06 |
| Média | 0,16 | 0,16 | 1,16 | 2,12 |

Os solos da serra catarinense são pobres em P (Tabela 01), porém as videiras aparentemente demandam pouco P para produção (DALBÓ, 1992). A baixa demanda por P é atribuída à associação das videiras com fungos micorrízicos presentes nas raízes das plantas

que, em solos deficientes e normais em fósforo, aproveitam formas pouco solúveis deste elemento (AMBROSINI et al., 2015, 2018; ROSA et al., 2016; AGUDELO, 2020).

Os teores de cálcio (Ca) foliar não apresentaram alterações entre os tratamentos (Tabela 04). No entanto, verificou-se que o elemento Ca apresentou um comportamento específico com a variação do teor foliar durante às duas épocas de amostragem. Houve um acréscimo próximo a 50% no teor de cálcio foliar em todos os tratamentos na segunda amostragem (16/02/18) realizada próxima a colheita, demonstrando que a aplicação dos tratamentos de nitrogênio foliares não apresentou alterações de Ca na folha. Considerando a média dos tratamentos, os valores de Ca aumentaram de 1,16% (03/01/18) para 2,12% (16/02/18) quando comparado as duas coletas (Tabela 04). Este comportamento também foi observado em outros estudos com nutrição e adubação da videira, onde obtiveram um aumento gradativo do teor de Ca da floração até a colheita (DALBÓ et. al., 1989 e PESSANHA, 2007; PAGANI, 2008).

Os teores de Ca foliar observados nos tratamentos, mesmo com os acréscimos registrados na segunda época de amostragem, se mantiveram na classe normal (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). Esses resultados encontrados demonstram que a quantidade de Ca contida no solo, que foi corrigido pela aplicação de calcário via calagem, está sendo satisfatória para a nutrição da Sauvignon Blanc no vinhedo.

A Tabela 05 apresenta os teores de magnésio (Mg) e enxofre (S). A respeito dos teores de Mg foliar não ocorreram alterações entre os tratamentos. Os teores foram similares com e sem a aplicação foliar de N, com variação de 0,24 a 0,27 % de Mg nas folhas. Os teores de Mg foliares se mantiveram sempre na classe normal nas duas épocas amostradas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). Estes resultados demonstram que a videira, variedade Sauvignon Blanc, apresentou absorção adequada deste nutriente para todos os tratamentos.

Os teores normais registrados de Ca e Mg foliar (Tabelas 04 e 05) estão relacionados, possivelmente, a alta dose de calcário aplicado na implantação do vinhedo, pois o solo em estudo apresentava-se originalmente ácido e com acidez potencial elevada. Além disso, a calagem foi efetuada com calcário dolomítico, elevando os teores de Ca e Mg disponível para a videira. Estes resultados são similares aos observados em vinhedos de altitude na serra catarinense (PAGANI, 2008).

Tabela 5 - Teores dos macronutrientes magnésio (Mg) e enxofre (S) foliar da variedade Sauvignon Blanc submetida aos tratamentos de N foliar nos vinhedos da Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul (SC). 2018.

| Concentração de N | Magnésio (Mg) | | Enxofre (S) | |
|----------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | 03/01/18 | 16/02/18 | 03/01/18 | 16/02/18 |
| % (dag/kg) | | | | |
| 00,0 kg N ha ⁻¹ | 0,25 | 0,24 | 0,26 | 0,28 |
| 10,0 kg N ha ⁻¹ | 0,27 | 0,25 | 0,26 | 0,27 |
| 20,0 kg N ha ⁻¹ | 0,26 | 0,24 | 0,28 | 0,29 |
| 30,0 kg N ha ⁻¹ | 0,25 | 0,24 | 0,24 | 0,28 |
| Média | 0,26 | 0,24 | 0,26 | 0,28 |

Os teores de enxofre (S) foliar também não sofreram alterações em função dos tratamentos (Tabela 05). Os teores foram semelhantes entre os tratamentos com e sem a aplicação foliar de N, com variação de 0,24 a 0,29 % de S nas folhas. Estes resultados são similares aos observados em outros estudos na cultura da videira (PESSANHA, 2007; TERRA et al., 2007; PESSANHA et al., 2011). Os valores de S foliares observados (Tabela 05) estão definidos na classe normal para as duas épocas amostradas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). Estes resultados indicam que a variedade Sauvignon Blanc apresentou uma absorção adequada deste nutriente. Ressalta-se que a principal fonte de S no solo é a MO e a adubação com sulfatos absorvidos pelas raízes (TECCHIO et al., 2011). A carência de S dificilmente será encontrada na videira, uma vez que a incorporação de fertilizantes químicos e orgânicos ao solo e o uso de fungicidas a base de enxofre, garantem um suprimento adicional desse nutriente para a cultura (FREGONI, 1980; ALBURQUERQUE e DECHE, 2000).

Os teores dos micronutrientes, ferro (Fe), cobre (Cu), Zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B) são apresentados na Tabela 06. Para os teores de Fe foliar os resultados mostraram que não ocorreu alterações entre os tratamentos. Os teores foram similares com e sem a aplicação foliar de N, com variação de 133,91 a 149,67 mg kg⁻¹ de Fe nas folhas. Estes resultados são semelhantes aos observados por TECCHIO et al. (2011) e superiores aos de PESSANHA (2007). Os teores de Fe foliares se mantiveram sempre na classe normal nas duas épocas

amostradas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). Este padrão normal nos teores de Fe demonstra que a videira, variedade Sauvignon Blanc, apresentou absorção adequada deste nutriente.

Tabela 6 - Teores dos micronutrientes ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B) da análise foliar da variedade Sauvignon Blanc submetida a tratamentos de N foliar nos vinhedos da Abreu Garcia em Campo Belo do Sul (SC). 2018.

| Concentração de N | Ferro (Fe) | | Cobre (Cu) | | Zinco (Zn) | | Manganês (Mn) | | Boro (B) | |
|----------------------------|---------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | Antes* | Pós** | Antes | Pós | Antes | Pós | Antes | Pós | Antes | Pós |
| | mg kg ⁻¹ | | | | | | | | | |
| 00,0 kg N ha ⁻¹ | 133,91 | 135,50 | 13,50 | 16,59 | 52,69 | 49,99 | 85,47 | 86,32 | 43,75 | 31,42 |
| 10,0 kg N ha ⁻¹ | 138,37 | 149,67 | 13,38 | 17,27 | 44,43 | 42,45 | 81,52 | 82,41 | 43,39 | 33,69 |
| 20,0 kg N ha ⁻¹ | 136,89 | 144,86 | 13,50 | 18,44 | 44,01 | 41,96 | 90,81 | 84,91 | 43,03 | 33,17 |
| 30,0 kg N ha ⁻¹ | 144,82 | 148,88 | 14,27 | 17,22 | 45,85 | 44,81 | 91,73 | 86,02 | 42,87 | 33,27 |
| Média | 138,50 | 144,72 | 13,67 | 17,40 | 46,75 | 44,80 | 87,38 | 84,92 | 43,26 | 32,89 |

Antes – 03/01/18 e **Pós – 16/02/18

Os teores de Cu foliar (Tabela 06) não apresentaram alterações entre os tratamentos, demonstrando que a aplicação de N foliar não influenciou na composição deste elemento, conforme observado em outro estudo (PAGANI, 2008). No entanto, os teores foliares de Cu sofreram alterações relativas às duas épocas de amostragens, sendo que todos os tratamentos registraram valores superiores na segunda amostragem, próxima a colheita, com acréscimos próximos a 80 % no teor de Cu foliar.

Este incremento de teor de Cu pode ser explicado pelo uso de fungicidas com micronutrientes, principalmente o Cu, que representa uma fonte do nutriente para a videira. O uso de fungicidas a base de Cu, possivelmente, influenciou no acréscimo deste elemento foliar na segunda amostragem. Os teores de Cu foliar, mesmo com os acréscimos registrados na segunda época de amostragem, se mantiveram na classe normal (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016), demonstram que o teor de Cu contido no solo, bem como o acrescido com o uso de fungicidas no ciclo vegetativo está sendo satisfatória para a nutrição da Sauvignon Blanc no vinhedo.

Os teores de zinco (Zn) foliar não mostraram alterações em função dos tratamentos (Tabela 06), variando de 41,96 a 52,69 mg kg⁻¹. Estes valores são semelhantes aos observados por (PAGANI, 2008) e inferiores aos de Pessanha, (2007), Terra et al., (2007) e Tecchio et al., (2011). Os teores de Zn foliar observados se mantiveram na classe normal para as duas épocas

amostradas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016), demonstrando que a variedade Sauvignon Blanc apresentou absorção adequada deste nutriente.

Da mesma forma, os teores de manganês (Mn) foliar se mantiveram relativamente constantes entre os tratamentos, variando de 82,41 a 91,73 mg kg⁻¹ (Tabela 06). Estes resultados foram inferiores aos encontrados em outros estudos com videira (PESSANHA, 2007; TERRA et al., 2007; PAGANI, 2008; TECCHIO et al., 2011). Estes autores indicam que altos valores de Mn foliar observados na videira estão possivelmente relacionados à aplicação de produtos fitossanitários contendo este micronutriente nas formulações. Os teores de Mn foliares observados no presente estudo encontram-se na classe normal para as duas épocas amostradas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). Este padrão normal para os teores de manganês foliar demonstra que a variedade Sauvignon Blanc apresentou absorção adequada deste nutriente para todos os tratamentos.

Os teores de boro (B) foliar observados não mostraram alterações entre os tratamentos, sendo semelhantes com e sem a aplicação de N foliar, com variação de 46,26 a 32,89 mg kg⁻¹ de teores de B nas folhas (Tabela 06). Estes resultados foram similares aos observados por Terra et al. (2007) e Tecchio et al. (2011) e inferiores aos descritos por Pessanha (2007) e Pessanha et al. (2011). No entanto, observou-se uma redução próxima a 70 % nos teores médios de B foliar na segunda avaliação (32,89 mg kg⁻¹) em relação à primeira (46,26 mg kg⁻¹). A variação de teores de B entre as épocas de amostragens também foram observadas por Pessanha et al. (2011), indicando menor teor e necessidade de boro na fase de maturação.

Os teores de B foliar dos tratamentos, mesmo com os decréscimos registrados na segunda época de amostragem, se mantiveram na classe normal (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). Estes resultados observados demonstram que o teor de B contido no solo, ajustados por meio da adubação de correção na implantação do vinhedo, está sendo adequada para a nutrição da variedade Sauvignon Blanc no vinhedo avaliado.

6.2.2 - Pigmentos foliares

Os tratamentos com N foliar não afetaram os teores dos pigmentos foliares clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e carotenóides nas folhas de Sauvignon Blanc, visto que não houve interação significativa entre os fatores épocas de coletas e doses de N foliar, bem como, não houve diferenças significativas entre as datas de coleta, realizadas nos subperíodo início da

maturação (03/01/18) e maturação-colheita (16/02/18), e entre as doses de N foliar (Tabela 07). As clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes presentes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais (STREIT et al., 2005). A análise destes pigmentos foliares, em especial as clorofilas e os carotenos, podem ser úteis na estimativa da concentração de nitrogênio nas folhas (ARGENTA, 2004; AMARANTE et al., 2009).

Tabela 7 - Teores de pigmentos foliar (mg g^{-1} de matéria fresca), clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenóides em folhas de Sauvignon Blanc, no subperíodo início maturação (03/01/18) a maturação-colheita (16/02/18), submetida a tratamentos de nitrogênio foliar nos vinhedos da Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

| Concentração de N | Clorofila <i>a</i> | | Clorofila <i>b</i> | | Clorofila <i>total</i> | | Carotenóides | |
|----------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------|-------------|
| | Antes ¹ | Pós ² | Antes | Pós | Antes | Pós | Antes | Pós |
| | mg g^{-1} mf | | | | | | | |
| 00,0 kg N ha ⁻¹ | 0,74 | 0,78 | 0,32 | 0,36 | 1,06 | 1,14 | 0,15 | 0,18 |
| 10,0 kg N ha ⁻¹ | 0,62 | 0,72 | 0,26 | 0,34 | 0,89 | 1,10 | 0,14 | 0,18 |
| 20,0 kg N ha ⁻¹ | 0,64 | 0,67 | 0,28 | 0,28 | 0,92 | 0,95 | 0,13 | 0,17 |
| 30,0 kg N ha ⁻¹ | 0,62 | 0,74 | 0,26 | 0,35 | 0,88 | 1,09 | 0,13 | 0,18 |
| CV (%) | 17,66 | | 24,28 | | 18,90 | | 18,19 | |
| Média | 0,66 | 0,73 | 0,28 | 0,33 | 0,94 | 1,07 | 0,14 | 0,18 |

* A interação entre os fatores não foi significativa, bem como, não houve diferença significativa entre os tratamentos dentro dos fatores. Data coletas: Antes¹ (03/01/2108) e Pós² (16/02/2018)

Os valores médios para a clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila *total* foram de 0,66, 0,28 e 0,94 (mg g^{-1}) para as amostras coletadas no início da maturação, respectivamente. Observou-se que os valores não sofreram variação para a segunda época na maturação-colheita, com teores de 0,73; 0,33 e 1,07 (mg g^{-1}), para a clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila *total*, respectivamente. Estes resultados foram semelhantes aos observados por Fernandes (2014) para a variedade Sauvignon Blanc em Rancho Queimado (SC) e aos observados por Silva et al. (2012) para as

variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot cultivadas em São Joaquim (SC), que registraram valores de clorofila *a* entre (0,30 a 1,55 mg g⁻¹) e clorofila *b* entre (0,20 a 0,50 mg g⁻¹).

Para Canton et al. (2017), a variedade Sauvignon Blanc, cultivada em São Joaquim (SC), mostrou na ontogenia foliar variações nos teores de clorofilas durante o ciclo vegetativo. No início, as folhas apresentaram acúmulo de clorofila relacionado à expansão foliar. Na floração, ocorreu uma estabilização dos conteúdos foliares. Na maturação das bagas, iniciou uma redução significativa dos teores foliares e, no final do ciclo, o conteúdo de clorofila nas folhas diminuiu devido à senescência foliar.

A respeito dos teores de carotenoides foliar, Uenojo et al. (2007), também observaram que os níveis de carotenoides se mantiveram relativamente constantes até o início da senescência. A coloração amarelada das folhas subsequente à degradação da clorofila é indicativa da presença e dos efeitos das enzimas degradadoras de carotenoides. Com isso, ocorre uma marcante mudança no padrão de composição dos pigmentos carotenoides, com uma progressiva degradação das clorofilas e aumento da concentração dos carotenoides foliares na fase de maturação dos frutos e senescência das folhas.

6.3 – Evolução da maturação da uva

A partir do amolecimento das bagas da variedade Sauvignon Blanc (04/01/18), que caracteriza o início da maturação (IM), foi realizado o acompanhamento da evolução da maturação tecnológica, sendo monitorados os principais parâmetros: teor de sólidos solúveis (SS), acidez total (AT) e potencial hidrogeniônico (pH).

6.3.1 Evolução dos Sólidos Solúveis (SS)

As curvas da evolução dos teores de SS (°Brix) mostraram um acréscimo gradual do teor médio de açúcar no período de avaliação, partindo de valores em torno de 8,9 °Brix, no início da maturação, até atingir valores em torno de 20,1 °Brix na colheita (Figura 03). Houve uma estabilização dos valores dos SS nas três últimas datas avaliadas, possivelmente, devido a ocorrência de precipitação pluviométrica ocorrida no período (Figura 02). Os tratamentos com

N foliar não influenciaram significativamente os teores de SS no período da colheita (Tabela 08). O teor médio de SS no mosto na colheita foi de 19,86 °Brix.

Resultados semelhantes foram observados quando N foliar foi aplicado na França (LACROUX et al., 2008), no Canadá (HANNAM et al., 2012) e na Suíça (VERDENAL et al., 2015; VERDENAL et al., 2017). Para estes autores, os teores de SS não são alterados devido a aplicação tardia do N foliar no ciclo da videira, que ocorreu no início da maturação em todos os estudos. Os valores de SS observados neste trabalho foram semelhantes aos descritos para a variedade em Rancho Queimado, SC (FERNANDES, 2014) e São Joaquim, SC (BORGHEZAN et al., 2011; BRIGHENTI et al., 2013; WÜRZ, 2016).

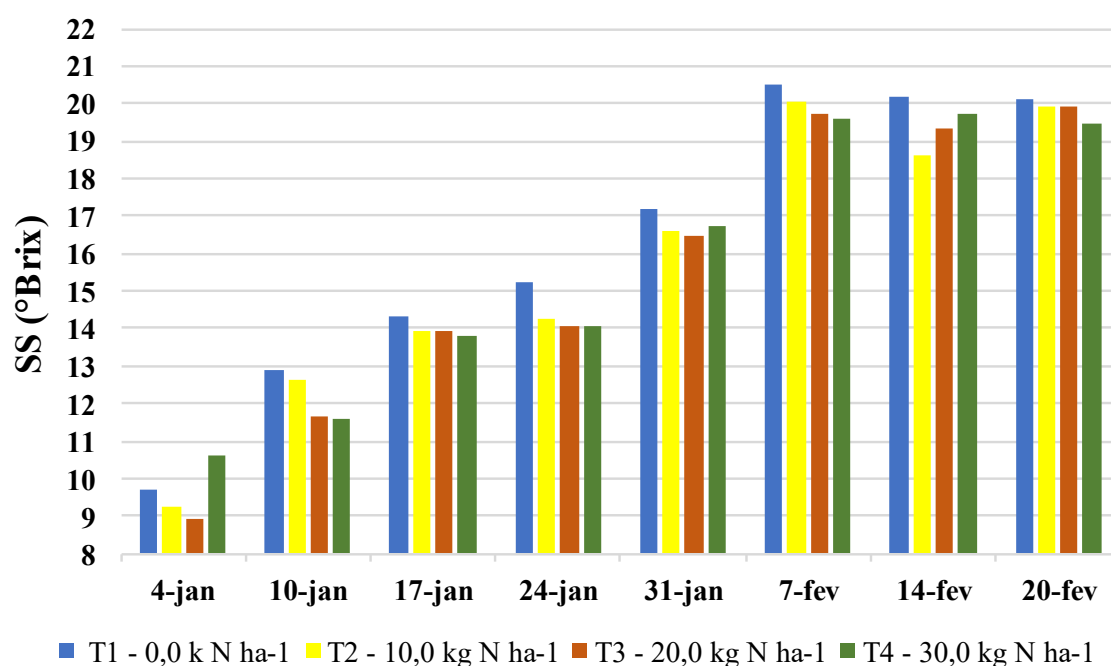


Figura 3 - Evolução dos valores de sólidos solúveis (SS) durante a maturação da uva da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de N foliar (T1- 0,0 N; T2 10,0 N; T3 20,0 N; T4 30,0 N kg ha⁻¹), cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

Tabela 8 - Valores médios de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), acidez total (mEq L^{-1}) e pH do mosto da variedade Sauvignon Blanc na colheita, submetida aos tratamentos de N foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

| Concentração de N | Maturação Tecnológica | | |
|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| | Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) | Acidez Total (mEq L^{-1}) | pH |
| 00,0 N kg ha^{-1} | 20,10 a | 95,50 b | 3,18 b |
| 10,0 N kg ha^{-1} | 19,95 a | 96,50 ab | 3,24 ab |
| 20,0 N kg ha^{-1} | 19,95 a | 113,00 a | 3,21 ab |
| 30,0 N kg ha^{-1} | 19,45 a | 102,20 ab | 3,31 a |
| CV (%) | 4,18 | 7,54 | 1,91 |
| Média | 19,86 | 101,80 | 3,23 |

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

6.3.2 - Acidez Total

As curvas da evolução dos teores da acidez total (AT) demonstraram decréscimo gradual ao longo da maturação para todos os tratamentos, com valores médios em torno de $444,61 \text{ mEq L}^{-1}$ no início da maturação e valores em torno de $101,8 \text{ mEq L}^{-1}$ na colheita (Figura 09). Na colheita, a testemunha ($0,0 \text{ N kg ha}^{-1}$) apresentou o menor valor de AT ($95,50 \text{ mEq L}^{-1}$), no entanto, diferindo significativamente apenas do T3 ($20,00 \text{ N kg ha}^{-1}$), que não diferiu dos demais tratamentos (Tabela 08). Os valores observados indicam que há uma tendência de aumento da AT no mosto da Sauvignon Blanc com o uso de N foliar. A aplicação de N foliar aumenta a acidez do mosto, com acréscimo do pH e do ácido málico (BELL; HENSCHKE, 2005; GEFFROY et al., 2012).

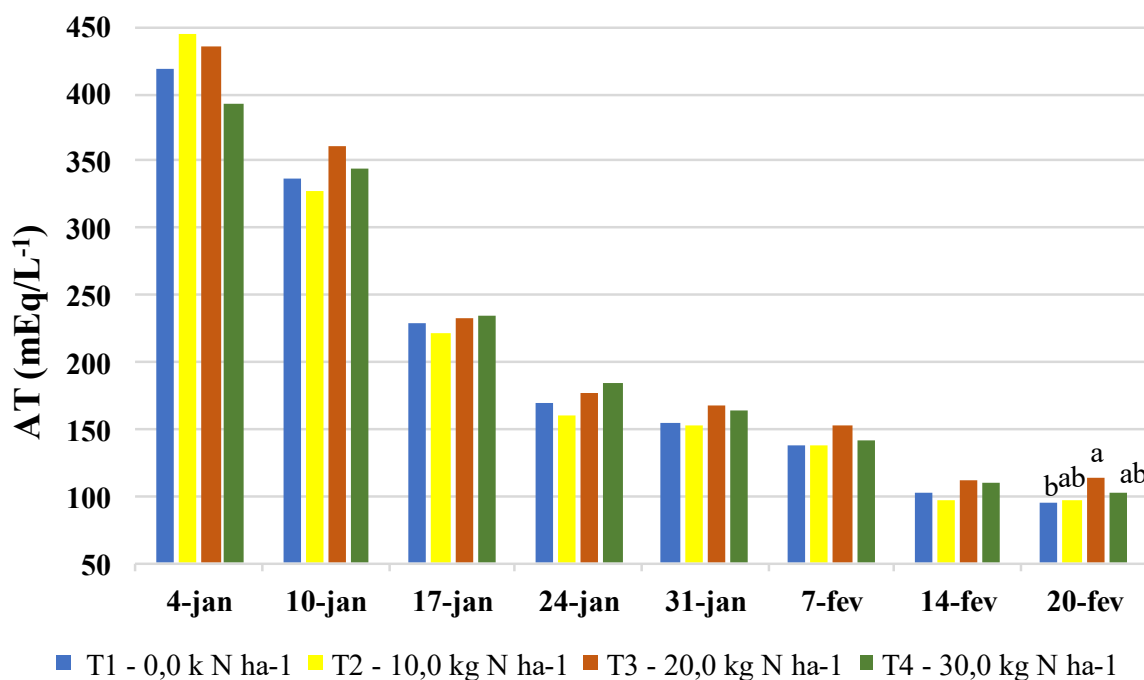


Figura 4 - Evolução dos valores de acidez total (AT) durante a maturação da uva da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de N foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

O aumento da AT promovido pela aplicação de N foliar também foram registrados em outros estudos (SPRING; LORENZINI, 2006; VERDENAL et al., 2015), no entanto, estes resultados contrastam com os observados por Lacroux et al. (2008) e Verdenal et al. (2017), para os quais, a aplicação de N foliar não alterou a AT no mosto da uva tratada.

Os resultados de AT deste trabalho foram similares aos observados para variedade Sauvignon Blanc em Rancho Queimado, SC (FERNANDES, 2014) e São Joaquim, SC (BORGHEZAN et al., 2011; WÜRZ, (2016) e inferiores aos registrados por Brighenti et al. (2013).

6.3.3 - Potencial Hidrogeniônico (pH)

As curvas de pH demonstram acréscimo gradual do pH durante a maturação da variedade Sauvignon Blanc para todos os tratamentos, com valores médios de 2,58 no início da maturação e de 3,31 na colheita (Figura 05). Apesar de todos os tratamentos apresentarem a

mesma tendência ao longo da maturação, os valores diferiram estatisticamente na colheita (Tabela 08).

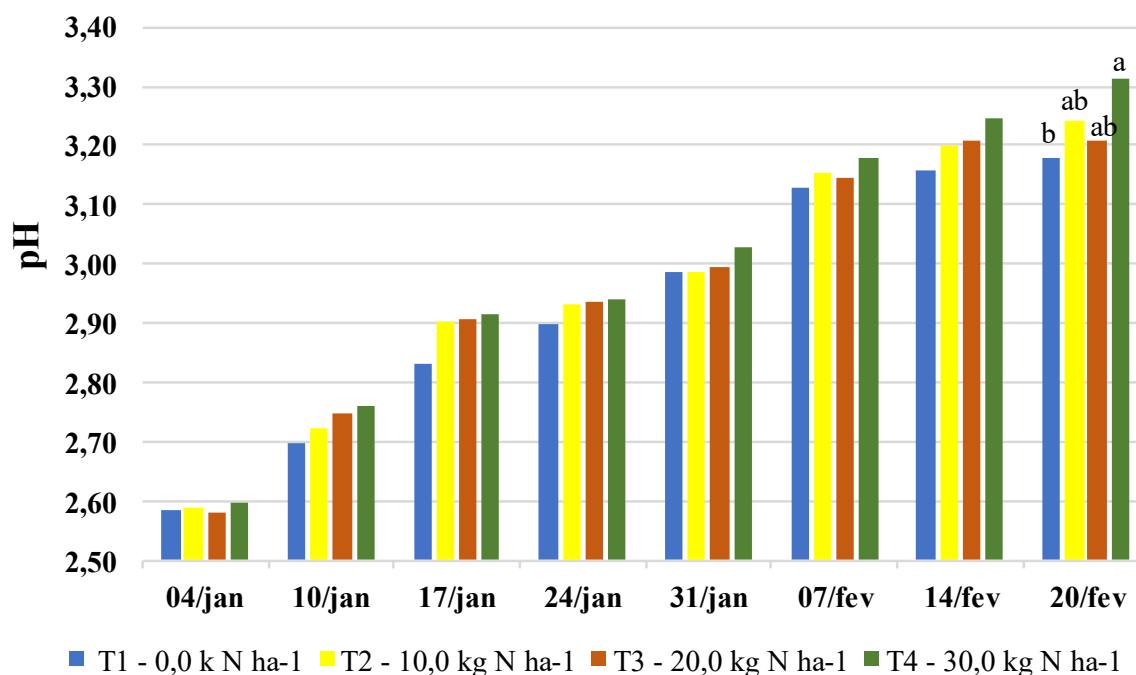


Figura 5 - Evolução dos valores do potencial hidrogeniônico (pH) durante a maturação da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de N foliar (T1- 0,0 N; T2 10,0 N; T3 20,0 N; T4 30,0 N kg ha⁻¹), cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18.

O menor pH foi observado para o tratamento T1 (3,18), que diferiu significativamente apenas do tratamento T4. Não foram observadas diferenças significativas entre as doses de 10, 20 e 30 Kg N ha⁻¹ N foliar. Os valores observados indicam que a aplicação de N foliar tende a aumentar o pH no mosto da uva Sauvignon Blanc na colheita. Da mesma forma que para AT, resultados contrastantes foram observados quanto ao efeito do N foliar no pH do mosto. Resultados similares ao presente estudo foram registrados por Spring e Lorenzini, (2006), Ancín-Azpillicueta et al. (2011), Lasa et al. (2012) e Verdenal et al. (2017), enquanto para Lacroux et al. (2008) e Hannam et al. (2014) a aplicação de N foliar não causou diferença significativas nos teores do pH no mosto da uva.

Os resultados do pH deste trabalho foram similares aos observados para variedade Sauvignon Blanc em Rancho Queimado, SC (FERNANDES, 2014) e São Joaquim, SC (BORGHEZAN et al., 2011; BRIGHENTI et al., 2013; WÜRZ, 2016).

Os valores SS, AT e pH na colheita da Sauvignon Blanc foram adequados para a elaboração de vinho de qualidade em todos os tratamentos analisados. Diversos autores, entre eles Borghezán et al. (2011), Fernandes (2014) e Würz (2016), observaram valores semelhantes para a variedade Sauvignon Blanc nas regiões de altitude de Santa Catarina. Os autores argumentam que devido ao clima ameno destas regiões no período da maturação da uva, a degradação dos ácidos foi mais lenta e, como consequência, os teores de AT foram altos no momento da colheita.

6.4 – Componentes de rendimento

A aplicação de N foliar não influenciou significativamente os componentes produtivos número e massa de cachos por planta (g), produção por planta (kg planta^{-1}) e por hectare (kg ha^{-1}) da variedade Sauvignon Blanc (Tabela 09).

Tabela 9 - Componentes de produção na colheita para o número e massa de cachos por planta (g), produção total por planta e por hectare (kg planta^{-1} e kg ha^{-1}) da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

| Concentração de N | Produção e Produtividade | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| | Nº de Cachos/planta | Massa do Cacho (g) | Produção (kg planta^{-1}) | Produtividade (kg ha^{-1}) |
| 0,0 kg N ha^{-1} | 28,40 a | 79,97 a | 2,29 a | 7630 a |
| 10,0 kg N ha^{-1} | 30,70 a | 85,81 a | 2,64 a | 8800 a |
| 20,0 kg N ha^{-1} | 28,05 a | 86,41 a | 2,49 a | 8300 a |
| 30,0 kg N ha^{-1} | 26,25 a | 80,54 a | 2,35 a | 7830 a |
| CV (%) | 24,30 | 32,78 a | 15,22 | 15,22 |
| Média | 28,35 | 83,18 | 2,44 | 8140 |

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro

O número médio de cachos por planta na colheita foi de 28,35, similar aos observados para a mesma variedade em São Joaquim, SC (WÜRZ, 2016) e superiores aos de São Joaquim (BORGHEZAN et al. 2011) e aos de Rancho Queimado, SC (FERNANDES, 2014). Para a massa do cacho, os valores médios observados foram de 83,18 g, sendo similares aos observados em São Joaquim, SC (WÜRZ, 2016) e em Rancho Queimado, SC (FERNANDES, 2014), mas inferiores aos observados em São Joaquim (BORGHEZAN et al., 2011). A produção média por planta foi de 2,44 Kg planta⁻¹, resultando em produtividade média de 8.140 Kg por hectare. A produção é semelhante ao observado em São Joaquim, SC (BORGHEZAN et al., 2011; WÜRZ, 2016) e superior ao registrado em Rancho Queimado, SC (FERNANDES, 2014).

A ausência de efeito da aplicação de N foliar nos componentes de produção também foi observado em outros estudos (SPRING; LORENZINI, 2006; LACROUX et al., 2008; HANNAM et al., 2014; VERDENAL et al., 2015; VERDENAL et al., 2016; VERDENAL et al., 2017). Para Spring e Lorenzini (2006) e Lacroux et al. (2008), estes resultados podem ser explicados pelo uso do N foliar em estágio avançado da videira, ou seja, no início da maturação da uva. Para Brunetto et al. (2008), na região Sul do Brasil, a aplicação de nitrogênio foliar em videiras na maioria dos casos pouco afeta o estado nutricional, e não afeta o crescimento, a produtividade e a composição da uva e do mosto.

O alto teor de MO observado no solo onde a Sauvignon Blanc está sendo cultivada, combinado às condições climáticas e de solo propícias a sua mineralização, como, temperatura relativamente alta no verão e precipitação regular no ciclo e ausência de alumínio e pH favorável, certamente possibilitaram alta disponibilidade de N no solo do vinhedo. Estas condições do ambiente favorecem a mineralização da matéria orgânica do solo e a decomposição de resíduos vegetais depositados sobre a superfície do solo nas entrelinhas das videiras, que, neste caso, foram os resíduos de plantas de cobertura (AGEHARA; WARNCKE, 2005). Considerando que não foi feita adubação de reposição nitrogenada, isso sugere que as quantidades de nitrogênio disponibilizadas no solo foram suficientes para a produção e para o desenvolvimento das videiras, conforme indicado por Brunetto (2008).

6.5 – Sanidade das uvas

As diferentes doses de N foliar aplicado não afetaram significativamente a incidência e a severidade de podridões da uva na colheita da Sauvignon Blanc (Tabela 10), em concordância com o observado em estudo realizado na França com a mesma variedade (LACROUX et al., 2008). Os valores médios de incidência e severidade de podridões da uva Sauvignon Blanc observados na colheita foram de 86,63 e 20,22%, respectivamente.

Estes valores são altos, porém similares aos observados para Sauvignon Blanc em São Joaquim, SC (DE BEM, 2014 e WÜRZ, 2016). Para estes autores, os resultados altos de incidência e severidade de podridões estão ligados ao clima da região e à susceptibilidade da variedade a podridões. As temperaturas mais altas no verão, aliadas a elevada umidade relativa do ar e às precipitações no período de maturação a colheita, favoreceram a infecção dos patógenos.

Tabela 10 - A incidência e a severidade de podridões da uva na variedade Sauvignon Blanc na colheita, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

| Concentração de N | Podridões da uva | |
|----------------------------|------------------|----------------|
| | Incidência (%) | Severidade (%) |
| 0,0 kg N ha ⁻¹ | 87,50 a | 19,16 a |
| 10,0 kg N ha ⁻¹ | 85,00 a | 19,32 a |
| 20,0 kg N ha ⁻¹ | 87,50 a | 21,13 a |
| 30,0 kg N ha ⁻¹ | 86,25 a | 21,25 a |
| CV (%) | 5,36 | 10,60 |
| Média | 86,63 | 20,22 |

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro

Além do clima, o alto teor de N no solo tende a aumentar a produção, o vigor das videiras e a suscetibilidade das uvas às podridões, principalmente de *Botrytis* (DELAS, 2010; SÔNEGO et al., 2005; BRUNETTO et al., 2009).

Para Verdenal et al. (2017), a qualidade da uva na vindima é influenciada, principalmente, pelas condições climáticas no período de maturação e colheita. Assim, a alta incidência e severidade de podridões, deste estudo, provavelmente foram favorecidas pelas condições ambientais na fase da colheita. Segundo Garrido e Sônego (2004) e Sônego et al. (2005), as podridões da uva ocorrem com mais frequência em regiões de clima quente e úmido. A infecção dos fungos ocorre na fase de floração e ficam em latência até o início da maturação, quando ocorrem as condições ideais para o desenvolvimento. As perdas são significativas em anos com chuvas na maturação e, principalmente, nos vinhedos sem controles adequados (GARRIDO; SÔNEGO, 2004). Durante a maturação e colheita deste estudo, ocorreu um período com maior volume e de dias com precipitações, alta umidade relativa do ar e altas temperaturas do ambiente conforme (Tabela 02 e Figura 02 do item 6.1.2), condição favorável a infecção e proliferação das podridões da uva.

6.6 – Conteúdo do Nitrogênio Facilmente Assimilável (NFA) no mosto

Os valores de NFA foram estatisticamente diferentes entre os tratamentos, com o acréscimo de NFA conforme o aumento da dose de N foliar aplicado (Figura 06). Os valores médios de NFA no mosto foram de 294,50 mg L⁻¹, com os menores valores para as doses 0,0 e 10 kg N ha⁻¹ (246,5 e 283,2 mg L⁻¹) e os valores maiores para os doses 20 e 30 kg N ha⁻¹ de 317,90 e 349,40 mg L⁻¹). O acréscimo de NFA com a aplicação de N foliar também foi registrado em outros estudos (LACROUX et al., 2008; HANNAM et al., 2014; VERDENAL et al., 2016; VERDENAL et al., 2017). Acréscimos superiores a 60% nos teores NFA com a aplicação de N foliar foram observados no mosto de Sauvignon Blanc (LACROUX et al., 2008).

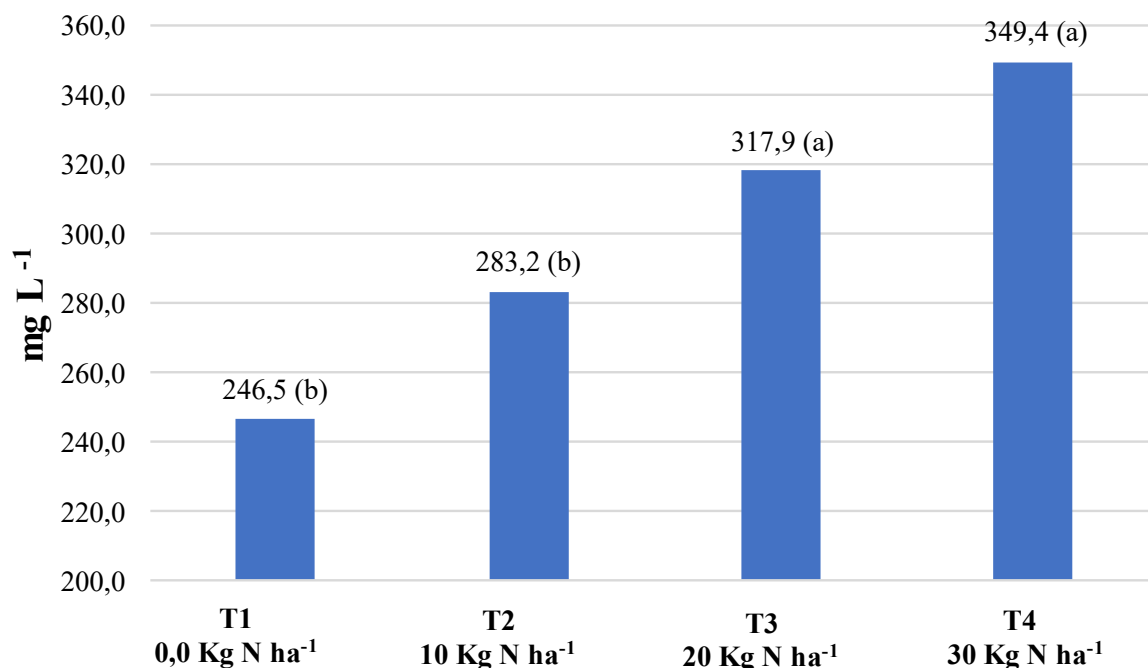


Figura 6 - Valores de nitrogênio facilmente assimilável (mg L^{-1}), observados na colheita, em mosto da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

Os valores de NFA observados neste estudo são médios, uma vez que a concentração de NFA em mostos naturais de uva varia entre 60 e 500 mg L^{-1} , dependendo da variedade, do clima e da safra (LALLEMAND, 2018; BELL; HENSCHKE, 2005). Para um mosto de uva com álcool provável de 12% vol., são necessários, em média, em torno de 150,0 mg L^{-1} de NFA (BELL; HENSCHKE, 2005; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; VIGARA; AMORES, 2010).

Neste estudo, a concentração de NFA do tratamento 1 (T1 - 0,0 kg N ha^{-1}) foi de 246,54 mg L^{-1} , valor 60% superior à necessidade básica de NFA para a levedura fermentar o mosto para vinho. Esse excesso pode ter influências no vinho, acelerando a fermentação com o aumento da biomassa das leveduras e, conseqüentemente, no aumento da temperatura do mosto. Além disso, pode causar instabilidade proteica e microbiológica no vinho (BELL; HENSCHKE, 2005). Conforme já discutido anteriormente, o alto teor de MO do solo, associados às condições favoráveis à sua mineralização, aumentam a disponibilidade de N no solo, incrementando a concentração de NFA no mosto.

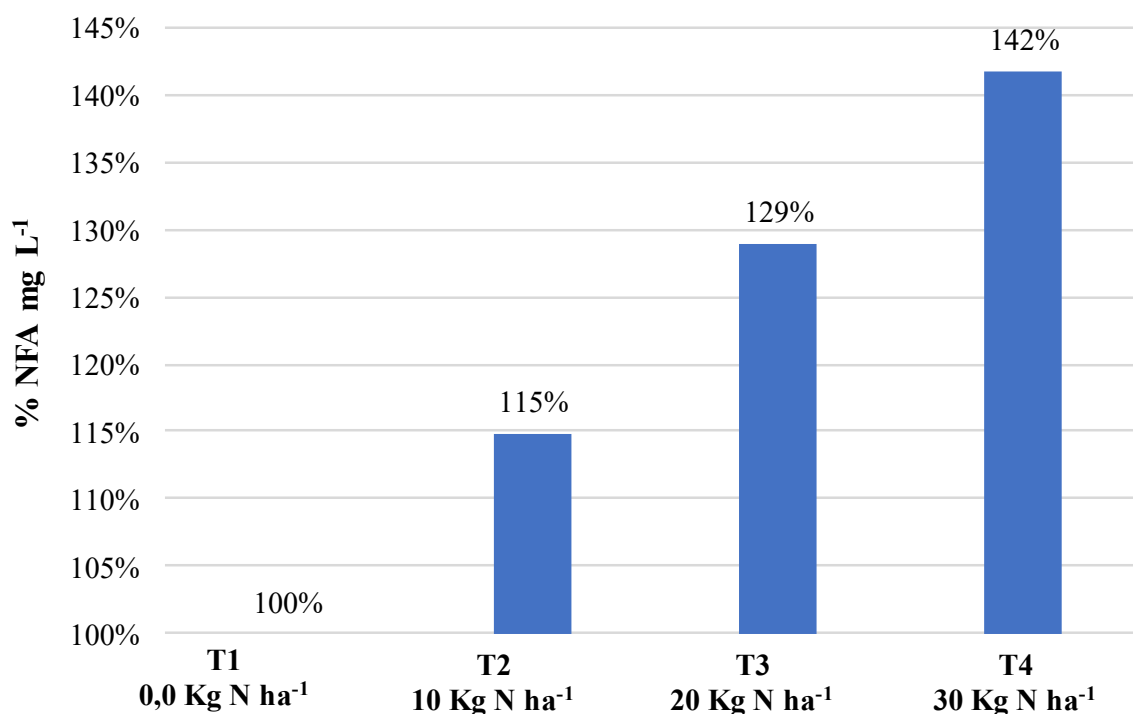


Figura 7 - Acréscimo percentual de nitrogênio facilmente assimilável (mg L^{-1}) no mosto da variedade Sauvignon Blanc, na colheita, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, cultivada na Vinícola Abreu Garcia em Campo Belo do Sul, SC. Ciclo 2017/18.

Os valores percentuais de acréscimo de NFA prometido pelas doses de N foliar em relação à testemunha estão apresentados na Figura 07, com variação de 115 a 140% de acréscimo no conteúdo de NFA. Os incrementos de NFA foram similares aos observados por Verdenal et al. (2017), que apresentaram acréscimo de em torno de 150% com tratamentos de nitrogênio foliar em videiras. No entanto, Hannam et al. (2014) registraram acréscimos superiores, de em torno de 250%, nos teores de NFA com aplicação de uréia (2,0%) no início da maturação. Para estes autores, os resultados demonstram a capacidade da videira de redistribuir rápido o nitrogênio absorvido pelas folhas, no início da maturação das uvas, para as bagas. A aplicação do N foliar nas videiras na fase de maturação é portanto efetivo para enriquecer os mostos com NFA na colheita. No entanto, a aplicação de N foliar deve levar em consideração o aporte de N fornecido pelo solo. O N no mosto é um nutriente essencial para a multiplicação celular das leveduras em fermentação. Além disso, a levedura é um elemento chave para a produção de compostos aromáticos nos vinhos.

6.4. Determinação e identificação dos ésteres nos vinhos

As micro fermentações dos mostos extraídos das uvas da variedade Sauvignon Blanc, submetidas aos quatro tratamentos de N foliar (0,0; 10,0; 20,0 e 30,0 N kg ha⁻¹) evoluíram conforme esperado, apresentando densidades finais inferiores a 0,995. Os compostos ésteres identificados nos vinhos e o padrão interno (PI - Carvacrol) são apresentados na Tabela 11.

Nos vinhos foram observados 10 ésteres, sendo sete ésteres de etila (Butanoato de etila, Hexanoato de etila, Octanoato de etila, Trans-(4)-decenoato de etila, Decanoato de etila, Dodecanoato de etila, Hexadecanoato de etila) e três ésteres de acetato (Acetato de 2-metilbutila, Acetato de hexila, Acetato de 2-feniletila). Importante ressaltar que os seis ésteres relacionados com aromas florais e frutados em vinhos brancos jovens foram identificados nos vinhos deste estudo (GUTH, 1997).

O número de ésteres detectados foi similar aos observados em vinhos de Sauvignon Blanc de São Joaquim, SC, com variação de 8 a 12 ésteres, conforme a safra e o sistema de condução (MARCON FILHO, 2016); nove ésteres para vinhos de Sauvignon Blanc elaborados no Vale do São Francisco (TRINDADE, 2013) e oito ésteres para vinhos gaúchos da variedade Sauvignon Blanc (WELKE, 2012). Nas regiões de altitude de Santa Catarina, 12 ésteres foram detectados em vinhos de Sauvignon Blanc de Rancho Queimado, São Joaquim, Campo Belo do Sul e Água Doce (MEIRELLES, 2020).

Os ésteres contribuem principalmente para o aroma dos vinhos jovens, aos quais acrescentam notas florais e frutadas. Quatro ésteres etílicos estão particularmente envolvidos no aroma de vinhos jovens: butanoato de etila, hexanoato de etila, octanoato de etila e decanoato de etila. Dos acetatos de álcoois superiores, apenas os acetatos 2 e 3-metilbutila e o 2-feniletila aportam notas frutadas e florais muito características aos vinhos (GUTH, 1997).

Tabela 11 - Compostos ésteres identificados e descritores aromáticos dos vinhos da variedade Sauvignon Blanc submetida a tratamentos de nitrogênio foliar nos vinhedos da Abreu Garcia. Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18.

| Pico | Composto | TR (min) | IK exp | IK Teórico | Descritor/Aromático |
|-------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|---|
| 2 | Butanoato de etila | 5.960 | 791 | 804 | Maçã/pêssego ^{1,2} |
| 3 | Acetato de 2-metilbutila | 8.219 | 873 | 881 | Maçã |
| 4 | Hexanoato de etila | 12.194 | 973 | 998 | Maçã/verde/floral Morango/frutado ^{1,2} |
| 5 | Acetato de hexila | 12.595 | 1010 | 1009 | Pera ^{1,2} |
| 8 | Octanoato de etila | 17.155 | 1196 | 1197 | Abacaxi/Pera/frutado ^{1,2} |
| 9 | Acetato de 2-feniletila | 18.201 | 1258 | 1258 | Rosa/mel/floral ^{1,2} |
| 10 | Carvacrol** (padrão) | 18.977 | 1303 | 1299 | |
| 12 | Trans-(4)-decenoato de etila* | 20.157 | 1383 | 1389 | Caju/floral ^{1,2} |
| 13 | Decanoato de etila | 20.264 | 1390 | 1396 | Uva/frutado ^{1,2} |
| 14 | Dodecanoato de etila | 22.826 | 1588 | 1595 | Cera/sabão ^{1,2} |
| 15 | Hexadecanoato de etila | 27.055 | 1880 | 1993 | Hibisco/floral ^{1,2} |

*Componente caracterizado com bases na comparação dos espectros de massas da base de dados do software. **Padrão interno. TR: Tempo de retenção, IK exp: Índice de Kovatz experimental, IK teórico: Índice de Kovatz teórico. Fonte: Elaborada pelo autor (2021). ¹ Aznar e Arroyo (2007). ² Bell e Henschke (2005).

Entre os voláteis do vinho derivados do metabolismo da levedura, do ponto de vista sensorial, os ésteres são os mais importantes para o sabor do vinho (SWIEGERS; PRETORIUS, 2005; ANTALICK et al., 2010), pois conferem os aromas frescos e frutados.

Nos vinhos podem se distinguir três classes de ésteres. O primeiro grupo corresponde a ésteres etílicos de ácidos graxos lineares que estão associados com metabolismo lipídico. Os outros dois grupos dependem do metabolismo do nitrogênio: estes são ésteres etílicos de ácidos graxos ramificados ou hidroxilados e acetatos de álcool superiores (ANTALICK, 2010).

Os vinhos brancos contêm maior quantidade de ésteres, isso corresponde ao efeito da vinificação a temperaturas mais baixas. Os ésteres etílicos contribuem para definir o aroma frutado dos vinhos brancos e são importantes pelos efeitos protetores na vinificação, que diminui rapidamente a disponibilidade de oxigênio, permitindo preservar as quantidades de ésteres durante a baixa temperatura (RIBÉRAU-GAYON et al. 2006b).

Para Swiegers et al. (2006), a combinação entre as influências do solo, clima, manejo da videira no vinhedo e práticas de vinificação determinam o delicado equilíbrio de aromas “verde-herbáceos” e os aromas “frutado-tropicais” que definem o estilo e a qualidade dos vinhos Sauvignon Blanc, qualidade essa muito apreciada pelos consumidores. No entanto, os ésteres de etila e de acetato têm associações complexas com disponibilidade de nitrogênio, no mosto e vinho, devido às suas diferentes origens de síntese (VILANOVA et al., 2007).

6.4.1 - Avaliação quantitativa dos ésteres

Todos os tratamentos apresentaram os mesmos 10 ésteres identificados, porém com variação nos teores quantificados (Tabela 12). Dos 10 ésteres analisados, quatro apresentaram diferenças significativas nos vinhos obtidos dos diferentes tratamentos com N foliar, sendo eles: acetato de 2-metilbutila, hexanoato de etila, octanoato de etila e decanoato de etila. O octanoato de etila foi o que apresentou os teores mais altos, com maior concentração para o tratamento sem a adição de N foliar ($2,518 \mu\text{g mL}^{-1}$), enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si, com a menor concentração ($1,342$) para o tratamento 2 ($10,0 \text{ kg N ha}^{-1}$).

O hexanoato de etila foi o segundo composto em maior concentração, sendo os maiores valores observados para a testemunha ($1,402$) e o tratamento 3 ($2,0 \text{ kg N ha}^{-1}$), e com os menores valores de $0,929 \mu\text{g mL}^{-1}$ para o tratamento 4 ($30,0 \text{ kg N ha}^{-1}$). Para o decanoato de etila o maior valor observado, estatisticamente diferente dos demais tratamentos, foi de $0,649 \mu\text{g mL}^{-1}$ para

o tratamento 1 ($0,0 \text{ kg N ha}^{-1}$) e com o menor valor de 0,394 para o tratamento 2 ($10,0 \text{ kg N ha}^{-1}$). O acetato de 2-metilbutila registrou o maior valor de $0,592 \mu\text{g mL}^{-1}$ para o tratamento 1 ($0,0 \text{ kg N ha}^{-1}$) e diferindo estaticamente para o tratamento de menor valor de 0,408 para o tratamento 2 ($10,0 \text{ kg N ha}^{-1}$).

A concentração dos demais seis ésteres não diferiram significativamente entre os tratamentos, sendo eles: butanoato de etila, acetato de hexila, acetato de 2-feniletila, trans-(4)-decenoato de etila, dodecanoato de etila, hexadecanoato de etila.

Os teores de ésteres observados no presente estudo foram semelhantes aos observados por MARCON FILHO (2016) para os vinhos de Sauvignon Blanc de altitude de Santa Catarina e da Nova Zelândia. No entanto, estes resultados foram superiores aos registrados por Trindade (2013) para vinhos de Sauvignon Blanc do Vale do São Francisco. Resultados também superiores aos de Meireles (2020) em vinhos de altitude de Sauvignon Blanc provenientes de Rancho Queimado, São Joaquim, Campo Belo do Sul e Água Doce.

Para visualizar o perfil dos ésteres e os aromas associados dos vinhos obtidos para as doses de N foliar aplicadas na Sauvignon Blanc, foi construído o gráfico de radar (Figura 08). Os vinhos apresentaram complexidade aromática similar para todos os tratamentos, porém com diferenças nos teores de ésteres presentes. Nos vinhos de todos os tratamentos, o éster octanoato de etila foi o que apresentou maior distância na escala, contribuindo com os aromas de abacaxi, pera e frutado. Após, segue o éster hexanoato de etila que apresentou os aromas de maçã verde, floral, morango e frutado. Seguido pelo éster decanoato de etila com aroma de uva e frutado.

Tabela 12 - Concentrações dos ésteres (em $\mu\text{g mL}^{-1}$) dos vinhos de Sauvignon Blanc submetida aos tratamentos de Nitrogênio foliar nos vinhedos da Abreu Garcia. Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18.

| Compostos (ésteres) ($\mu\text{g mL}^{-1}$) | Concentração de N | | | |
|---|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 0 kg N ha ⁻¹ | 10 kg N ha ⁻¹ | 20 kg N ha ⁻¹ | 30 kg N ha ⁻¹ |
| Butanoato de etila | 0,045 a | 0,038 a | 0,048 a | 0,044 a |
| Acetato de 2-metilbutila | 0,592 a | 0,408 b | 0,505 a | 0,509 a |
| Hexanoato de etila | 1,402 a | 0,983 b | 1,253 a | 0,929 b |
| Acetato de hexila | 0,107 a | 0,066 a | 0,078 a | 0,071 a |
| Octanoato de etila | 2,518 a | 1,342 b | 1,631 b | 1,482 b |
| Acetato de 2-feniletila | 0,073 a | 0,059 a | 0,080 a | 0,061 a |
| Trans-(4)-decenoato de etila | 0,071 a | 0,102 a | 0,099 a | 0,092 a |
| Decanoato de etila | 0,649 a | 0,394 b | 0,454 b | 0,450 b |
| Dodecanoato de etila | 0,066 a | 0,044 a | 0,058 a | 0,040 a |
| Hexadecanoato de etila | 0,019 a | 0,016 a | 0,018 a | 0,015 a |

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre os diferentes tratamentos de nitrogênio foliar, de acordo com o teste de Duncan.

**Os valores são médias de 4 repetições e 3 análises de replicatas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

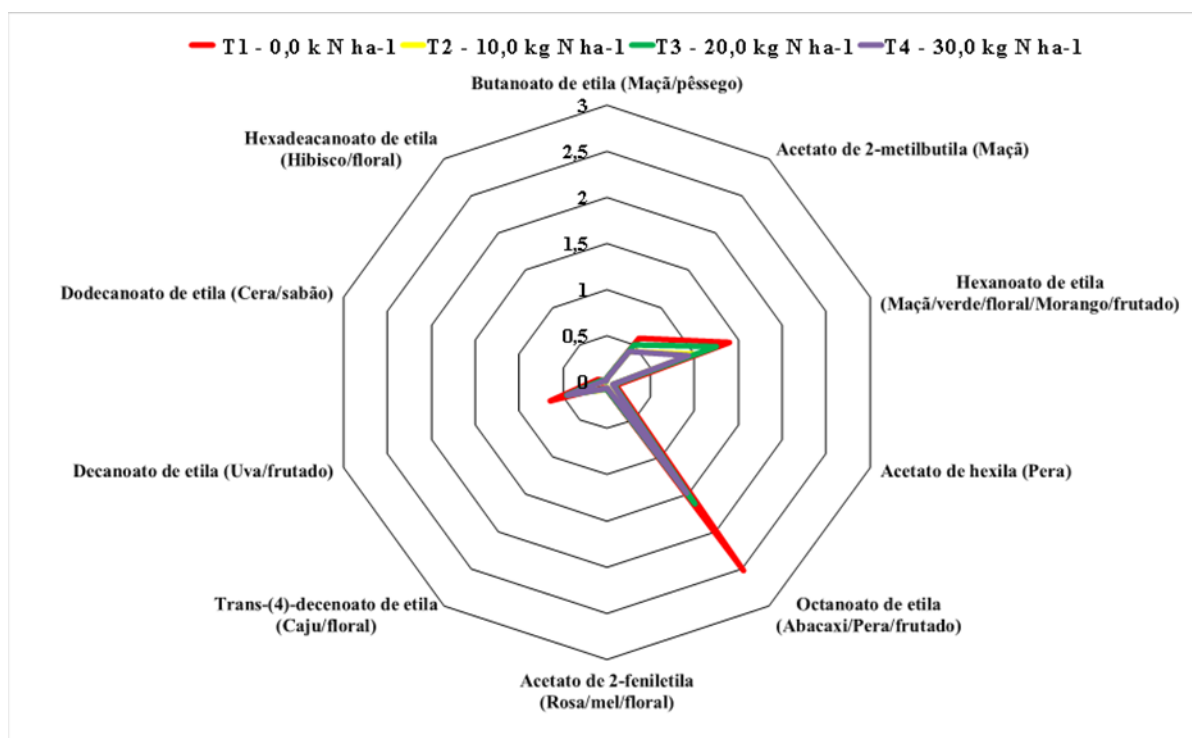


Figura 8 - Ésteres quantificados (em $\mu\text{g mL}^{-1}$) nos vinhos da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, nos vinhedos da Abreu Garcia. Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18.

Os principais ésteres, avaliados no estudo, foram relacionados por Ribéreau-Gayon et al. (2006b), destacando que os ésteres etílicos se caracterizam por apresentarem aromas agradáveis (floral, frutado, mel). Os principais ésteres etílicos presentes nos vinhos são: o hexanoato de etila (aroma a maçã), octanoato de etila (aroma a pera, banana) e decanoato de etila (aroma floral). Já os principais ésteres de acetato nos vinhos são: acetato de etila (vegetal, frutado), acetato de feniletila (aroma frutado, mel), acetato de hexila (aroma a maçã, pera) e acetato de isoamila (aroma a banana). Destacou-se a presença dos ésteres etílicos octanoato de etila, decanoato de etila e hexanoato de etila, que foram identificados e quantificados em todos os tratamentos analisados, sendo descritos frequentemente como aromas de frutas (ANTALICK et al., 2010).

Estudo realizado por Marcon Filho (2016), comparando os vinhos Sauvignon Blanc elaborados nas regiões de altitude catarinense com os vinhos Sauvignon Blanc neozelandeses, revelou que os compostos que mais contribuíram para os aromas nos vinhos de altitude

catarinenses foram: o acetato de isoamila de aroma frutado de banana e pera; o hexanoato de etila, com aroma de maçã verde e butanoato de etila com aroma frutado de maçã e pêsego.

Alguns ésteres se destacaram nos vinhos, deste estudo, apresentando-se com maiores teores, como é o caso do octanoato de etila, hexanoato de etila, decanoato de etila, acetato de 2-metilbutila. Para apresentar a representatividade destes principais ésteres em relação aos tratamentos de nitrogênio foliar foram elaborados os gráficos (Figura 09).

Para todos os vinhos avaliados dos tratamentos, o éster mais representativo foi o octanoato de etila, com variação de 39-41% de área. Seguido pelo hexanoato de etila, variando de 25-30% de área e o decanoato de etila com 11-13% da área, todos os 3 pertencentes ao grupo dos ésteres etílicos. O éster mais representativo do grupo dos acetatos, foi o acetato de 2-metilbutila com variação de 11-12% de área.

Os resultados, neste estudo, para octanoato de etila, hexanoato de etila, decanoato de etila, acetato de 2-metilbutila mostraram que o tratamento 1 ($0,0 \text{ kg N ha}^{-1}$), sem aplicação de nitrogênio foliar, apresentou sempre os maiores teores dos ésteres quantificados. Neste sentido, o efeito da aplicação de nitrogênio foliar causou uma redução nos teores de ésteres, possivelmente, produzindo uma possível inibição de síntese ou menor produção destes compostos pelas leveduras nos vinhos.

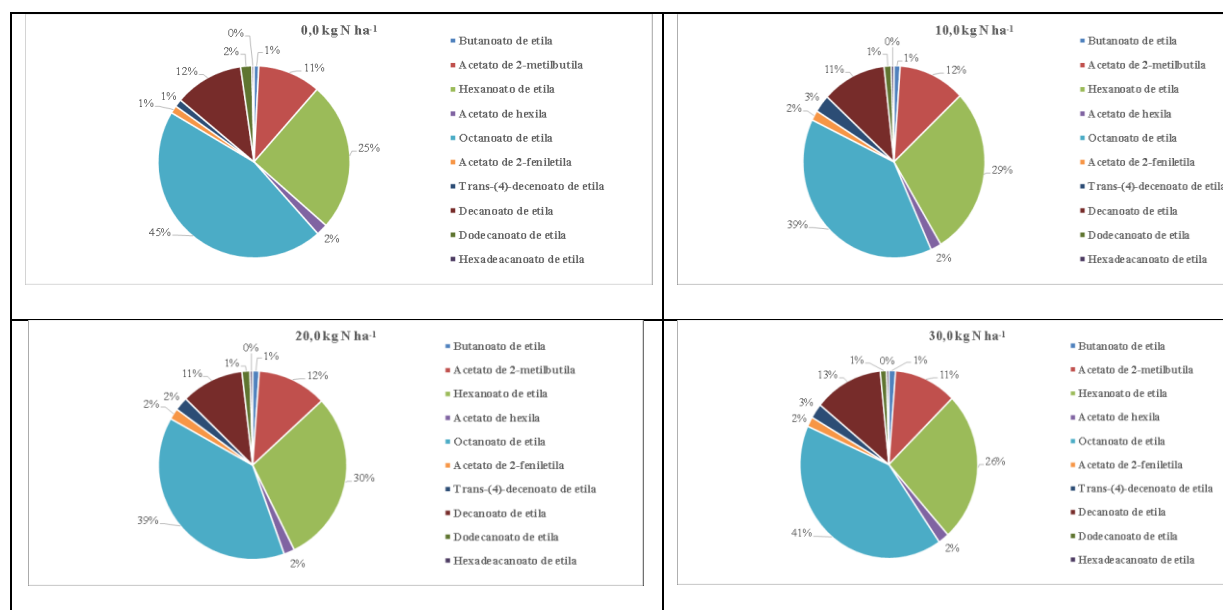


Figura 9 - Ésteres quantificados nos vinhos da variedade Sauvignon Blanc, submetida aos tratamentos de nitrogênio foliar, nos vinhedos da Abreu Garcia. Campo Belo do Sul (SC). Ciclo 2017/18.

A aplicação de N foliar resultou, no presente estudo, em um acréscimo considerável no conteúdo do NFA no mosto (Figura 06 e 07). No entanto, este aumento no NFA não foi utilizado na via de síntese e não foi transformado em ésteres para os aromas. Neste sentido, possivelmente, este nitrogênio foi utilizado pelas leveduras para outras atividades mais importantes e fundamentais no processo de fermentação alcoólica.

Além disso, pode-se supor que as condições naturais do vinhedo na região (matéria orgânica do solo, condições climáticas e práticas culturais no vinhedo) possibilitaram às videiras do tratamento 1 (0,0 kg N ha⁻¹) a disponibilidade de uma alta taxa de nitrogênio para a sua absorção. Como observado, o tratamento sem aplicação de nitrogênio foliar possibilitou um conteúdo de NFA no mosto superior às necessidades das leveduras para realizar a fermentação alcoólica.

No entanto, os resultados da literatura são divergentes, indicando que o maior de NFA no mosto aumenta os teores dos ésteres dos vinhos. Para Ancín-Azpilicueta et al. (2013), a aplicação de uréia foliar aumentou a concentração de hexanoato de etila, octanoato de etila e decanoato de etila à medida que o conteúdo de nitrogênio facilmente assimilável aumentou no mosto. Rodrigues (2013) verificou que o aumento das concentrações de NFA e de aminoácidos no mosto aumentou os teores dos ésteres acetato de feniletila, acetato de isoamila, acetato de

octila e reduziu o teor de hexanoato de etila. No entanto, o teor de acetato de etila nos vinhos foi positivamente relacionado a concentração de nitrogênio do mosto (ANCÍN-AZPILICUETA et al., 2013).

No entanto, para Rubio-Breton et al. (2018) as diferentes fontes de N foliar aplicadas nas videiras não demonstraram efeitos significativos nos teores de ésteres. Gutiérrez-Gamboa et al. (2018) relataram que tratamentos de “ureia foliar e ureia mais enxofre” aplicados as videiras deram origem a menores teores de ésteres etílicos nos vinhos.

Assim, as concentrações de N e aminoácidos do mosto influenciam num caminho decisivo para a qualidade do vinho, porque os principais grupos de compostos voláteis (álcoois, ésteres) que formam os aromas são dependentes do tipo e da concentração de nitrogênio (GARDE-CERDÁN;ANCÍN-AZPILICUETA, 2008; LOSADA et al., 2011). Possivelmente, os efeitos contrastantes da aplicação de N foliar sobre os teores de ésteres estão associados com a quantidade de N aportada ao sistema pelo solo.

7 - CONCLUSÕES

A aplicação de N foliar, na fase de maturação da Sauvignon Blanc, não alterou as concentrações de nutrientes e pigmentos foliares, o rendimento e os teores de sólidos solúveis no mosto na colheita;

O uso de N foliar aumentou a acidez titulável, o pH e a concentração de nitrogênio facilmente assimilável (NFA) no mosto da uva de Sauvignon Blanc na colheita;

A aplicação de N foliar resultou na redução dos teores de ésteres dos vinhos de Sauvignon Blanc.

O aporte de nitrogênio pelo solo foi suficiente para suprir a demanda das videiras.

8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho confirmam o potencial das regiões de altitude de Santa Catarina (acima de 900m) na produção de uvas e na elaboração de vinhos de qualidade da variedade Sauvignon Blanc com aromas florais e frutados, em especial na Vinícola Abreu Garcia (Campo Belo do Sul-SC). No entanto, é importante ressaltar que a viticultura destas regiões está localizada em condições edafoclimáticas muito particulares e diferentes daquelas definidas como as “tradicionalis” de climas quente e seco.

De modo geral, o alto teor de matéria orgânica nos solos dos vinhedos de altitude combinado às condições climáticas, principalmente, alta taxa e frequência de precipitação pluviométrica, desafiam o cultivo da videira nas regiões de altitude de SC. A respeito da aplicação de N foliar, na fase de maturação, visando o acréscimo dos teores de ésteres nos vinhos de Sauvignon Blanc, mais estudos serão necessários a respeito desta técnica para a elaboração de vinhos mais aromáticos.

Estes estudos precisam aprofundar as relações do ambiente (solo e clima) com as variedades cultivadas, com práticas de manejo da cobertura e do solo, manejo do vinhedo e práticas enológicas. O conhecimento da interação entre estes fatores permitirá determinar estratégias de cultivo e vinificação que permitirão aperfeiçoar ainda mais a qualidade da uva e dos vinhos produzidos na região. Isto deve ser feito, na busca de aperfeiçoar o potencial da variedade Sauvignon Blanc para a elaboração de vinhos típicos que são, em última análise, a expressão de um território na busca da valorização do *terroir* através de uma futura Denominação de Origem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4. ed. Carol Stream: Allured, 2007. 800 p.

AFONSO J.M.; MONTEIRO, A.; LOPES, C.M. Enrelvamento do solo em vinha na região dos Vinhos Verdes. Três anos de estudo na casta “Alvarinho”. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, 18, 47-63, 2003

AGEHARA, S.; WARNCKE, D.D. Soil Moisture and Temperature Effects on Nitrogen Release from Organic Nitrogen Sources. **Soil Sci Am J.**, 69, 6, 1844-1855, 2005.

AGUDELO, M.B. **Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares autóctones de vinhedos da região do Vale da Uva Gorte (SC) e seus efeitos no crescimento e parâmetro fisiológicos da videira.** (Tese Doutorado) Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. 120p.

ALBURQUERQUE, T. C. S.; DECHE, A. R. Absorção de macronutrientes por porta-enxertos e cultivares de videira em hidroponia. **Scientia Agrícola**, 57, 135-139, 2000.

ALLEWELDT, G.; POSSINGHAM, J. V. Progress in grapevine breeding. **Theor. Appl. Genet.**, 75, 669-673, 1988.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22, 6, 711-728, 2013

AMARANTE, C.V.T.; ZANARDI, O.Z.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C.A.; ERHART, J. ALMEIDA, J.A. Quantificação da área e do teor de clorofilas em folhas de plantas jovens de videira ‘Cabernet Sauvignon’ mediante métodos não destrutivos. **Rev. Bras. Frutic.**, 31, 3, 680-686, 2009.

AMBROSINI, V. G.; VOGES, J. G.; CANTON, L., COUTO, R. D. R.; FERREIRA, P. A. A.; COMIN, J. J.; SOARES, C. R. F. S. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on young vines in copper-contaminated soil. **Braz. J. Microbiol.**, 46, 1045-1052. 2015.

ANCÍN-AZPILICUETA, C.; NIETO-ROJO, R.; GÓMEZ-CORDÓN, J. Effect of foliar urea fertilisation on volatile compounds in Tempranillo wine. **J. Sci. Food Agric.**, 93:1485-1491, 2013.

- ANCÍN-AZPILICUETA, C.; NIETO-ROJO, R.; GÓMEZ-CORDÓN, J. Influence of fertilisation with foliar urea on the content of amines in wine, **Food Additives & Contaminants**, 28, 7, 877-884, 2011.
- ANTALICK, G.; PERELLO, M-C.; REVEL, G. Development, validation and application of a specific method for the quantitative determination of wine esters by headspace-solid-phase-microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. **Food Chemistry**, 121, 1236-1245, 2010.
- ANTALICK, G., PERELLO, M.C.; DE REVEL, G. Esters in Wines: New Insight through the Establishment of a Database of French Wines. **Am. J. Enol. Vit.**, 65, 293–304, 2014.
- ANTALICK, G. Bilan biochimique et sensoriel des modifications de la note fruitée des vins rouges lors de la fermentation malolactique: Rôle particulier des esters. Thèse de doctorat, Bordeaux, França. 2010. 265p.
- ARGENTA, G. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. **Cienc. Rural**, 34, 5, 1379-1387, 2004.
- ARIAS-GIL, M.; GARDE-CERDA'N, T.; ANCÍN-AZPILICUETA, C. Influence of addition of ammonium and different amino acid concentrations on nitrogen metabolism in spontaneous must fermentation. **J. Food Chem.**, 103, 1312-1318, 2007.
- AZNAR, M.; ARROYO, T. Analysis of wine volatile profile by purge-and-trap-gas chromatography-mass spectrometry. Application to the analysis of red and white wines from different Spanish regions. **J Chromatogr A.**, 1165, 151-157, 2007.
- BECKNER WHITENER, M.E.; STANSTRUP, J.; PANZERI, V.; CARLIN, S.; DIVOL, B.; DU TOIT, M.; VRHOVSEK, U. Untangling the wine metabolome by combining untargeted SPME–GCxGC-TOF-MS and sensory analysis to profile Sauvignon blanc co-fermented with seven different yeasts. **Metabolomics**, 12, 53, 2016.
- BEKAR, T.; BAYRAM, M.; CANGI, R.; GEN, N.; ELMASTA, M. Effects of leaf removals on must and wine chemical composition and phenolic compounds of Narince (*Vitis vinifera*) grape cultivar. **Sci.Hort.**, 225: 343-349, 2017.
- BELL, S. J.; HENSCHKE, P. A. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. **Aust. J. Grape Wine Res.**, 11, 242–295, 2005.
- BERTOLL, I.; BEUTLER, J.F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do sol. **Scientia Agricola**, 58, 3, 555-560, 2001.

BOCK, A.; SPARKS, T.; ESTRELLA, N.; MENZEL, A. Changes in the phenology and composition of wine from Franconia, Germany. **Clim. Res.**, 50, 69-81, 2011.

BOEIRA, L. S. **Compostos nitrogenados e voláteis em mostos e vinhos**. 1994. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria, 1994.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F.A.; SILVA, A.L. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesq. agropec. bras.**, 46, 398-405, 2011.

BRIGHENTI, A. F. **Avaliação de variedades de videira (Vitis vinifera L.) autóctones italianas no terroir de São Joaquim – SC**. 2014. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014.

BRIGHENTI, A.F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina - Brasil. **Cienc. Rural**, 43, 1162-1167, 2013.

BRUNETTO, G. **Nitrogênio em videira**: recuperação, acumulação e alterações na produtividade e na composição da uva. 2008. 139 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de pós-graduação em Ciência do Solo, 2008.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. E.; LOURENZI, C. R.; VIEIRA, R. C. B.; GATIBONI, L. C. Produção e composição química da uva em videiras submetidas à adubação nitrogenada. **Cienc. Rural**, 39, 2035-2041, 2009.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B.; LOURENZI, C. R.; FURLANETTO, V.; MORAES, A. Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: Produtividade e características químicas do mosto da uva. **Cienc. Rural**, 37, 389-393, 2007.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; MELO, G. W. B.; GIROTTO, E.; FERREIRA, P. A. Application of nitrogen sources on grapevines and effect on yield and must composition. **Rev. Bras. Frut.**, 35, 1042-1051, 2013.

BRUNETTO, G.; GIROTTO, E.; MELO, G. W.; SANTOS, H. P.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; VIEIRA, R. C. B. Aplicação foliar de nitrogênio em videira: avaliação do teor na folha e das reservas nitrogenadas e de carboidratos nas gemas dos ramos do ano. **Rev. Bras. Frutic.**, 30, 1119-1123, 2008.

CALÓ, A.; COSTACURTA, A.; CARRARO, R. La stabilità all'ambiente dei caratteri della vite: l'esempio della fenologia. **Riv. Vitic. Enol.**, 1, 3-16, 1998.

CAMARGO, F. A. O.; SILVA, L. S. da; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J. Nitrogênio orgânico do solo. In: **SANTOS, G. De A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.)**. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Metrópole, 87-99, 2008.

CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C.; VIDOR, C. Potencial de mineralização de nitrogênio orgânico em solos do Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, 22: 575-580, 1997

CAMARGO, U. A. **Uvas do Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 9), 1994. 90 p.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D.; RITSCHER, P. S. **Cultivares de videira para processamento**. Embrapa Uva e Vinho, 2016. (INFOTECA-E). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1060142/1/Manual-3-Capítulo-2.pdf>. Acesso: em 20. maio. 2020.

CAMPOS, T.C. **Vermentino para elaboração de vinhos espumantes pelo método tradicional na Serra Catarinense**. 2016. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. 151p.

CANTON, M.; BORGHEZAN, M.; SILVA, T.C.; WELTER, J.F.; VILLAR, L.; ROSA, D.J.; SILVA, A.L.; PESCADOR, R. Chlorophyll evaluation on leaves of 'Sauvignon Blanc' during vegetative growth in São Joaquim, Santa Catarina, Brazil. **Acta Horticulturae**, 1, 15-20, 2017.

CARRAU, F. M.; MEDINA, K.; FARINA, L.; BOIDO, E.; HENSCHKE, P. A.; DELLACASSA, E. Production of fermentation aroma compounds by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts: effects of yeast assimilable nitrogen on two model strains. **FEMS Yeast Res.**, 8, 1196–1207. 2008.

CATANIA, C.; AVAGNINA, S; Variedades que más se adaptan a la elaboración de vinos finos en la Argentina y factores agronómicos que condicionan su calidad. **INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)**. Centro Regional Cuyo – 2ª Edición, 2007.

CERRETI, M.; ESTI, M.; BENUCCI, I.; LIBURDI, K.; SIMONE, C.; FERRANTI, P. Evolution of S-cysteinylated and S-glutathionylated thiol precursors during grape ripening of *Vitis vinifera* L. cvs Grechetto, Malvasia del Lazio and Sauvignon Blanc. **Aust. J. Grape Wine R.**, 21, 3, 411-416, 2015.

CHAUSSOD, R. La qualité biologique des sols : évaluation et implications. **Etude Gest. des Sols**, 3, 261–278, 1996.

CIOTTA, M. N.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.O.S.; FERREIRA, P.A.A.; SAUTTER, C.K. COUTO, R.R.; BRUNETTO, G. Grape yield, and must compounds of “Cabernet Sauvignon” grapevine in sandy with potassium contents increasing. **Cienc. Rural**, 46, 8, 1376-1383, 2016.

CONRADIE, W. J. Distribution and translocation of nitrogen absorbed during late spring by two-year-old grapevines grown in sand culture. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, Davis, 41, 241-250, 1990.

CONRADIE, W. J. Partitioning of mineral nutrients and timing of fertilizer applications for optimum efficiency. In: **Proceedings of the soil environment and vine mineral nutrition symposium**, San Diego, California, USA, 69–81, 2004.

CONRADIE, W. J. Seasonal uptake of nutrients by Chenin blanc in sand culture : I. Nitrogen. **S. Afr. J. Enol. Vitic.**, 1, 59–65, 1980.

CONRADIE, W. J. Timing of nitrogen fertilisation and the effect of poultry manure on the performance of grapevines on sandy soil. I. Soil analysis, grape yield and vegetative growth. **S. Afr. J. Enol. Vitic.**, 22, 53–59, 2001.

CORDENTE, A. G.; CURTIN, C. D.; VARELA, C., PRETORIUS, I. S. Flavour-active wine yeasts. **Appl Microbiol Biotechnol.**, 96, 601–618, 2012.

COSTA, A.; ALBURQUERQUE, J. A.; ERNANI, P.R.; BAYER, C.; MERTZ, L.M Alterações físicas e químicas num cambissolo húmico de campo nativo após a correção da acidez. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 5, 2, 118-130, 2006.

COSTA, V.B. **Efeito das condições climáticas na fenologia da videira europeia em Santana do Livramento**. Tese (Doutorado) –Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. 2011. 89p.

COSTACURTA A.; ROSELLI, G. Critères climatiques et edaphiques pour l'établissement des vignobles. **Bull L' OIV**, Paris, 53, 596, 783-786, 1980.

DALBÓ, M.A. Efeito da adubação NPK na produção, qualidade da uva e nos teores foliares de nutrientes da videira. **Rev. Bras. Frut.**, 14:189-194, 1992.

- DALBÓ, M.A.; BECKER, M.; BASSO, C.; STUKER, H. Levantamento do estado nutricional da videira em Santa Catarina, por análise de solo e tecido. **Rev. Bras. de Cienc. Solo**, 13, 335-340, 1989.
- DALBÓ, M. A. et al. Produtividade e qualidade de uvas da cv. Isabel (*Vitis labrusca* L.) submetidas à adubação potássica. **Rev. Bras. de Frut.**, 37, 3, 789-796, 2015.
- DARRIET, P.; TOMINAGA, T., LAVIGNE, V., BOIDRON, J.N., DUBOURDIEU, D. Identification of a powerful aromatic component of *Vitis vinifera* L. var. Sauvignon wines: 4-mercaptopentano-2-one. **Flavour and Fragrance Journal**, 10: 385-392, 1995.
- DE BEM, B. P. **Intensidade de míldio da videira em folha e podridão cinzenta em cachos em variedades viníferas sob diferentes sistemas de sustentação.** (Dissertação Mestrado). Centro de Ciências Agroveterinárias/UEDESC. Lages, 2014. 162p.
- DELAS, J. **Fertilisation de la vigne** (2ème édition). Feret, Bordeaux, 2010. 166p.
- DELOIRE, A.; VAUDOUR, E.; CAREY, V.; BONNARDOT, V.; VAN, L. C. Grapevine responses to terroir: une approche globale. **J. Int. Sci. Vigne Vin**, 39, 149-162, 2005.
- DONEDA, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S, J.; MIOLA, E. C. C.; GIACOMINI, D. A.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, 36, 1714-1723, 2012.
- DORTZBACH, D.; PEREIRA, M.G.; VIANNA, L.F.N; GONZÁLEZ, A.P. Horizontes diagnósticos superficiais de Cambissolos e uso de $\delta^{13}\text{C}$ como atributo complementar na classificação de solos. **Pesq. agropec. bras.**, 51, 9, 1339-1348, 2016.
- DUARTE, V. N. Estudo da cadeia produtiva do vinho em Santa Catarina: características e estágio atual. **Evid. Cienc. Biotec.**, 13, 1, 41-56, 2013.
- DUBOURDIEU, D.; TOMINAGA, T.; MASNEUF, I.; DES GACHONS, C. P.; MURAT, M. L. The Role of Yeasts in Grape Flavor Development during Fermentation: The Example of Sauvignon Blanc. **Am. J. Enol. Vit.**, 57, 81-88, 2006.
- EMBRAPA. Solos do Estado de Santa Catarina. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1 CD-ROM.; mapa color. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46). 2004.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Editor técnico, Fábio Cesar da Silva. - 2. ed. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 627p. 2009.

- FALCÃO, L.D.; REVEL, G.; PERELLO, M.C.; MOUTSIU, A.; ZANUS, M.C.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. A survey of seasonal temperatures and vineyard altitude influences on 2-methoxy-3-isobutylpyrazine, C13-norisoprenoids, and the sensory profile of Brazilian Cabernet Sauvignon wines. **J. Agric. Food Chem.**, 55, 3605-3612, 2007.
- FALQUÉ, E.; FERNÁNDEZ, E.; DUBOURDIEU, D. Differentiation of white wines by their aromatic index. **Talanta**, 54, 271–281, 2000.
- FERNANDES, G. V. Ecofisiologia da Videira (*Vitis vinifera* L.) sob cultivo protegido variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot. 2014. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. 135p.
- FIORILLO, E.; CRISCI, A.; DE FILIPPIS, T.; DI GENNARO, S. F.; DI BLASI, S.; MATESE, A.; PRIMICERIO, J.; VACCARI, F. P.; GENESIO, L. Airborne high-resolution images for grape classification: changes in correlation between technological and late maturity in a Sangiovese vineyard in central Italy. **Aust. J. Grape Wine R.**, 18, 80–90, 2012.
- FLANZY, C. **Enología: fundamentos científicos y tecnológicos**. 1 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 783p., 2000.
- FREGONI, M. **Nutrizione e fertilizzazione della vite**. Bologna: Edagricole, 1980. 418p.
- GALET, P. **Dictionnaire encyclopédique des cépages; et de leurs synonymes**. Paris, Libre & Solidaire, 1.199 p., 2015.
- GALET, P. **Grape varieties and rootstocks varieties**. Paris: Oenoplurimédia, 315 p., 1998.
- GARDE-CERDÁN, T.; ANCÍN-AZPILICUETA, C. Effect of the addition of different quantities of amino acids to nitrogen deficient must on the formation of esters, alcohols, and acids during wine alcoholic fermentation. **LWT-Food Sci. Technol.**, 41:501-510, 2008.
- GARRIDO, L.R; SÔNEGO, O.R. Podridão Cinzenta da uva: epidemiologia, sintomatologia e controle. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 07p. **Circular Técnica**, 59. 2005.
- GARRIDO, L.R; SÔNEGO, O.R. Podridão da Uva Madura ou Podridão de Glomerella – Biologia, Epidemiologia e Controle. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 10p. **Circular Técnica**, 52. 2004.

GEFFROY, O.; DUFOURCQ, T.; LÓPEZ, R.; SERRANO, E.; GRACÍA-MORENO, E.; CACHO, J., Impact de pulvérisations foliaires azotées réalisées à la *véraison* sur les caractéristiques aromatiques des vins rouges. **Actas do Colóquio Internacional sobre os aromas do vinho. Proyecto Vinaromas**, Zaragoza, 87-89, 2012.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinhos, suco e mesa**. 3.ed. Porto Alegre: Renascença, 2008. 364p.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. **Viticultura e Enologia: Elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros**. 1 ed. Bento Gonçalves: IFRS, 2009. 344p.

GIOVANNINI, E.; MIELE, A.; FRÁGUAS, J.C.; CARLOS I. N. BARRADAS, C.I.N. Extração de nutrientes pela videira Cv. Cabernet Sauvignon na Serra Gaúcha. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, 7, 27-40, 2001

GOMEZ-MIGUEZ, M. J.; CACHO, J. F.; FERREIRA, V.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Volatile components of Zalema white wines. **J. Food Chem.**, 100, 1464–1473, 2007.

GONZÁLEZ-CENTENO, M. R.; SIMAL, S.; FEMENIA, A.; FRAU, M.; ROSSELLÓ, C. Identification of behavior patterns of viticultural regions according to their agroclimatic fingerprint and grape characteristics. **Aust. J. Grape Wine R.**, 19, 1, 53-61, 2013.

GOUTOULY, J.-P. L'azote chez la vigne: dynamique des besoins, de l'assimilation, du stockage et de la redistribution vers les fruits. **Colloq. IFV Sud-Ouest**, 4–8, 2011.

GREEN, J.A.; PARR, W.V.; BREITMEYER, J.; VALENTIN, D.; SHERLOCK, R. Sensory and chemical characterisation of Sauvignon blanc wine: Influence of source of origin, **Food Res. Int.**, 44 (9), 2788-2797, 2011.

GUTH, H. Quantitation and Sensory Studies of Character Impact Odorants of Different White Wine Varieties. **J. Agric. Food Chem.**, 45: 3027-3032. 1997.

GUTIÉRREZ-GAMBOA, G.; GARDE-CERDÁN, T.; CARRASCO-QUIROZ, M.; MARTINEZ-GIL, A.M.; MORENO-SIMUNOVIC, Y. Improvement of wine volatile composition through foliar nitrogen applications to 'Cabernet Sauvignon' grapevines in a warm climate. **Chil. J. Agric. Res.**, 78, 2, 2018.

GUTIÉRREZ-GAMBOA, G.; GARDE-CERDAN, T.; PORTU, J.; MORENO-SIMONOVIC, Y.; MARTÍNEZ-GIL, A.M. Foliar nitrogen application in Cabernet Sauvignon vines: Effects on wine flavonoid and amino acid content. **Elsevier**. 96, 46–53, 2017.

HALL, A.; JONES, G.V. Spatial analysis of climate in winegrapegrowing regions in Australia. **Aust. J. Grape Wine R.**, 16, 389-404, 2010.

HANNAM, K. D.; NEILSEN, G. H.; NEILSEN, D.; RABIE, W. S.; MIDWOOD, A. J.; MILLARD, P. Late-season foliar urea applications can increase berry yeast assimilable nitrogen in Winegrapes (*Vitis vinifera* L.). **Am. J. Enol. Vit.**, 65, 89-95, 2014.

HELWI, P.; HABRAN, A.; GUILLAUMIE, S.; THIBON, C.; HILBERT, G.; GOMES, E.; DELROT, S.; DARRIET, P.; VAN LEEUWEN, C. Vine nitrogen Status does not have a direct impact on 2-Methoxy-3-isobutylpyrazine in grape berries and wines. **J. Agric. Food Chem.**, 63, 9789–9802, 2015.

HERNANDEZ-ORTE, P.; IBARZ, M.J.; CACHO, J.; FERREIRA, V. Effect of the addition of ammonium and amino acids to musts of Airen variety on aromatic composition and sensory properties of the obtained wine. **J. Food Chem.**, 89, 163-174, 2005.

HILBERT, G.; SOYER, J. P.; MOLOT, C.; GIRAUDON, J.; MILIN, S.; GAUDILLÈRE, J. P. Effects of nitrogen supply on must quality and anthocyanin accumulation in berries of cv. Merlot. **Vitis**, 42, 69–76, 2003.

HILL, G. N.; BERESFORD, R. M.; EVANS, K. J. Tools for accurate assessment of botrytis bunch rot (*Botrytis cinerea*) on wine grapes. **N. Z. Plant Prot.**, 63, 174-181, 2010.

HIRSCHFELT, D. J. Soil fertility and vine nutrition. In: **Cropping in Vineyards. A Grower's Handbook. UCANR Publications**, 61–68, 1998.

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho – **Indicações Geográficas**. Disponível em: <<https://www.ibravin.org.br/Indicacoes-Geograficas>>. Acesso em: 22. maio. 2020.

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho - **Visão 2025**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br>>. Acesso em: 22 maio. 2020.

IDEAL CONSULTING. **Consumo per capita de vinhos no Brasil rompe a barreira de dois litros**. Disponível em:<<https://idealbi.com.br/webinar-revela-os-numeros-do-vinho-em-2020-e-premia-os-destaques/>>. Acesso em 05 de maio 2021.

JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – a review. **Am. J. Enol. Vitic.**, 44, 4, 409-430, 1993

JACKSON, D. I.; SCHUSTER, D. F. The Production of grapes in cool climates. Wellington: **Butterworths of New Zealand**, 1987.

JACKSON, R. S. **Wine science: principles and applications**. 3. ed. São Diego: Elsevier, 2008. 789p.

JONES, G.; DUFF, A.; HALL, A. A.; MYERS, J. W. Spatial analysis of climate in winegrape growing regions in the Western United States. **Am. J. Enol. Vitic.**, 61, 313-326, 2010.

JONES, G.V.; DAVIS, R.E. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and winw production and quality for Bordeaux, France. **Am. J. Enol. Vitic.**, 51, 3, 249-261, 2000.

KELLER, M. **The science of grapevines: anatomy and physiology**. Academic Press/Elsevier, 1-491, 2010.

KELLER, M.; HRAZDINA, G. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. **Am. J. Enol. Vitic.**, 49, 341-349, 1998.

KELLER, M.; KUMMER, M.; VASCONCELOS, M. C. Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. **Aust. J. Grape Wine Res.**, 7, 12-18, 2001.

KISHINO, A. Y.; CARAMORI, P. H. Fatores Climáticos e o Desenvolvimento da Videira. In: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C.; ROBERTO, S. R. (Ed.). *Viticultura Tropical: o sistema de produção no Paraná*. Londrina: IAPAR, 59-86, 2007.

KLIEWER, W. M.; COOK, J. A. Arginine and total free amino acids as indicators of the nitrogen status of grapevines. **J. Am. Soc. Hort. Sci.**, 96, 581-587, 1971.

KLIEWER, W. M.; COOK, J. A. Arginine levels in grape canes and fruits as indicators of nitrogen status of vineyards. **Am. J. Enol. Vit.**, 25, 111-118, 1974.

KODUR, S. Effects of juice pH and potassium on juice and wine quality, and regulation of potassium in grapevines through rootstocks (*Vitis*): a short review. **Vitis**, 50 1, 1-6, 2011.

LACROUX, F.; TREGOAT, O.; VAN LEEUWEN, C.; PONS, A.; TOMINAGA, T.; LAVIGNE-CRUÈGE, V.; DUBOURDIEU, D. Effect of foliar nitrogen and sulphur application on aromatic expression. of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. **J. Int. Sci. Vigne Vin**, 42, 125-132, 2008.

LALLEMAND. As diversas funções do azoto na fermentação alcoólica. **The Wine Expert**. 6p. 2018. <https://www.lallemmandwine.com/pt-pt/brazil/expertise-document>; acessado em 05 de maio de 2021.

LAMBRECHTS M. G.; PRETORIUS I. S. Yeast and its Importance to Wine Aroma – A Review. Institute for Wine Biotechnology and Department of Viticulture & Oenology, University of Stellenbosch - South Africa. **S. Afr. J. Enol. Vitic.**, 21, 2000.

LASA, B.; MENENDEZ, S.; SAGASTIZABAL, K.; CERVANTES, M. E. C.; IRIGOYEN, I.; MURO, J.; APARICIO-TEJO, P. M.; ARIZ, I. Foliar application of urea to “Sauvignon blanc” and “Merlot” vines: doses and time of application. **Plant Growth Regul.**, 67, 73–81, 2012.

LEA, P.; IRELAND, R. Nitrogen metabolism in higher plants. In: **Plant Amino Acids: Biochemistry and Biotechnology**. B. Singh, 1–47, 1999.

LI, S. X.; WANG, Z. H.; STEWART, B. A. Responses of crop plants to ammonium and nitrate. **N. Adv. Agron.**, 118, 205-397, 2013.

LORENSINI, F.; CERETTA, C. A.; LOURENZI, C. R.; DE CONTI, L.; TIECHER, T. L.; TRENTIN, G.; BRUNETTO, G. Nitrogen fertilization of Cabernet Sauvignon grapevines: yield, total nitrogen content in the leaves and must composition. **Acta Sci. Agron.**, 37, 321, 2015.

LORENZ, D. H.; EICHHORN, K. W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – codes and descriptions according to the extended BBHC scale. **Aust. J. Grape Wine R.**, 1, 2, 100-103, 1995.

LOSADA, M. M.; ANDRÉS, J.; CACHO, J.; REVILLA, E.; LÓPEZ, J. F. Influence of some prefermentative treatments on aroma composition and sensory evaluation of white Godello wines. **Food Chemistry**, 125, 884-891, 2011

LOSSO, F. B. **A Vitivinicultura de altitude em Santa Catarina: desafios para o desenvolvimento do enoturismo**. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. 307p.

LOULAKAKIS, K. A.; MOROT-GAUDRY, J. F.; VELANIS, C. N.; SKOPELITIS, D. S.; MOSCHOU, P. N.; HIREL, B.; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K. A. Advancements in nitrogen metabolism in grapevine. In: **Grapevine Molecular Physiology & Biotechnology**. Springer, 161–205, 2009.

MAFRA, M.S.; CASSOL, P.C.; MIQUELLUTI, D.J.; ERNANI, P.R.; GATIBONI, L.C.; FERREIRA, E.Z.; BARROS, M.; ZALAMENA, J.; GROHSKOPF, M.A. Atributos químicos do solo e estado nutricional de videira Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) na Serra Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**.10, 1, 44-53, 2011.

MALINOVSKI, L. I; WELTER, L. J.; BRIGHENTI, A. F.; VIEIRA, H. J; GUERRA, M. P.; SILVA, A. L. Highlands of Santa Catarina/Brazil: A region with high potential for wine production. **Acta Hort.**, 931, 433-440, 2012.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na “Serra Gaúcha”**. 2002. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MANDELLI, F.; BERLATO, M. A.; TONIETTO, J.; BERGAMASCHI, H. Fenologia da videira na Serra Gaúcha. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, 9, 1-2, 129-144, 2003.

MARCON FILHO, J. L. **Sistemas de condução na produção de uvas viníferas e composição química e aromática de vinhos da região de altitude de Santa Catarina**. Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016, 201p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: Editora UFV, 2009. 486 p.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. New York: Academic Press, 2012. 651 p.

MARTÍNEZ-GIL, A.M.; GARDE-CERDÁN, T.; LORENZO, C.; LARA, J.F.; PARDO, F.; SALINAS, M.R. Volatile compounds formation in alcoholic fermentation from grapes collected at 2 maturation stages: Influence of nitrogen compounds and grape variety. **J. Food Sci.**, 77:71-79, 2012.

MARTÍNEZ-LUSCHER, J.; SANCHEZ-DIAZ, M.; DELROT, R.; AGUIRREOLEA, J.; PASCUAL, I.; GOMES, E. Ultraviolet-B radiation and water deficit interact to alter flavonol and anthocyanin profiles in grapevine berries through transcriptomic regulation. **Plant Cell Physiol.**, 55, 1925-36, 2014.

MASCLAUX-DAUBRESSE, C.; DANIEL-VEDELE, F.; DECHORGNAT, J.; CHARDON, F.; GAUFICHON, L.; SUZUKI, A. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. **Ann. Bot.**, 105, 1141–1157, 2010.

MASCLAUX-DAUBRESSE, C.; VALADIER, M. H.; CARRAYOL, E.; REISDORF-CREN, M.; HIREL, B. Diurnal changes in the expression of glutamate dehydrogenase and nitrate reductase are involved in the C/N balance of tobacco source leaves. **Plant, Cell Environ.**, 25, 1451–1462, 2002.

MASNEUF I.; DUBOURDIEU D., L'azote assimilable: intérêt de son dosage par formoltitration; étude de quelques paramètres à l'origine des variations de sa teneur dans les moûts. **Rev. Œnol.**, 93, 31-32, 1999.

MEIRELES, A. K. **Perfil de componentes voláteis e atividade antioxidante in vitro de vinhos elaborados com a variedade Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) cultivada em diferentes locais da Região Serrana Catarinense.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Curitibanos, 88p., 2020.

MELLO, L. M. R. **Viticultura Brasileira: Panorama 2014.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2014. Versão eletrônica. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2014.pdf>>. Acesso em: 20. maio. 2020.

MELLO, L. M. R. **Viticultura brasileira: panorama 2018.** Bento Gonçalves- RS: Embrapa Uva e Vinho, 2019. 12p. (Comunicado Técnico, 210, outubro).

MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E.; FIALHO, F. B.; GUZZO, L. C.; HOFF, R.; ZANESCO, R.; SILVA, S. M. R. **Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul - 2013 a 2015.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2017. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/cadastro-viticola/rs-2013-2015/dados_cadastrais_descricao.html>. Acesso em: 22. junho. 2020.

MILLARD, P.; GRELET, G. A. Nitrogen storage and remobilization by trees: ecophysiological relevance in a changing world. **Tree Physiol.**, 30, 1083-1095, 2010.

NODARI, E. S.; FRANK, Z. Vinhos de Altitude no Estado de Santa Catarina: a afirmação de uma identidade. **Tempo e Argumento**, 11 (26): 183-200, 2019.

OIV – Organização Internacional da Vinha e do Vinho. **Compendium of international methods of wine and must analysis.** v.1. Paris: OIV, 2012.

OIV. **Bilan de l'OIV 2018 sur la situation vitivinicole mondiale.** Gêneve, Juillet 2019. Disponível em: <<http://www.oiv.int/fr/vie-de-loiv/bilan-de-loiv-2018-sur-la-situation-vitivinicole-mondiale>>. Acesso em: 20. Maio. 2020.

ORTIZ-LOPEZ, A.; CHANG, H. C.; BUSH, D. R. Amino acid transporters in plants. **Biochimica et Biophysica Acta**, 1465, 275-280, 2000.

ORTIZ-RAMIREZ, C.; MORA, S. I.; TREJO, J.; PANTOJA, O. PvAMT1;1, a highly selective ammonium transporter that functions as H⁺/NH₄⁺ symporter. **J. Biol. Chem.**, 286, 31113–31122, 2011.

PAGANI, T. B. **Rendimento e qualidade de uva e teores de nutrientes em solo e tecido vegetal em vinhedo cultivado na Serra Catarinense sob adubação com N, K, cama de suíno e Serragem**. 2008. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias/UEDESC. Lages, 2008. 75 p.

PEACOCK, B.; CHRISTENSEN, P.; HIRSCHFELDT, D. Best management practices for nitrogen fertilization of grapevines. **Tulare County UCCE, Pub NG4-96**, 20, 1-6, 1991.

PESSANHA, P.G.O. Nutrientes minerais em folhas e bagas de genótipos de videira cultivados no Norte Fluminense. 2007. (Tese Doutorado) UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO-UENF CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ, 2007. 77p.

PESSANHA, P.G.O.; VIANA, A.P.; CARVALHO, A.J.C.; OLIVEIRA, J.G.O. Nutrientes minerais no limbo foliar de genótipos de videira cultivados no Norte Fluminense. **Revista Caatinga**, 24, 2, 33-39, 2011.

PIEROZAN, V.L. O território da viticultura orgânica no território da vitivinicultura da “Serra Gaúcha”: o caso dos viticultores de Cotiporã. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências., Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2017, 131p

PINU, F. R.; EDWARDS, P. J. B.; JOUANNEAU, S.; KILMARTIN, P. A.; GARDNER, R. C.; VILLAS-BOAS, S. G. Sauvignon blanc metabolomics: grape juice metabolites affecting the development of varietal thiols and other aroma compounds in wines. **Metabolomics**, 10, 556–573, 2014.

PORRO, D.; STEFANINI, M.; DORIGATTI, C.; ZILLER L.; CAMIN F.; POLICARPO M. Nitrogen Foliar Uptake and Partitioning in “Cabernet Sauvignon” Grapevines. **PESTANA M.; CORREIA P. J. (eds.). Proceedings VIth International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops**, juin 2010, Faro, Portugal (ISHS Acta Horticulturae), 185–190, 2010.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A. **Viticultura Brasileira: panorama setorial de 2010**. Brasília, DF, SEBRAE, Bento Gonçalves, RS, IBRAVIN, Embrapa Uva e Vinho, 2011, 110 p.

RADÜNZ A.L.; SCHÖFFEL, E.R.; BORGES, C.T.; MALGARIM, M.B.; PÖTTER, G.H. Necessidades térmicas de videiras na região da Campanha do Rio Grande do Sul – Brasil. **Cienc. Rural**, 45, 4, 626-632, 2015.

REISCH, B. I.; PRATT, C. Grapes. In: **Janick, J. & Moore, J.N. (Ed.). Fruit breeding: vine and small fruits**. New York. John Wiley. 1996. v.2. p 297–370.

REYNARD, J. S.; ZUFFEREY, V.; NICOL, G. C.; MURISIER, F. Soil parameters impact the vinefruit-wine continuum by altering vine nitrogen status. **J. Int. Sci. Vigne Vin**, 45, 211–221, 2012.

REYNIER, A. Manual de viticultura. Ed. Mundi prensa. 5ª ed. Madrid. 1995. 407p.

RIAZ, S.; DANGL, G. S.; EDWARDS, K. J.; MEREDITH, C.P. A microsatellite marker based framework linkage map of *Vitis vinifera* L. **Theor. Appl. Genet.**, 108, 864–872, 2004.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Hanbook of enology**. Vol. 1. The microbiology of wine and vinification, 2nd Edition, John Wiley and Sons, Ltda, Chichester, UK, 2006a.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology 2**. The Chemistry of wines, stabilization and treatments. 2nd Edition, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England. 2006b.

RIOU, C.; BECKER, N.; RUIZ, V. S.; GOMEZMIGUEL, V.; CARBONNEAU, A.; PANAGIOTOU, M.; CALO, A.; COSTACURTA, Â.; CASTRO, R. de; PINTO, A.; LOPES, C.; CARNEIRO, L.; CLIMACO, P. **Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: application au zonage de la teneur en sucre dans la communauté européenne**. Luxembourg: Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, 1994. 322p.

RIVES, M. Vigour, pruning, cropping in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). I. A literature review. **Agron.**, 20, 79-91, 2000.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da Cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinhos tintos. **Ciênc. Technol. Aliment.**, 22, 192-198, 2002.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Food. Sci. Technol.**, 23, 156-161, 2003.

RODRIGUES, D. **influência de diferentes práticas vitícolas sobre a fermentação alcoólica e formação de compostos de aroma em cultivares de *Vitis vinifera***. (Tese Doutorado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. 2013

RODRIGUEZ-LOVELLE, B. G.; GAUDILLERE, J. P. Carbon and nitrogen partitioning in either fruiting or non fruiting grapevines: effects of nitrogen limitation before and after veraison. **Aust. J. Grape Wine Res.**, 8, 86–94, 2002.

ROSA, D.J.; AMBROSINI, V.G.; BRUNETTO, G.; SOARES, C.F.S.; BORGHEZAN, M. PESCADOR, R. Parâmetros fisiológicos em videiras _Paulsen 1103' (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solo contaminado com cobre. **Cienc. Tec. Vitivinic.**, 31, 1, 14–23, 2016.

ROSA, S. E. S.; SIMÕES, P. M. S. Desafios da vitivinicultura brasileira. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, 19, 67-90, 2004.

RUBIO-BRETÓN, P.; GUTIÉRREZ-GAMBOA, G.; PÉREZ-ÁLVAREZ, E.P.; SANTAMÁRIA, P.; GARDE-CERDÁN, T. Foliar Application of Several Nitrogen Sources as Fertilisers to Tempranillo Grapevines: Effect on Wine Volatile Composition. **S. Afr. J. Enol. Vitic.**, 39, 2, 2018.

SAMPAIO, G. C.; MARINI, M. J.; SANTOS, G. D. Capital Social e Ações Conjuntas: um estudo de caso no Arranjo Produtivo de vinhos de altitude catarinense. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, 56 (04), 605-622, 2018.

SANTANA, J. C.; HEUERTZ, M.; ARRANZ, C.; RUBIO, J. A.; MARTÍNEZ-ZAPATER, J. M.; HIDALGO, E. Genetic structure, origins, and relationships of grapevine cultivars from Castilian plateau of Spain. **Am. J. Enol. Vitic.** 61, 2, 214-224, 2010.

SBCS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DE SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBCS, 2016, 376p. :il.,

SCHREINER, R. P. Spatial and temporal variation of roots, arbuscular mycorrhizal fungi, and plant and soil nutrients in a mature Pinot noir (*Vitis vinifera* L.) vineyard in Oregon, USA. **Plant Soil**, 276, 219–234, 2005.

SCHREINER, R. P.; SCAGEL, C.F.; BAHAM, J. Nutrient uptake and distribution in a mature “Pinot noir” vineyard. **HortSci.**, 41, 336–345, 2006.

SCHREINER, R.P.; LEE, J.; SKINKIS, P. A. N, P, and K supply to Pinot noir grapevines: impact on vine nutrient status, growth, physiology, and yield. **Am. J. Enol. Vitic.**, 64, 26–38, 2012.

SERRATOSA, M.P.; MARQUEZ, A.; MOYANO, L.; ZEA, L.; MERIDA, J. Chemical and Morphological Characterization of Chardonnay and Gewürztraminer Grapes and Changes during Chamber-Drying under Controlled Conditions. **J. Food Chem.**, 159, 128–36, 2014

SILVA, T. C.; VILLAR, L.; CANTON, M.; SILVA, A. L.; BORGHEZAN, M. Monitoramento dos teores de clorofila e carotenóides em folhas de videira (*Vitis vinifera* L.) durante o ciclo vegetativo. **In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura 2012.** 373-377, 2012.

SIMON, S. **Comportamento viti-enológico das variedades merlot e cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) em diferentes altitudes no sul do Brasil.** 2014. Tese (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry.** 3rd edn. W. H. Freeman, New York, 1995.

SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.R.; JÚNIOR, A.G. Principais doenças fúngicas da videira no sul do Brasil. **Circular Técnica 56**, Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves. Dezembro 2005. 35p.

SOUZA, J. S. I. **Uvas para o Brasil.** 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

SOUZA, J. S. I.; MARTINS, F. P. **Viticultura brasileira.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 368p.

SPAYD, S. E.; TARARA, J. M.; MEE, D. L.; FERGUSON, J. C. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **Am. J. Enol. Vitic.**, 53, 171–182, 2002.

SPRING, J.;L. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lemanique. 1. Résultats agronomiques. **Rev. suisse Vitic. Arboric. Hortic.**, 33, 253–262, 2001.

SPRING, J.-L.; LORENZINI, F. Effet de la pulvérisation foliaire d'urée sur l'alimentation azotée et la qualité du Chasselas en vigne enherbée. **Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.**, 38, 105-113, 2006.

STEVENSON, F. J.; COLE, M.A. **Cycles of soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrients**. Wiley, 448p., 1999.

STINES, P.; GRUBB, J.; GOCKWIAK, H.; HENSCHKE, P. A.; HOJ, P. B.; HEESWIJCK, R. Proline and arginine accumulation in developing berries of *Vitis vinifera* L. in Australian vineyards: Influence of vine cultivar, berry maturity and tissue type. **Aust. J. Grape Wine Res.**, 6, 150–158, 2000.

STREIT, N.M.; CANTERLE, L.P.; CANTO, M.W.; HECKTHEUER, L.H.H. As clorofilas. **Cienc. Rural**, 35, 3, 748-755, 2005.

ŠUKLJE, K.; ANTALICK, G.; COETZEE, Z.; SCHMIDTKE, L.M.; BAŠA ČESNIK, H.; BRANDT, J.; DU TOIT, W.J.; LISJAK, K.; DELOIRE, A. Effect of Leaf Removal and Ultraviolet Radiation on the Composition and Sensory Perception of *Vitis vinifera* L. Cv. Sauvignon Blanc Wine. **Aust. J. Grape Wine Res.**, 20, 223–33, 2014.

SWIEGERS, J. H.; PRETORIUS, I. S. Yeast modulation of wine flavor. **Adv. Appl. Microbiol.**, 57, 131–175, 2005.

SWIEGERS, J. H.; BARTOWSKY, E. J.; HENSCHKE, P. A.; PRETORIUS, I.S. Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. **Aust. J. Grape Wine R.**, 11, 139- 173, 2005.

SWIEGERS, J.H., FRANCIS, I.L., HERDERICH, M.J.; PRETORIUS, I.S., Meeting the consumer expectations through management in vineyard and winery the choice of yeast for fermentation offers great potential to adjust the aroma of Sauvignon blanc wine. **Wine Ind. J.**, 21, 34-42. 2006.

TAGLIAVINI, M.; STEFFENS, D.; PELLICONI, F. La carenza di potássio nei vigneti della Romagna. **VigneVini**, Bologna, 23:41-46, 1996.

TARARA, J. M.; LEE, J.; SPAYD, S. E.; SCAGEL, C. F. Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportion, and concentration of anthocyanin in Merlot grapes. **Am. J. Enol. Vitic.**, 59, 235–247, 2008.

TECCHIO, M.A.; MOURA, M.F.; ERASMO JOSÉ PAIOLI PIRES; E.J.P.; TERRA, M.M.; TEIXEIRA, L.A.J.; SMARSI, R.C. Teores foliares de nutrientes, índice relativo de clorofila e

teores de nitrato e de potássio na seiva do pecíolo na videira 'Niagara Rosada'. **Rev. Bras. Frutic.**, 33, 2, 649-659, 2011.

TERRA, M. M.; GERGOLETTI, I. F.; PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R. V.; SANTOS, W. R.; TECCHIO, M. A. Avaliação do estado nutricional da videira 'Itália' na região de São Miguel Arcanjo-SP, utilizando o sistema integrado de diagnose e recomendação. **Rev. Bras. Frutic.**, 29, 3, 710-716, 2007.

THIS, P.; LACOMBE, T.; THOMAS, M. R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. **Trends Genet.**, 22, 9, 511-519. 2006.

TOMASI, N.; MONTE, R.; VARANINI, Z.; CESCO, S.; PINTON, R. Induction of nitrate uptake in Sauvignon blanc and Chardonnay grapevines depends on the scion and is affected by the rootstock. **Aust. J. Grape Wine Res.**, 21, 331-338, 2015.

TONIETTO, J. **Vinhos brasileiros de 4ª geração: o Brasil na era das indicações geográficas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho (Comunicado técnico, 45). 8 p., 2003.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU A. Régime thermique en période de maturation du raisin dans le géoclimat viticole indice de fraîcheur des nuits (IF) et amplitude thermique. **In: Proceedings 4th Symp. Int. sur le zonage vitivinicole, Inter Rhône and O.I.V.**: Avignon, 279-289, 2002.

TONIETTO, J.; FALCADE, I. "Indicações Geográficas de Vinhos do Brasil", **Territoires du Vin (Online)**, 2018. Disponível em: <<https://preo.u-bourgogne.fr/territoiresduvin/index.php?id=1570&lang=fr>>. Acesso em: 22. maio. 2020.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Clima. Regiões vitivinícolas Brasileiras. **In: Uvas para processamento**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 134p.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA, 2003.

TORREA, D.; SIEBERT, T.; LIEBICH, B.; FRANCIS, L.; HENSCHKE, P., Ammonium supplementation of grape juice—effect on aroma of a chardonnay wine. **Annual Report Aust. Wine Res. Inst.**, 26-27, 2004.

TREGOAT, O.; VAN LEEUWEN, C.; CHONÉ, X.; GAUDILLÈRE, J.-P. The assessment of vine water and nitrogen uptake by means of physiological indicators influence on vine

development and berry potential (*Vitis vinifera* L. cv Merlot, 2000, Bordeaux). **J. Int. Sci. Vigne Vin**, 36, 133–142, 2002.

TRINDADE, A. M. G. **Caracterização de vinhos orgânicos Sauvignon Blanc elaborados a partir de diferentes fases de maturação das uvas no Vale do São Francisco**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Florianópolis, SC, 2013. 104p.

UENOJO, M.; MAROSTICA-JUNIOR, M.R.; PASTORE, G.M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Quim. Nova**, 30, 3, 616-622, 2007.

UVIBRA – União Brasileira de Viticultura. Disponível em:
<http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos>. Acesso em: 20. maio. 2020.

VAN LEEUWEN, C.; FRIANT, P. Les méthodes d'estimation de l'alimentation azotée de la vigne et des raisins au vignoble : État de l'art. Colloq. **IFV Sud-Ouest**, 18–23, 2011.

VAN LEEUWEN, C.; FRIANT, P.; SOYER, J. P.; MOLOT, C.; CHONÉ, X.; DUBOURDIEU, D. L'intérêt du dosage de l'azote total et de l'azote assimilable dans le mût comme indicateur de la nutrition azotée de la vigne. **J. Int. Sci. Vigne Vin**, 34, 75–82, 2000.

VERDENAL, T.; SPANGENBERG, J. E.; ZUFFEREY, V.; LORENZINI, F.; DIENES-NAGY, A.; GINDRO, K.; SPRING, J.-L.; VIRET, O. Leaf-to-fruit ratio affects the impact of foliar-applied nitrogen on n accumulation in the grape must. **J. Int. Sci. Vigne Vin**, 50, 1, 23–33, 2016.

VERDENAL, T.; ZUFFEREY, V.; LORENZINI, F.; DIENES-NAGY, A.; SPANGENBERG, J. E.; SPRING J.-L.; VIRET, O. Distribution de l'azote dans la vigne: impact de la période d'application de l'urée foliaire. **Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.**, 47, 96–101, 2015.

VERDENAL, T.; ZUFFEREY, V.; SPRING, J.-L.; BELCHER, S.; DIENES-NAGY, A.; LORENZINI, F. O. Impact de la zone d'application de l'urée foliaire sur la teneur en azote des raisins. **Rev. suisse Vitic. Arboric. Hortic.**, 49, 6, 354–359, 2017.

VIANNA, L.F.N.; PANDOLFO, C.; MASSIGNAM, A.M.; DORTZBACH, D.; VIEIRA, V.F. Panorama da vitivinicultura em Santa Catarina de 2009 a 2019. *In*: PANDOLFO, C.; VIANNA, L.F.N. **Caracterização da região produtora, indicadores e instrumentos para proposição de uma indicação geográfica**. Florianópolis: Epagri, 2020. 200p.

VIGARA, J. J. M.; AMORES, R. A. P.; **Química Enológica**. Mundi-Prensa: Madrid (Espanha), 2010.

VILANOVA, M.; UGLIANO, M.; VARELA, C.; SIEBERT, T.; PRETORIUS, I.S.; HENSCHKE, P.A. Assimilable nitrogen utilisation and production of volatile and non-volatile compounds in chemically defined medium by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. **Appl. Microbiol. Biotechnol.**, 77, 145-57. 2007.

WELKE, J.E. **Uso da microextração em fase sólida e da cromatografia gasosa monodimensional e bidimensional abrangente na caracterização de voláteis de vinhos gaúchos**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2012. 167p.

WELLBURN A.; R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, 144, 307-313, 1994.

WERMELINGER, B. Nitrogen dynamics in grapevine: physiology and modeling. **Proceeding International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine**, 23–31, 1991.

WHEELER, S.J.; BLACK, A.S.; PICKERING, G. J. Vineyard floor management improves wine quality in highly vigorous *Vitis vinifera* “Cabernet Sauvignon” in NewZealand. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, 33, 317-328, 2005.

WÜRZ, D. A. **Desempenho viti-enológico das variedades Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc em regiões de altitude em função da época de desfolha**. (Dissertação Mestrado). Centro de Ciências Agroveterinárias/UDESC. Lages, 2016, 146p.

ZAPATAA, C.; DELÉENSB, E.; CHAILLOUC, S.; MAGNÉD, C. Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.). **J. Plant Physiol.**, 161, 1031–1040, 2004.

ZERIHUN, A.; TREEBY, M. T. Biomass distribution and nitrate assimilation in response to N supply for *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet-Sauvignon on five *Vitis* rootstock genotypes. **Aust. J. Grape Wine Res.**, 8, 157–162, 2002.