

MARIA TEREZA WARMLING

**CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS, CLASSE DE SOLO E PLANTAS
DE COBERTURA NA PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO DA UVA
CABERNET SAUVIGNON**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Jackson Adriano Albuquerque
Coorientador: Prof. Dr. Leo Rufato

LAGES, SC

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

Warmling, Maria Tereza
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS, CLASSE DE SOLO E PLANTAS
DE COBERTURA NA PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO DA UVA
CABERNET SAUVIGNON / Maria Tereza Warmling. - Lages
, 2017.
126 p.

Orientador: Jackson Adriano Albuquerque
Co-orientador: Leo Rufato
Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Ciência do Solo, Lages, 2017.

1. Composição fenólica. 2. Vitis Vinifera. 3.
Precipitação. I. Albuquerque, Jackson Adriano . II.
Rufato, Leo. , .III. Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Ciência do Solo. IV. Título.

MARIA TEREZA WARMLING

**CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS, CLASSE DE SOLO E PLANTAS
DE COBERTURA NA PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO DA UVA
CABERNET SAUVIGNON**

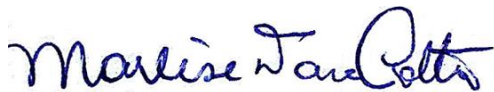
Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Ciência do Solo.

Banca Examinadora:

Orientador: _____

Prof. Dr. Jackson Adriano Albuquerque
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:



Dra. Marlise Nara Ciotta
EPAGRI – São Joaquim/SC



Prof. Dr. Rodrigo Vieira Luciano
IFRS – Bento Gonçalves/RS

Prof. Dra. Letícia Sequinatto
UDESC – Lages/SC

Prof. Dr. Álvaro Luiz Mafra
UDESC – Lages/SC

Lages, 04 de outubro de 2017

A minha família: meus pais, irmãos, filho e marido

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela saúde e por sempre guiar meus passos.

Aos meus pais, pelo suporte e incentivo sempre. Agradeço por estarem sempre comigo, pelo exemplo e esforço para educar os filhos.

Aos meus irmãos, que mesmo longe permanecemos unidos nessa caminhada, nossa união, mesmo diante a tantas dificuldades e opiniões distintas, faz a vida ter um sentido diferente.

À Bel, minha querida irmã, amiga, confidente. Obrigada por estar sempre presente, por ter me ajudado com o nosso pequeno. Como foi bom conviver com você todos esses anos. Espero não precisar morar longe de você por muito tempo....

Ao meu companheiro e amigo Robson, que me ajudou a manter nossa união por todos esses anos, e apesar da distância, o respeito e amor permanecem. Obrigada por ser um bom pai, um bom marido, por ser como você é. Preciso de você comigo sempre.

Ao meu filho José Henrique, meu amor maior, minha inspiração!

Ao meu orientador Jackson, pela amizade, orientação e paciência. Obrigada pelos ensinamentos. Gratidão sempre.

Aos colegas André, Fran, Pati e Rodrigo, que me incentivaram a seguir na pesquisa.

Aos companheiros da sala de estudos e laboratório, pelos bons momentos que passamos durante o curso, pela amizade e companheirismo.

À UDESC, especialmente ao CAV pela formação profissional.

A todos os professores, funcionários e colegas do programa de Pós Graduação em Ciência do Solo.

À Capes, pela concessão da bolsa e a FAPESC e CNPq pelo apoio financeiro.

À toda a comunidade UNISUL, professores, alunos e funcionários, pelo acolhimento e oportunidade.

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram: Avaliar as diferentes condições meteorológicas que ocorrem a cada safra e as classes de solos utilizadas para o cultivo da videira e relacionar com as características físico-químicas e com os compostos fenólicos da uva Cabernet Sauvignon cultivada em São Joaquim (SC) e avaliar o efeito de diferentes plantas de cobertura nos atributos do solo e na composição da uva Cabernet Sauvignon. Os experimentos estão localizados em dois vinhedos comerciais, nos quais a variedade Cabernet Sauvignon foi enxertada sobre Paulsen 1103 e a videira conduzida no sistema espaldeira. Foi selecionado um vinhedo implantado num Nitossolo Bruno, num Cambissolo Húmico e num Cambissolo Háplico. Neste, foi avaliado o efeito das condições meteorológicas nas safras de 2015 e 2016. As variáveis climáticas avaliadas foram: precipitação pluviométrica, insolação, temperaturas média, máximas e mínimas. Foram avaliados 20 pontos de coletas em cada área. Em cada ponto foi realizada a coleta de solo na camada de 0 a 20 cm para determinar os atributos químicos e físicos do solo. A umidade do solo foi determinada periodicamente na fase de maturação da uva, nas duas safras. Em cada ponto foram avaliadas duas plantas e quantificado o número de cachos por planta. Foram avaliadas as características produtivas, físico-químicas e compostos fenólicos. Foi realizada a análise de variância (ANOVA), sendo a composição da uva as variáveis dependentes e as condições meteorológicas e o solo variáveis independentes. As médias comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância. Para o estudo da influência das plantas de cobertura nos atributos do solo e qualidade da uva, foi selecionado um vinhedo implantado num Cambissolo Húmico Distrófico onde foi conduzido um experimento com os tratamentos: 1- testemunha caracterizado por plantas espontâneas controladas por dessecação na linha e por roçadas nas entre linhas; 2- espécie perene (*Festuca arundinacea*); 3- azevém (*Lolium multiflorum*); 4- moha (*Setaria italica*). Para as plantas de cobertura foram realizados dois tipos de manejos das plantas (com e sem transferência do resíduo cultural produzido na linha para a entre linha da videira). O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. A análise estatística dos dados foi efetuada através da análise da variância e os tratamentos comparados por contrastes ortogonais. A composição das uvas é influenciada pelo tipo de clima da região, pela classe de solo onde está implantado o vinhedo e pela utilização de plantas de cobertura. As classes Cambissolo Háplico e Nitossolo Bruno, o consórcio de plantas de cobertura anuais e/ou perenes e a safra de 2016 refletiram nas melhores características produtivas e compostos fenólicos na uva.

Palavras-chave: Composição fenólica. *Vitis Vinífera*. Precipitação.

ABSTRACT

The objectives of this study are: To evaluate how different meteorological conditions that occur in each harvest and how soil classes for grapevine cultivation and to relate to the physico-chemical characteristics and phenolic compounds of Cabernet Sauvignon grape cultivated in São Joaquim (SC) and to evaluate the effect of different cover crops on soil attributes and Cabernet Sauvignon grape composition. The experiments are located in two commercial vineyards, in which the variety Cabernet Sauvignon was grafted on Paulsen 1103 and the vine system of transmission without vertical upright trellis system. It was selected a vineyard implanted in a Nitossolo Bruno, a Cambissolo Húmico and a Cambissolo Háplico. In this study, the climatic variables evaluated were: rainfall, insolation, average, maximum and minimum temperatures. Twenty collection points were evaluated in each area. At each point a soil sample was collected in the 0 to 20 cm layer to determine the chemical and physical attributes of the soil. Soil moisture was determined periodically in the maturation stage of the grape, in the two harvests. At each point evaluated two plants and quantified the number of bunches per plant. They were evaluated as productive, physico-chemical and phenolic compounds. Analysis of variance (ANOVA) was performed, being a composition of the grape as dependent variables and meteorological conditions and soil as independent variables. As the mean compared by the Duncan test, it stands at 5% significance. To study the influence of cover crops on soil attributes and grape quality, a means of developing the market for exchangeable products was selected. Distrófico where an experiment was conducted with the treatments: 1 - control characterized by spontaneous plants controlled by desiccation in the line and by strokes in between lines; 2- perennial species (*Festuca arundinacea*); 3- ryegrass (*Lolium multiflorum*); 4- moha (*Setaria italica*). For the cover plants, two types of plant management were carried out (with and without transfer of the cultural residue produced in the line to the vine line). The experimental design was used in randomized blocks with four replicates. The statistical analysis of the data was performed through analysis of variance and treatments compared by orthogonal contrasts. The composition of the grapes is influenced by the type of climate of the region, the soil class where it is implanted or sold and the use of hedge plants. In this study, as soil classes Cambissolo Háplico and Nitossolo Bruno, the consortium of annual and / or perennial cover crops and a crop of 2016 reflected on the best characteristics produced and phenolic compounds in the grape.

Keywords: Phenolic Composition. *Vitis Vinífera*. Precipitação.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Croqui da área exemplificando como foram demarcados os pontos de coleta de solo e uvas nas áreas dos experimentos nos diferentes solos estudados (Cambissolo Húmico, Cambissolo Háplico e Nitossolo Bruno).....42
- Figura 2 - Precipitação pluviométrica (mm) em período de 90 dias (janeiro a março) correspondente a maturação das uvas, e armazenamento de água no solo (mm) médio (20 pontos), na camada de 0-20 cm, nas safras de 2015 e 2016 em três classes de solos avaliadas no Planalto Sul de SC.53
- Figura 3 - Armazenamento de água no solo (mm), média das datas de coleta, na camada de 0-20 cm, nos 20 pontos das áreas de estudo nas safras 2015 e 2016, no Cambissolo Háplico (A), Cambissolo Húmico (B) e Nitossolo Bruno (C).54
- Figura 4 – Efeito do solo e do clima no comprimento do cacho (cm), massa da ráquis (g) e número de bagas de uvas originadas de videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2016.....57
- Figura 5 – Interação entre solo e clima nas variáveis (A) produtividade (ton ha⁻¹); (B) massa do cacho (g); (C) massa de 50 bagas (g); e diâmetro de bagas (mm). Letras maiúsculas comparam as safras e minúscula as classes de solos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.59
- Figura 6 - Efeito do solo e do clima na acidez titulável (meq L⁻¹), antocianinas (mg L⁻¹), polifenóis (mg L⁻¹), intensidade e tonalidade da cor de uvas originadas de videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2016. Letras maiúsculas comparam as safras e minúscula as classes de solos pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.61
- Figura 7 – Interação entre solo e clima nas variáveis (A) pH do mosto; (B) sólidos solúveis. Letras maiúsculas comparam as safras e minúscula as classes de solos. Aplicado o teste Duncan a 5% de probabilidade.62
- Figura 8 - Croqui exemplificando os pontos demarcados na áreas do experimento com plantas de cobertura em Cambissolo Húmico distrófico típico descrito no Capítulo 2.....68
- Figura 9 - Diagrama triangular utilizado para a classificação textural do solo adotado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2004) de um Cambissolo Húmico do Planalto Sul de SC, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm nos 24 pontos amostrados, 2015.72
- Figura 10 – Microporosidade na camada de 0-5 (A) e 0-20 cm (B); Macroporosidade na camada de 10-20 cm (C) e Porosidade Total na camada de 0-20 cm (D) em Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura, no Planalto Sul de SC.75
- Figura 11 - Teores de K na camada de 5-10 cm (A); 10-20 cm (B) e 0-20 cm (C) em Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura, no Planalto Sul de SC.79
- Figura 12 - Massa do cacho (g) na safra de 2015 (A) e 2016 cm (B); Massa da ráquis (g) na safra de 2016 (C) e número de bagas na safra de 2016 (D) em videira cultivada com Cabernet Sauvignon em Cambissolo Húmico consorciada com plantas de cobertura, no Planalto Sul de SC.84

Figura 13 - Antocianinas em videira cultivada com Cabernet Sauvignon em Cambissolo Húmico consorciada com plantas de cobertura, no Planalto Sul de SC.....90

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Atributos físicos de três classes de solo onde estão implantadas as videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2015. Média dos 20 pontos de coleta de cada solo na camada de 0-20 cm.....47
- Tabela 2 - Atributos químicos de três classes de solo onde estão implantadas videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2015. Média dos 20 pontos de coleta de cada solo na camada de 0-20 cm.....49
- Tabela 3 - Insolação, temperaturas média, mínima e máxima, e precipitação nos períodos de brotação a mudança da cor das bagas (Setembro – Janeiro), no período de maturação das uvas (Fevereiro – Março), e anual, no Planalto Sul de SC, 2016..... 50
- Tabela 4 - Percentagem da variância atribuída aos fatores solo, clima e a interação solo x clima para a produtividade, comprimento do cacho, massa do cacho, massa da ráquis, número de bagas, massa de 50 bagas e diâmetro de bagas de uvas originadas de videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2016. 55
- Tabela 5 - Percentagem da variância atribuída aos fatores de solo, clima e a interação solo x clima para acidez, pH do mosto, sólidos solúveis, polifenóis, antocianinas, intensidade e tonalidade de uvas originadas de videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2016. 56
- Tabela 6 – Maiores valores de características produtivas, físicas-químicas e compostos fenólicos da uva Cabernet Sauvignon em diferentes classes de solos avaliadas.....63
- Tabela 7 - Atributos físicos e químicos nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm de um Cambissolo Húmico Distrófico cultivado com a variedade da uva Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, na implantação do experimento.....69
- Tabela 8 - Microporosidade e macroporosidade em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015. 73
- Tabela 9 - Porosidade total e capacidade de campo em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015. 74
- Tabela 10 - Densidade do Solo (DS) e Carbono Orgânico Total (COT) em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015..... 76
- Tabela 11 - pH em H₂O em três camadas de um Cambissolo Húmico Distrófico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015. 77
- Tabela 12 - Teores de P e K em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015. 78

Tabela 13 - Teores de Ca e Mg em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015.	80
Tabela 14 - Médias de Produtividade e Comprimento do cacho das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.	82
Tabela 15 - Média de massa do cacho e massa da ráquis das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.....	83
Tabela 16 - Médias de número de bagas e massa de 50 bagas das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014,2015 e 2016.	85
Tabela 17 - Média de diâmetro das bagas das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.....	86
Tabela 18 - Acidez titulável e pH do mosto das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.....	87
Tabela 19 - Sólidos solúveis das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.	88
Tabela 20 - Teores de polifenóis totais e antocianinas das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.....	90
Tabela 21 - Teores de intensidade e tonalidade das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.....	91
Tabela 22 - Atributos químicos e físicos do solo, características produtivas e compostos fenólicos da uva após a análise de contraste entre as plantas de cobertura.	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 OBJETIVOS.....	20
1.2 HIPÓTESES.....	22
2 REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1 A CULTURA DA VIDEIRA	23
2.1.1 Viticultura de Altitude.....	25
2.1.3 A Variedade da uva Cabernet Sauvignon.....	27
2.1.4 Composição química da uva.....	28
2.2 EFEITO DO SOLO NA COMPOSIÇÃO DA UVA	30
2.3 PLANTAS DE COBERTURA.....	32
2.4 EFEITO DO CLIMA NA COMPOSIÇÃO DA UVA.....	36
CAPÍTULO 1 – EFEITO DA CLASSE DE SOLO E DO CLIMA NA PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO DA UVA CABERNET SAUVIGNON.....	39
1 INTRODUÇÃO.....	40
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
2.1 LOCALIZAÇÃO E TRATAMENTOS.....	41
2.2 COLETA DE SOLO E DETERMINAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS	42
2.3 COLETA E ANÁLISES DA UVA	44
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4 CONCLUSÕES	64
CAPÍTULO 2 – PLANTAS DE COBERTURA AFETAM ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE UM CAMBISSOLO E A COMPOSIÇÃO DO MOSTO DA UVA CABERNET SAUVIGNON	65
1 INTRODUÇÃO.....	66
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	68
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
3.1 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO.....	72
3.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....	77
3.3 ATRIBUTOS FÍSICOS.....	81
3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS E ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA UVA.....	86
4 CONCLUSÕES	94
REFERÊNCIAS	96

1 INTRODUÇÃO

Desde a época da colonização brasileira, a maior parte das variedades de uvas cultivadas no Brasil foram as *Vitis labrusca* L. Somente a partir de 1990, um investimento na pesquisa na produção de uvas e vinhos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), importou para a região do Meio-Oeste Catarinense, uma coleção de *Vitis vinifera* L. (uvas européias). As espécies da coleção, exigentes em frio, foram plantadas em diferentes regiões do Estado. Os pesquisados de EPAGRI observaram maior adaptação das cultivares *Vitis vinifera* L. na região do Planalto com altitude entre 900 a 1.400 m (PANDOLFO et al., 2009). Estes resultados impulsionaram o nível comercial a produção e a elaboração de vinhos finos na região do Planalto Catarinense. Atualmente existem quatro regiões vitivinícolas no Estado: Vale do Rio do Peixe, Planalto Norte, Carbonífera e Planalto Catarinense.

No Planalto Sul de SC, São Joaquim é o município que mais investiu na vitivinicultura de vinhos finos, sendo importante para o desenvolvimento da atividade o conhecimento dos fatores que regem a produção dos vinhedos (BONIN & BRIGHENTI, 2005). O município apresenta temperatura do ar inferior a outras regiões tradicionais brasileiras produtoras de vinhos finos, especialmente no período noturno. Os vinhos caracterizados “finos” recebem essa denominação por serem originados a partir de cultivares *Vitis vinifera* e por serem produzidos em região com altitude mais elevada. A variedade da uva Cabernet Sauvignon é promissora, pois além de produzir vinhos com características valorizadas no mercado, possui brotação tardia, o que lhe confere tolerância às frequentes geadas primaveris que ocorrem na região e faz com que a uva amadureça em época de baixas temperaturas e menor pluviosidade (BRDE, 2005).

Em São Joaquim, em geral, os solos são rasos, com altos teores de matéria orgânica (MO), de acidez potencial e alumínio trocável e são deficientes em fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (MAFRA, 2009). A calagem realizada na implantação das videiras para corrigir a acidez do solo, adiciona Ca e Mg, estimula a atividade microbiana e, com isso, aumenta a mineralização da MO e, por consequência, a disponibilidade de formas de nitrogênio, como o $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$. Estas formas de N aumentam o vigor da videira e estimulam a competição entre a atividade vegetativa e reprodutiva, favorecendo a primeira. O excesso de vigor sombreia os cachos, retarda a colheita e intensifica a necessidade de tratamentos fitossanitários com prejuízos a qualidade da uva (ZALAMENA, 2012).

Uma das formas de diminuir o vigor das videiras é o cultivo de plantas de cobertura, que competem por água e nutrientes, com benefícios à composição da uva e do vinho. Porém, na definição das plantas de cobertura a serem utilizadas, deve-se evitar espécies leguminosas, pois sabidamente essas formam simbiose com bactérias que têm capacidade de fixar o N atmosférico e, após sua decomposição fornecem N para a videira, o que aumenta o vigor (ZALAMENA et al., 2012).

A composição da uva para produção de vinhos resulta da interação de fatores como o clima, as práticas culturais, a classe de solo, a variedade e o porta-enxerto. Fatores como classe de solo e a dinâmica da água no solo são tratados como fatores secundários na qualidade das uvas e na produtividade da videira. Os solos de altitude possuem elevada variabilidade dos atributos físicos, químicos e físico-hídricos, os quais, quando ignorados na implantação do vinhedo podem prejudicar a composição da uva e a qualidade do vinho (LUCIANO et al, 2012).

Assim, o conhecimento da variabilidade dos atributos dos solos de altitude é de fundamental importância para avaliar os tipos de solo para a implantação de novos vinhedos. A utilização de plantas de coberturas no solo também poderá proporcionar melhorias na qualidade da uva. Entretanto, estudos aprofundados e contínuos são necessários para definir os atributos físicos, químicos, físico-hídricos e manejo ideais para solos da região, para gerar informações que permitam à implantação de vinhedos de altitude sustentáveis, sem comprometer a produção e a composição da uva para produção de vinhos finos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar três classes de solos distintas, a interferência das condições climáticas em duas safras, e os benefícios do uso de plantas de cobertura nos atributos do solo e a relação destes com a qualidade e a produtividade da uva Cabernet Sauvignon.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar três classes distintas de solo que ocorrem na região do Planalto Sul de Santa Catarina e analisar a relação do solo com as características produtivas, físico-químicas e os compostos fenólicos de uvas Cabernet Sauvignon.

Avaliar as condições meteorológicas (precipitação, temperatura e insolação) e seus efeitos nas características produtivas, físico-químicas e nos compostos fenólicos de uvas Cabernet Sauvignon.

Avaliar o efeito de diferentes plantas de cobertura nos atributos físicos do solo e nas características produtivas, físico-químicas e nos compostos fenólicos das uvas Cabernet Sauvignon em região de altitude elevada no Sul do Brasil.

1.2 HIPÓTESES

As características produtivas e físico-químicas da uva são dependentes da classe de solo e das condições meteorológicas. No Planalto Catarinense, a composição da uva pode ser mais adequada à produção de vinhos finos em solos melhor drenados, com menor teor de matéria orgânica, distribuição do tamanho dos poros e menor retenção de água e em anos de menor precipitação na fase de maturação até a colheita da uva, pois nestas condições ocorre maior concentração de sólidos solúveis, antocianinas e taninos na uva.

As plantas de cobertura alteram os atributos físicos do solo quando comparados ao solo cultivados sob vegetação espontânea, e o consórcio das videiras com espécies anuais e perenes de plantas de cobertura proporciona uvas com características produtivas e polifenóis com melhor qualidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA VIDEIRA

Originária da Ásia, a videira (*Vitis* spp.) é uma das mais antigas plantas cultivadas pelo homem, existindo há cerca de 6.000 anos a.C. (PEREIRA & GAMEIRO, 2008). A videira é uma planta pertencente à família Vitaceae, da ordem Ramnales, sendo as espécies cultivadas do gênero *Vitis*.

As uvas podem ser classificadas botanicamente em dois grupos distintos, de acordo com a espécie, origem e características comerciais, as de origem americana ou europeia. As uvas americanas da espécie *Vitis labrusca*, são consideradas uvas comuns ou rústicas, por serem menos exigentes em tratos culturais e tolerantes às doenças. Podem ser utilizadas tanto na elaboração de vinhos e sucos como para consumo *in natura*, possuem aroma típico e acentuado. As uvas europeias pertencentes à espécie *Vitis vinifera*, são denominadas de uvas finas são cultivares de mesa, consumidas em todo mundo, sendo também utilizadas na elaboração de vinhos finos (LEÃO; RODRIGUES, 2009). O cultivo da videira europeia teve início na Ásia Menor, considerada região de origem da espécie. Posteriormente, foi extensivamente difundida na Europa e nas Américas (WEAVER, 1976).

Tradicionalmente entre os principais países produtores de vinho destacam-se França, Itália e Espanha, que juntos respondem por mais da metade da produção mundial. Contudo, tais países percorreram longo percurso histórico para alcançarem o patamar de excelência atual. A Europa foi palco da difusão da cultura do vinho, com a ocupação romana o vinho consolidou-se na região central do continente. As vinhas italianas têm origem grega, as francesas são de origem romana e as espanholas são de origem fenícia (IEA, 2017).

Atualmente o Brasil afigura-se entre os dez maiores exportadores de uvas *in natura* do mundo. Desde a década de 1990 a produção brasileira cresce a taxas próximas dos 10% ao ano. A expansão das áreas plantadas para regiões onde a produção está sujeita a menor sazonalidade de preços e onde se obtém duas ou mais safras por ano, caso do Nordeste e Centro-Oeste, aliada ao aumento nas exportações é que possibilitaram essa expansão da produção nacional nos últimos anos (IBRAVIN, 2017).

No Brasil, a introdução da videira ocorreu em 1532, com a chegada dos colonizadores portugueses, mas somente a partir do século XIX, com a chegada dos imigrantes italianos, no ano de 1875 a cultura foi consolidada no país (KUHN, 2003).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), entre os anos de 1995 e 2005 o Brasil que ocupava a 16ª posição no ranking dos principais produtores de uva - com uma produção de 836 mil toneladas - subiu para a 13ª posição – registrando produção de cerca de 1,2 milhões de toneladas - no último ano do período analisado, sendo responsável por aproximadamente 1,8% da produção global. A liderança na produção mundial coube a Itália ao longo de todo o período.

No ano de 2014, a produção de uvas destinadas ao processamento (vinho, suco e derivados) foi de 673.422 milhões de quilos de uvas, representando 47% da produção nacional. O restante da produção (53%) foi destinado ao consumo *in natura*. De acordo com os dados do IBGE (2015), em 2014 ocorreu um aumento de 1,6% na produção nacional de uvas. Excepcional aumento ocorreu nos Estados da Bahia e de Santa Catarina. Em Santa Catarina, onde ocorreu aumento de 24% na produção, houve apenas a reposição da produção perdida em 2013, devido à geadas ocorrida em alguns locais de produção. Verificou-se, também, aumento de produção nos Estados de Pernambuco, Paraná e Rio Grande do Sul, de 3,5%, 2,4% e 0,5%, respectivamente. Santa Catarina possui uma produção de 68.743 toneladas (IBGE, 2015), sendo o município de São Joaquim um dos principais municípios produtores de uva para vinho com produção em 2014 de 1.000 toneladas.

Em Santa Catarina, no ano de 2015, a área cultivada com videiras foi de 4.846 hectares, com uma produção aproximada de 476 toneladas (IBGE, 2016), que representou 6% da produção nacional. Segundo dados da Superintendência Federal da Agricultura de SC, foram produzidos 21,2 milhões de litros de vinhos. Desse volume, 73% referem-se a vinhos de mesa. No Planalto Sul de Santa Catarina, São Joaquim é o município que impulsionou a vitivinicultura de vinhos finos, sendo importante para o desenvolvimento da atividade o conhecimento dos fatores que regem a produção dos vinhedos (BONIN; BRIGHENTI, 2005).

Embora Santa Catarina seja responsável por apenas 4% da produção brasileira de uvas, sexto lugar no ranking nacional de produtores, ocupa a segunda posição como maior produtor nacional de vinhos.

Diferentemente dos demais estados produtores de uvas do Brasil, em que a produção vitícola é destinada principalmente ao consumo *in natura*, Santa Catarina e Rio Grande do Sul destinam a maior parte de suas produções ao processamento industrial, especialmente à

vinificação, seguida, em proporção bem menor pela fabricação de sucos e demais derivados, restando um pequeno percentual que é destinado à comercialização de uvas de mesa.

2.1.1 Viticultura de Altitude

A produção de uvas para obtenção de vinhos finos de qualidade é resultante das interações dos fatores climáticos, edáficos, genéticos e dos procedimentos culturais empregados. A incidência desse conjunto de fatores, com maior ou menor intensidade de cada um deles, define a exploração vitícola de um lugar (BONIN; BRIGHENTI, 2006).

Grande parte da diversidade encontrada nos vinhos das diferentes regiões, relacionada aos aspectos qualitativos e de tipicidade, é devida ao efeito exercido pelo clima. Dessa forma, o clima é um dos fatores importantes na definição do potencial das uvas cultivadas nas regiões, pois possui forte influência sobre a planta. Ele interage com o solo, com a variedade e com as técnicas de cultivo da videira (KUHN, 2003). Segundo Mandelli (2006) o desenvolvimento e qualidade das uvas destinadas à elaboração de vinhos são diretamente influenciados pelas variáveis meteorológicas, principalmente pela temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica. Todos os estádios fenológicos da videira são influenciados, sendo o período da maturação o mais importante para a qualidade das uvas. Para a obtenção de uvas sadias e de qualidade, com equilibrada relação açúcar/acidez e com cascas, polpa e sementes em estágio ideal de maturação, são fundamentais dias ensolarados, com temperaturas amenas e baixa precipitação (GUERRA et al., 2005).

O clima ideal para videira é aquele que apresenta inverno relativamente frio, para satisfazer as necessidades de repouso vegetativo. Primavera com temperaturas crescentes entre 10°C a 23°C e verão longo e seco, para propiciar maturação das bagas. Além disso, durante todo o ciclo vegetativo, sem estresse hídrico e a insolação deve satisfazer todos os estádios fenológicos da planta (BONIN; BRIGHENTI, 2006).

Um fator importante na fisiologia das videiras é o efeito da amplitude térmica, pois influencia o equilíbrio fotossintético/respiratório da planta e, conseqüentemente, o acúmulo energético, estando diretamente relacionada à biossíntese de compostos fenólicos (GONZÁLEZ et al., 2007). Uma amplitude térmica diária de 10°C seria considerada ótima para a videira (THOMÉ et al., 1999).

Nestas condições meteorológicas, as bagas podem sintetizar mais açúcares, antocianinas, taninos, substâncias aromáticas e seus precursores. A restrição da absorção de água pela planta produz frutos com maior concentração de substâncias orgânicas, minerais e

açúcares. As temperaturas mais amenas, principalmente as noturnas, têm efeito na cor dos vinhos, pois a síntese de compostos fenólicos é favorecida (GIOVANNINI, 1999). Além disso, as baixas temperaturas contribuem ao adequado pH dos vinhos, pois não ocorre a degradação dos ácidos orgânicos presentes na uva, com conseqüente aumento do pH e diminuição da acidez (GUERRA et al., 2005). O conteúdo de antocianinas é diretamente influenciado pelas condições climáticas. Assim, temperatura e luminosidade excessivamente baixas ou elevadas não são favoráveis, sendo que a temperatura ótima para a síntese destes compostos é de 17 °C a 26 °C, processo que ocorre durante a maturação das uvas (MOTA et al., 2006).

No geral, quanto maior a luminosidade, principalmente no período de maturação, melhor a qualidade da uva, pois é favorecida a formação de uvas com elevado teor de açúcar e baixo de ácidos. Normalmente, as videiras necessitam de 1.200 a 1.400 horas de sol durante o seu período vegetativo (GIOVANNINI, 1999). No período final de maturação, são necessárias temperaturas próximas a 30°C, para que a acidez da uva não seja muito elevada (GIOVANNINI, 1999). O estado de maturação da uva é um dos fatores mais determinantes para a qualidade do vinho, sendo diretamente dependente das condições do meio, como clima, região de cultivo, tipo de solo e variedade de uva. O comportamento das videiras é diferente em cada safra, em função das condições meteorológicas, e em cada região ou vinhedo, devido às condições locais do meio. Essas variáveis conduzem a modificações da composição química e na cinética da maturação da uva, na evolução dos vinhedos e na previsão da data de colheita (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

As condições climáticas podem ser afetadas pela altitude onde o vinhedo está implantado, uma vez que impacta diretamente a temperatura, umidade e outros fatores ambientais que afetam a maturação das uvas (MATEUS et al., 2002). Mateus et al. (2001) avaliando os compostos fenólicos de variedades tintas de *Vitis vinifera* L. em função da altitude, observaram menor intensidade da cor e níveis mais elevados de antocianinas nos vinhos elaborados com uvas produzidas em altitude mais elevada e que o clima de altitude tem importante influência na maturação e na composição fenólica das uvas. No Brasil, poucos são os microclimas que têm semelhanças com as condições climáticas que ocorrem no Planalto Sul Catarinense. Dentre as regiões do país com potencialidades, alguns microclimas em Santa Catarina tem despertado o interesse empresarial pela vitivinicultura como a região de São Joaquim, no Planalto Sul, Água Doce no Meio Oeste e Campos Novos no Planalto (BACK et al., 2013).

No estado de Santa Catarina, a vitivinicultura de altitude, em especial o Planalto Sul de Santa Catarina tem se destacado no cenário nacional pela potencialidade climática que permite

o cultivo e obtenção de vinhos finos de alta qualidade. Segundo Rosier (2006), os locais de climas mais amenos se concentram no sul do Brasil, além destes vinhedos estarem situados em locais de latitude elevada, estão situados em locais de altitude superior a mil metros do nível do mar e se caracterizam por apresentar condições edafoclimáticas que influenciam no ciclo vegetativo da videira, e conseqüentemente, na composição dos frutos e dos vinhos.

2.1.3 A Variedade da uva Cabernet Sauvignon

A uva Cabernet Sauvignon é um híbrido natural de ‘Cabernet Franc’ x ‘Sauvignon Blanc’, originária da região de Bordeaux, França, e está atualmente difundida na maior parte dos países vitivinícolas. É uma uva de sabor herbáceo, que origina vinhos tintos varietais com aromas característicos, intensa coloração, riqueza em taninos e complexidade de aroma e buquê, os quais suportam longo envelhecimento (GIOVANNINI, 1999). É uma cultivar de brotação e de maturação tardia, relativamente vigorosa, com ramos novos de porte ereto, de média produção e elevada qualidade para vinificação. A uva tem gosto particular e elevada resistência à podridão do cacho (WINKLER et al., 1974). Atualmente, é uma das cultivares de *Vitis vinifera* com maior demanda para a implantação de novos vinhedos. A variedade das uvas Cabernet Sauvignon destina-se à elaboração de vinho tinto de guarda, o qual requer amadurecimento e envelhecimento, ou para ser consumido jovem (RIZZON; MIELE, 2002).

O cultivo das uvas “Cabernet Sauvignon” no Brasil passou a se difundir na década de 1980, a partir daí tornou-se uma importante uva para a produção de vinhos no país (LEÃO; RODRIGUES, 2009). É considerada uma das mais importantes para a produção de vinhos tintos no Vale dos Vinhedos, na Serra Gaúcha, e por esse motivo é muito estudada para conhecer suas características e melhorar sua qualidade (SANTOS, 2010). Apresenta adequada estrutura e corpo tornando-se um vinho complexo (RIZZON; MIELE, 2002).

É uma das uvas viníferas mais difundidas no mundo, com produção em vários países (GIOVANNINI, 1999). Hoje, a variedade das uvas Cabernet Sauvignon são as principais uvas tintas viníferas do Brasil, ao lado da Merlot. Está em todas as regiões vinícolas brasileiras e tem diferentes características devido à sua adaptação aos terroirs e ao nosso regime de chuvas, que às vezes prejudica sua maturação lenta. Na Serra Gaúcha, os varietais de uvas Cabernet tendem a ter um estilo mais europeu, com menor grau alcoólico, delicada estrutura e mais cor. Já na Campanha Gaúcha, os vinhos que são mais trabalhados podem ter características particulares, com coloração mais suave e mais alcoólica. Em Santa Catarina, entre as características das uvas

Cabernet Sauvignon estão: maior potencial de envelhecimento; acidez mais alta e rica em taninos. Um dos desafios encontrados consiste em atingir a maturação completa dos cachos, para evitar os aromas desagradáveis. No Paraná, os vinhos tendem a ter estrutura média, cores mais firmes e em geral pedem o envelhecimento em carvalho (COPELLO, 2008).

2.1.4 Composição química da uva

Os principais componentes químicos que interferem na caracterização das uvas e vinhos de cada região são os elementos minerais, os ácidos orgânicos e os compostos fenólicos. Os elementos minerais encontrados nas uvas e nos vinhos são absorvidos do solo através do sistema radicular da videira. Encontram-se, principalmente, nas cascas, sementes e parede celular da polpa da uva (MARCON FILHO, 2012).

O teor destes minerais é variável em cada região de cultivo, sendo dependente do solo, do clima, da variedade, do porta-enxerto, das adubações realizadas e dos tratamentos fitossanitários. Os processos de vinificação utilizados também interferem no teor destes elementos, através da utilização de produtos que contenham determinados elementos na composição química, de práticas enológicas que favoreçam a extração destes compostos da uva ou pelo contato do vinho com materiais e equipamentos nas fases de elaboração, conservação, estabilização ou engarrafamento. Uma maceração prolongada contribui para aumentar o teor de minerais nos vinhos. A estabilização, por sua vez, participa na redução do teor dos minerais, principalmente potássio e cálcio (RIZZON; MIELE, 2002).

Os principais macronutrientes encontrados nas folhas das videiras e nas bagas são potássio, cálcio e magnésio, sendo o potássio o mais importante (CIOTTA et al., 2016). Os micronutrientes, como sódio, manganês, ferro, cobre, zinco, lítio e rubídio são encontrados em pequenas quantidades, sendo que a presença destes nos vinhos deve-se à uva ou às contaminações do solo, fungicidas, produtos enológicos ou contato com materiais e equipamentos utilizados na vinificação (RIZZON; MIELE, 2002). O potássio representa quase 50% do total das substâncias minerais presentes na uva. É encontrado principalmente nas cascas, por isso sua passagem ao vinho depende da maceração (MOTA et al., 2006).

Os compostos fenólicos são importantes constituintes das plantas lenhosas, pois contribuem em vários aspectos de qualidade para resistência às doenças (HRAZDINA, 1992). As antocianinas e os taninos são os compostos em maior concentração e mais importantes na uva e no vinho (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003b).

As antocianinas são pigmentos encontrados nas uvas em tons de vermelho, rosa e violeta, localizados nas cascas (GUERRA, 2005). Podem ser encontradas na polpa, no caso de variedades tintóreas, estando presente também nas folhas, sobretudo no final do ciclo vegetativo (RIBÉREAU GAYON et al., 2003b). Falcão et al. (2008) avaliando as uvas Cabernet Sauvignon em São Joaquim, observaram teores de antocianinas de 590 mg L⁻¹ na safra 2004/2005 e de 900 mg L⁻¹ na de 2005/2006. Brighenti et al. (2011) observaram para a variedade das uvas Cabernet Sauvignon em Painelel (SC) teores médios de antocianinas de 802 mg L⁻¹ safra 2008/2009 e de 876 mg L⁻¹ na safra 2007/2008. O conteúdo de antocianinas totais é relativamente afetado pela maturação, safra, cultivar e manejo do vinhedo, enquanto que a presença e a relação relativa dos diferentes pigmentos são essencialmente específicas da variedade (SINGLETON; ROSSI, 1965).

Os taninos são compostos incolores ou levemente amarelados, sendo que sua cor não varia com o grau de polimerização (GUERRA, 1998). Hernández (2004) observa que os teores de taninos para elaboração de vinhos tintos de qualidade satisfatória devem ser superiores a 2 mg g⁻¹. Mafral (2009) trabalhando com uvas Cabernet Sauvignon em São Joaquim (SC) em Cambissolo observou teores médios de taninos de 2,4 mg g⁻¹ em vinhedos do mesmo estudo, com baixa variabilidade (8%). Brighenti et al. (2011) observaram, no município de Painelel (SC) em Nitossolo Bruno, teores médios de taninos de 1,3 mg g⁻¹ na safra 2007/2008 e de 2,4 mg g⁻¹ na safra 2008/2009. Os taninos são responsáveis pelas propriedades de adstringência e amargor dos vinhos (GUERRA, 2002). O aumento na concentração de taninos está associado ao de antocianinas. Portanto, com alta intensidade de cor apresenta alta concentração de taninos (GLORIES, 1998).

A cor dos vinhos é um atributo importante, tanto sua tonalidade como intensidade, pois através do seu aspecto são obtidas informações sobre suas qualidades e restrições, pois a cor é consequência das particularidades das variedades, da maturação, das características edafoclimáticas, da sua forma de elaboração, conservação e de evolução com o tempo (FREITAS, 2006).

A evolução dos compostos fenólicos é diferente em cada região e em cada safra, pois depende da variedade, do clima, do solo, das práticas culturais e do grau de maturação da uva (GUERRA, 2002). Esta diversidade explica a existência, em diferentes uvas e vinhos, de taninos com propriedades variadas, particularmente gustativas. A consideração dos taninos não deve levar em conta somente sua quantidade, mas também sua qualidade, a qual depende da sua estrutura (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003b).

2.2 EFEITO DO SOLO NA COMPOSIÇÃO DA UVA

As videiras podem ser cultivadas numa enorme variedade de solos. O efeito do solo sobre o comportamento da videira e a composição da uva é complexo, pois a profundidade, a nutrição mineral, a granulometria, o armazenamento e fornecimento de água, bem como, o enraizamento e a temperatura na zona da raiz são fatores que influenciam a produção das uvas (VAN LEEUWEN & SEGUIN, 2006).

Tradicionalmente, as videiras são implantadas em solos pobres, rasos, rochosos e localizadas nas encostas íngremes (VAN LEEUWEN & SEGUIN, 2006). O solo da região do Planalto Sul de Santa Catarina é um fator determinante para o tipo de cultura agrícola escolhida, pois apresenta acidez acentuada, pouca a média profundidade e muitos afloramentos de rochas.

Os tipos de solo influenciam diretamente sobre a composição da uva e do vinho e são dependentes do tipo de rocha bem como dos demais fatores de formação. Segundo Van Leeuwen & Seguin (2006), em algumas regiões existe forte correlação entre a geologia e a qualidade dos vinhos produzidos. O vinho Chablis originário da uva Chardonnay é um exemplo clássico, proveniente de solos calcários (Kimmeridgian), localizado nas proximidades da cidade de Chablis na França. Os solos calcários são conhecidos por produzir vinhos de qualidade geralmente elevada, com alto teor alcoólico, baixa acidez e buquê acentuado (REGINA et al., 2006).

No entanto, solos com baixo grau de intemperismo da rocha matriz, solos jovens (baixa profundidade efetiva), estão sujeitos a alagamento e são menos adequados à produção de vinhos de qualidade (VAN LEEUWEN; SEGUIN, 2006), por produzir vinhos de baixa graduação alcoólica, alta acidez e ricos em albumina (excesso de nitrogênio). Em relação à classificação textural dos solos, os solos com predomínio da fração areia podem produzir vinhos com características mais florais em relação aos solos com predomínio da fração argila (REGINA et al., 2006).

Para Morlat; Bodin (2006), a aplicação dos conceitos de indicação de procedência e denominação de origem requer aprofundamento das características climáticas e pedológicas, onde a água representa grande importância no sistema solo-planta-atmosfera. A condição hídrica da videira é um importante fator para a definição da qualidade enológica, e moderados déficits hídricos estão associados a altos teores de tanino e antocianinas em uvas tintas (VAN LEEUWEN; SEGUIN, 1994).

Luciano (2012) relata que a disponibilidade de água em vinhedos depende de parâmetros climático e atributos físicos do solo, além do relevo, fatores como crescimento da planta e a composição da baga da uva, cujos também estão intimamente relacionados às condições da videira na absorção de água (VAN LEEUWEN et al., 2004). Luciano (2012) ressalta que dentro de uma área de tamanho limitada, em determinada safra, os fatores climáticos podem ser considerados homogêneos, no entanto, a disponibilidade de água para a videira pode variar de forma considerável ao longo de curtas distâncias, a qual depende das variações no solo. A capacidade de retenção de água do solo varia principalmente com a granulometria, mineralogia, teor de matéria orgânica e profundidade efetiva do solo. Os solos com classe textural franca, normalmente, têm maior potencial para o desenvolvimento radicular das videiras, bem como adequada capacidade de retenção de água. Entretanto, os solos arenosos têm baixa capacidade de retenção de água, que acarreta estresse as plantas por déficit hídrico.

Os solos com maior profundidade efetiva, desde que não tenham limitações químicas, são os que têm o maior potencial para o desenvolvimento radicular da videira. Deste modo, quanto maior a área do solo explorada pelo sistema radicular, menor é a possibilidade das plantas sofrerem com estresse hídrico.

O crescimento da planta e a composição da baga da uva estão intimamente relacionados às condições da videira na absorção de água (MATTHEWS et al., 1990; VAN LEEUWEN; SEGUIN, 1994; VAN LEEUWEN et al., 2004). A concentração de açúcar na baga da uva também é influenciada pelo nível de fornecimento de água. O déficit hídrico moderado ocasiona o rápido amadurecimento da uva restringido o tamanho das bagas. Além disso, reduz a competição por carboidratos entre as bagas e a parte aérea, que permite maior percentagem de açúcares produzidos por fotossíntese, os quais ficam disponíveis para o amadurecimento da uva (LEBON et al., 2006). Nos solos onde não ocorre restrição no fornecimento de água para a videira (excesso de umidade), os teores de açúcares nas uvas são menores devido à competição do carbono entre o amadurecimento e crescimento da parte aérea, e do aumento no tamanho da baga (diluição do teor de açúcar em volume maior da baga) (VAN LEEUWEN et al., 2009).

Segundo Van Leeuwen et al. (2004) a massa da baga, a concentração de açúcar, o teor de antocianinas e a acidez titulável na baga têm influência direta na qualidade do vinho. A massa da baga é influenciada principalmente pelo tipo de solo, seguido pela cultivar. A concentração de açúcar na baga depende principalmente da cultivar e do tipo de solo, e também sofre influência da safra (clima). O teor de antocianinas é influenciado, principalmente, pela safra e pelo tipo de solo. Acidez titulável e o pH do mosto dependem da safra e, em menor proporção, da cultivar e do tipo de solo (VAN LEEUWEN et al., 2004).

A disponibilidade hídrica, aliada às fertilizações e à calagem, favorece o crescimento vegetativo das videiras que, nestes casos, apresentam vigor excessivo da parte aérea (DRY; LOVEYS, 1998; ZALAMENA, 2012). O excesso de vigor diminui a incidência de raios solares no interior do dossel, favorece o aparecimento de doenças fúngicas (DUCHÊNE et al., 2001) e pode diminuir a concentração de nutrientes e compostos orgânicos na uva, como polifenóis e antocianinas, pelo maior deslocamento destes para os ramos e folhas mais novos (DRY; LOVEYS, 1998; BRUNETTO et al., 2008). Além disso, o excesso de vigor pode diminuir a atividade de enzimas que promovem a síntese desses compostos e causar queda de qualidade enológica da uva e do vinho (CHAVARRIA et al., 2011). O vigor adequado da parte aérea das videiras proporciona rendimento e composição da uva e de seu mosto mais propícios à vinificação (WHEELER et al., 2005), o que possibilita a elaboração de vinhos tintos com maior teor de compostos fenólicos totais e antocianinas, favoráveis a características como cor, corpo e adstringência do vinho (XI et al., 2011).

A disponibilidade de água é importante para o adequado crescimento e desenvolvimento da videira. É determinada pela quantidade de chuva, pelas características de retenção de água do solo e pela distribuição do sistema radicular da videira no solo.

O conhecimento do volume e da distribuição da precipitação de uma região não indica com precisão as exigências de água da videira (HUGLIN, 1986), visto que, a demanda do consumo ótimo (evapotranspiração máxima) é associada às demandas energéticas do meio (radiação solar global, balanço de energia e temperatura), da umidade do ar e do vento (DORENBOS; PRUIT, 1975).

Dessa forma, dentre os solos mais aptos ao cultivo da videira na região, é importante avaliar qual a relação entre os atributos químicos e físicos dos solos com a composição da uva para vinificação. Além do fator solo, o manejo das plantas de cobertura é importante para a obtenção de uvas com composição mais adequada a vinificação.

2.3 PLANTAS DE COBERTURA

Práticas de manejo e conservação, como o emprego de plantas de cobertura, são relevantes para a manutenção ou melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos. As plantas se destacam por formarem associações simbióticas com bactérias fixadoras de N₂, o que resulta no aporte de quantidades expressivas desse nutriente no sistema solo-planta (PERIN et al., 2004).

Segundo Protas (2005) a manutenção das características físicas, químicas e biológicas dos solos, juntamente com qualidade e produtividade de uva é de grande importância, sendo a cobertura verde uma alternativa conservacionista a ser utilizada nos vinhedos, diminuindo as perdas de solo e nutrientes por erosão.

Benefícios importantes têm sido observados na estruturação do solo em médio e longo prazo com a utilização de plantas de cobertura com alto potencial de fixação de carbono e que possuam sistema radicular volumoso e vigoroso (HAKANSSON et al., 1988).

O uso de plantas de cobertura é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, podendo restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, uma vez que estas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial, pela decomposição dos seus resíduos (DUDA et al., 2003). Segundo Scheer (2008) a decomposição depende do ambiente físico (temperatura, umidade e fatores pedológicos), da composição do recurso (teores de lignina, celulose, compostos fenólicos, elementos minerais, substâncias estimulantes ou alelopáticas no material biológico) e conseqüentemente da comunidade de organismos decompositores (microfauna e fauna).

Nas últimas décadas, novos conceitos de sistemas de produção agrícola, baseados na conservação do solo, diversificação de culturas, reciclagem de nutrientes, uso sistemático de adubos orgânicos e outras práticas alternativas, têm sido desenvolvidas na tentativa de equilibrar a produtividade com a conservação do meio ambiente (SALMI et al., 2006). As espécies utilizadas como cobertura do solo devem ter adequada produção de biomassa e serem suficientemente persistentes para proteção física do solo e disponibilização de nutrientes nos períodos de excesso ou escassez de água (NUNES et al., 2006).

A adoção de cobertura verde nos vinhedos não somente é utilizada para controle do vigor, tendo em vista que essas plantas exercem funções sobre a estrutura e conservação do solo, por esse motivo, seu cultivo vem se tornando uma prática frequente, devido aos benefícios que essa prática oferece, tais como: proteção do solo contra a erosão (MONTEIRO; LOPES, 2007), regulação do crescimento da videira, melhoria da fertilidade do solo, na estrutura e na capacidade de retenção de água (FOURIE et al, 2006), aumento da diversidade biológica do solo, supressão de plantas daninhas, habitat para predadores benéficos (COLUGNATI et al., 2003).

Afonso et al. (2003) estudando a variedade de uva Alvarinho na região dos vinhos verdes em Portugal concluíram que a cobertura do solo por espécies espontâneas reduziu a produção e o vigor da videira, através de uma redução da massa do cacho e do sarmento, sem,

contudo, afetar a qualidade do mosto. Perante a competição exercida pelas plantas de cobertura, a videira autorregulou-se através de uma redução do crescimento vegetativo e reprodutivo, o que permitiu manter uma relação “fonte/dreno” mais equilibrada. Em algumas condições as videiras podem tolerar ou se beneficiarem do baixo vigor e ou redução da produção, ocasionados em função da competição com plantas de cobertura. Alguns estudos com plantas de cobertura revelam com sucesso situações de alto vigor, da videira, corrigido por essa competição (ZALAMENA et al., 2013).

A escolha do tipo de espécie a ser usada como planta de cobertura deve ser feita criteriosamente pelo produtor, visando evitar possíveis efeitos negativos na qualidade e produtividade da uva. Entre os efeitos negativos estão o custo de estabelecimento, a necessidade de manutenção regular, e danos causados às uvas pelo aumento da população de roedores (COLUGNATI et al, 2003; CELETTE et al., 2009).

O azevém (*Lolium multiflorum*), vem sendo empregado para preservar e melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, aumentar a produção, diminuir ervas daninhas e doenças e ainda evitar a erosão devido ao fato de possuir um sistema de raiz fasciculado e vigoroso. É classificada como uma espécie gramínea de ciclo anual, rústica e competitiva, que perfilha abundantemente. Produz rápidas colheitas e retira N, fósforo (P) e potássio (K) remanescentes no solo. Possui adaptação a temperaturas baixas, desenvolvendo-se somente no inverno e primavera. Tem preferência por solos férteis, úmidos, argilosos, é tolerante à umidade excessiva e solos ácidos (MONTEIRO; LOPES, 2007).

A festuca (*Festuca arundinacea*) é uma gramínea perene de clima temperado, exótica, e com tolerância ao frio e a umidade. Dispõe de um sistema radicular profundo, podendo ser uma alternativa para programas de conservação de solo em virtude do grande crescimento de raízes. Altamente produtiva e persistente, havendo ainda algum crescimento no verão (FONTANELI; SANTOS, 2012). No trabalho realizado por ZALAMENA et al. (2013), observaram que o cultivo de *Festuca arundinacea*, cultivada na linha e entrelinha da videira, reduziu o comprimento de ramos e entrenós e a massa seca de ramos das uvas Cabernet Sauvignon, comparada com o cultivo de outras espécies anuais.

A utilização de plantas de cobertura nos vinhedos pode ser uma forma de limitar a qualidade e o vigor da uva (LOPES et al., 2008), bem como cooperar para a proteção ambiental (INGELS et al., 2005). Segundo Oliveira et al. (2007), no decorrer da brotação da videira e após a colheita da uva, são os períodos mais propícios para causar competição com a videira, quando ocorre ainda a formação e o estoque de reservas para o crescimento do próximo ciclo.

Inúmeros estudos de plantas de cobertura relatam bons resultados com controle de vigor da videira, corrigido por competição. Em Hawke Bay, Nova Zelândia, em dois anos de manejo da cobertura vegetal relataram melhora nas características enológicas das uvas Cabernet Sauvignon. De maneira geral, o estudo mostrou que os tratamentos com plantas de cobertura foram mais eficientes na redução do vigor da videira, ou seja, diminuíram o comprimento da parte aérea, resultando menor massa seca da poda, menor teor de N no pecíolo, do que eram os cultivos ou tratamentos com herbicidas (WHEELER et al., 2005).

Na determinação das plantas de cobertura a serem empregadas, deve-se evitar espécies leguminosas, pois essas possuem baixa relação C/N, decompondo se rapidamente, e assim, disponibilizam de forma rápida o N para os microrganismos decompositores que fazem simbiose o que estimula ainda mais o vigor. Contudo, devem-se evitar a colocação de plantas que exerçam muita competição com a videira, principalmente, em água e nutrientes nos meses de primavera, porque neste período a videira estará nos estádios de maior desenvolvimento reprodutivo (SOUSA, 1996).

A maior utilização de espécies gramíneas ocorre porque apresentam elevada relação C/N quando comparado com as leguminosas, fazendo com que haja imobilização microbiana de N, diminuindo as quantidades de N disponível no solo. O emprego dessa família botânica, sendo as plantas perenes ou anuais, também é o mais recomendado por possuírem alta produção de biomassa e raízes vigorosas, com capacidade regenerativa da estabilidade da estrutura do solo, com efeitos favoráveis sobre a agregação (SILVA, 1993). Perin et al. (2004), ainda afirmam que os resíduos das gramíneas proporcionam melhor cobertura do solo devido a sua baixa taxa de decomposição. As leguminosas também agregam o solo, porém a estabilidade tende a ser menor do que com as gramíneas (CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990).

De maneira geral, plantas de cobertura implantadas ou até mesmo espécies espontâneas que se desenvolvem naturalmente, podem interferir tanto de forma positiva como negativa no desenvolvimento de culturas frutíferas. De acordo com Rufato et al. (2007), avaliando a cultura do pessegueiro até o segundo ano de implantação, observaram que o uso de plantas de cobertura de inverno, com exceção do nabo forrageiro, incrementou o desenvolvimento das plantas de pessegueiro, e os maiores benefícios em termos de produtividade foram obtidos pela associação das coberturas vegetais aveia preta + ervilha forrageira (RUFATO et al., 2006). Já no estudo desenvolvido por Pelizza et al. (2009) na cultura da macieira, foi observado que a altura e o diâmetro das plantas foram menores à medida que aumentou a cobertura do solo por plantas espontâneas na linha de plantio, evidenciando competição entre ambas. Segundo Oliveira et al. (2007), os períodos mais propícios para causar competição com a videira são no

estabelecimento do vinhedo, durante a brotação da videira e após a colheita da uva, quando ocorre ainda a formação e o estoque de reservas para o crescimento do próximo ciclo.

Além da espécie de plantas de cobertura utilizada, o seu manejo também é determinante no comportamento da cultura de interesse e, ou nas características do solo. Uma das estratégias de manejo dos resíduos culturais em vinhedos é a sua manutenção sobre a linha das plantas. Estes resíduos podem ser oriundos da transferência das entre linhas ou até mesmo de materiais externos ao vinhedo, formando uma cobertura permanente (mulch) sobre a linha. Os principais objetivos desta prática são a redução do impacto da gota de chuva na superfície do solo, o aumento da infiltração da água em função da manutenção da macroporosidade do solo, e a diminuição da evaporação da água do solo (LANYON, 2004). A dessecação das plantas de cobertura utilizadas em vinhedos na Serra Gaúcha proporcionou aumentos nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , P e C orgânico no solo em relação ao manejo roçado (DALLA ROSA et al., 2009).

2.4 EFEITO DO CLIMA NA COMPOSIÇÃO DA UVA

Nos climas temperados, a videira apresenta uma sucessão de ciclos vegetativos, intercalados por períodos de repouso. Os principais estádios fenológicos da videira são: dormência, brotação, floração, frutificação, desenvolvimento do fruto, maturação e queda das folhas. Devido às baixas temperaturas, a videira entra em repouso no inverno. A poda é realizada no final do inverno, e a brotação inicia-se no final do inverno e início da primavera, quando as temperaturas sobem. A floração ocorre, em média, de meados de outubro a meados de novembro. O início da maturação, com a mudança de cor das bagas, vai dos primeiros dias de dezembro, para as cultivares de maturação precoce, ao início de janeiro, para as cultivares tardias. O término da maturação e a colheita se estendem, do início de janeiro, para as cultivares precoces, como a Chardonnay, a final de março, para as cultivares tardias, como a Cabernet Sauvignon. Em regiões menos quentes, como na Serra, no Rio Grande do Sul, e no Planalto Catarinense, as cultivares tardias podem ser colhidas até final de abril (GIOVANNINI, 1999).

As principais variáveis meteorológicas que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas são chuva, temperatura do ar e radiação solar, havendo ainda a influência do fotoperíodo, da umidade do ar e do solo, da velocidade e da direção do vento (PEREIRA et al., 2002; MAVI E TUPPER, 2004).

A necessidade hídrica da videira é diferenciada em cada um dos estágios vegetativos e de frutificação, e varia em média da brotação até colheita de 240 a 385 mm. A videira se adapta

desde regiões onde o regime pluviométrico é inferior a 200 mm, até aquelas com altos volumes, superior a 1.000 mm anuais, entretanto deve ser observado o manejo produtivo que altera os níveis de produtividade (POMMER, 2003).

As necessidades estabelecidas pelos indicadores pluviométricos têm valores locais ou regionais, não podendo ser generalizados (WESTPHALEN; MALUF, 2000). Nas regiões vinícolas da Europa, a videira tem atendidas suas necessidades hídricas com precipitações anuais entre 500 a 1.200 mm (DORENBOS; KASSAM, 1979). No Rio Grande do Sul as necessidades hídricas da videira são atendidas com excesso, onde a precipitação anual total varia de 1.200 a 2.200 mm anuais (WESTPHALEN; MALUF, 2000). No município de São Joaquim (SC) as exigências hídricas da videira também são satisfeitas e com excesso. Na média a precipitação anual total varia de 1.600 a 2.200 mm (EPAGRI/CIRAM, 2016).

O excesso de precipitação e sua frequência afeta a videira nas diferentes fases do ciclo reprodutivo. Na floração favorecem a incidência de doenças (antracnose *Elsionoe ampelina* e míldio *Plasmopara viticola*). No amadurecimento das bagas, pode causar rupturas da película e incidência de infecções por podridões (principalmente *Botrytis cinerea*), as quais prejudicam a maturação, e conseqüentemente, a qualidade dos vinhos (WESTPHALEN; MALUF, 2000).

As chuvas intensas dificultam a polinização e o pegamento do fruto, quando ocorrem no período de floração, ocasionando a formação de cachos com menor número de bagas. As chuvas intensas são mais prejudiciais no final do período de maturação das uvas, pois aumentam os riscos de ocorrência das podridões do cacho e da rachadura de bagas nas cultivares de casca mais sensível. Além disso, causam perda da qualidade devido à diluição dos constituintes do mosto (menos açúcar e mais acidez, dentre outros) (MONTEIRO et al., 2009).

Diretamente, a chuva não afeta os processos metabólicos das plantas. Contudo, ela age indiretamente, afetando tanto o crescimento quanto o desenvolvimento das culturas, além da disponibilidade hídrica dos solos que, por sua vez, influencia a absorção de água pelas raízes e o status hídrico das culturas. Em períodos de pouca chuva, a seca induz as plantas ao fechamento de seus estômatos, fixando menos CO₂, afetando negativamente a fotossíntese. Por outro lado, períodos com chuvas excessivas levam à redução da oxigenação dos solos, diminuindo a atividade radicular e a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Tanto a seca quanto o excesso de umidade do solo prejudicam a produtividade das culturas. Na realidade, a interação entre os elementos meteorológicos e a cultura pode ser complexa, resultando numa variedade de reações biológicas e de condições ambientais em constante mudança (MONTEIRO et al., 2009).

A temperatura afeta uma série de outros processos nas plantas, como a respiração de manutenção, a transpiração, o repouso vegetativo, a duração das fases fenológicas das culturas, a indução ao florescimento (PEREIRA et al., 2002, MAVI E TUPPER, 2004). Tantas interferências tornam a temperatura a principal variável meteorológica a ser considerada nos zoneamentos agroclimáticos, juntamente com a precipitação (CAMARGO et al., 1977).

Durante o inverno, quando se encontra em dormência, a videira é resistente às baixas temperaturas, podendo suportar temperaturas mínimas de até -15°C . Tal resistência diminui drasticamente após iniciada a brotação e, temperaturas inferiores a 0°C , podem causar danos. A videira, também, é resistente às altas temperaturas. Entretanto, temperaturas superiores a 40°C são prejudiciais, principalmente, quando associadas à baixa umidade relativa do ar (GIOVANNINI, 1999). Temperaturas excessivamente altas causam o murchamento das folhas, paralisam a atividade fotossintética, degradam o ácido málico, resultando em mostos pouco equilibrados e com baixa acidez, e interferem na composição e no acúmulo de diversos constituintes da baga, como os polifenóis (MARCON FILHO, 2016). Regiões com temperaturas noturnas amenas durante o período de maturação da uva, favorecem a síntese de substâncias fenólicas, como as antocianinas, as quais proporcionam vinhos com maior intensidade de cor. As temperaturas de outono afetam o comprimento do ciclo vegetativo, algo importante para a maturação dos ramos e para o acúmulo de reservas na planta. A ocorrência de geadas precoces, neste estágio, acelera a queda das folhas e o fim do ciclo vegetativo da videira (MONTEIRO et al., 2009).

A radiação solar provê a energia necessária aos processos associados à fotossíntese, afetando assim a produção de carboidratos e, conseqüentemente, o crescimento da biomassa das plantas. A videira é uma planta de dia longo, exigente em luz, requerendo elevada insolação durante o período vegetativo, fator importante no processo da fotossíntese, bem como na definição da composição química da uva. Normalmente, maior insolação está relacionada ao menor número de dias de chuva. Nas condições de alta umidade do sul do país, tais condições são desejáveis, resultando em uvas com maior teor de açúcar e com menor acidez (MONTEIRO et al., 2009).

No cultivo da videira destinada à elaboração de vinhos finos, a produtividade não é o fator mais importante, mas sim, a qualidade da uva e do vinho. Assim, deve-se objetivar a maximização da relação produtividade do vinhedo/qualidade da uva.

CAPÍTULO 1 – EFEITO DA CLASSE DE SOLO E DO CLIMA NA PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO DA UVA CABERNET SAUVIGNON

RESUMO

As videiras podem ser cultivadas em diferentes classes de solos e condições climáticas. Entretanto, o efeito do solo e do clima sobre o crescimento e desenvolvimento da videira bem como na composição da uva é complexo. O objetivo deste estudo foi avaliar as condições meteorológicas que ocorrem a cada safra, caracterizar os principais atributos dos solos que influenciam na maturação da videira e relacionar com as características físico-químicas e com os compostos fenólicos da uva Cabernet Sauvignon. O experimento está implantado num vinhedo comercial em São Joaquim (SC), localizado no Planalto Sul de Santa Catarina com a variedade Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, conduzido no sistema espaldeira. Foram selecionados vinhedos próximos implantados em três solos: Cambissolo Háplico, Cambissolo Húmico e Nitossolo Bruno. Foi avaliado o efeito das condições meteorológicas nas safras de 2015 e 2016, considerando a precipitação pluviométrica, insolação e temperaturas média, máximas e mínimas. Em cada solo foram demarcados 20 pontos, nos quais amostras foram coletadas para determinar os atributos físicos e químicos do solo. Em cada ponto, em duas plantas, foram contados os cachos e coletados dois cachos por planta, para determinar as características produtivas (massa do cacho, massa da ráquis, número de bagas, massa de 50 bagas e produtividade), químicas (sólidos solúveis, pH do mosto e acidez titulável) e compostos fenólicos (antocianinas, taninos e índice de polifenóis totais). Foi realizada a análise da variância (Anova), sendo a composição da uva as variáveis dependentes e o solo e o clima como variáveis independentes. As médias foram comparadas por Duncan ao nível de 5% de significância. Houve efeito do solo para polifenóis, antocianinas, intensidade e tonalidade da cor, e efeito do clima para antocianinas, intensidade e tonalidade da cor. Foi observada interação para acidez, pH do mosto e sólidos solúveis. As características produtivas e da composição da uva foram mais adequadas a produção de vinho na safra de 2016 e no Nitossolo Bruno e Cambissolo Háplico. Portanto, a composição da uva para produção de vinhos finos é influenciada pelo tipo de solo, mas o efeito mais importante é das condições meteorológicas da safra, demonstrado pela grande variabilidade interanual dos atributos avaliados.

Palavras-chave: Classe de solo. Condições meteorológicas. Compostos fenólicos. Antocianinas.

1 INTRODUÇÃO

A Cabernet Sauvignon é uma das variedades mais cultivadas no mundo, produzindo vinhos varietais de alta qualidade. Entretanto, a tipicidade dos vinhos provenientes desta variedade é dependente das condições edafoclimáticas, manejo, produção e vinificação (ZOCICHE, 2009).

Destaca-se como pólo emergente da viticultura brasileira, o Planalto Sul de Santa Catarina. Esse pólo produtor está voltado exclusivamente ao cultivo de castas de '*Vitis vinifera*' para a produção de vinhos finos, particularmente tintos (PROTAS et al., 2005).

O clima possui forte influência sobre os demais componentes do meio natural, em particular a interação com o solo, assim como com a cultivar e com as técnicas de cultivo da videira (TONIETTO; MANDELLI, 2003).

As uvas produzidas na região do Planalto Sul de Santa Catarina exibem características distintas das demais regiões produtoras do Brasil, pois o verão é mais ameno (TONIETTO; MANDELLI, 2003), assim, o ciclo vegetativo da videira é maior com maturação fenológica completa, o que permite a elaboração de vinhos de alta qualidade (BRIGHENTI; TONIETTO, 2004; BORGHEZAN et al., 2011; LUCIANO, 2012).

A videira implantada em relevo e solo inapropriados, pode dispor de água em excesso e prejudicar a qualidade final dos frutos. Solos considerados apropriados ao cultivo de videiras no Planalto Sul de Santa Catarina podem ser de meia encosta, cujos perfis são mais profundos, porosos e bem drenados (MARTINS, 2006). Solos com restrição hídrica moderada podem beneficiar a qualidade final das uvas pois o teor de taninos e o índice de polifenóis totais são maiores nestas condições (CHAVARRIA et al., 2011). Leeuwen et al. (2004) e Leeuwen; Seguin (2006) estudaram a relação entre as condições meteorológicas e a composição da uva que ocorre em Bordeaux – França e Otago – Nova Zelândia, respectivamente. No Brasil, Borghezán et al. (2011) avaliaram o comportamento vegetativo e produtivo das uvas Cabernet Sauvignon, a composição da uva e sua relação com as variáveis meteorológicas em diferentes ciclos da videira. Após isso, Luciano et al. (2013), avaliaram dois solos da região Serrana de SC, cultivados com Cabernet Sauvignon, e verificaram o efeito do solo nos teores de sólidos solúveis, taninos, antocianinas, acidez titulável e pH do mosto.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as condições meteorológicas, precipitação, temperatura e insolação, que ocorrem em cada safra e as diferentes classes dos solos utilizados para o cultivo da videira e relacioná-los com as características físico-químicas e com os compostos fenólicos da uva Cabernet Sauvignon cultivada no Planalto Sul de Santa Catarina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E TRATAMENTOS

O experimento foi implantado em vinhedo comercial no ano de 2002 com as uvas da variedade Cabernet Sauvignon, enxertados sobre Paulsen 1103 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) no sistema de condução espaldeira, com espaçamento entre plantas de 1,2 m e entre linhas de 3 m, com cobertura anti-granizo, no município de São Joaquim, localizado no Planalto Sul do estado de Santa Catarina (latitude: 28°15'32"S; longitude: 49°57'35" W; e altitude média de 1.260 m).

O experimento é constituído por três áreas com classes de solos distintas. Os três solos foram classificados segundo Santos et al. (2013) como Cambissolo Háptico, Cambissolo Húmico e Nitossolo Bruno. Nas três áreas havia o predomínio de plantas nativas em consórcio com as videiras, e o manejo destas plantas foram realizados através de roçadas periódicas. As Classes de solo classificadas como Cambissolo Háptico e Nitossolo Bruno estão localizadas em relevo mais acidentado e são solos com profundidade efetiva variável no terreno. Já o Cambissolo Húmico está localizado em região mais plana, e o contato lítico com a rocha ocorre dentro de 50 cm de profundidade, tornando este solo efetivamente mal drenado. Foram avaliadas as safras de 2015 e 2016.

O clima do local, segundo a classificação de Köppen (1928) é Cfb, mesotérmico, constantemente úmido, sem estação seca, com verão fresco (< 22° C). A temperatura média normal das máximas varia de 19,4 a 22,3°C, e a mínima de 9,2 a 10,8°C. A precipitação pluviométrica total anual varia de 1.500 a 2.200 mm, o total anual de dias de chuva em torno de 135, a umidade relativa normal do ar varia de 80 a 83%, e insolação anual total entre 1.824 a 2.083 horas (EPAGRI, 2002).

Antes da implantação do vinhedo, as glebas do estudo eram mantidas com campo natural e, a partir de 2000, foram preparadas com aração a 30 cm de profundidade e gradagem. Em seguida, foi realizada a correção da acidez e da fertilidade do solo. A acidez foi corrigida com a aplicação de 25 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT a 100%) para elevar o pH 6,0 e neutralizar os efeitos tóxicos do alumínio. Na adubação de implantação foi aplicado 450 kg ha⁻¹ de fósforo (superfosfato triplo) e 300 kg ha⁻¹ de potássio (cloreto de potássio). A adubação de cobertura seguiu as recomendações do manual da Comissão de Química e Fertilidade do Solo dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC 2016). A adubação de

manutenção na área é realizada anualmente nas áreas, considerando análise de solo e as recomendações do manual da CQFS-RS/SC, 2016.

A escolha das áreas do experimento consistiu de um caminhamento e tradagens, a partir do qual foram demarcados 20 pontos amostrais em cada área, que correspondem a 20 repetições. Foram selecionadas quatro linhas distantes seis metros (uma linha foi selecionada a cada três linhas) e em cada linha foram demarcados cinco pontos, espaçados 7,2 m entre si. Assim, foi demarcado uma malha em retângulo de 15 x 36 m (540 m²) (Figura 1).

Figura 1 – Croqui da área exemplificando como foram demarcados os pontos de coleta de solo (numerados) e as duas plantas em cada ponto (Planta A e B), nas áreas dos experimentos nos diferentes solos estudados (Cambissolo Húmico, Cambissolo Háplico e Nitossolo Bruno).

Planta A	16	Planta B	Planta A	17	Planta B	Planta A	18	Planta B	Planta A	19	Planta B	Planta A	20	Planta B
Planta A	15	Planta B	Planta A	14	Planta B	Planta A	13	Planta B	Planta A	12	Planta B	Planta A	11	Planta B
Planta A	6	Planta B	Planta A	7	Planta B	Planta A	8	Planta B	Planta A	9	Planta B	Planta A	10	Planta B
Planta A	5	Planta B	Planta A	4	Planta B	Planta A	3	Planta B	Planta A	2	Planta B	Planta A	1	Planta B

2.2 COLETA DE SOLO E DETERMINAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS

A coleta de solo foi realizada na linha de plantio da videira, pois em estudo realizado por Luciano (2012) ocorre maior concentração de raízes nesta região. Em cada ponto demarcado foram abertas trincheiras para coleta das amostras físicas do solo, sendo coletado em cada camada (0-10 e 10-20 cm) dois anéis metálicos com volume de 70 cm³.

No laboratório, foram saturadas por 48 h, e submetidas as tensões de 1, 6 e 10 kPa em mesa de tensão de areia. Após foram submetidas as tensões de 30, 100, 300 e 500 kPa em Câmaras de Richards, obtendo-se a umidade volumétrica em cada tensão aplicada.

A porosidade total foi calculada pela diferença entre a massa de solo saturado e a massa de solo seco em volume conhecido. O volume de microporos corresponde a umidade volumétrica retida na tensão de 6 kPa (EMBRAPA, 1997). O volume de macroporos foi calculado pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade. A densidade foi determinada pela relação massa/volume, em base seca a 105°C, com auxílio de um anel volumétrico (BLAKE; HARTGE, 1986).

As amostras com estrutura alterada foram peneiradas em malha de 2 mm e secas ao ar para obter a terra fina seca ao ar (TFSA). A distribuição do tamanho de partículas foi determinada segundo Gee; Bauder (1986), através do método da pipeta para obter o teor de argila e através de peneiramento (53 μm) para obter o teor de areia. Com estas determinações foi calculado o teor de silte.

Para avaliar a variação do armazenamento de água no solo utilizou-se o método da umidade gravimétrica. Para isso, amostras com estrutura alterada foram coletadas na camada de 0-20 cm, na linha da videira, quinzenalmente, durante o período de crescimento e maturação das bagas da uva, de janeiro a março, nos mesmos pontos onde foram coletados os solos e as uvas para as determinações descritas. Para as coletas de solo foi utilizado trado de rosca, perfazendo quatro tradagens por ponto, onde foi coletado de 100 a 150 gramas de solo por camada num raio de 50 cm de cada ponto demarcado. As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 0,5 L e, em seguida conduzidas ao Laboratório de Física e Manejo do Solo – (UDESC/CAV) para a determinação da umidade gravimétrica (Ug) segundo EMBRAPA (1997). Obtida a umidade gravimétrica e a densidade do solo foi calculada a umidade volumétrica e o armazenamento de água no perfil (Lâmina Armazenada em mm, na camada de 0 a 200 mm) conforme descrita em LIBARDI (2005).

Para a análise dos atributos químicos, foram coletadas cinco subamostras, com trado tipo holandês, próximas de cada ponto na linha de plantio e em ambas as camadas, sendo posteriormente homogeneizadas para composição de uma amostra de solo. As amostras com estrutura alterada foram homogeneizadas no campo e posteriormente secas em estufa a 60 °C, moídas e passadas em peneira de malha de 2,0 mm. Os atributos químicos do solo determinados foram: acidez (pH em H₂O), teores de fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺) e carbono orgânico total (COT).

A determinação do pH em água foi realizada na relação solo:água 1:1 com leituras em potenciômetro com eletrodo combinado; potássio trocável e fósforo disponível foram extraídos pelo método do extrator duplo ácido (Mehlich 1) com solução ácida de HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹, sendo que o potássio foi quantificado por fotometria de chama e a determinação do teor de fósforo foi realizada por colorimetria, em espectrofotômetro de absorção molecular, conforme metodologia proposta por Murphy; Riley (1962); Ca²⁺ e Mg²⁺ trocáveis foram extraídos com solução salina neutra de KCl 1 mol L⁻¹ sendo determinados por espectrofotometria de absorção atômica conforme Tedesco et al. (1995). O teor de carbono orgânico foi determinado pela quantificação elementar pelo equipamento MULTI N/C, 2100.

2.3 COLETA E ANÁLISES DA UVA

A colheita da uva foi realizada na fase de maturação em duas safras. A primeira colheita dos cachos foi no dia 30 de março de 2015 e a segunda no dia 28 de março de 2016. Nas videiras próximas aos locais onde foram realizadas as coletas de solo, também foram colhidos dois cachos médios por planta, sendo duas plantas por ponto. Os cachos foram acondicionados em sacos plásticos, armazenados em caixas plásticas para posterior realização das análises das características produtivas, físico-químicas e os componentes fenólicos da uva.

As características produtivas avaliadas foram: número de cachos, massa do cacho, massa da ráquis, comprimento do cacho, número de bagas, massa de 50 bagas, produção e produtividade estimada. A massa do cacho, massa da ráquis e a massa de 50 bagas foram determinadas com o uso de balança analítica com precisão de 0,01 g. O comprimento do cacho determinado com o uso de régua graduada. Na colheita foram contados o número de cachos por planta e a produtividade ($t\ ha^{-1}$) das safras foi estimada através da multiplicação da produção por planta pela densidade de plantio ($2778\ plantas\ ha^{-1}$).

Após realizada as determinações das características produtivas, foram selecionadas aleatoriamente 100 bagas dos quatro cachos que foram colhido em cada ponto e esmagados manualmente para separação do mosto e da casca das bagas das uvas. Com o mosto das bagas foram determinados o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}Brix$), a acidez titulável ($meq\ L^{-1}$) e o pH do mosto, conforme metodologia proposta pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2008). Os sólidos solúveis foram determinados utilizando um refratrômetro digital, marca Atago – Modelo B427286. A acidez titulável foi obtida através da titulação do mosto com solução alcalina padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando como indicador o azul de bromotimol. O pH foi obtido através de leituras do mosto com auxílio de um potenciômetro.

Com as cascas que foram separadas das bagas, foi realizado um processo de extração para a obtenção da concentração de compostos fenólicos e de cor da casca. As soluções extratos foram obtidas seguindo a metodologia descrita por Marcon Filho et al. (2015), com a seguinte proporção casca e extrato: 40 g de cascas foram separadas a partir das amostras de bagas, as quais foram adicionados 16 mL de solução hidroalcoólica de metanol 50% $v\ v^{-1}$, e mantidas a 30 °C por 24 horas. Posteriormente, o extrato “a quente” foi separado e as cascas foram enxaguadas com 5 mL da solução de metanol. Após isto, foi adicionado novamente 16 mL da solução extratora de metanol às cascas, que em seguida foram colocadas em BOD, para a

extração à 0°C por mais 24 horas. O extrato “a frio” foi homogeneizado com o extrato “a quente”, e repetiu-se o enxágue das cascas com mais 5 mL de solução de metanol. A solução extrato foi filtrada ao final do processo.

A partir do extrato obtido foi determinada a concentração de polifenóis totais, antocianinas e cor. A concentração de polifenóis totais na casca foi determinada pelo método de espectrofotometria, descrito por Singleton; Rossi (1965), utilizando o reagente Folin-Ciocalteu (Vetec) e o ácido gálico como padrão, com leituras da absorbância em 760 nm. Os resultados foram expressos em mg L⁻¹ de ácido gálico.

O teor de antocianinas foi determinado pelo método de espectrofotometria, descrito por Rizzon (2010), baseado na diferença de coloração das antocianinas em relação ao pH, visto que a variação da intensidade corante em dois valores de pH é proporcional ao teor de antocianina. Este método prevê a preparação de duas amostras para leitura em espectrofotômetro. A primeira amostra (Ácida) foi composta por 1 mL de solução extrato, 1 mL de etanol com 0,1% de ácido clorídrico e 10 mL de ácido clorídrico a 2% (pH = 0,8). A segunda amostra (Tampão) conteve 1 mL de solução extrato, 1 mL de etanol com 0,1% de ácido clorídrico e 10 mL de solução tampão (pH = 3,5), preparada com fosfato dissódico 0,2 M e ácido cítrico 0,1 M. A leitura da absorbância foi realizada a 520 nm. A concentração de antocianina livre foi calculada:

$$\text{Antocianina (mg L}^{-1}\text{)} = 388 \times \Delta d$$

Onde: Δd = diferença de leitura entre as duas amostras (Ácida – Tampão).

A determinação de cor foi realizada pelo método de espectrofotometria, descrito por Rizzon (2010).

Para avaliar o efeito das condições meteorológicas sobre as características produtivas, químicas e os componentes fenólicos da uva, foram avaliadas as safras de 2015 e 2016. Dentre os fatores climatológicos avaliados estão: precipitação diária, insolação e temperaturas média máximas e mínimas diárias dos meses de dezembro a abril fornecidos pela Epagri/Ciram.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise exploratória dos dados foi aplicada para analisar e resumir as variáveis dos atributos químicos e físicos do solo e da composição e atributos relacionados a produtividade das uvas. Foram realizados os cálculos da média, mediana, valores mínimo e máximo, desvio padrão e coeficiente de variação.

A hipótese de normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância. Nas variáveis onde não foi verificada a distribuição normal foram utilizadas as transformações $\log(y)$. O teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) observa a máxima diferença absoluta entre a função de distribuição teórica, no caso a normal, e a função de distribuição empírica. Também foram feitas análises comparativas entre os três tipos de solo, através do teste “t”, ao nível de 5% de probabilidade para verificar possíveis diferenças existentes entre os solos.

A análise fatorial foi empregada no esquema 3 x 2 para avaliar o efeito da interação entre o fator solo (3 tipos de solo) e o fator clima (2 safras da uva) nas características produtivas, físico-químicas e compostos fenólicos da uva Cabernet Sauvignon. Os 20 pontos foram considerados como repetições em cada área, e em cada ponto foi calculada a média aritmética de quatro cachos para os atributos da uva. Foi calculada a análise de variância (ANOVA), sendo o solo e o clima as variáveis independentes e os atributos da uva as variáveis dependentes. As médias foram comparadas por Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Além disso, as percentagens de variância de cada variável dependente foram calculadas a partir da divisão entre a soma dos quadrados de cada variável pela soma dos quadrados total, multiplicado por 100, segundo descrito em trabalho de Ubalde et al. (2010). O software utilizado foi o SAS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

Os teores de areia e argila foram maiores no Nitossolo Bruno em relação aos Cambissolos avaliados. Nos Cambissolos predominaram a classe franco argilo siltosa e no Nitossolo Bruno a classe argilosa (Tabela 1). No Cambissolo Húmico, a porosidade total média ($0,74 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) foi maior que no Cambissolo Háptico ($0,61 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) e Nitossolo Bruno ($0,68 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$). O mesmo foi observado para microporosidade, cujo volume médio foi de $0,57 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ no Cambissolo Húmico, $0,52 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ no Cambissolo Háptico e $0,44 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ no Nitossolo Bruno (Tabela 1). O maior volume de macroporos foi observado nas classes Cambissolo Húmico ($0,19 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) e Nitossolo Bruno ($0,21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) (Tabela 1). De acordo com Xu et al. (1992), a porosidade total é inversamente proporcional a densidade do solo, e a macroporosidade é responsável pela aeração do solo e drenagem interna do perfil. Os solos devem ter porosidade de aeração superior a $0,10 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ para suprir a demanda de oxigênio no solo. Esta demanda é suprida em solos melhor drenados, não compactados e com isso, para culturas de sequeiro, favorecem o desenvolvimento das raízes no perfil.

Tabela 1 - Atributos físicos de três classes de solo onde estão implantadas as videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2015. Média dos 20 pontos de coleta de cada solo na camada de 0-20 cm.

	Cambissolo Húmico	Cambissolo Háptico	Nitossolo Bruno
Areia	112 c	152 b	204 a
Silte	631 a	532 b	376 c
Argila	257 c	316 b	420 a
PT	0,74 a	0,61 c	0,68 b
Macro	0,19 a	0,13 b	0,21 a
Micro	0,57 a	0,48 b	0,44 c
DS	0,71 c	1,09 a	0,90 b

Areia, Silte e Argila (g kg^{-1}); PT – porosidade total, Macro – macroporosidade, Micro – microporosidade ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$); DS – densidade do Solo (g cm^{-3}). Letras minúsculas na linha comparam as classes de solos. Foi aplicado o teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A densidade do solo foi menor no Cambissolo Húmico ($0,71 \text{ g cm}^{-3}$) e maior no Cambissolo Háptico ($1,09 \text{ g cm}^{-3}$) (Tabela 1). De acordo com Reichert et al. (2003), a Ds

crítica é de $1,55 \text{ g cm}^{-3}$ para solos de textura média (20 a 55% de argila). Portanto, as densidades observadas nas classes de solos estudadas não causam restrições no desenvolvimento radicular, o que também foi verificado por Luciano (2013) ao realizar o teste de Proctor em dois Cambissolos, nos quais observou densidades máximas ($DsMáx$) no Cambissolo Húmico de $1,11 \text{ g cm}^{-3}$ na camada de 0-30 cm e a umidade ótima de compactação (UOC) de $0,45 \text{ g g}^{-1}$. No Cambissolo Háptico a $DsMáx$ foi de $1,35 \text{ g cm}^{-3}$ e a UOC foi de $0,33 \text{ g g}^{-1}$ na camada de 0-30 cm. A menor $DsMáx$ no Cambissolo Húmico é explicada pelos altos teores de carbono orgânico total e maior volume de macro e microporos.

3.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

No Cambissolo Háptico foi observado maior pH do solo (6,9) comparado ao Cambissolo Húmico (6,6) e Nitossolo Bruno (6,3) (Tabela 2). De acordo com a CQFS – RS/SC (2016) o pH indicado para o cultivo da videira é 6,0 e as classes de solo estudadas estão com pH acima do considerado ideal. Contudo, o pH não influencia de forma direta o desenvolvimento das videiras e a qualidade dos frutos, somente em condições de pH mais baixo há limitação ao desenvolvimento das plantas, tanto pela disponibilidade de nutrientes quanto pela concentração de alumínio em níveis tóxicos (TEBALDI, 2000).

O maior teor de carbono foi observado no Cambissolo Húmico (80 g kg^{-1}) comparado ao Nitossolo Bruno e ao Cambissolo Háptico (47 e 43 g kg^{-1} respectivamente) (Tabela 2). De acordo com a CQFS-RS/SC (2016), os teores de COT são classificados como altos nas três classes avaliadas, devido à baixa taxa de decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos, relacionada à diminuição do metabolismo destes, devido as baixas temperaturas que ocorrem na região durante a maior parte do ano, além da restrição de drenagem em alguns locais, principalmente no Cambissolo Húmico (LUCIANO, 2012).

Foi observado no Nitossolo Bruno maiores teores de cálcio ($10,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e magnésio ($4,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) comparado aos Cambissolos estudados (Tabela 2). Nas três classes de solos avaliadas, os teores de cálcio e magnésio são considerados altos (CQFS – RS/SC, 2016), o que é explicado principalmente pela calagem realizada nas áreas antes de plantar as videiras. Cassol et al. (2008), Mafra et al. (2011), Zalamena et al. (2013) e Luciano et al. (2013) também observaram altos teores de cálcio e magnésio estudando vinhedos na mesma região, e justificam os altos teores devido à alta dose de calcário aplicada na implantação dos vinhedos, devido principalmente as classes de solos originalmente possuírem alta acidez potencial, com alta capacidade de tamponamento de pH, demandando doses elevadas de corretivos.

Os teores de fósforo e potássio não diferiram entre as classes de solos (Tabela 2) e foram classificados como altos (CQFS – RS/CS, 2016). Os solos do Planalto Catarinense naturalmente possuem baixo fósforo, devido principalmente a baixa disponibilidade do nutriente no material de origem e a maior adsorção de íons fosfato aos grupos funcionais de partículas reativas da fase sólida dos solos (FONTES; WEED, 1996). Além disso, conforme observado por Dal Bó (1992), em estudo com diferentes níveis de fósforo, não houve resposta para produção com diferentes níveis de fósforo aplicados no solo, indicando que são raros os casos de deficiência deste elemento nas videiras. Já o K é considerado como um dos nutrientes mais importantes e determinantes na qualidade final da uva. Promove a formação dos primórdios florais e é acumulado nas bagas durante o período de maturação, aumentando a produtividade (DAL BÓ, 1992). Porém, quando em excesso pode ocasionar problemas na absorção de cálcio e magnésio em videiras (TAGLIAVANI et al., 1996). Contudo, devido a adição de cálcio e magnésio pela calagem, isso provavelmente não ocorre na região.

Tabela 2 - Atributos químicos de três classes de solo onde estão implantadas videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2015. Média dos 20 pontos de coleta de cada solo na camada de 0-20 cm.

	Cambissolo Húmico	Cambissolo Háplico	Nitossolo Bruno
pH	6,6 b	6,9 a	6,3 c
COT	80 a	43 b	47 b
Ca	7,9 b	8,3 b	10,5 a
Mg	1,0 b	0,9 b	4,8 a
P	18 ns	18	16
K	103 ns	113	109

COT – carbono orgânico total (g kg^{-1}); Ca – cálcio, Mg – magnésio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$); P – fósforo, K – potássio (mg kg^{-1}). Letras minúsculas na linha comparam as classes de solos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

3.3 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

No ano de 2015 a temperatura média anual foi de $14,2^{\circ}\text{C}$, insolação de 2008 horas e precipitação pluviométrica de 2373 mm. Enquanto que no ano de 2016 a temperatura média foi de $14,1^{\circ}\text{C}$, insolação de 1744 horas e precipitação pluviométrica 2224 mm (Tabela 3). Durante o período de maturação que compreende os meses de janeiro a março a temperatura média foi de $16,5^{\circ}\text{C}$ em 2015 e $16,9^{\circ}\text{C}$ em 2016; Insolação com um total de 379 horas em 2015 e 341 horas em 2016 e a precipitação de 300 mm em 2015 e 337 mm em 2016 (Tabela 3).

Ventos intensos, principalmente quando o vinhedo está em plena vegetação ou no período de maturação da uva, podem causar a queda do sistema de sustentação do vinhedo (postes e aramados) e, conseqüentemente, das plantas, causando grandes prejuízos, como os verificados na safra de 2014 em São Joaquim, SC, onde ventos de 109 km h⁻¹ (EPAGRI/CIRAM), associados com chuva, ocasionaram a derrubada parcial dos vinhedos e redução drástica da produção nas áreas conduzidas no sistema espaldeira. Importante destacar que na safra de 2014 os vinhedos foram atingidos por um ciclone que causou a perda parcial das uvas na área sob um Nitossolo Bruno e a perda total da produção nas áreas avaliadas sob um Cambissolo Háptico e Cambissolo Húmico, e tombamento de muitas plantas fato que afetou a produção e conseqüentemente as características produtivas na safra de 2015, pois de acordo com Monteiro et al. (2009) as plantas perenes não conseguem se recuperar de um estresse de uma safra para outra, devido a maior incidência de doenças durante a recuperação dos vinhedos afetados.

Tabela 3 - Insolação, temperaturas média, mínima e máxima, e precipitação nos períodos de brotação a mudança da cor das bagas (Setembro – Janeiro), no período de maturação das uvas (Fevereiro – Março), e anual, no Planalto Sul de SC, 2016.

	Temperatura Mínima (°C)			Temperatura Máxima (°C)			Temperatura Média (°C)		
	Set-Jan	Fev-Mar	Anual	Set-Jan	Fev-Mar	Anual	Set-Jan	Fev-Mar	Anual
2015	11	11,8	9,7	21,2	21,9	19,2	15,7	16,5	14,2
2016	11,3	12,9	10,1	20,4	22,1	19,1	15,4	16,9	14,1
	Insolação (horas)						Precipitação (mm)		
Safra	Set-Jan	Fev-Mar	Anual	Set-Jan	Fev-Mar	Anual	Set-Jan	Fev-Mar	Anual
2015		866	379	2008		1089	300	2373	
2016		699	341	1744		1225	337	2224	

Set – Jan = Setembro – janeiro; Fev – Mar = Fevereiro – Março; Dados fornecidos pela CIRAN – EPAGRI, 2016.



Fonte: autora, 2017.

3.4 EFEITO DO CLIMA NO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

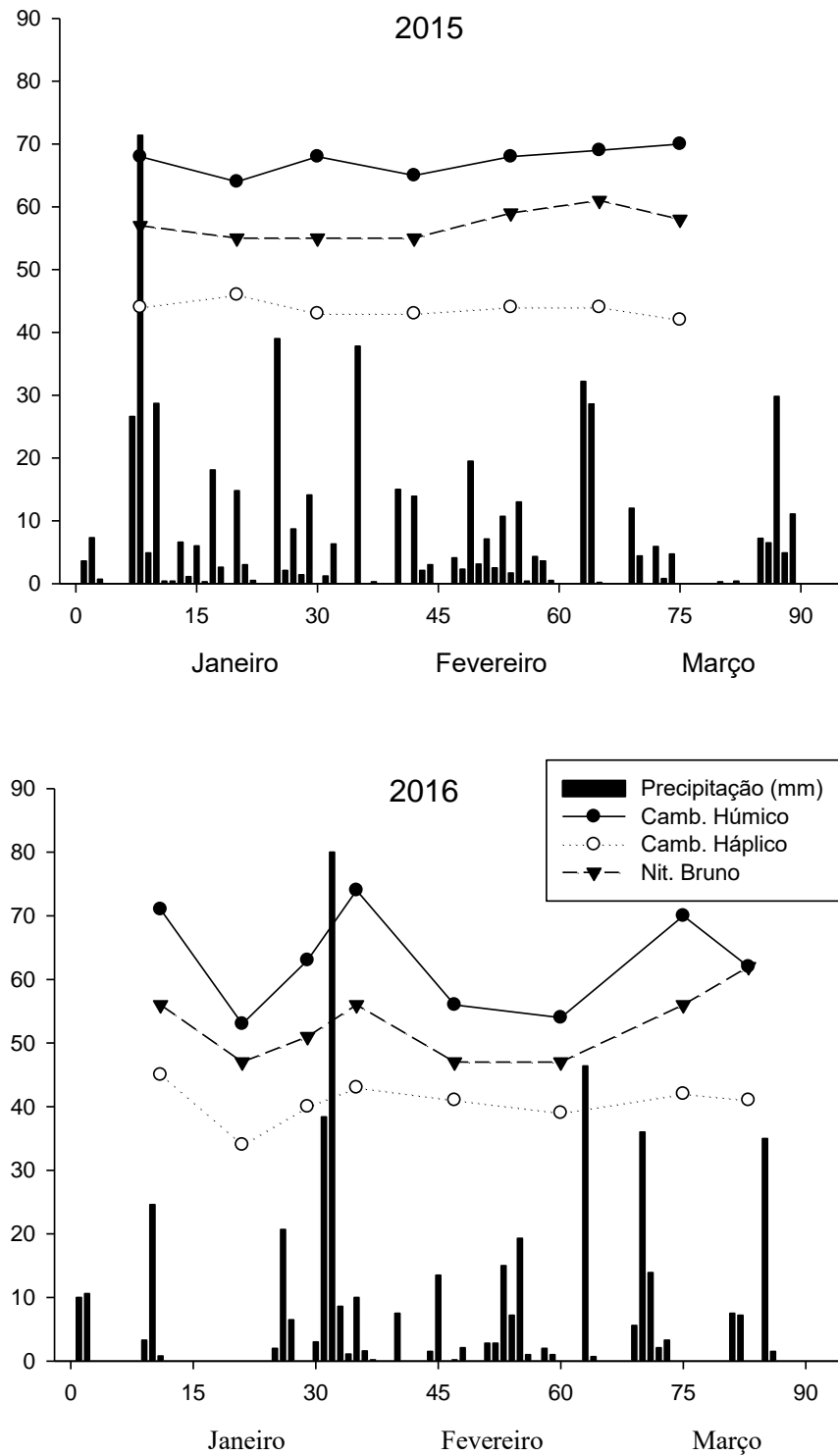
De janeiro a março de 2015 a precipitação acumulada foi de 564 mm e no ano de 2016 foi de 457 mm. A maior diferença em volume observada corresponde aos 30 primeiros dias do ano, no início da maturação das bagas, onde a precipitação no ano de 2015 foi 264 mm e no ano de 2016 foi de 120 mm (Figura 2). Foi observado também uma melhor distribuição da chuva no ano de 2015, sendo que no ano de 2016 ocorreram dois períodos de menor disponibilidade hídrica, na segunda quinzena de janeiro e na primeira quinzena de fevereiro. (Figura 2), o que resultou em menor armazenamento de água neste período. No mês de março, período que antecede o período da colheita, a precipitação foi semelhante entre as safras avaliadas, sendo de 149 mm em 2015 e 159 mm em 2016. Na semana que antecedeu a colheita, a precipitação em 2015 foi de 60 mm e 2016 foi de 44 mm (Figura 2). Assim, na fase final de maturação das uvas, a precipitação foi maior na safra de 2015.

Considerando as classes de solos avaliadas (Figura 3), no período de maturação das bagas foi possível observar que o Cambissolo Húmico acumulou maior volume de água no solo na camada de 0-20 e o Cambissolo Háplico menor volume de água nas duas safras avaliadas (Figura 3). O maior armazenamento de água do Cambissolo Húmico em relação ao Cambissolo Háplico e ao Nitossolo Bruno são explicados, principalmente, pela menor declividade da área,

estando este situado em relevo plano e as demais classes em relevo declivoso, menor profundidade do perfil, sendo que em alguns pontos foi observado afloramento de rochas, além do maior teor de carbono orgânico, que devido ao maior aporte de material orgânico retém mais água no perfil.

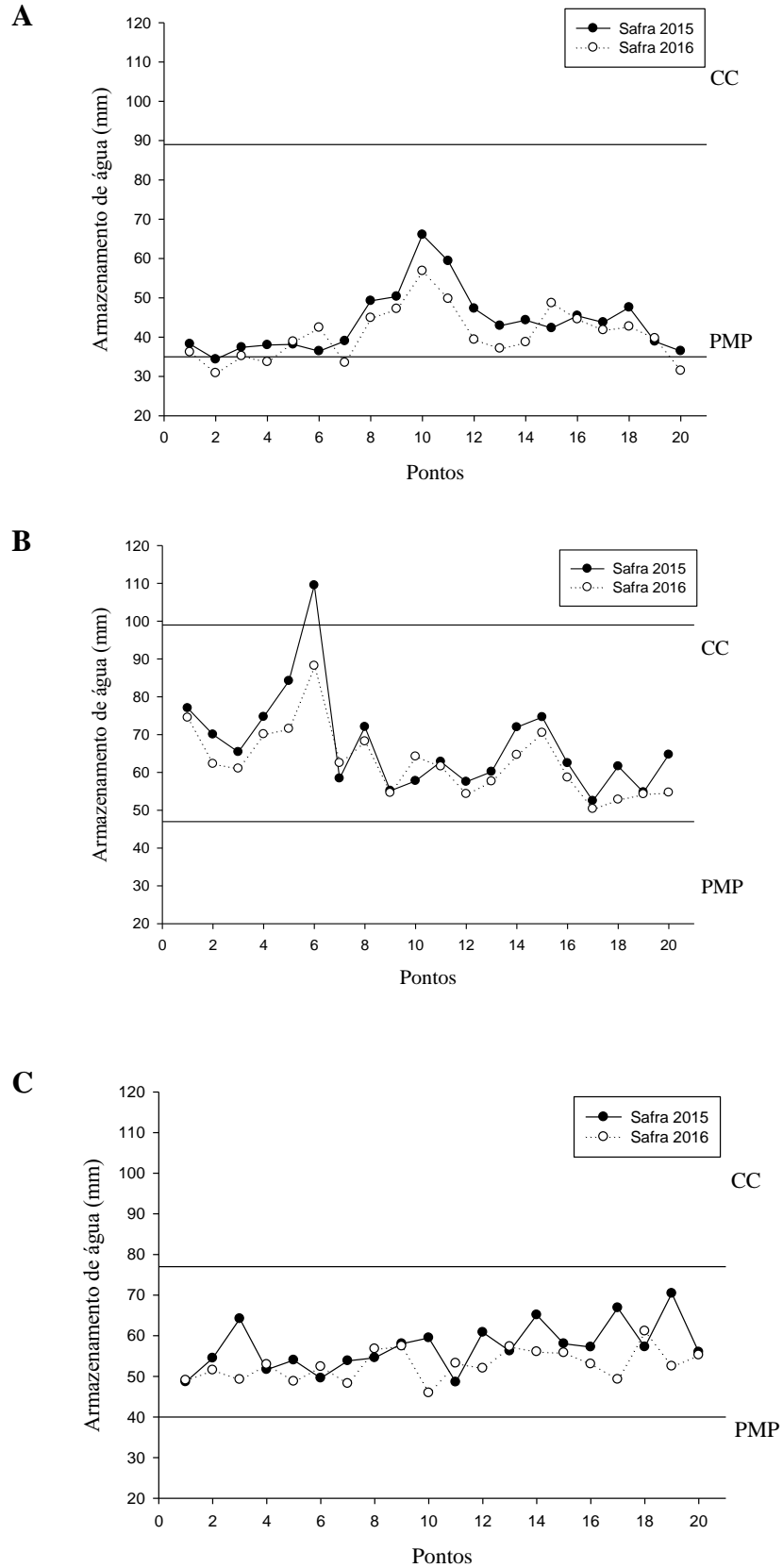
O volume de água disponível para as plantas é definido entre a umidade na capacidade de campo (CC) e a umidade onde as plantas perdem a turgência e murcham permanentemente (ponto de murcha permanente - PMP). Nas duas safras avaliadas, o armazenamento médio nas três classes de solo ficou entre a CC e o PMP, o que corresponde ao intervalo de água disponível para as plantas na maioria dos pontos (Figura 3). O Cambissolo Húmico, em ambas as safras, ao longo do ciclo reprodutivo da videira, teve maior armazenamento de água em relação ao Nitossolo Bruno e ao Cambissolo Háptico (Figura 3). O maior armazenamento de água ocorre em função da menor drenagem, pois este solo está situado em área mais plana, possui profundidade efetiva menor e teor de matéria orgânica mais alto, o que favorece a retenção de água. O Nitossolo Bruno e o Cambissolo Háptico estão localizados em área mais declivosas, o que favorece a drenagem e o escoamento de água.

Figura 2 - Precipitação pluviométrica (mm) em período de 90 dias (janeiro a março) correspondente a maturação das uvas, e armazenamento de água no solo (mm) médio (20 pontos), na camada de 0-20 cm, nas safras de 2015 e 2016 em três classes de solos avaliadas no Planalto Sul de SC.



Precipitação pluviométrica (mm); Camb. Háplico – Cambissolo Háplico; Camb. Húmico – Cambissolo Húmico; Nit. Bruno – Nitossolo Bruno.

Figura 3 - Armazenamento de água no solo (mm), média das datas de coleta, na camada de 0-20 cm, nos 20 pontos das áreas de estudo nas safras 2015 e 2016, no Cambissolo Háplico (A), Cambissolo Húmico (B) e Nitossolo Bruno (C).



3.5 CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DA UVA

Considerando as características produtivas da uva Cabernet Sauvignon, foi observado efeito significativo do solo para as variáveis comprimento do cacho e número de bagas e efeito significativo do clima para número de bagas. Foi observada interação das variáveis produtividade, massa do cacho, massa de 50 bagas e diâmetro de bagas, embora a percentagem da variância atribuída a interação foi inferior a 30% (produtividade) (Tabela 4).

Tabela 4 - Percentagem da variância atribuída aos fatores solo, clima e a interação solo x clima para a produtividade, comprimento do cacho, massa do cacho, massa da ráquis, número de bagas, massa de 50 bagas e diâmetro de bagas de uvas originadas de videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2016.

	Solo	Clima	Solo x Clima
%.....		
Produtividade (t ha ⁻¹)	17*	53**	30**
Comp. cacho (cm)	84**	0 ^{ns}	16 ^{ns}
Massa cacho (g)	57**	26**	17*
Massa ráquis (g)	71 ^{ns}	8 ^{ns}	21 ^{ns}
Núm. Bagas	54**	33**	13 ^{ns}
Massa 50 bagas (g)	53**	19**	28**
Diâm. Bagas (mm)	11*	80**	9*

Comp. Cacho – Comprimento do cacho; Num. Bagas – Número de bagas; Diâm. Bagas – Diâmetro de bagas. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) e ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Avaliando as características físico-químicas e compostos fenólicos da uva Cabernet Sauvignon, foi observado efeito significativo do solo para polifenóis, antocianinas, intensidade e tonalidade da cor, e efeito significativo do clima para antocianinas, intensidade e tonalidade da cor, com efeito mais pronunciado do fator solo. Efeito da interação solo x clima foi observado para as características físico-químicas, acidez, pH do mosto e sólidos solúveis (Tabela 5).

Tabela 5 - Percentagem da variância atribuída aos fatores de solo, clima e a interação solo x clima para acidez, pH do mosto, sólidos solúveis, polifenóis, antocianinas, intensidade e tonalidade de uvas originadas de videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2016.

	Solo	Clima	Solo x Clima
%.....		
Acidez (meq L ⁻¹)	23*	50**	27*
pH mosto	26**	49**	25**
Sól. Solúveis (°Brix)	25**	45**	30**
Polifenóis (mg L ⁻¹)	91**	1 ^{ns}	8 ^{ns}
Antocianinas (mg L ⁻¹)	85**	12**	3 ^{ns}
Intensidade	49**	46**	5 ^{ns}
Tonalidade	77**	19*	4 ^{ns}

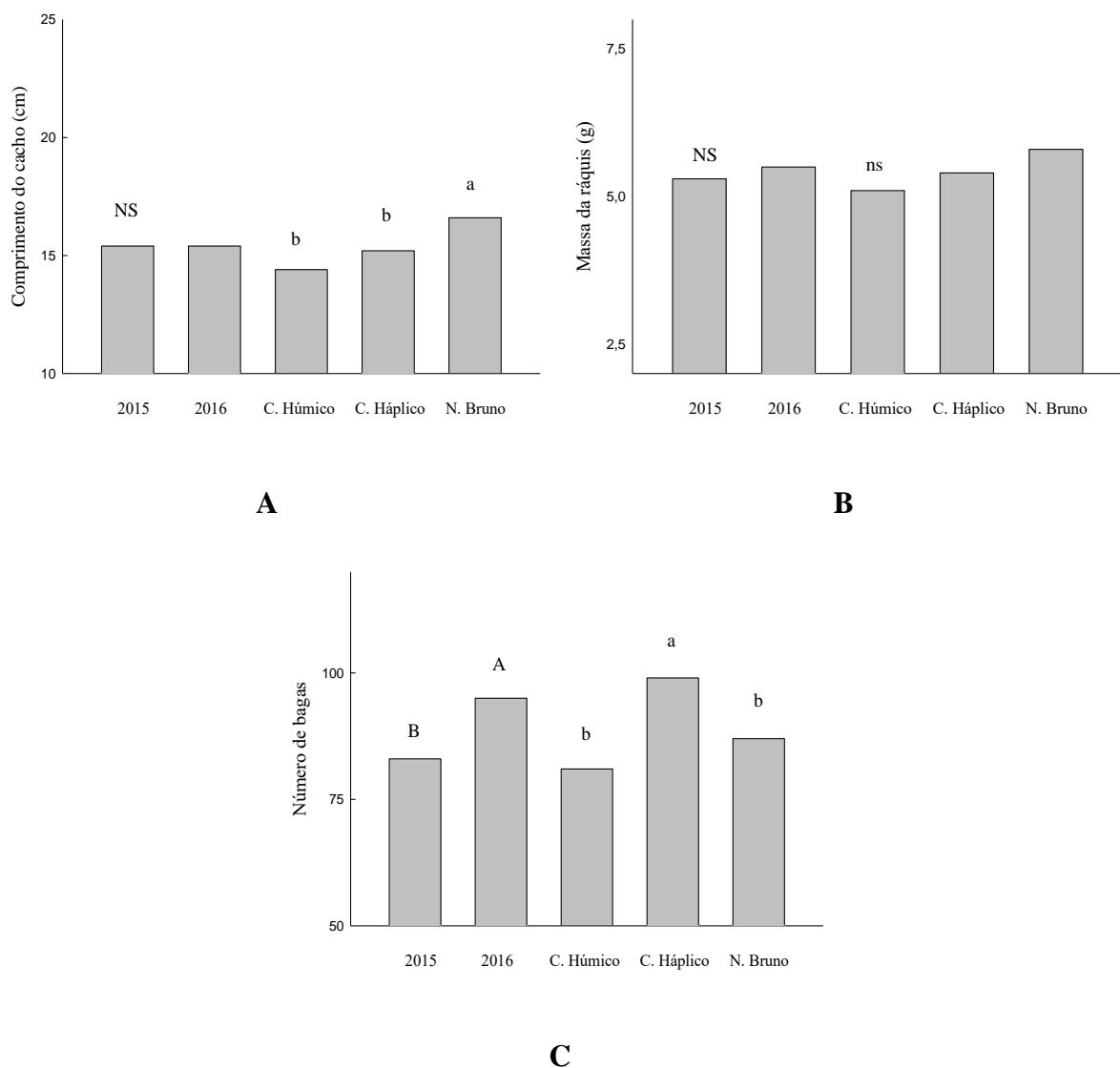
** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) e ns não significativo ($p \geq 0,05$).

Foi observada diferença estatística entre as classes de solo para comprimento do cacho, sendo os maiores valores obtidos no Nitossolo Bruno (16,6), quando comparados aos Cambissolos Húmico (14,4 cm) e Háptico (15,2 cm) na média das safras avaliadas (Figura 4A). O comprimento do cacho foi determinado principalmente pelos atributos do solo (84% da variabilidade do modelo matemático) (Tabela 4). Essas diferenças atribuídas as classes de solos podem ter ocorrido devido a posição na paisagem década classe. O Cambissolo Húmico teve o menor comprimento dos cachos devido a maior disponibilidade de água e, principalmente pelo seu elevado teor de matéria orgânica, que devido a sua elevada fertilidade, induz a formação de maior número de gemas por ano, de uma maior quantidade de cachos por planta, porém com comprimento menor. O mesmo efeito foi observado por Luciano (2012) avaliando comprimento do cacho em Cambissolos. A massa da ráquis não teve efeito do solo e do clima (Figura 4B).

O número de bagas foi influenciado pelos atributos do solo e pelas condições climáticas, que explicaram 54 e 33%, respectivamente, da variabilidade do modelo matemático (Tabela 4). Na safra de 2016, foi observado maior número de bagas por cacho (95 bagas) comparado a safra de 2015 (83 bagas). Entre as classes de solos, maior número de bagas foi do Cambissolo Háptico (99 bagas) comparado ao Cambissolo Húmico (81 bagas) e Nitossolo Bruno (87 bagas) (Figura 4C). Wurz (2016) e Warmling (2017) avaliando as uvas Cabernet Sauvignon, observaram uma média de 58 e 81 bagas respectivamente na safra de 2015 e uma média de 76 e 92 bagas respectivamente na safra de 2016, evidenciando que as condições climáticas da safra

de 2016 influenciaram positivamente nas características produtivas das uvas. A influência do clima nas características produtivas pode ser explicada pelas elevadas precipitações no período de desenvolvimento vegetativo e entre os períodos de floração e mudança de cor das bagas (Figura 2).

Figura 4 – Efeito do solo e do clima no comprimento do cacho (cm), massa da ráquis (g) e número de bagas de uvas originadas de videiras da variedade Cabernet Sauvignon, e enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2016.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A produtividade, massa do cacho, massa de 50 bagas e diâmetro de bagas tiveram efeito da interação solo x clima (Figura 5). Na safra de 2015, a maior produtividade foi observada no Nitossolo Bruno em relação ao Cambissolo Húmico e Cambissolo Háplico. Já na safra de 2016

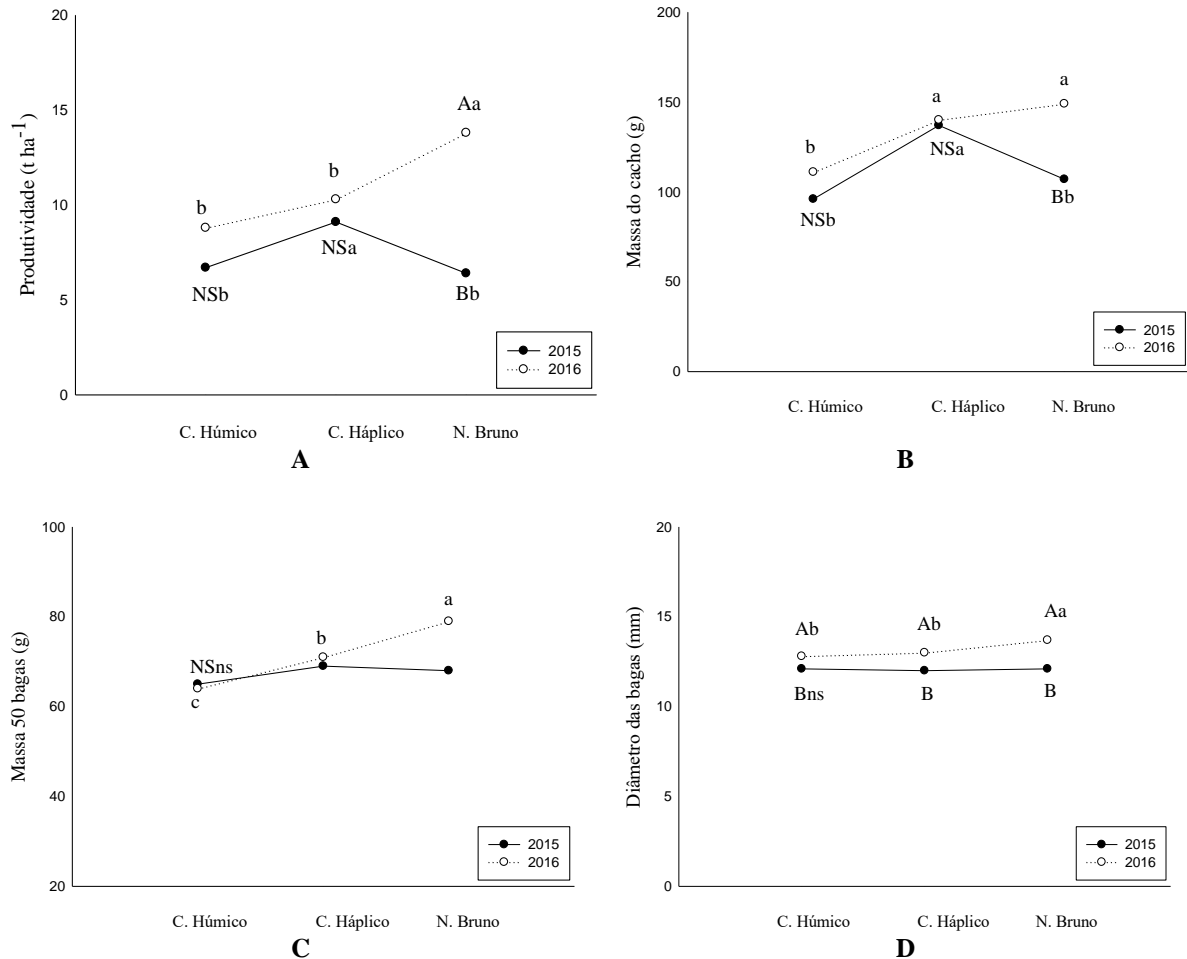
a maior produtividade foi observado no Cambissolo Háplico, comparado ao Nitossolo Bruno e Cambissolo Húmico. Ao comparar safras, foi observada diferença na classe Nitossolo Bruno na safra de 2016 comparado a safra de 2015 (Figura 5A). Luciano (2012) também observou efeito da interação solo x clima e atribui a menor produtividade do Cambissolo Húmico a restrições de drenagem do solo que ocorrem na área, localizada na parte mais baixa e plana do relevo. A drenagem é deficiente em função do relevo da área, declividade, profundidade do perfil, alto teor de matéria orgânica, maior volume de microporos e baixo grau de intemperismo da rocha. Já o Cambissolo Háplico e o Nitossolo Brunos estão localizados na parte mais alta dos vinhedos, caracterizados como solos mais bem drenados quando comparados ao Cambissolo Húmico, sem acúmulo de água ao longo do perfil durante os períodos de chuva.

A massa do cacho na safra de 2015 foi maior no Cambissolo Háplico e na safra de 2016 foi maior no Nitossolo Bruno e Cambissolo Háplico e menor no Cambissolo Húmico. A diferença entre as safras foi observado nas videiras implantadas no Nitossolo Bruno, com massa do cacho maior na safra de 2016 comparada a safra de 2015 (Figura 5B). Mikalovicz (2014) estudando as três classes de solo na mesma região também observou maior massa de cachos nas uvas cultivadas no Nitossolo Bruno, com média de 103 g nas safras de 2012 e 2013.

A massa de 50 bagas não diferiu entre as safras avaliadas, mas diferiu entre as classes de solo na safra de 2016, onde foi observado maior massa de 50 bagas no Nitossolo Bruno comparado ao Cambissolo Húmico e Cambissolo Háplico (Figura 5C). Resultados semelhantes foram observados por Brighenti et al. (2011) estudando o desempenho vitícola da variedade Cabernet Sauvignon com diferente porta enxerto em São Joaquim relataram que a massa de 50 bagas foi de 74 e 70 g, respectivamente nas safras de 2008 e 2009. Warmling (2017) estudando variabilidade espacial dos atributos do solo e da uva em Nitossolo Bruno na região de São Joaquim observou massa de 50 bagas de 66 e 77 g, respectivamente nas safras de 2015 e 2016.

O diâmetro das bagas diferiu entre as classes de solos na safra de 2016, com maior diâmetro no Nitossolo Bruno comparado aos Cambissolos Húmico e Háplico. A safra de 2015 diferiu da safra de 2016 em todas as classes de solos avaliadas, predominando o maior diâmetro na safra de 2016 (Figura 5D). Van Leeuwen et al. (2009) observaram menor diâmetro de bagas em solos com menor disponibilidade de água, o que pode ser atribuído ao menor diâmetro na safra de 2015 devido a menor precipitação no período de maturação (Figura 2)(Tabela 3).

Figura 5 – Interação entre solo e clima nas variáveis (A) produtividade (ton ha^{-1}); (B) massa do cacho (g); (C) massa de 50 bagas (g); e diâmetro de bagas (mm). Letras maiúsculas comparam as safras e minúscula as classes de solos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

3.6 CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DAS UVAS

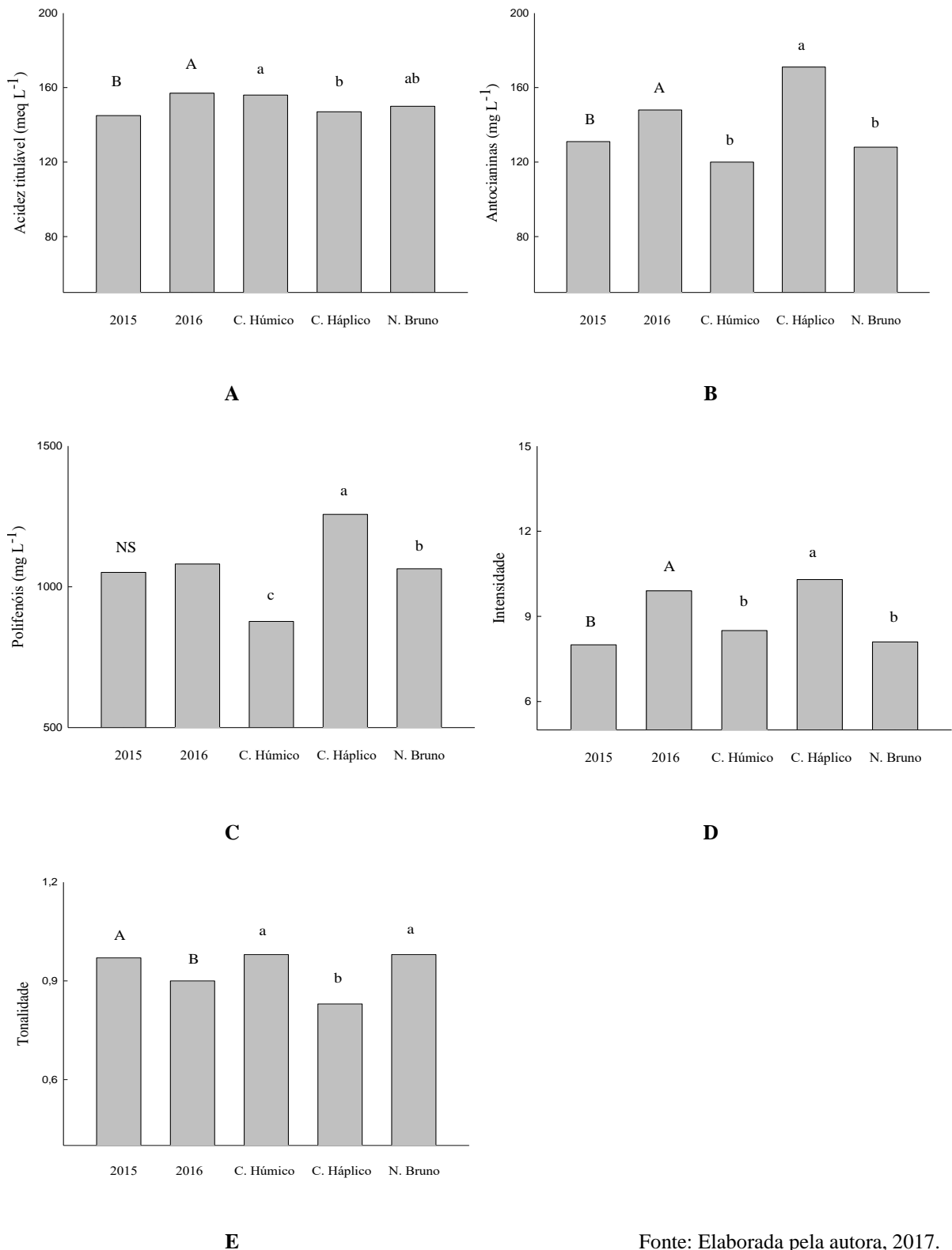
Ao analisar os atributos químicos da uva, foi observada diferença significativa para acidez titulável na safra de 2016 (158 meq L^{-1}) comparado a safra de 2015 (145 meq L^{-1}), e entre os solos, com maior acidez no Cambissolo Húmico (156 meq L^{-1}) e a menor no Cambissolo Háplico (147 meq L^{-1}). O Nitossolo Bruno teve acidez de 152 meq L^{-1} , e não diferiu dos Cambissolos (Figura 6A). De maneira geral, o clima frio da região do Planalto Catarinense onde estão localizados os vinhedos, faz com que a degradação dos ácidos seja mais lenta e, como consequência, a acidez titulável é mais elevada nas uvas.

O teor de antocianinas foi maior na média dos solos na safra de 2016 (148 mg L⁻¹), comparada a safra de 2015 (131 mg L⁻¹) e foi maior no Cambissolo Háptico (170 mg L⁻¹) comparado ao Cambissolo Húmico (120 mg L⁻¹) e Nitossolo Bruno (128 mg L⁻¹) (Figura 6B). Felipeto et al. (2016) e Warmling (2017) estudando a variedade Cabernet Sauvignon na região de São Joaquim observaram teor e antocianinas de 128 e 138 mg L⁻¹ respectivamente na safra de 2015.

Não houve diferença entre o teor de polifenóis totais nas safras avaliadas. Entre as classes de solos, o maior teor de polifenóis foi observado no Cambissolo Háptico (1257 mg L⁻¹), seguido do Nitossolo Bruno (1064 mg L⁻¹) e Cambissolo Húmico (877 mg L⁻¹) (Figura 6C). De acordo com Felipeto et al. (2016) o clima é um fator de forte influência na composição fenólica das uvas e essas variações ocorrem principalmente devido as condições climáticas diferenciadas entre as safras. As altas concentrações de antocianinas e polifenóis observadas nos vinhedos de regiões de altitude estão relacionadas as baixas temperaturas noturnas, que diminuem os processos metabólicos com a respiração e favorecem o acúmulo de açúcar e substâncias fenólicas (ROSIER, 2006).

A intensidade da cor foi maior na safra de 2016 (9,9) e entre as classes de solo foi maior no Cambissolo Háptico (10,3) (Figura 6D). Já a tonalidade, foi observado o inverso, ou seja, maior na safra de 2015 (0,97) e menor no Cambissolo Háptico (0,83) (Figura 6E). Warmling (2017) observou intensidade de cor média de 7,0 na safra de 2015 e 9,4 na safra de 2016, e tonalidade média de 0,97 na safra de 2015 e 0,93 na safra de 2016.

Figura 6 - Efeito do solo e do clima na acidez titulável (meq L^{-1}), antocianinas (mg L^{-1}), polifenóis (mg L^{-1}), intensidade e tonalidade da cor de uvas originadas de videiras da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, no Planalto Sul de SC, 2016. Letras maiúsculas comparam as safras e minúscula as classes de solos pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

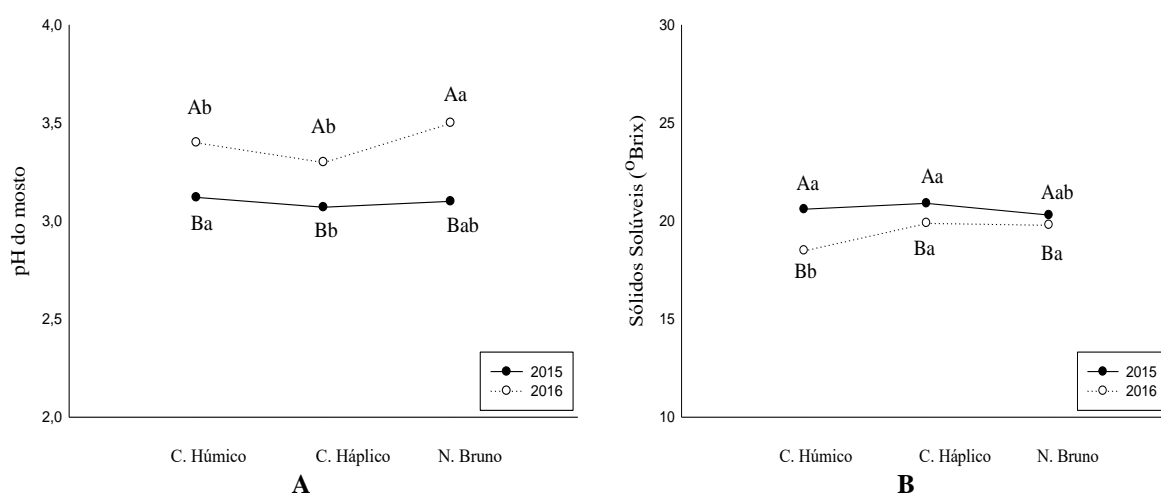


Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

Na safra de 2016 foi observado maior pH do mosto em todas as classes de solos avaliadas (Figura 7). Na safra de 2015 o pH do mosto não diferiram entre as classes de solos avaliadas. Na safra de 2016 maior pH do mosto foi observado no Nitossolo Bruno (Figura 7A). De acordo com Jackson (2014) pH do mosto entre 3,3 e 3,6 garante aos vinhos melhor estabilidade microbiológica e físico-química. Wurz (2016) estudando as uvas Cabernet Sauvignon observou pH próximo a 3,1 na safra de 2015 e Warmling (2017) em vinhedo implantado em Nitossolo Bruno observou pH do mosto próximo a 3,1 na safra de 2015 e 3,5 na safra de 2016.

Na safra de 2015 foi observado maior teor de sólidos solúveis comparado a safra de 2016 em todas as classes de solos avaliadas. Na safra de 2015, os sólidos solúveis não diferiram entre as classes de solos e na safra de 2016 os maiores teores de sólidos solúveis foram observados no Cambissolo Háplico e Nitossolo Bruno (Figura 7B). Segundo Rosier (2006), o acúmulo de açúcares nas uvas produzidas em regiões de altitude varia de 16 a 20° Brix. Essas concentrações mais baixas de açúcares, comparadas as demais regiões produtoras de uvas e vinhos são atribuídas ao clima da região. As baixas temperaturas no fim do período de maturação das uvas, não estimula a produção de açúcares pela via das hexoses, favorecendo a via das pentoses na produção de compostos fenólicos.

Figura 7 – Interação entre solo e clima nas variáveis (A) pH do mosto; (B) sólidos solúveis. Letras maiúsculas comparam as safras e minúscula as classes de solos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

Ao analisar as safras a maioria das características produtivas e qualitativas da uva se destacaram na safra de 2016 com exceção dos sólidos solúveis, o que reforça o importante efeito

das condições meteorológicas na composição da uva. Além disso, as videiras produziram uvas de melhor qualidade quando implantadas sob um Nitossolo Bruno e sob um Cambissolo Háptico. Considerando a elevada precipitação que ocorreu em ambas as safras (>2000 mm), estas classes de solo se destacaram com as melhores características das uvas produzidas, principalmente, devido a sua posição elevada na paisagem, que favorece a infiltração e/ou escoamento de água pelo perfil de solo após chuvas intensas, diferente do Cambissolo Húmico, que está situado em posição mais baixa da paisagem, sujeito a saturação de água e drenagem ineficiente.

De um modo geral, o excesso hídrico intensifica o aparecimento de doenças fúngicas, causando problemas na floração e no pegamento do fruto, com redução da produtividade. Quando ocorre no período de maturação, favorece a ocorrência de podridões do cacho, podendo ocasionar a rachadura das bagas em algumas cultivares, o que reduz o teor de açúcar, aumenta a acidez da uva, e afeta a qualidade da uva (MONTEIRO et al., 2009).

Assim, nas classes de solo Cambissolo Háptico e Nitossolo Bruno, localizados na área em relevo mais acidentado, com profundidade do perfil maior e melhor drenagem da água, tiveram melhor composição da uva para vinificação, quando comparados a classe de solo Cambissolo Húmico (Tabela 6).

Tabela 6 – Melhor composição da uva para vinificação, quando analisadas as características produtivas, físicas-químicas e compostos fenólicos da uva Cabernet Sauvignon em diferentes classes de solos avaliadas.

	Camb. Húmico	Camb. Háptico	Nit. Bruno
Comp. Cacho (cm)			*
Massa ráquis (g)			
Número Bagas		*	
Produtividade (t ha ⁻¹)		*	*
Massa Cacho (g)		*	*
Massa 50 bagas (g)			*
Diâmetro de bagas (mm)			*
Acidez (meq L ⁻¹)	*		
Antocianinas (mg L ⁻¹)		*	
Polifenóis (mg L ⁻¹)		*	
pH do mosto			*
Sólidos solúveis (°Brix)		*	*

* Indica a classe de solo que possui a melhor composição da uva para vinificação em cada atributo avaliado.

4 CONCLUSÕES

As características produtivas e qualitativas da uva foram mais adequadas no Nitossolo Bruno e Cambissolo Háplico, solos característicos de uma melhor drenagem de água no perfil.

O Cambissolo Húmico tem maior volume de água disponível para as videiras, devido ao maior volume de poros, especialmente microporos, maior teor de matéria orgânica e posição na paisagem que dificulta a drenagem de água no perfil, o que prejudica a composição da uva em safras com elevada precipitação.

A composição das uvas é influenciada pelo tipo de clima da região e conseqüentemente pela variabilidade interanual. A safra de 2016 foi caracterizada pelas melhores condições meteorológicas, refletindo nas melhores características produtivas e compostos fenólicos na uva.

CAPÍTULO 2 – PLANTAS DE COBERTURA AFETAM ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE UM CAMBISSOLO E A COMPOSIÇÃO DO MOSTO DA UVA CABERNET SAUVIGNON

RESUMO

O cultivo de plantas de cobertura é uma alternativa conservacionista a ser utilizada nos vinhedos, pois diminui as perdas de solo e nutrientes por erosão hídrica. O efeito do solo sobre a videira e a uva é complexo, pois são diversos os fatores físicos, químicos e biológicos que interagem no solo. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de plantas de cobertura nos atributos físicos e químicos do solo e na composição da uva Cabernet Sauvignon em solo de altitude elevada no Sul do Brasil. O experimento está localizado em vinhedo comercial, com videiras da variedade Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103 e conduzida no sistema espaldeira. O delineamento é bifatorial (espécies e manejo dos resíduos vegetais) com blocos ao acaso e quatro repetições. O vinhedo está implantado num Cambissolo Húmico Distrófico e os tratamentos são: 1- consórcio de espécies anuais, azevém (*Lolium multiflorum*) e moha (*Setaria italica*); 2- espécie perene (*Festuca arundinacea*); 3- plantas espontâneas. O manejo das plantas de cobertura foi roçada com e sem transferência do resíduo cultural da linha para a entrelinha da videira). Foram coletadas amostras nas camadas de 0-5, 5-10 e de 10-20 cm para determinar os atributos físicos e químicos do solo. Em cada parcela foram selecionadas duas plantas e coletados quatro cachos para determinar as características produtivas (massa do cacho, massa da ráquis, número de bagas, massa de 50 bagas e a produtividade), químicas (sólidos solúveis, pH do mosto e acidez titulável) e compostos fenólicos (antocianinas, taninos e índice de polifenóis totais). As avaliações foram repetidas nas safras de 2014, 2015 e 2016. Após avaliar a normalidade dos dados, foi calculada a análise da variância e as médias comparadas por contrastes ortogonais. Na safra de 2015 as espécies perenes tiveram a maior massa de cacho, e na safra de 2016 as anuais tiveram maior massa do cacho, massa da ráquis e número de bagas. Na safra de 2016, nas videiras consorciadas com as plantas espontâneas, o teor de antocianinas na uva foi maior. O manejo com transferência do resíduo cultural da linha para a entrelinha da videira não influenciou as características produtivas e os compostos fenólicos nos anos avaliados.

Palavras - chave: Antocianinas. Polifenóis. Resíduos culturais. Sólidos solúveis.

1 INTRODUÇÃO

No Planalto Sul de Santa Catarina ocorreu expansão da área cultivada com videiras para produção de vinhos finos. Para o desenvolvimento desta atividade é importante avaliar os fatores que influenciam a produção e a composição da uva dos vinhedos (BONIN; BRIGHENTI, 2005). Assim, a manutenção de características físicas, químicas e biológicas dos solos favoráveis ao cultivo de videiras, considerando-se ainda aspectos nutricionais relacionados à qualidade e produtividade da videira são demandas prioritárias nesta região (PROTAS, 2005).

O elevado teor de matéria orgânica, aliado à prática da calagem para correção da acidez do solo na implantação dos vinhedos, estimula a atividade microbiana e, com isso, aumenta a mineralização da matéria orgânica, disponibilizando formas de nitrogênio (ZALAMENA, 2012). Estas formas de N ao serem absorvidas aumentam o vigor vegetativo da videira, fator que prejudica a fertilidade das gemas (BOTELHO et al., 2004). Também diminui a incidência de raios solares no interior do dossel, estimula o aparecimento de doenças fúngicas (DUCHÊNE et al., 2001) e pode diminuir a concentração de nutrientes e compostos orgânicos na uva, como polifenóis e antocianinas, pelo maior deslocamento destes para os ramos e folhas mais novos (BRUNETTO et al., 2008).

A cobertura verde representa uma alternativa conservacionista a ser utilizada nos vinhedos, pois diminui as perdas de solo e nutrientes por erosão (BATTANY; GRISMER, 2000). A utilização de espécies de cobertura que protejam e recuperem a fertilidade dos solos é importante para manter sua capacidade produtiva (TESIC et al., 2007). Porém, na definição das plantas de cobertura a serem utilizadas, deve-se evitar espécies leguminosas, pois sabidamente essas formam simbiose com bactérias que têm capacidade de fixar N atmosférico e, após sua decomposição, aumentam o fornecimento do N para a videira e, assim, o vigor das videiras (ZALAMENA, 2012).

As plantas de cobertura, geralmente, são cultivadas nas entrelinhas e até mesmo nas linhas das videiras, com o objetivo de proteger a superfície do solo e evitar a erosão (COLUGNATI et al., 2003). A roçagem da parte aérea das plantas de cobertura, nas linhas de cultivo, com subsequente transferência dos resíduos culturais para as entrelinhas, pode diminuir a disponibilidade de nutrientes na faixa de plantio, onde normalmente se encontra a maior densidade de raízes (EISSENSTAT, 2007), e diminuir o desenvolvimento vegetativo das videiras. Dessa forma, o cultivo e manejo adequado de plantas de cobertura do solo pode

constituir uma alternativa promissora no controle do vigor excessivo de videiras, na região sul do Brasil. Entretanto, há carência de avaliações experimentais que possibilitem identificar as espécies e o sistema de manejo mais indicados para utilização nos vinhedos comerciais da região e seus efeitos nos atributos do solo.

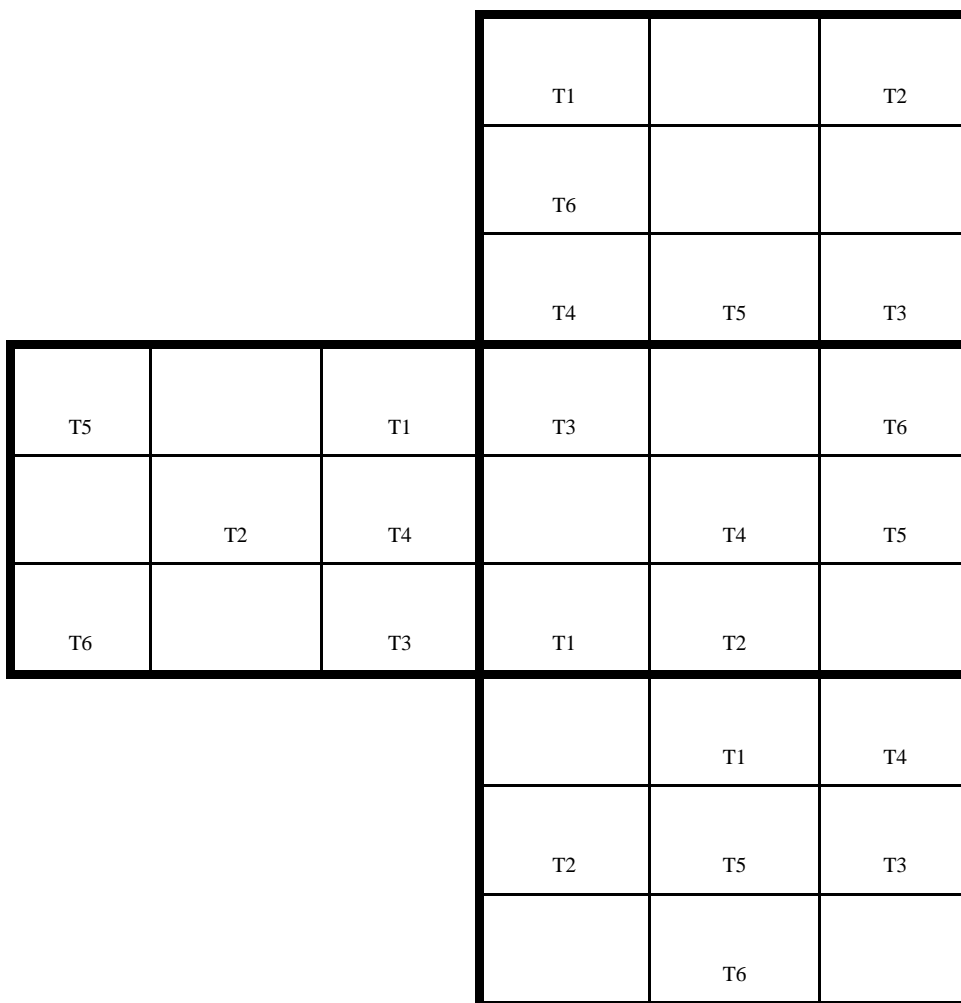
Desse modo, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos das espécies e do manejo das plantas de cobertura nos atributos físicos e químicos do solo e nas características físico-químicas e nos compostos fenólicos da uva Cabernet Sauvignon.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA

O experimento foi conduzido em vinhedo comercial implantado no ano de 2002 com a variedade Cabernet Sauvignon, enxertados sobre Paulsen 1103 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) no sistema de condução espaldeira, conduzidas em espaldeira vertical, com espaçamento entre plantas de 1,2 m e entre linhas de 2,90 m (Figura 8) no município de São Joaquim, localizado no Planalto Sul do Estado de Santa Catarina.

Figura 8 - Croqui com os quatro blocos e os tratamentos na área do experimento com plantas de cobertura em Cambissolo Húmico distrófico típico. T1 - Anuais R; T2 – Anuais T; T3 - Per R; T4 - Per T; T5 - Nat R e T6 - Nat T.



O vinhedo onde o experimento foi implantado está localizado a uma altitude de 1.129m acima do nível do mar. O clima do local, segundo a classificação de Köppen (1928) é Cfb, mesotérmico, constantemente úmido, sem estação seca, com verão fresco (< 22° C). A temperatura média normal das máximas varia de 19,4 a 22,3°C, e a mínima de 9,2 a 10,8°C. A precipitação pluviométrica total anual varia de 1.500 a 2.200 mm, o total anual de dias de chuva em torno de 135, a umidade relativa normal do ar varia de 80 a 83%, e insolação anual total entre 1.824 a 2.083 horas (EPAGRI, 2002).

Antes da implantação do vinhedo, as glebas do estudo eram mantidas com campo natural e, a partir de 2002, foram preparadas com aração a 30 cm de profundidade e gradagem. Em seguida, foi realizada a correção da acidez e da fertilidade do solo. A acidez foi corrigida com a aplicação de calcário dolomítico (PRNT a 100%) visando atingir pH 6,0 e, neutralizar os efeitos tóxicos do alumínio. A adubação na implantação e de cobertura seguiu as recomendações do manual da Comissão de Química e Fertilidade do Solo dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Após realizada a adubação de correção na área, os atributos físicos e químicos do solo foram determinados e estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Atributos físicos e químicos nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm de um Cambissolo Húmico Distrófico cultivado com a variedade da uva Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, na época da implantação do experimento, em janeiro de 2009.

Camada	Areia	Silte	Argila	MO	pH	Ca	Mg	P	K
cm	g kg ⁻¹					cmol _c kg ⁻¹		mg kg ⁻¹	
0-10	152	367	481	81	6,9	11,8	4,6	6,8	436
10-20	128	302	570	63	5,8	3,9	2,7	1,0	208

Ca – cálcio; Mg – magnésio; P – fósforo; K – potássio.

O experimento foi implantado em janeiro de 2009 e conduzido até 2016. O solo é um Cambissolo Húmico Distrófico (SANTOS et al., 2013).

Na implantação do experimento foram semeadas as espécies: perene (festuca), apenas uma vez no início do experimento; moha - espécie anual de verão; e azevém - espécie anual de inverno. Para a semeadura do azevém, moha e festuca foram utilizados, respectivamente, 20, 7, e 10 kg ha⁻¹ de sementes considerando-se um poder germinativo de 100%. A semeadura na linha da videira foi realizada com semeadora manual (saraquá) e na entrelinha com semeadora mecanizada e sem adição de fertilizantes (Zalamena, 2012).

Os tratamentos receberam a seguinte denominação: (1) Anuais R – sucessão das plantas anuais moha (*Setaria itálica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas com o resíduo cultural (RC) distribuído uniformemente na área cultivada; (2) Anuais T - sucessão das plantas anuais

moha e azevém roçadas com transferência do resíduo cultural (RC) da linha (L) para a entre linha (EL); (3) Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada com o RC distribuído sobre a área cultivada; e (4) Per T - festuca roçada com transferência do RC da L para a EL; (5) Nat R – espécies nativas roçadas com o RC distribuído sobre a área cultivada; e (6) Nat T – espécies nativas da região (predomínio de trevo, picão preto, losna, mastruço e guanxuma) com transferência do RC da L para a EL. O tratamento Nat R representa a condição adotada pela maioria dos produtores de videira da região. As plantas de cobertura foram roçadas a cada 40 dias. O experimento foi conduzido no delineamento bifatorial com parcelas subdivididas, com blocos ao acaso com quatro repetições. Os fatores foram plantas de cobertura nas parcelas principais e manejo dos resíduos vegetais nas subparcelas. Assim, foram avaliadas 24 parcelas neste estudo nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Durante a condução do experimento, as videiras não receberam aplicações de fertilizantes nitrogenados. Foram aplicados 46 kg ha⁻¹ de K₂O no ano de 2009, e 42 e 52 kg ha⁻¹ de P₂O₅ nos anos, 2010 e 2011 respectivamente, superficialmente em toda área (ZALAMENA, 2012). A adubação de manutenção, quando necessária segue as recomendações da CQFS-RS/SC, 2016. Aplicações de fungicidas e inseticidas para controle fitossanitário foram realizadas, seguindo a recomendação técnica para a cultura.

2.2 COLETA DE SOLO E DETERMINAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS

Em cada parcela foi aberta uma trincheira na linha da videira para coleta das amostras físicas do solo (um ponto de coleta), sendo coletado amostras com estrutura alterada para determinação da análise granulométrica e com estrutura preservada, onde foram coletados dois anéis em cada camada (0-5; 5-10 e 10-20 cm). Para a análise dos atributos químicos, foram realizadas cinco tradagens, com trado tipo holandês, nos mesmos pontos de coleta dos cachos para determinação das características das uvas, distanciados entre 10 a 20 cm do caule das videiras, sendo posteriormente homogeneizadas.

Para as determinações de análises do solo, as metodologias utilizadas seguem conforme descrito no capítulo 1.

2.3 COLETA E ANÁLISE DA UVA

A colheita da uva foi realizada na fase de maturação em três safras, em 01 de abril de 2014, 30 de março de 2015 e 28 de março de 2016. Para determinar as características produtivas

(massa do cacho, massa da ráquis, número de bagas, massa de 50 bagas e a produtividade), químicas (sólidos solúveis, pH do mosto e acidez titulável) e compostos fenólicos (antocianinas, taninos e índice de polifenóis totais), foram coletados dois cachos por planta, ou seja, quatro cachos por parcela nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Para todas as análises das uvas, a metodologia utilizada foi realizada conforme descrito no capítulo 1.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

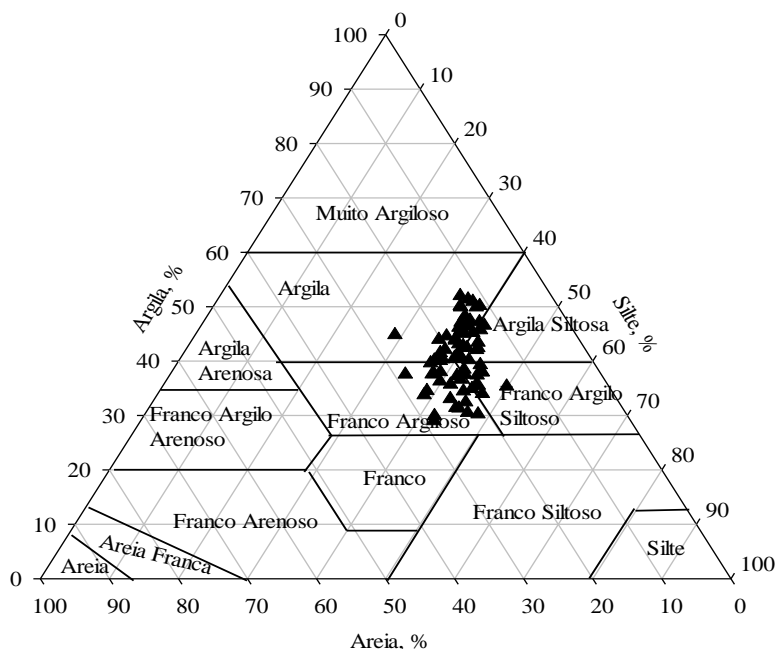
A hipótese de normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância. Nas variáveis onde não foi verificada a distribuição normal foram utilizadas as transformações log (y). O teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) observa a máxima diferença absoluta entre a função de distribuição teórica, no caso a normal, e a função de distribuição empírica. Também foram feitas análises comparativas entre os três tipos de solo, através do teste “t”, ao nível de 5% de probabilidade para verificar possíveis diferenças existentes entre os solos. Após, foi calculada a análise da variância. Com os dados de solo a análise foi realizada para cada camada separadamente. Quando significativo (5%) as médias dos atributos do solo e da videira foram comparadas através de contrastes ortogonais: contraste C1 - compara as plantas de cobertura anuais (Anuais R e Anuais T) com as plantas de cobertura perenes (Perenes R e Perenes T); contraste C2 - compara as plantas de cobertura anuais (Anuais R e Anuais T) com as plantas nativas (Nativas R e Nativas T); contraste C3 - compara as plantas perenes (Perenes R e Perenes T) com as plantas nativas (Nativas R e Nativas T); e o contraste C4 - compara os dois manejos das plantas de cobertura (Anuais R, Perenes R e Nativas R com Anuais T, Perenes T e Nativas T).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

De acordo com a composição granulométrica (Figura 9), observa-se variação nos teores de areia, silte e argila entre as amostras coletadas nas parcelas experimentais e camadas amostradas. O teor de argila variou de 392 g kg⁻¹ no tratamento Perenes T na camada de 0 a 5 cm a 472 g kg⁻¹ no tratamento Anuais T na camada de 10-20 cm; o teor de silte de 366 g kg⁻¹ no tratamento Nativas R na camada de 10-20 cm a 443 g kg⁻¹ no tratamento Anuais R na camada de 0 a 5 cm ; e a areia de 141 g kg⁻¹ no tratamento perenes R na camada 10-20 cm a 257 g kg⁻¹ no tratamento Anuais T de 0 a 5 cm. Com isso, foram classificados como textura argiloso, argilo siltoso, franco argiloso e franco argilo siltoso. Na média o teor de argila, silte e areia foi de 408, 403 e 189 g kg⁻¹ o que resulta a classe textural Argilosa.

Figura 9 - Diagrama triangular utilizado para a classificação textural do solo adotado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2004) de um Cambissolo Húmico do Planalto Sul de SC, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm nas 24 parcelas experimentais, 2015.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

É observado na região, que a espessura dos horizontes varia muito e, em alguns locais, a rocha pouco intemperizada está muito próxima da superfície do solo, enquanto em outros

está mais profunda. De acordo com Luciano (2012), os efeitos diretos da granulometria do solo (areia, silte e argila) na qualidade dos vinhos não estão bem definidos, no entanto, os efeitos indiretos da granulometria sobre a hidrologia do solo são mais importantes, visto que a granulometria afeta a capacidade de retenção, a infiltração e a translocação da água no solo (KURTURAL, 2006). Entretanto, Mota et al. (2006) afirmam que o predomínio da fração argila no solo influencia positivamente a produção das uvas. Fregoni (2005) relata que solos argilosos originam vinhos com adequada coloração (tintos) e acidez, macios e com maior tempo de conservação. Os solos com classe textural franca, normalmente, têm maior potencial para o desenvolvimento radicular das videiras, bem como adequada capacidade de retenção de água.

Tabela 8 - Microporosidade e macroporosidade em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015.

Atributo (cm ³ cm ⁻³)	Camada (cm)	Tratamentos						
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	NativasR	Nativas T	
Micro	0-5	0,42	0,41	0,47	0,46	0,44	0,43	
	5-10	0,46	0,46	0,48	0,46	0,46	0,43	
	10-20	0,47	0,48	0,47	0,48	0,47	0,46	
Média	0-20	0,45	0,45	0,47	0,47	0,46	0,44	
Macro	0-5	0,23	0,27	0,22	0,23	0,25	0,23	
	5-10	0,20	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	
	10-20	0,17	0,16	0,20	0,18	0,18	0,18	
Média	0-20	0,20	0,21	0,21	0,20	0,21	0,20	
Contrastes entre tratamentos								
		Anu x Per		Anu x Nat		Per x Nat		Roc x Transf
Micro	0-5	*		ns		ns		ns
	5-10	ns		ns		ns		ns
	10-20	ns		ns		ns		ns
	0-20	*		ns		*		ns
Macro	0-5	ns		ns		ns		ns
	5-10	ns		ns		ns		ns
	10-20	*		ns		ns		ns
	0-20	ns		ns		ns		ns

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; **ns** contrastes não significativos; * significativo a 5%.

A microporosidade diferiu entre as Anuais x Perenes na camada 0-5 cm e na média das camadas nestes tratamentos, assim como no contraste perenes x nativas na camada de 0-20 cm (Tabela 8). Houve maior microporosidade no tratamento com planta de cobertura perene em relação as anuais e nativas (Figura 10). O mesmo comportamento na média das camadas (0-20

cm) foi observado para porosidade total (Tabela 9) a qual foi maior na planta perene em relação as anuais e nativas (Figura 10).

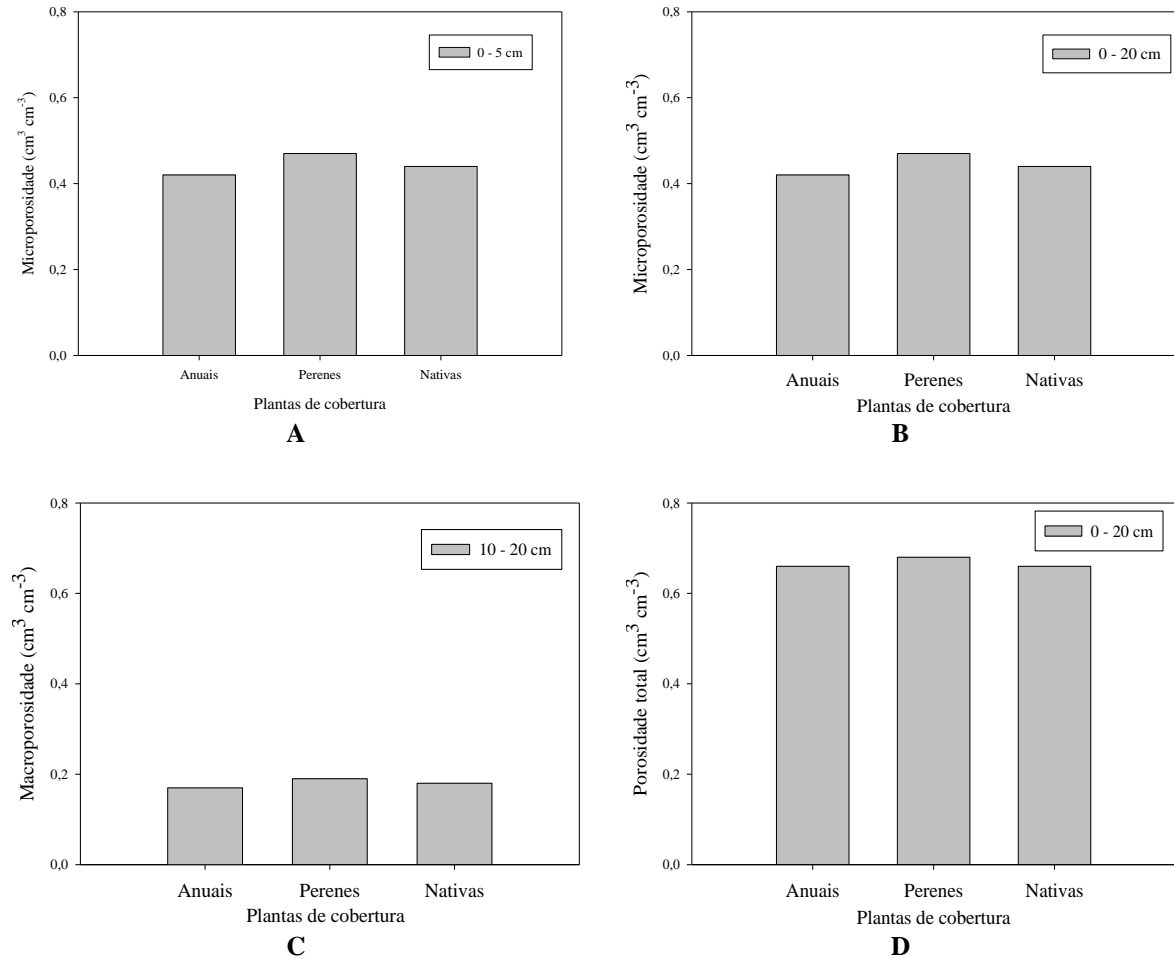
A macroporosidade também foi maior nas perenes em comparação as anuais na camada de 10-20 cm, com valores médios de 0,19 e 0,17 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ respectivamente (Tabela 8). Ao se considerar uma macroporosidade mínima de 0,10 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ para o crescimento e desenvolvimento satisfatório das plantas (VOMOCIL; FLOCKER, 1966), esta diferença não deve afetar de forma significativa o desenvolvimento das plantas. Normalmente, a macroporosidade reduz em profundidade e a microporosidade aumenta, devido ao fato de que os macroporos são mais sensíveis aos efeitos dos sistemas de preparo, tráfego de máquinas e crescimento das raízes (TORMENA et al., 1998). Luciano (2012) estudando duas classes de solos na região do Planalto Sul de Santa Catarina também observou que não houve restrição na estrutura do solo coletado na linha da videira, região de intenso crescimento radicular.

Tabela 9 - Porosidade total e capacidade de campo em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015.

Atributo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	Camada (cm)	Tratamentos					
		AnuaisR	AnuaisT	PerenesR	PerenesT	NativasR	NativasT
PT	0-5	0,65	0,68	0,69	0,69	0,68	0,66
	5-10	0,66	0,67	0,69	0,66	0,66	0,64
	10-20	0,64	0,64	0,66	0,66	0,65	0,64
Média	0-20	0,65	0,66	0,68	0,67	0,66	0,65
CC	0-5	0,41	0,45	0,45	0,45	0,43	0,42
	5-10	0,45	0,45	0,47	0,46	0,46	0,42
	10-20	0,46	0,47	0,46	0,47	0,46	0,45
Média	0-20	0,44	0,46	0,47	0,46	0,45	0,43
Contrastes entre tratamentos							
		Anu x Per		Anu x Nat		Per x Nat	Roc x Transf
PT	0-5	ns		ns		ns	ns
	5-10	ns		ns		ns	ns
	10-20	ns		ns		ns	ns
	0-20	*		ns		*	ns
CC	0-5	ns		ns		ns	ns
	5-10	ns		ns		ns	ns
	10-20	ns		ns		ns	ns
	0-20	ns		ns		*	ns

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

Figura 10 – Microporosidade na camada de 0-5 (A) e 0-20 cm (B); Macroporosidade na camada de 10-20 cm (C) e Porosidade Total na camada de 0-20 cm (D) em Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura, no Planalto Sul de SC.



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

A densidade do solo (DS) média no Cambissolo Húmico foi de $0,97 \text{ g cm}^{-3}$ e não foi influenciada pelas plantas de cobertura e sistemas de manejos adotados (Tabela 10). A densidade média do solo está dentro dos limites relatados por Amaro Filho (2008), o qual afirma que para solos argilosos situa-se entre $1,00$ a $1,25 \text{ g cm}^{-3}$, densidade não considerada restritiva ao desenvolvimento radicular das videiras nos solos avaliados. Além disso, no Cambissolo avaliado, além das plantas de cobertura utilizadas, em função do elevado teor de matéria orgânica, os ciclos de umedecimento e secagem provocam variações de volume do solo, mecanismo que ameniza a compactação causada por práticas agrícolas (REGINA et al., 2006).

A densidade relativa (DRel) é um índice de qualidade física do solo determinado pela razão entre a densidade do solo a campo e densidade máxima obtida em laboratório pelo teste

de Proctor. Luciano (2012) ao realizar o teste de Proctor em dois Cambissolos, observou densidades máximas (DsMáx) no Cambissolo Húmico de 1,11 g cm⁻³ na camada de 0-30 cm e a umidade ótima de compactação (UOC) de 0,45 g g⁻¹. No Cambissolo Háplico a DsMáx foi de 1,35 g cm⁻³ e a UOC foi 0,33 g g⁻¹ na camada de 0-30 cm. A menor DsMáx no Cambissolo Húmico é explicada pelos altos teores de carbono orgânico total. A densidade relativa do solo avaliado foi de 0,72. Conforme Reichert et al. (2009), Suzuki et al. (2007), Liepic et al. (1991) e Carter (1990), densidade relativa maior que 0,80, 0,86, 0,88 e 0,91, respectivamente, são críticas pois restringem o crescimento radicular e a produtividade de culturas anuais.

Tabela 10 - Densidade do Solo (DS) e Carbono Orgânico Total (COT) em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015.

Atributo	Camada (cm)	Tratamentos					
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T
DS (g cm ⁻³)	0-5	0,93	0,98	0,92	0,93	0,89	0,90
	5-10	0,95	0,97	0,95	0,96	0,99	0,95
	10-20	1,04	1,02	1,01	1,00	1,00	1,01
	Média	0,97	0,99	0,96	0,96	0,96	0,95
COT (g kg ⁻¹)	0-5	49	56	57	52	55	57
	5-10	41	42	43	44	42	44
	10-20	30	34	35	32	36	38
	Média	40	44	45	43	44	46
Contrastes entre tratamentos							
		Anu x Per	Anu x Nat	Per x Nat	Roc x Transf		
DS (g cm ⁻³)	0-5	ns	ns	ns	ns		ns
	5-10	ns	ns	ns	ns		ns
	10-20	ns	ns	ns	ns		ns
	0-20	ns	ns	ns	ns		ns
COT (g kg ⁻¹)	0-5	ns	ns	ns	ns		ns
	5-10	ns	ns	ns	ns		ns
	10-20	ns	ns	ns	ns		ns
	0-20	ns	ns	ns	ns		ns

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

O teor de carbono orgânico do solo (CO) médio foi de 44 g kg⁻¹, com variação de 30 a 57 g kg⁻¹ (Tabela 10). Não houve diferença no teor de carbono orgânico total entre as plantas de cobertura utilizadas, nem pelo manejo adotado na área. Os teores de carbono orgânico total foram classificados segundo os critérios da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (CQFS-RS/SC, 2026) em alto (> 29 g kg⁻¹), nas três camadas, relacionado à baixa taxa de decomposição microbiana neste clima frio e úmido da região (ALMEIDA et al., 1997). O teor de C orgânico

é também um indicador da matéria orgânica do solo, que reflete na disponibilidade de nutrientes para as culturas (ZALAMENA, 2012).

Considerando os atributos físicos avaliados nos tratamentos com diferentes plantas de cobertura, podemos observar que a maior porosidade total do solo, e conseqüentemente, maior macroporosidade ocorreu nos tratamentos com plantas de cobertura perene na camada de 0-20 cm e maior microporosidade no mesmo tratamento na camada de 10-20 cm, indicando que os tratamentos e o sistema de manejo contribuíram para qualidade estrutural deste solo.

3.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

O pH do solo variou de 5,6 a 6,7 (Tabela 11) com média de pH 6,2, considerando as diferentes camadas e tratamentos avaliados, o que se justifica pela aplicação de calcário incorporado na implantação do vinhedo, quando o produtor fez a calagem para elevar o pH a 6,0 que é a recomendação para a cultura da videira (CQFS-RS/SC, 2016).

Tabela 11 - pH em H₂O em três camadas de um Cambissolo Húmico Distrófico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015.

Atributo	Camada (cm)	Tratamentos					
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T
pH H ₂ O	0-5	6,5	6,6	6,7	6,5	6,4	6,3
	5-10	6,2	6,1	6,7	6,5	6,0	6,4
	10-20	5,7	5,8	6,1	6,1	5,6	5,9
Média	0-20	6,1	6,2	6,5	6,4	6,0	6,2
Contrastes entre tratamentos							
		Anu x Per	Anu x Nat	Per x Nat	Roc x Transf		
pH H ₂ O	0-5	ns	ns	ns	ns		
	5-10	ns	ns	ns	ns		
	10-20	ns	ns	ns	ns		
	0-20	ns	ns	ns	ns		

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

Não foi observada diferença entre os sistemas de culturas e os sistemas de manejo dos resíduos (Tabela 11). O pH do solo não influencia diretamente o desenvolvimento vegetal e a qualidade da uva, contudo, as condições resultantes de pH abaixo do recomendado para a videira, são limitantes ao desenvolvimento das plantas, tanto pelo efeito na disponibilidade de

nutrientes, como pela concentração de Al em níveis tóxicos para a planta (SAAYMAN, 1995; TEBALDI, 2000).

O teor de potássio trocável do solo variou de 22 a 110 mg kg⁻¹ (Tabela 12), com média de 55 mg kg⁻¹, a qual é classificada como baixo (CQFS-RS/SC, 2016). O uso de plantas de cobertura nos solos causa competição com as videiras por água e nutrientes durante seus ciclos, e esta diminuição que os resíduos culturais podem proporcionar no solo, e conseqüentemente nas bagas, pode beneficiar a qualidade da uva (MPELASOKA et al., 2003). Também, pode reduzir problemas com o dessecamento de ráquis, já que a causa mais provável deste distúrbio fisiológico é o desequilíbrio nutricional, principalmente pela maior absorção de K, em detrimento de Mg e Ca (HAUB, 1986; FRÁGUAS et al., 1996b).

Tabela 12 - Teores de P e K em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015.

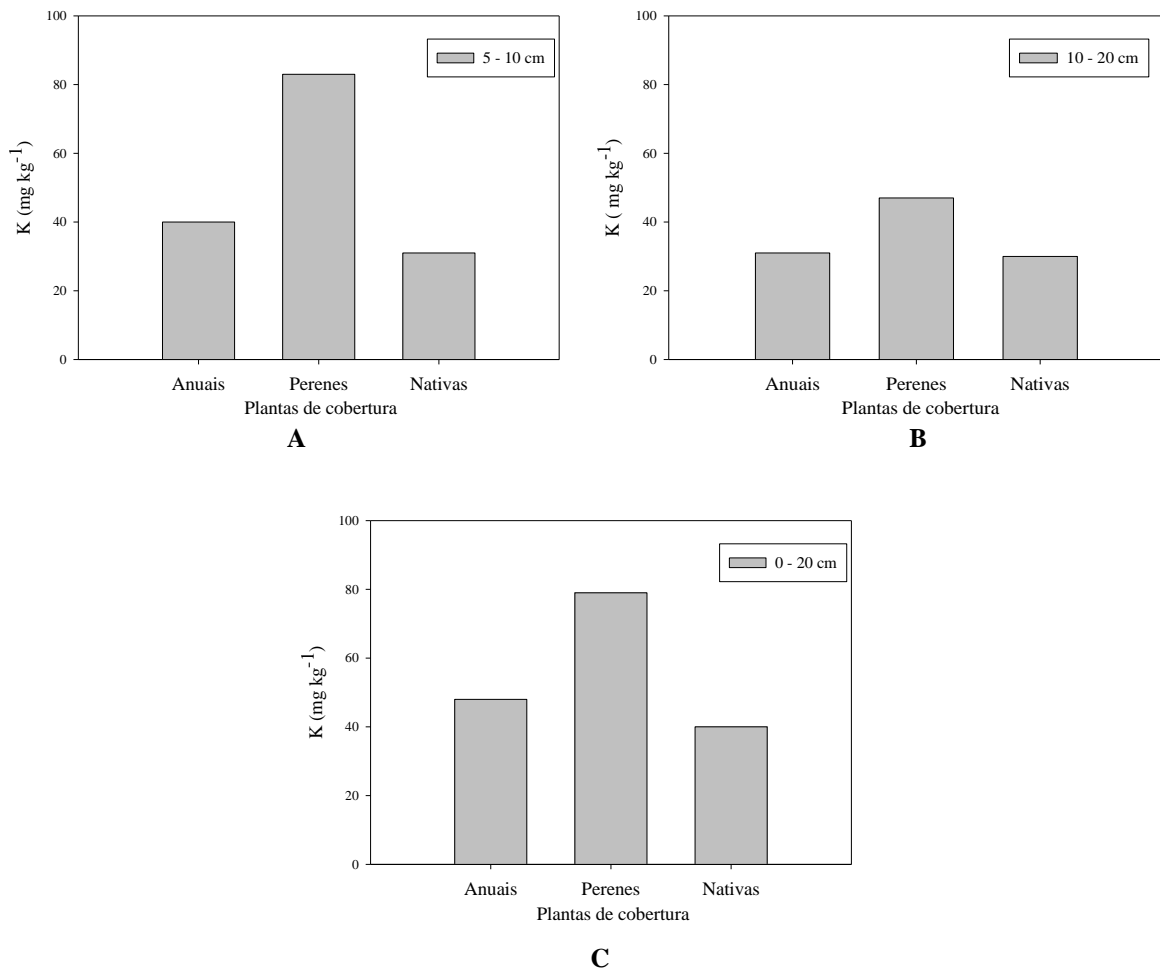
Atributo (mg kg ⁻¹)	Camada (cm)	Tratamentos					
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T
K	0-5	74	75	100	109	61	66
	5-10	36	43	110	56	31	31
	10-20	28	33	56	38	22	28
Média	0-20	46	50	89	68	38	42
P	0-5	3,8	4,7	4,6	5,0	2,8	4,5
	5-10	2,3	2,0	2,2	3,4	1,4	1,1
	10-20	1,3	2,0	1,1	1,7	0,9	1,1
Média	0-20	2,5	2,9	2,6	3,4	1,7	2,2
		Contrastes entre tratamentos					
		Anu x Per	Anu x Nat	Per x Nat	Roc x Transf		
K	0-5	ns	ns	ns	ns		
	5-10	*	ns	*	ns		
	10-20	*	ns	*	ns		
	0-20	*	ns	*	ns		
P	0-5	ns	ns	ns	ns		
	5-10	ns	ns	ns	ns		
	10-20	ns	ns	ns	ns		
	0-20	ns	ns	ns	ns		

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

Através dos contrastes ortogonais, percebe-se que o teor de K foi afetado pelas plantas de cobertura utilizadas nas camadas de 5-10, 10-20 cm e na média da camada 0-20 cm (Tabela 12). Os maiores teores de K foram observados nas plantas de cobertura perenes comparado as anuais e nativas (Figura 11). Dalla Rosa et al. (2009) e Zalameña (2012), estudando diferentes

plantas de cobertura em vinhedos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, não observaram diferenças nos teores de potássio entre os sistemas de culturas e o manejo das culturas adotado.

Figura 11 - Teores de K na camada de 5-10 cm (A), 10-20 cm (B) e 0-20 cm (C) em Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura, no Planalto Sul de SC.



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

O teor de fósforo extraível variou de 0,9 a 5,0 mg kg⁻¹ (Tabela 12), com média de 2,6 mg kg⁻¹, considerada baixa de acordo com a CQFS-RS/SC (2016). O uso das plantas de cobertura não modificou os teores de fósforo (P) disponível nas camadas avaliadas. Resultados semelhantes foram observados por Zalamena (2012) nesta mesma região do estudo. Dal Bó (1992) não obteve resposta na produção das videiras em estudo com diferentes níveis de fósforo, além disso as videiras possuem baixa demanda de P para completar seu ciclo. A baixa demanda por P é atribuída à associação das videiras com fungos micorrízicos presentes nas raízes das plantas que, em solos deficientes, aproveitam formas pouco solúveis deste elemento

(CHRISTENSEN, 1984). Maiores teores de P foram observados na camada de 0-5 cm pois este nutriente tem baixa mobilidade nos solos. Quando o solo não é mobilizado esta concentração é considerada normal. Além disso, devido a utilização de plantas de cobertura a anos há a ciclagem de nutrientes na mineralização da matéria orgânica, o que aumenta a disponibilidade destes nutrientes.

O teor de cálcio variou de 5,4 a 11,5 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ e o de magnésio de 3,1 a 6,8 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ (Tabela 13). Segundo a CQFS-RS/SC (2016) teores acima de 4 e 1 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ para Ca e Mg, respectivamente, são considerados muito altos. Em relação às plantas de cobertura, Ca e Mg não foram afetados pelas mesmas, nem pelo tipo de manejo adotado. Altos teores de Ca e Mg também foram observados por Cassol (2008) e Zalamea (2012) em vinhedos cultivados com a variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de Santa Catarina e se justificam devido à alta dose de calcário aplicada na implantação dos vinhedos, pois o solo em estudo era originalmente de elevada acidez potencial, que lhe confere alta capacidade de tamponamento de pH, demandando doses elevadas de corretivos.

Tabela 13 - Teores de Ca e Mg em três camadas de um Cambissolo Húmico e significância das comparações de médias por contrastes, em cultivo de plantas de cobertura consorciadas com videiras da variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de SC, 2015.

Atributo ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$)	Camada (cm)	Tratamentos					
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T
Ca	0-5	10,5	10,6	11,5	9,6	9,9	10,2
	5-10	8,5	8,8	10,3	8,8	8,0	8,8
	10-20	6,7	7,0	7,3	7,8	5,4	6,9
Média	0-20	8,6	8,8	9,7	8,7	7,8	8,6
Mg	0-5	5,9	5,9	6,8	5,9	6,7	6,7
	5-10	4,5	4,8	5,2	5,4	4,3	4,6
	10-20	3,6	3,5	3,5	3,1	3,7	3,4
Média	0-20	4,7	4,7	5,2	4,8	4,9	4,9
		Contrastes entre tratamentos					
		Anu x Per	Anu x Nat	Per x Nat	Roc x Transf		
Ca	0-5	ns	ns	ns	ns		
	5-10	ns	ns	ns	ns		
	10-20	ns	ns	ns	ns		
	0-20	ns	ns	ns	ns		
Mg	0-5	ns	ns	ns	ns		
	5-10	ns	ns	ns	ns		
	10-20	ns	ns	ns	ns		
	0-20	ns	ns	ns	ns		

Anuais R – sucessão das anuais mocha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais mocha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

A espécie de cobertura perene utilizada, na média dos atributos químicos do solo, teve os maiores teores nos atributos químicos do solo avaliado, porém a produtividade da uva se manteve igual na média dos anos quando utilizado as plantas de cobertura anuais e 10% maior que quando utilizado as plantas nativas (Tabela 14). Assim, pode-se observar que o uso de diferentes plantas de cobertura teve pouca influência na disponibilidade de nutrientes no solo e na produtividade da videira, e o manejo diferenciado da fitomassa das espécies de cobertura também não modificou a disponibilidade de nutrientes no solo.

3.3 ATRIBUTOS FÍSICOS

A produtividade das viníferas nos sistemas de culturas e manejo das culturas adotado variou entre 4,9 a 13 ton ha⁻¹ nos tratamentos e safras avaliadas. Não foram observadas diferenças significativas entre as plantas de cobertura e sistemas de manejo destas plantas (Tabela 14). A menor produtividade ocorreu na safra de 2015, afetada principalmente pelas condições climáticas (Tabela 3) e, possivelmente, pode estar ocorrendo na videira alternância de produção, cuja presença de grande carga de frutos em determinada safra tende a reduzir a indução e a diferenciação floral, responsáveis pelo potencial produtivo da próxima safra (GIOVANNINI, 1999). Pauletto et al. (2001) atribuem diferenças de produtividade em anos alternados a esse manejo, principalmente quando há o uso de combinações de porta enxertos mais produtivos e vigorosos na área. Em estudo com a variedade Cabernet Sauvignon na Argentina, Apcarian et al. (2006) observaram produtividades entre 5,3 e 9,8 ton ha⁻¹.

O comprimento do cacho, na média dos tratamentos e safras, variou entre 13,6 e 16,0 cm, e não foram observadas diferenças entre as culturas e o manejo das culturas adotado (Tabela 14). Zalamena et al. (2013) avaliando o estado nutricional, o vigor e a produção de uva Cabernet Sauvignon, em videiras consorciadas com espécies de plantas de cobertura do solo submetidas a diferentes manejos na mesma área de estudo, observaram comprimento de cachos médio de 13,5 cm.

De acordo com Wurz (2016), ocorreram condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da podridão cinzenta nas três safras na mesma empresa que este estudo foi realizado. No período crítico que compreende os meses de dezembro a março, a temperatura média foi de 16,5°C, o volume de chuvas acumulado foi de 595 mm e umidade relativa média de 80% na safra 2014. Na safra de 2015 a temperatura média foi de 16,8°C, o volume de chuvas

acumulado foi de 816 mm e umidade relativa média de 82% e na safra 2016, a temperatura média para o mesmo período foi de 17,3°C e o volume acumulado de chuvas foi de 669 mm e umidade relativa média de 83%. O autor afirma que esse maior volume de chuva na safra 2015 proporcionou ambiente favorável ao desenvolvimento da podridão cinzenta, resultando em elevada incidência e severidade de podridão cinzenta na safra 2015. A doença ataca folhas, ramos e inflorescências, mas os danos mais severos são nos cachos. Em regiões de alta umidade relativa, o fungo deteriora os frutos na pré e/ou pós-colheita (SILVA-RIBEIRO et al., 1994).

Tabela 14 - Médias de Produtividade e Comprimento do cacho das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Variáveis	Safra	Tratamentos						Média
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T	
Produtividade (ton ha ⁻¹)	2014	12,1	11,0	10,4	13,0	11,9	10,9	11,6 a
	2015	7,6	7,4	6,2	10,6	6,7	4,9	7,2 b
	2016	10,7	10,8	8,6	10,8	10,6	9,0	10,1 a
	Média	10,1	9,7	8,4	11,5	9,7	8,3	9,6
Comp. cacho (cm)	2014	16,1	16,3	15,7	15,6	16,8	14,7	15,9 a
	2015	14,2	13,8	14,9	14,7	13,6	14,4	14,2 c
	2016	15,4	15,2	14,5	15,2	15,8	13,8	15,0 b
	Média	15,2	15,1	15,0	15,2	15,4	14,3	15,0
Contrastes entre tratamentos								
		Anu x Per		Anu x Nat		Per x Nat		Roc x Transf
Produtividade (ton ha ⁻¹)	2014	ns		ns		ns		ns
	2015	ns		ns		ns		ns
	2016	ns		ns		ns		ns
Comp. cacho (cm)	2014	ns		ns		ns		ns
	2015	ns		ns		ns		ns
	2016	ns		ns		ns		ns

Anuais R – sucessão das anuais mocha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais mocha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

A massa do cacho variou entre 95 e 144 g na média dos sistemas de culturas e o manejo das culturas adotado. Na safra de 2015 a massa dos cachos foi maior nas plantas perenes em relação as nativas (Tabela 15, Figura 12A) e na safra 2016 foi maior nas plantas anuais em relação as perenes (Tabela 15, Figura 12B). Zalameña (2012) estudando a variedade Cabernet Sauvignon no Planalto Sul de Santa Catarina nas safras de 2010 e 2011 observaram variação para a massa de cacho de 108 a 132 g e Mafra (2009) na mesma região de estudo na safra de 2008 observou variação para massa do cacho de 120 a 128 g.

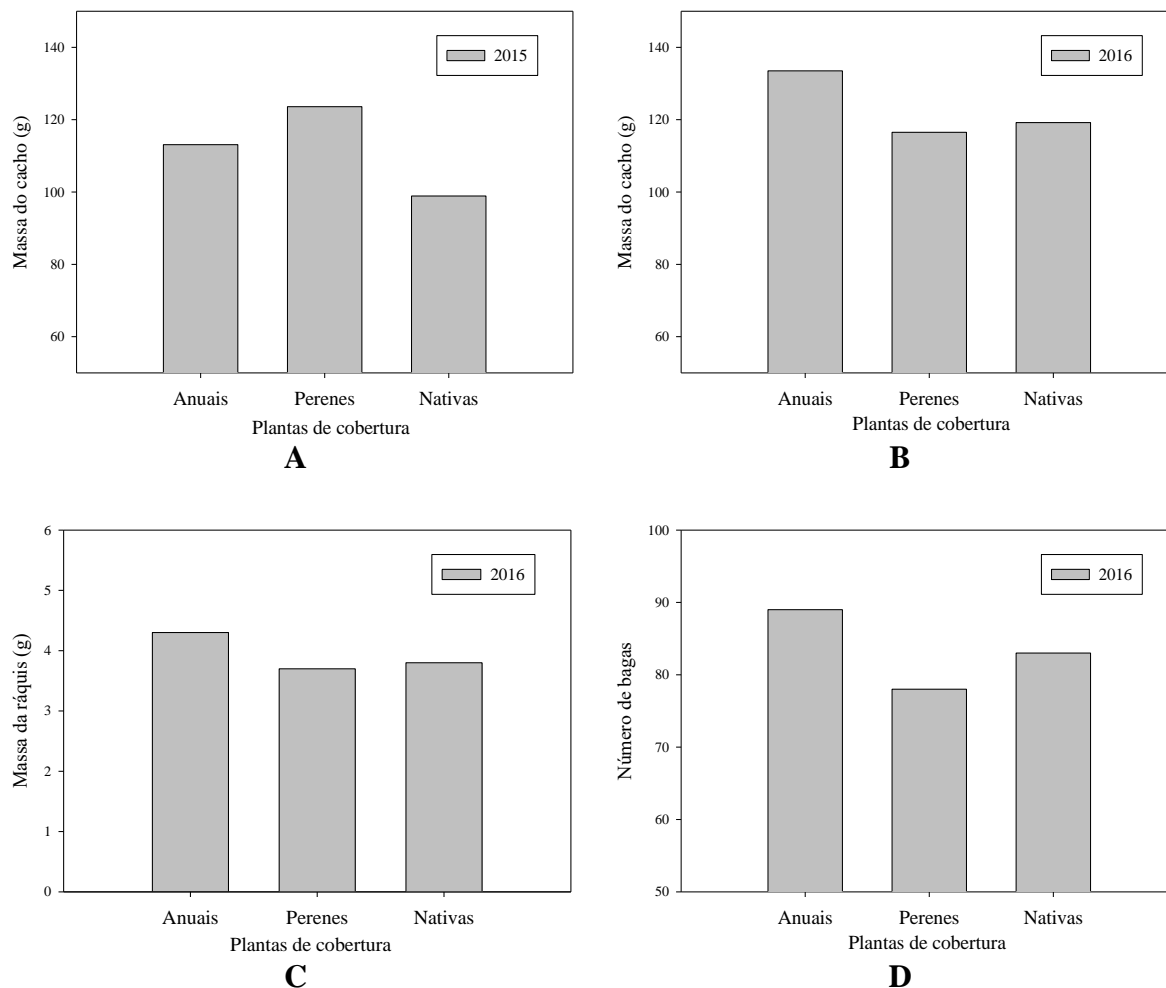
Na safra de 2016, a massa da ráquis foi maior nas anuais em relação as perenes (Tabela 15, Figura 12C). Considerando a média dos tratamentos na safra de 2014 a massa do cacho e massa da ráquis foi maior (Tabela 15), evidenciando efeito de ano devido principalmente as condições climáticas diferenciadas em cada safra (Tabela 3).

Tabela 15 - Média de massa do cacho e massa da ráquis das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmido cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Variáveis	Safra	Tratamentos						Média
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T	
Massa cacho (g)	2014	131	138	135	140	144	119	134 a
	2015	120	107	108	139	103	95	112 b
	2016	123	144	115	118	124	115	123 ab
	Média	125	130	119	132	124	110	123
Massa ráquis (g)	2014	5,7	5,6	5,4	5,7	5,5	4,7	5,4 a
	2015	4,5	4,5	4,5	5,2	4,3	4,3	4,6 b
	2016	4,3	4,3	3,6	3,7	3,9	3,6	3,9 c
	Média	4,8	4,8	4,5	4,9	4,6	4,2	4,6
Contrastes entre tratamentos								
		Anu x Per		Anu x Nat		Per x Nat		Roc x Transf
Massa cacho (g)	2014	ns		ns		ns		ns
	2015	ns		ns		*		ns
	2016	*		ns		ns		ns
Massa ráquis (g)	2014	ns		ns		ns		ns
	2015	ns		ns		ns		ns
	2016	*		ns		ns		ns

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

Figura 12 - Massa do cacho (g) na safra de 2015 (A) e 2016 em (B); Massa da ráquis (g) na safra de 2016 (C) e número de bagas na safra de 2016 (D) em videira cultivada com Cabernet Sauvignon em Cambissolo Húmico consorciada com plantas de cobertura, no Planalto Sul de SC.



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

O número de bagas variou entre 67 e 104. Na safra de 2016 foi maior nas anuais em relação as perenes (Tabela 16; Figura 12D). Luciano (2012) estudando a variedade Cabernet Sauvignon em diferentes tipos de solos no Planalto Sul de Santa Catarina, observou número de bagas médio de 90. Em Painele (SC) Brighenti et al. (2011) observaram número de bagas por cacho de 124, ambos atribuem diferenças nesta variável de produção a restrição ou disponibilidade de água causada pelo efeito climático diferenciado nas safras. Na média dos anos o maior número de bagas foi observado na safra de 2014, que pode ter sido afetado pelas condições climáticas, pois nesta safra foi observada menor precipitação pluviométrica nos períodos de floração e maturação das uvas (Tabela 3).

A massa de 50 bagas não foi afetada pelos sistema de culturas, nem pelo manejo das culturas, variando entre 63,4 e 78,4 g, sendo que na safra de 2016 a massa de 50 bagas foi maior do que nos demais anos (Tabela 16).

Tabela 16 - Médias de número de bagas e massa de 50 bagas das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014,2015 e 2016.

Variáveis	Safra	Tratamentos						Média
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T	
Num bagas	2014	96	104	95	98	103	87	97 a
	2015	85	77	79	89	81	67	80 b
	2016	83	95	74	81	86	79	83 b
	Média	88	92	83	89	90	78	87
Massa 50 bagas (g)	2014	66,6	66,7	65,1	69,3	66,4	63,4	66,3 b
	2015	68,8	66,1	65,9	77,3	64,2	66,2	68,1 b
	2016	71,3	77,9	78,4	73,2	71,4	70,7	73,8 a
	Média	68,9	70,2	69,8	73,3	67,3	66,8	69,4
Contrastes entre tratamentos								
		Anu x Per	Anu x Nat	Per x Nat	Roc x Transf			
Num bagas	2014	ns	ns	ns	ns			
	2015	ns	ns	ns	ns			
	2016	*	ns	ns	ns			
Massa 50 bagas (g)	2014	ns	ns	ns	ns			
	2015	ns	ns	ns	ns			
	2016	ns	ns	ns	ns			

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

O diâmetro de bagas variou entre 11,7 e 13,4 mm, e não foi observada diferença estatística entre os sistemas de culturas e o manejo das culturas adotado. Porém houve efeito de safra, com maior diâmetro na safra de 2016 comparada a de 2015 (Tabela 17). De acordo com Rizzon; Miele (2002), Chavarria et al. (2011) e Luciano (2012), a massa e os diâmetros das bagas da uva são dependentes, principalmente, das variações climáticas onde estão implantadas a variedade Cabernet Sauvignon.

Tabela 17 - Média de diâmetro das bagas das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Variáveis	Safrá	Tratamentos						Média
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T	
Diâmetro bagas (mm)	2014	12,5	12,9	13,0	13,1	13,1	13,0	12,9 ab
	2015	13,0	12,3	11,7	12,6	12,6	12,3	12,4 b
	2016	13,2	13,2	13,4	13,2	13,2	13,1	13,2 a
	Média	12,9	12,8	12,7	13,0	13,0	12,8	
,Contrastes entre tratamentos								
		Anu x Per	Anu x Nat	Per x Nat	Roc x Transf			
Diâmetro bagas (mm)	2014	ns	ns	ns	ns			
	2015	ns	ns	ns	ns			
	2016	ns	ns	ns	ns			

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

As características produtivas da Cabernet Sauvignon foram afetadas pelo clima, pois foi verificado diferença significativa entre as safras avaliadas, sendo a safra de 2014 teve destaque nas características, com exceção da massa de 50 bagas, que foi melhor na safra de 2016. Além disso ao considerar os tratamentos com plantas de cobertura, foi possível observar que as plantas de cobertura perenes e anuais foram eficientes para a maioria das características avaliadas, evidenciando que o consórcio das plantas de cobertura com as videiras melhora as características produtivas da uva.

3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS E ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA UVA

Para acidez não houve diferença significativa entre as plantas de cobertura, ou pelo manejo adotado (Tabela 18). Monteiro e Lopes (2007) e Zhu-mei xi et al. (2011) observaram diminuição na acidez quando usado plantas de cobertura consorciadas à videira, e atribuíram isso à melhora na incidência de luz nos cachos, devido, principalmente, à diminuição do vigor causada pela competição entre as plantas de cobertura e as videiras, favorecendo a degradação de ácidos orgânicos na baga. Por outro lado, o clima frio das regiões de altitude faz com que a degradação dos ácidos seja mais lenta e, como consequência, a acidez titulável seja mais elevada nas uvas e vinhos produzidos (MARCON FILHO, 2016).

O pH do mosto variou entre 2,9 na maioria dos tratamentos em 2015 a 3,5 nas Anuais R e Nativas T em 2016, mas não houve diferença significativa entre as plantas de cobertura, ou pelo manejo adotado (Tabela 18). Não há uma recomendação precisa de um pH do mosto ideal

para elaboração de vinhos finos, no entanto entre 3,0 e 3,5 ocorre melhor estabilidade microbiológica e físico-química (JACKSON, 2014). De acordo com Giovannini (2014) pH menor que 3,0 pode interferir no processo de fermentação e em pH maior que 3,6 a conservação do vinho pode ser afetada. De acordo com Peynaud (1996), quando o mosto das uvas produzidas para vinificação tem pH inferior a 3,5, as bactérias lácticas (principais responsáveis pelas alterações dos mostos e dos vinhos) desenvolvem-se com dificuldade, razão porque as espécies ativas não podem atacar os açúcares, sendo o vinho obtido límpido, com poucos ácidos voláteis e terão melhor conservação da cor típica. Portanto, na safra de 2015 foi possível observar que o pH foi abaixo do considerado ideal (2,9). Wurz (2016) e Warmling (2017) estudando a variedade Cabernet Sauvignon na mesma região deste estudo, observaram pH próximo de 3,1 na safra de 2015.

Tabela 18 - Acidez titulável e pH do mosto das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Variáveis	Safra	Tratamentos						Média
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T	
Acidez (meq L ⁻¹)	2014	131	124	127	127	121	125	126 b
	2015	121	122	132	117	114	124	122 b
	2016	134	137	133	133	133	133	134 a
	Média	129	128	131	126	123	127	127
pH mosto	2014	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1 b
	2015	2,9	2,9	2,9	3,0	2,9	2,9	2,9 c
	2016	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,4 a
	Média	3,2	3,1	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1
Contrastes entre tratamentos								
		Anu x Per	Anu x Nat	Per x Nat	Roc x Transf			
Acidez (meq L ⁻¹)	2014	ns	ns	ns	ns			
	2015	ns	ns	ns	ns			
	2016	ns	ns	ns	ns			
pH mosto	2014	ns	ns	ns	ns			
	2015	ns	ns	ns	ns			
	2016	ns	ns	ns	ns			

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

O pH do mosto depende do tipo e da concentração dos ácidos orgânicos e da concentração de cátions, especialmente de K (CHAMPAGNOL, 1988). O equilíbrio ácido-base do mosto pode ser simplificado pela relação entre o ácido tartárico e o K (BOULTON, 1980a; BOULTON, 1980b). Entre os fatores que interferem no equilíbrio ácido-base e que são capazes de modificar o pH do vinho destacam-se: a dissolução dos minerais e ácidos orgânicos presentes

na película da uva durante a maceração; a síntese de ácidos orgânicos durante a fermentação alcoólica; a degradação do ácido málico na fermentação maloláctica; e a precipitação do ácido tartárico na forma de bitartarato de potássio e tartarato neutro de cálcio (RIZZON et al.,1998).

O teor de sólidos solúveis variou de 19,7 nas Nativas T a 21,9 °Brix nas Anuais R, mas não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 19). Os teores de sólidos solúveis foram adequados para a produção de vinhos de qualidade, que segundo Gris et al. (2010) estudando regiões produtoras de vinhos finos de altitude ficam entre 19,0 e 25,0 °Brix. Rosier (2006) afirma que o acúmulo de açúcares na uva produzida na região do Planalto Sul de Santa Catarina fica entre 16 e 22 °Brix. As concentrações de açúcares na região são pouco elevadas quando comparadas as demais regiões produtoras, porém são consideradas normais para o clima da região, uma vez que as baixas temperaturas no fim do período de maturação não estimulam a produção de açúcar pela via das hexoses, favorecendo a via das pentoses na produção de compostos fenólicos.

As bagas acumulam açúcares durante todo o processo de maturação, porém muito mais lentamente que no período de virada de cor das bagas (Blouim e Guimberteau, 2000). A acumulação de açúcares na baga é diretamente relacionada com as condições climáticas e a localização do vinhedo. Outros elementos podem interferir: as precipitações atmosféricas e as temperaturas baixas, limitam a acumulação de açúcares, todavia, períodos quentes e secos ao final da maturação são favoráveis ao acúmulo de açúcares. Na safra de 2015 foram observados os maiores teores de sólidos solúveis na média dos tratamentos, devido principalmente a menor precipitação na fase de maturação. (Tabela 19).

Tabela 19 - Sólidos solúveis das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Variáveis	Safra	Tratamentos						
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T	Média
Sólidos solúveis (°Brix)	2014	20,6	20,8	20,7	20,2	20,0	19,8	20,4 b
	2015	21,9	21,0	21,3	21,4	21,4	21,0	21,3 a
	2016	20,4	20,3	20,4	20,8	20,3	19,7	20,3 b
	Média	21,0	20,7	20,8	20,8	20,6	20,2	20,7
		Contrastes entre tratamentos						
		Anu x Per	Anu x Nat	Per x Nat	Roc x Transf			
Sólidos solúveis (°Brix)	2014	ns	ns	ns	ns			
	2015	ns	ns	ns	ns			
	2016	ns	ns	ns	ns			

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

Brighenti et al. (2013) avaliando o desenvolvimento fenológico de diferentes variedades de uvas viníferas, durante três safras consecutivas, na região de São Joaquim (SC), observaram média de 20,9 °Brix para sólidos solúveis, 123 meq L⁻¹ para acidez titulável e 3,4 para pH do mosto, e em todas as safras avaliadas, as características das uvas produzidas foram consideradas adequadas para a produção de vinhos finos.

Os teores de polifenóis totais variaram de 924 nas Anuais T a 1673 mg L⁻¹ nas Nativas R, com média geral de 1.269 mg L⁻¹ nas safras e tratamentos avaliados (Tabela 20). Não foram influenciados pelas plantas de cobertura nem pelo manejo dos resíduos. No estudo de Zalameña (2012) a espécie perene aumentou 13% os teores de polifenóis na uva em relação as espécies anuais e a testemunha, caracterizado por plantas espontâneas controladas por dessecação na linha e por roçadas nas entre linhas. Warmling (2017) observou teores entre 1290 e 1337 mg L⁻¹ em estudo realizado na região do Planalto Sul de Santa Catarina em videiras cultivadas em Nitossolo Bruno.

Os teores de antocianinas nas uvas desta área variaram de 101 nas Anuais T a 217 mg L⁻¹ nas Perenes R, com média geral de 152 mg L⁻¹ (Tabela 20). Na safra de 2016 o teor de antocianinas foi maior nas Perenes em relação as Anuais e as nativas não diferiram das demais (Figura 13). Os teores de antocianinas totais foram semelhantes aos encontrados por Marcon Filho (2016) e Warmling (2017) que relataram teores entre 96 e 378 mg L⁻¹ nas safras entre os anos de 2011 e 2015 em vinhedos localizados na mesma região do estudo.

Monteiro e Lopes (2007) e Lopes et al. (2008) verificaram aumento na concentração de antocianinas nas bagas de videira, principalmente quando usado plantas de cobertura gramíneas e pelas espécies nativas quando comparadas ao tratamento com solo mantido sem culturas. De acordo com os autores, as diferenças ocorreram pelo efeito indireto que o estresse hídrico, devido à competição que as culturas causam, com redução do crescimento vegetativo e melhor equilíbrio entre crescimento da parte aérea e das bagas. Xi Zhu-Mei et al. (2010) e Zalameña (2012) também encontraram maiores teores de compostos fenólicos nas bagas de uvas em função do cultivo de espécies de cobertura, com destaque para a festuca que resultou no maior teor. Já Smart (1995) afirma que quando há vigor excessivo, mudanças no microclima do dossel podem ocorrer e diminuir o acúmulo de antocianinas devido o sombreamento dos cachos.

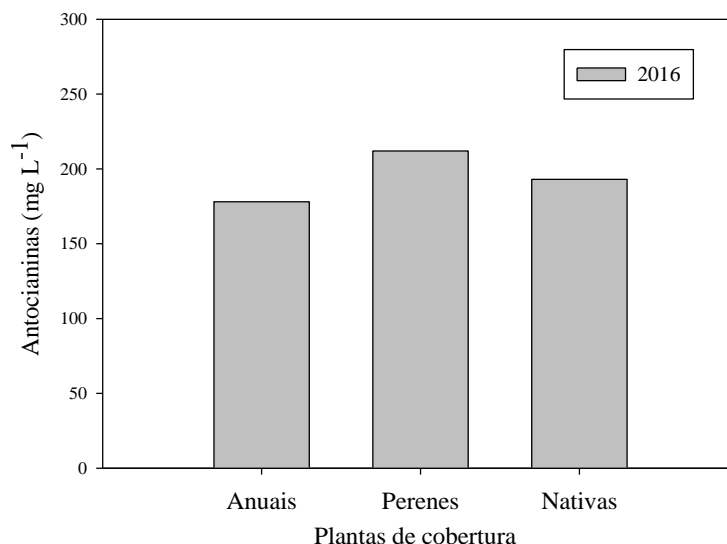
As concentrações elevadas de polifenóis e antocianinas em regiões de altitude ocorrem devido as baixas temperaturas noturnas, que diminuem os processos metabólicos, como a respiração e favorecem o acúmulo de açúcar e substâncias fenólicas (ROSIER, 2006).

Tabela 20 - Teores de polifenóis totais e antocianinas das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Variáveis	Safra	Tratamentos						Média
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T	
Polifenóis (mg L ⁻¹)	2014	1128	1034	1080	1135	1238	1075	1115 b
	2015	1051	924	1256	1192	1092	1023	1090 b
	2016	1649	1495	1605	1592	1673	1591	1601 a
Antocianinas (mg L ⁻¹)	2014	102	135	146	152	144	117	133 b
	2015	134	101	135	142	134	125	129 b
	2016	171	184	217	206	189	196	194 a
		Contrastes entre tratamentos						
		Anu x Per	Anu x Nat	Per x Nat	Roc x Transf			
Polifenóis (mg L ⁻¹)	2014	ns	ns	ns	ns			
	2015	ns	ns	ns	ns			
	2016	ns	ns	ns	ns			
Antocianinas (mg L ⁻¹)	2014	ns	ns	ns	ns			
	2015	ns	ns	ns	ns			
	2016	*	ns	ns	ns			

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

Figura 13 - Antocianinas em videira cultivada com Cabernet Sauvignon em Cambissolo Húmico consorciada com plantas de cobertura, no Planalto Sul de SC.



Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

A cor dos vinhos, tanto sua intensidade como tonalidade é um atributo importante a ser avaliado, pois é através do seu aspecto que são obtidas informações sobre suas qualidades e restrições. A cor é consequência das particularidades das variedades, da maturação,

características edafoclimáticas, forma de elaboração, conservação e de evolução com o tempo (FREITAS, 2006).

O índice de cor é um parâmetro mensurado pela soma das absorvâncias nos comprimentos de onda 420, 520 e 620 nm, e é uma medida da densidade de cor. A absorção em 520 nm é associada ao teor de antocianinas, e expressa a cor vermelha dos vinhos (PRADO et al., 2007), enquanto que a absorvância no comprimento de onda de 420 nm expressa a cor caramelo. À medida que o vinho envelhece em garrafa, os níveis de pigmentos poliméricos amarelos aumentam, e os níveis dos pigmentos antociânicos monoméricos vermelhos diminuem (JACKSON, 2014). Ou seja, a absorvância dos vinhos tintos no comprimento de onda de 420 nm aumenta, e no de 520 nm diminui, aumentando assim, a tonalidade dos vinhos (420/520nm).

Tabela 21 - Teores de intensidade e tonalidade das uvas coletadas na maturação plena de um Cambissolo Húmico cultivado com Cabernet Sauvignon consorciada com plantas de cobertura no Planalto Sul de SC, nas safras de 2014, 2015 e 2016.

Variáveis	Safrá	Tratamentos						Média
		Anuais R	Anuais T	Perenes R	Perenes T	Nativas R	Nativas T	
Intensidade	2014	1,04	0,97	1,01	1,12	1,05	1,24	1,07 b
	2015	0,90	0,76	0,93	0,93	0,96	0,94	0,90 c
	2016	1,23	1,17	1,22	1,30	1,28	1,29	1,25 a
Tonalidade	2014	1,00	1,11	1,07	1,02	1,02	1,89	1,19 a
	2015	0,89	0,83	0,87	0,83	0,81	0,77	0,83 b
	2016	0,81	0,79	0,81	0,82	0,80	0,76	0,80 b
Contrastes entre tratamentos								
		Anu x Per		Anu x Nat		Per x Nat		Roc x Transf
Intensidade	2014	ns		ns		ns		ns
	2015	ns		ns		ns		ns
	2016	ns		ns		ns		ns
Tonalidade	2014	ns		ns		ns		ns
	2015	ns		ns		ns		ns
	2016	ns		ns		ns		ns

Anuais R – sucessão das anuais moha (*Setaria italica*) e azevém (*Lolium multiflorum*) roçadas; Anuais T - sucessão das anuais moha e azevém roçadas com transferência; Per R - espécie perene festuca (*Festuca arundinacea*) roçada; Per T - festuca roçada com transferência; Nat R - espécies nativas da região - roçadas; Nat T - nativas roçadas com transferência; ns contrastes não significativos; * significativo a 5%.

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para tonalidade e intensidade da cor. A média geral da intensidade foi de 1,07 variando de 0,76 nas Anuais T a 1,30 nas Perenes T. A tonalidade teve uma média de 0,94, com variações entre 0,76 a 1,89 nas Nativas T (Tabela 21). A tonalidade é considerada um índice de maturidade das uvas tintas. Quando o índice é próximo a 1, as amostras de uvas são consideradas saudáveis e não muito maduras. Por outro lado, se as amostras tiverem índice de maturidade inferior a 0,4 são consideradas uvas maduras

e saudáveis (CORREIA, 2014). A partir dessa relação, foi observado que as uvas avaliadas podem ser consideradas como saudáveis e não muito maduras.

As principais reações que definem a composição da uva para futura vinificação (açúcares, acidez, pH do mosto, polifenóis, antocianinas e características relacionadas a cor) ocorrem principalmente durante o período de maturação das bagas (GIOVANNINI et al., 1999) e diferenças entre as safras avaliadas em relação a estes parâmetros foram observadas com destaque a safra de 2016, com melhores condições relacionadas a coloração dos vinhos, devido a maior concentração de antocianinas e intensidade de cor. Nas safras avaliadas, foi atingida a maturação fisiológica, com o teor de açúcar, acidez e pH do mosto adequados. De acordo com Warmling (2017) o clima tem papel importante no período de maturação, pois afeta a composição da uva pelos seus diferentes fatores como temperatura, insolação e precipitação. A região do Planalto Sul de Santa Catarina é caracterizada pelo excesso de chuvas e alta amplitude térmica, porém isso não significa que as uvas produzidas tenham qualidade inferior as demais regiões produtoras. Pelo contrário, a região tem se destacado no mercado, e o microclima característico é um dos principais fatores que influenciam a composição dos vinhos produzidos. Assim, é importante que tenha um conjunto de práticas de manejo, com destaque ao uso de plantas de cobertura perenes e /ou anuais que, para a maioria das características, melhorou as características produtivas e compostos fenólicos da uva, comparado as plantas nativas, aliado as condições climáticas nos vinhedos para assim obter uvas com composição adequada para vinificação.

Tabela 22 - Atributos químicos e físicos do solo, características produtivas e compostos fenólicos da uva após a análise de contraste entre as plantas de cobertura.

	Anuais	Perenes	Nativas
K (mg kg ⁻¹)		*	
Microporosidade (cm ³ cm ⁻³)		*	
Macroporosidade (cm ³ cm ⁻³)		*	
Massa Cacho (g)	*	*	
Massa ráquis (g)	*		
Número Bagas	*		
Antocianinas (mg L ⁻¹)		*	

* Indica a planta de cobertura que teve melhor desempenho para cada atributo avaliado.

Assim, avaliando as características de solo e uva que foram observadas diferenças nos contrastes entre as plantas de cobertura, é possível afirmar que dentre as características avaliadas e descritas na Tabela 22, o uso em consorcio com a videira de plantas de cobertura anuais afetou de maneira positiva as características produtivas da uva como massa do cacho, massa da ráquis e número de bagas. Já o uso em consórcio da videira com as plantas de cobertura perene teve melhora nos atributos do solo, como o teor de potássio e o volume de macroporos e microporos, na característica produtiva da uva como a massa do cacho e nos compostos fenólicos com os polifenóis, demonstrando a viabilidade do uso de plantas de cobertura na melhoria dos atributos do solo e da uva.

4 CONCLUSÕES

O uso de plantas de cobertura com espécies perenes e/ou anuais interferem na composição da uva, melhorando as características produtivas massa do cacho, massa da ráquis e número de bagas. Na safra de 2015, as perenes tiveram maior massa de cacho e na safra de 2016 as anuais tiveram maior massa do cacho, massa da ráquis e número de bagas.

Na safra de 2016, o consórcio da videira com as plantas de coberturas perenes proporcionou maior teor de antocianinas na composição da uva comparado ao uso de plantas de coberturas anuais e nativas.

O manejo com a transferência dos resíduos culturais da linha à entrelinha da videira não afetou as características produtivas e compostos fenólicos, portanto, os resíduos podem ser espalhados em toda a área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo e o clima são fatores que afetam a qualidade da uva, como o solo é um fator que pode ser controlado, é importante que para a implantação de vinhedos na região do Planalto Sul de Santa Catarina, os produtores busquem, dentro de suas propriedades, solos mais desenvolvidos, característicos de melhor drenagem e maior profundidade, pois na região tem-se observado safras com altos índices pluviométricos, e solos pouco desenvolvidos como o Cambissolo Húmico acumula um volume maior de água por longos períodos no vinhedo, prejudicando a qualidade da uva.

O uso de plantas de coberturas perenes em consórcio com as videiras é uma alternativa promissora que pode ser adotada pelos viticultores para as propriedades na região do Planalto Sul Catarinense, pois além de proteger o solo contra fatores erosivos, altera os atributos do solo, compete com as videiras por água e nutrientes, fator que pode diminuir o vigor das videiras e melhorar as características produtivas e os compostos fenólicos da uva, visando melhor qualidade do produto final.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J.M. et al. Enrelvamento do solo em vinha na região dos Vinhos Verdes. Três anos de estudo na casta 'Alvarinho'. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v. 18, p. 47-63, 2003.

ALMEIDA, J.A.; KÄMPF, N.; ALMEIDA, R. Caracterização mineralógica de Cambissolos originados de rochas pelíticas nos patamares do alto rio Itajaí e no Planalto de Lages (SC). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 180-190, 1997.

AMARO FILHO, J. Física do Solo – Conceitos e Aplicações. Fortaleza. Imprensa Universitária, 2008. 290 p.

APCARIAN, A. et al. Efecto de capas endurecidas de suelos sobre el potencial productivo de viñedos. **Agricultura Técnica (CHILE)**, Alto Valle de Río Negro, v. 66, n. 1, p. 70-79, Enero/Marzo. 2006.

BACK, A.J.; DELLA BRUNA, E.; DALBÓ, M.A. Mudanças climáticas e a produção de uva no Vale do Rio do Peixe – SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 1, p. 159-169, 2013.

BATTANY, M.C.; GRISMER, M.E. Rainfall runoff and erosion in Napa valley vineyards: Effects of slope, cover and surface roughness. **Hydrol. Process**, v. 14, p. 1289-1304, 2000.

BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. 2. ed. Madison, American Society of Agronomy, p. 363-375, 1986.

BONIN, V.; BRIGHENTI, E. Situação atual e tendências da vitivinicultura na região de São Joaquim. In: 6º SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 4., 2005. São Joaquim. **Resumos de palestras**, São Joaquim, 2005 p. 68 -71.

BONIN, V.; BRIGHENTI, E. Aspectos climáticos e produção de vinhos finos na serra catarinense. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 7., 2006. Fraiburgo. **Anais**. Fraiburgo: Epagri, 2006. 368 p.

BORGHEZAN, M. et al. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 4, p. 398-405, abr. 2011.

BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J. P.; TERRA, M.M. Efeitos do cycocel na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv Itália (*Vitis vinifera* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n.1, p. 78-81, 2004.

BRDE - Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Vitivinicultura em Santa Catarina: situação atual e perspectivas. Florianópolis, 2005. 83 p.

BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. 2004. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: classificação pelo Sistema CCM Geovitícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: SBF, 2004. 4p. (CD-ROM).

BRIGHENTI, A.F. et al. Desempenho vitivinícola da Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-enxertos em região de altitude de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 096-102, mar. 2011.

BRIGHENTI, A.F. et al. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 7, p. 1162-1167, 2013.

BRUNETTO, G. et al. Produção, composição da uva e teores de nitrogênio na folha e no pecíolo em videiras submetidas à adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2622-2625, dez. 2008.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade dos agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.99-105, 1990.

CARTER, M.R. Relative measures of soil bulk density to characterize compaction in tillage studies on fine sandy loams. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 70, n. 3, p. 425-433, 1990.

CASSOL, P.C. et al. Correlação entre os teores de nutrientes no pecíolo e no limbo de folhas de videira da variedade Cabernet Sauvignon sob adubação com N, K, N+K, cama de suíno e serragem. In: VII REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2008, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: SBCS - Núcleo Regional Sul, 2008.

CELETTE, F.; FINDELING, A.; GARY, C. Competition for nitrogen in an unfertilized intercropping system: The case of an association of grapevine and grass cover in a Mediterranean climate. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 30, p. 41-51, 2009.

CHAVARRIA, G. et al. Relações hídricas, rendimento e compostos fenólicos de uvas Cabernet Sauvignon em três tipos de solo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p.481-487, 2011.

CHRISTENSEN, L.P. Nutrient level comparisons of leaf petioles and blades in twenty-six grape cultivars over three years (1979 through 1981). **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 35, p. 124-133, 1984.

COLUGNATI, G. et al. Comportamento di diverse essenze per l'inerbimento del vigneto. **L'informatore Agrario**, v. 59, n. 13, p. 55-59, 2003.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2016. 376 p.

COPELLO, M. A todo poderosa Cabernet Sauvignon. **Revista Adega (Versão eletrônica)**, São Paulo, v. 31, Maio de 2008. Disponível em: <http://revistaadega.uol.com.br/artigo/a-todo-poderosa-cabernet-sauvignon_8168.html>. Acesso em: 13 ago 2017.

CORREIA, P.T.R. **A comparação fenólica em uvas tintas. Comparação de metodologias**. 2014. Dissertação - Universidade de Évora, Évora, 2014.

DALLA ROSA, J. et al. Atributos químicos do solo e produtividade de videiras alterados pelo manejo de coberturas verdes na Serra Gaúcha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 179-187, 2009.

DAL BÓ, M.A. Nutrição e adubação da videira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, p. 32-35, 1992.

DUCHÊNE, E.; SCHNEIDER, C.; GAUDILLÈRE, J.P. Effects of nitrogen nutrition timing on fruit set of grapevine cv. Grenache. **Vitis**, Landau, v. 40, n. 1, p. 45-46, 2001.

DUDA, G.P. et al. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2003.

DRY, P.R.; LOVEYS, B.R. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 4, p. 140-148, 1998.

EISSENSTAT, D.M. Dinamica di crescita delle radici nelle colture da frutto. **Italus Hortus**, v. 14, p. 1-8, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Solos do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46), 2004. 726 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília: DF. 2009. 627 p.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Planalto Sul Catarinense – UPR 3. Florianópolis. 2002. 76 p.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Caracterização regional. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional – SDR. São Joaquim. 2003. 33 p.

FALCÃO, L.D. et al. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago, v. 35, n. 3, p. 271-282, 2008.

FELIPPETO, J.; ALEMBRANDT, R.; CIOTTA, M.N. Maturação e composição das uvas Cabernet Sauvignon e Merlot produzidas na região de São Joaquim, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 29, n. 2, p. 74-79, maio/ago. 2016.

FRÁGUAS, J.C. A importância do boro para a videira. Comunicado Técnico nº17-EMBRAPA. p. 1-4, 1996a.

FREGONI, M. Viticoltura di Qualità. Verona, Editore Phytoline. 2005. 819 p.

FREITAS, D.M. **Variação dos compostos fenólicos e de cor dos vinhos de uvas (*Vitis vinifera*) tintas em diferentes ambientes**. 2006. Tese - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. Gramíneas Forrageiras Perenes de Inverno. In: FORRAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SUL BRASILEIRA. 2. ed. Ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. p.219-227.

FONTES, M.P.F.; WEED, S.B. Phosphate adsorption y clays from Brazilian Oxisoils: relationships whit specific surface área and mineralogy. **Geoderma**, v. 72, n. 1-2, p. 37-51, jul. 1996.

FOURIE, J.C.; LOUW, P.J.E; AGENBAG, G.A. Cover crop management in a Chardonnay/99 Richter vineyard in the Coastal wine grape region, South Africa. 2. Effect of different cover crops and cover crop management practices on grapevine performance. **South African Journal for Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 27, p. 42–50, 2006.

GEE, G.W.; BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, 1: 383-411. 1986.

GLORIES, Y. La couleur des vins rouges. Les equilibres des anthocyanes et des tanins du Vin. Bordeaux: Actualités, 1998. 417 p.

GIOVANNINI, E. Produção de uvas para vinho, suco e mesa. Porto Alegre: Renascença, 1999, 364 p.

GIOVANNINI, E. Manual de viticulture (Série Tekne) Gladstone J (1992) 'Viticulture and environment' (Winetitles, Australia), Porto Alegre: Bookman, 2014. 264 p.

GONZÁLEZ, G. et al. Varietal differentiation of Tannat, Cabernet Sauvignon and Merlot grapes and wines according to their anthocyanic composition. **European Food Research and Technology**, Berlim, v. 225, p. 111-117, 2007.

GRIS, E.F. et al. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago, v. 37, n. 2, p. 61-75, 2010.

GUERRA, C.C. Evolução polifenólica: longevidade e qualidade dos vinhos tintos finos. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE VITICULTURA, ENOLOGIA E GASTRONOMIA, 1998, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. p. 55-65.

GUERRA, C.C. Maturação da uva e condução da vinificação para elaboração de vinhos finos. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1., 2002. Caldas. **Anais**. Caldas: EPAMIG-FECD, 2002. p. 179-192.

GUERRA, C.C. Compostos fenólicos do vinho. In: Vinho e Saúde: vinho como alimento natural. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL VINHO E SAÚDE, 2005, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: Ibravin, 2005. p. 39-40.

HÅKANSSON, I.; VOORHEES, W.B.; RILEY, H. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop responses in different traffic regimes. **Soil & Tillage Research**, v. 11, p. 239-282, 1988.

HAUB, G. Control of Stielahme (grape stalk necrosis) with foliar fertilizers Foliar fertilization. **Developments in Plant and Soil Sciences**, Dordrecht, v. 22, 1986.

HERNÁNDEZ, M.R. Medida del color de la uva y del vino y los polifenoles por espectrofotometría. In: CURSO DE VITICULTURA PARA AFICIONADOS EN 20 LECCIONES. Haro: La Rioja, 2004.

HRAZDINA, G. Biosynthesis of flavonoids. In: PLANT POLYPHENOLS: SYNTHESIS, PROPERTIES, SIGNIFICANCE, 1992, New York. Basic Life Sciences, v. 59. New York: Plenum Press, 1992. p. 61-72.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Economia]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/download/estatistica.shtm/lspa_201108.zip>. Acesso em: 20 ago. 2016.

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/>>. Acesso em: 17 de jul de 2017.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/index.php>>. Acesso em: 18 de jul de 2017.

INGELS, C.A. et al. Effects of cover crops on grapevines, yield, juice composition, soil microbial ecology, and gopher activity. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, p. 19-29, 2005.

JACKSON, D.I.; LOMBARD, P.B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – a review., **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, n. 4, p. 409-430, 1993.

JACKSON, R.S. Wine Science: principles and applications. ELSEVIER, 4. ed. 2014. 751 p.

KUHN, G.B. Uva para processamento: produção. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica (Frutas do Brasil, 34). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 134 p.

KURTURAL, S.K. Vineyard site selection. Cooperative Extension Service. University of Kentucky – College of Agriculture. Horticulture Department. Hort Fact. 3102. 7p. 2006. Disponível em: http://www.uky.edu/Ag/Horticulture/KF_31_02.pdf. Acessado em: 12 out.2012.

LEÃO, P.C.S.; RODRIGUES, B.L. A vitivinicultura no Semiárido Brasileiro. Brasília, DF: Embrapa Semiárido: Petrolina, 2009. p. 294-347.

LEEUWEN, C. V. et al. Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 55, p. 207-217, 2004.

LEEUWEN, C.V; SEGUIN, G. The concept of terroir in viticulture. **Journal of Wine Research**, v. 17, p. 1-10, 2006.

LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. São Paulo: EDUSP, 2005. 344 p.

LIPIEC, J. et al. Soil physical properties and growth of spring barley as related to the degree of compactness of two soils. **Soil and Tillage Research**, v. 19, p. 307-317, 1991.

LOPES, C.M. et al. Cover cropping in a sloping, non-irrigated vineyard: Effects on vegetative growth, yield, berry and wine quality of ‘Cabernet Sauvignon’ grapevines. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v.23, p.37-43, 2008.

LOPES, C.M. et al. Combining cover cropping with deficit irrigation in a Mediterranean low vigor vineyard. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 129 p. 603–612, 2011.

LUCIANO, R.V. **Variabilidade espacial e temporal de atributos do solo e sua relação com a composição da uva para vinificação no Planalto Catarinense**. 2012. Tese - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2012.

LUCIANO, R.V. et al. Physical attributes related to soil compaction under native vegetation of Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1733-1744, 2012.

LUCIANO, R.V. et al. Condições meteorológicas e tipo de solo na composição da uva 'Cabernet Sauvignon'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 1, p. 97-104, 2013.

MAFRA, M.S.H. et al. Atributos químicos do solo e estado nutricional de videira Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*) na Serra Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 10, p. 44-53, 2011.

MANDELLI, F. Comportamento Meteorológico e sua Influência na Vindima de 2006 na Serra Gaúcha (Comunicado Técnico 67). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006.

MAFRA, M.S.H. **Estado nutricional, rendimento e qualidade de uva Cabernet Sauvignon em solos da Serra Catarinense**. 2009. Dissertação - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2009.

MARCON FILHO, J.L. **Raleio de cachos sobre a qualidade da uva e do vinho da cultivar Cabernet Franc em região de altitude**. 2012. Dissertação - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2012.

MARCON FILHO, J.L. et al. Raleio de cachos sobre o potencial enológico da uva 'Cabernet Franc' em duas safras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 12, p. 2150-2156, 2015.

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**. 2016. Tese - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016.

MARTINS, L. **Comportamento vitícola e enológico das variedades Chardonnay, Pinot Noir e Cabernet Sauvignon, na localidade Lomba Seca, em São Joaquim (SC)**. 2006. Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

MATEUS, N. et al. Grape and wine polyphenolic composition of red *Vitis vinifera* varieties concerning vineyard altitude. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Reynosa, v. 3, n. 2, p. 102-110, 2001.

MATEUS, N. et al. Development changes of anthocyanins in *Vitis vinifera* grapes grown in the Douro Valley and concentration in respective wines. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 82, p. 1689-1695, 2002.

MAVI, H.S.; TUPPER, G.J. Agrometeorology – Principles and application of climate studies in agriculture. New York: Food Products Press. 2004. 364 p.

MIKALOVICZ, H. **Efeito do solo e de condições meteorológicas na composição da uva Cabernet Sauvignon**. 2014. Dissertação - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

MONTEIRO, A.; LOPES, C.M. Influence of cover crop on water use and performance of vineyard in Mediterranean Portugal. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 121, p. 336–342, 2007.

MONTEIRO, J.E.B.A et al. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola - Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.

MOTA, R.V. et al. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.234, p.56-64, set/out. 2006.

MPELASOKA, B.S. et al. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 9, p.154-168, 2003.

MORLAT, R.; BODIN, F. Characterization of viticultural terroirs using a simple field model based on soil depth – II. Validation of the grape yield and berry quality in the Anjou vineyard (France). **Plant and Soil**, v. 281, p. 55-69, 2006.

MURPHY, J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, v. 27, n. 1, p. 31–36, 1962.

NUNES, U.R. et al. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 943-948, 2006.

OIV. Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Office international de la vigne et du vin. Paris, 2008. 368 p.

OJEDA, G. et al. Fractal analysis of soil water hysteresis as influenced by sewage sludge application. **Geoderma**, v. 134, p. 386-401, 2006.

OLIVEIRA, O.L.P. et al. Manejo da cobertura do solo em videiras visando à sustentabilidade do ecossistema: Relação das espécies de cobertura com as videiras e com a produção e qualidade da uva. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, p. 1198-1201, 2007.

PANDOLFO, C. et al. Mudanças climáticas e a área de produção da videira européia (*Vitis vinifera* L.) no Estado de Santa Catarina. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. 2009, Belo Horizonte. **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Belo Horizonte, 2009.

PAULETTO, D. et al. Produção e vigor da videira 'Niágara Rosada' relacionados com o porta enxerto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 115-121, 2001.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PEREIRA, E.P.; GAMEIRO, A.H. Sistema agroindustrial da uva no Brasil: Arranjos, Governanças e transações. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 11p. 2008.

PERIN, A. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p. 35-40, 2004.

PEYNAUD, E. *Enologia Práctica: Conocimiento y elaboración del vino*. 2 ed. Madrid: Ed. Mundi – Prensa. 1996.406 p.

PROTAS, J.F.S. Programa de desenvolvimento estratégico da vitivinicultura do Rio Grande do Sul - Visão 2025. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2005, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. p. 109-130. (Documentos, 55)

REGINA, M.A. et al. Implantação e manejo do vinhedo para produção de vinhos de qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 16-31, 2006.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Condições físicas de solos associadas à sua qualidade e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 27, p. 29-48, jul/dez. 2003.

REICHERT, J.M. et al. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop, production in subtropical highly weathered soils. **Soil and Tillage Research**, v. 102, p. 242-254, mar. 2009.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. *Tratado de enologia: microbiología del vino, vinificaciones*. Buenos Aires: Hemisferio Sur, v. 1, 2003a.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. *Tratado de enologia: química del vino, estabilización y tratamientos*. Buenos Aires: Hemisferio Sur, v. 2 2003b.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. Avaliação da c. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002.

RIZZON, L.A. (ed.) *Metodologia para análise de vinho*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010, 120 p.

ROSIER, J.P. Vinhos de altitude: características e potencial na produção de vinhos finos brasileiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 105-110, 2006.

SAAYMAN, D.; LAMBRECHTS, J.J.N. The effect of irrigation system and crop load on the vigor of Barlinka table grapes on a sandy soil, Hex River Valley. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 16, p. 26-34, 1995.

SALMI, G.P.; SALMI, A.P.; ABBOUD, A.C.S. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 673-678, 2006.

SANTOS, V.B. **Atributos de solos sob cultivo de frutíferas em sistema de manejo convencional, em transição e orgânico do norte do Estado do Piauí**. 2010. Tese - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

SANTOS, H.G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

SILVA-RIBEIRO, R.T. et al. Aplicação de um isolado antagonico de *Trichoderma* sp. no controle biológico e integrado da podridão cinzenta em videira. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 4., 1994, Gramado. **Anais...** Pelotas: [s.n.], 1994.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphotunestic acids reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, n. 16, p. 144-158, 1965.

SMART, R.E. Two golden rules of viticulture. **Australian and New Zealand Wine Industry Journal**. v. 10, p. 38-39, 1995.

SOUZA, J.S.I. Uvas do Brasil. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791 p.

SUZUKI, L.E.A.S. et al. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1159-1167, 2007.

TAGLIAVINI, M. et al. Nitrogen fertilization management in orchards to reconcile productivity and environmental aspects. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 43, n. 1/3, p. 93-102, 1996.

TEBALDI, F.L.H. et al. Composição mineral das pastagens das regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro: 3. Matéria orgânica, alumínio e pH dos solos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 382-386, 2000.

TEDESCO, J.M. Nitrogênio. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, J.M. Princípios de Fertilidade do Solo. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 73-98 p.

TESIC, D.; KELLER, M.; HUTTON, R.J. Influence of vineyard floor management practices on grapevine vegetative growth, yield, and fruit composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 58, p. 1-11, 2007.

THOMÉ, V.M.R. et al. Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico. Florianópolis: Epagri, 1999, 1000 p. CD-ROM.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; Uvas para processamento em regiões de clima temperado. Embrapa Uva e Vinho, ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica, Julho de 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/clima.htm> Acessado em Set. 2015

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G.; SÁ, J.C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 301-309, 1998.

UBALDE, J.M. et al. Effects of Soil and Climatic Conditions on Grape Ripening and Wine Quality of Cabernet Sauvignon. **Journal of Wine Research**, v. 21, n. 1, p. 1-17. 2010.

VAN LEEUWEN, C.; SEGUIN, G. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (Vitis vinifera variété Cabernet Franc, Saint Emilion 1990). **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 28, p. 81-110, 1994.

VAN LEEUWEN, C.; SEGUIN, G. The Concept of Terroir in Viticulture. **Journal of Wine Research**, Davis, v. 17, n. 1, p. 1–10, 2006.

VAN LEEUWEN, C. et al. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 43, n. 3, p. 121-134, 2009.

VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil, air and water. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 4, p. 242-246, 1966.

XI ZHU-MEI et al. The effect of vineyard cover crop on main monomeric phenols of grape berry and wine in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. **Agricultural Sciences in China**, Hong Kong, v. 9, p. 440-448, 2010.

XU, X.; NIEBER.; J. L.; GUPTA, S.C. Compaction effect on the gas diffusion coefficient in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, p. 1743-1750, 1992.

ZALAMENA, J. **Plantas de cobertura na redução do vigor da videira em solo com alto teor de matéria orgânica**. 2012. Tese – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2012.

ZALAMENA, J. et al. Estado nutricional, vigor e produção em videiras cultivadas com plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, p. 1190-1200, 2013.

ZOCHE, R. G. S. **Potencial enólogo de uvas Tannat, Cabernet Sauvignon e Merlot produzidas no município de Bagé-RS**. 2009. Tese - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

ZHU-MEI XI et al. Impact of cover crops in vineyard on the aroma compounds of *Vitis vinifera* L. cv Cabernet Sauvignon wine. **Food Chemistry**, Washington, v. 127, p. 516–522, 2011.

WARMLING, M. I. **Variabilidade espacial do solo e efeito da safra sobre a produtividade e composição da uva e do vinho no Planalto Catarinense.** 2017. Dissertação - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017.

WEAVER, R.J. *Grape Growing.* New York: J. Wiley, 1976. 371 p.

WINKLER, J. A. et al. *General Viticulture,* University of California Press, 1974, p. 158–165.

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

WURZ, D.A. **Desempenho viti-enológico das variedades Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc em regiões de altitude em função da época de desfolha.** 2016. Dissertação - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016.

APÊNDICES

Apêndice A – Estatística descritiva dos atributos e indicadores de qualidade física em três classes de solo (Cambissolo Húmico, Cambissolo Háptico e Nitossolo Bruno) em vinhedo com uvas da variedade Cabernet Sauvignon, enxertadas sobre Paulsen 1103, na camada de 0-20 cm, no Planalto Sul de SC, 2015/2016.

Atributo	Média	Mediana	Valores		Desvio Padrão	CV	K-S
			Mínimos	Máximos			
Cambissolo Húmico							
Argila	257	213	160	473	90	35	0,22 *
Silte	631	661	427	731	84	13	0,16 ns
Areia	110	110	80	170	21	19	0,12 ns
Pt	0,74	0,75	0,63	0,79	0,04	6	0,16 ns
Macro	0,19	0,18	0,14	0,26	0,04	23	0,16 ns
Micro	0,57	0,58	0,44	0,64	0,05	8	0,16 ns
Ds	0,71	0,68	0,55	1,04	0,12	17	0,15 ns
Cambissolo Háptico							
Argila	316	310	242	414	52	16	0,12 ns
Silte	532	531	437	612	50	9	0,10 ns
Areia	152	146	121	219	25	16	0,19 *
Pt	0,61	0,61	0,53	0,69	0,05	8	0,14 ns
Macro	0,13	0,12	0,07	0,23	0,04	32	0,13 ns
Micro	0,52	0,54	0,40	0,57	0,04	8	0,28 *
Ds	1,09	1,08	0,86	1,30	0,13	12	0,11 ns
Nitossolo Bruno							
Argila	420	418	380	470	27	6	0,09 ns
Silte	376	376	341	405	16	4	0,11 ns
Areia	204	201	165	245	21	10	0,10 ns
Pt	0,68	0,67	0,64	0,72	0,02	3	0,14 ns
Macro	0,21	0,20	0,15	0,29	0,04	19	0,15 ns
Micro	0,44	0,44	0,36	0,50	0,04	9	0,11 ns
Ds	0,90	0,91	0,79	1,01	0,06	7	0,11 ns

Mín = valor mínimo; Máx = valor máximo; CV = coeficiente de variação (%); K-S = teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5%; * significativo (diferente da normal) e ns = não significativo (normal); Argila, silte e areia = g kg⁻¹; Pt = porosidade total, cm³ cm⁻³; Macro = macroporosidade, cm³ cm⁻³; Micro = microporosidade, cm³ cm⁻³; Ds = densidade do solo, g cm⁻³.

Apêndice B – Estatística descritiva dos atributos e indicadores de qualidade química em três classes de solo (Cambissolo Húmico, Cambissolo Háptico e Nitossolo Bruno) em vinhedo com uvas da variedade Cabernet Sauvignon, enxertadas sobre Paulsen 1103, na camada de 0-20 cm, no Planalto Sul de SC, 2015/2016.

Atributo	Média	Mediana	Valores		Desvio Padrão	CV	K-S
			Mínimos	Máximos			
Cambissolo Húmico							
pH água	6,6	6,6	6,0	7,0	0,2	4	0,15 ^{ns}
COT	80	79	73	91	0,5	13	0,13 ^{ns}
Fósforo	18	16	10	29	6	32	0,16 ^{ns}
Potássio	103	104	47	150	31	30	0,09 ^{ns}
Cálcio	7,9	7,8	6,0	9,7	0,9	12	0,12 ^{ns}
Magnésio	1,0	0,9	0,8	1,3	0,1	13	0,25 [*]
Cambissolo Háptico							
pH água	6,9	7,1	6,1	7,7	0,4	6	0,15 ^{ns}
COT	4,3	4,3	2,8	5,7	1,0	23	0,10 ^{ns}
Fósforo	18	17	6	33	8	43	0,14 ^{ns}
Potássio	113	109	69	154	23	20	0,11 ^{ns}
Cálcio	8,2	8,3	5,1	12,4	1,5	19	0,17 ^{ns}
Magnésio	0,9	0,9	0,7	1,3	0,2	20	0,19 [*]
Nitossolo Bruno							
pH água	6,3	6,3	5,8	7,0	0,3	5	0,14 ^{ns}
COT	4,7	4,5	3,3	7,7	0,9	19	0,22 [*]
Fósforo	16	14	9	29	5	35	0,18 ^{ns}
Potássio	109	109	47	161	35	32	0,12 ^{ns}
Cálcio	10,5	10,3	6,0	13,5	1,7	16	0,19 [*]
Magnésio	4,8	4,8	2,8	6,7	1,0	21	0,10 ^{ns}

Mín = valor mínimo; Máx = valor máximo; CV = coeficiente de variação (%); K-S = teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov a 5%; * significativo (diferente da normal) e ns = não significativo (normal); COT = carbono orgânico total = g kg⁻¹; Fósforo = mg kg⁻¹; Potássio = mg kg⁻¹; Cálcio = cmol_c kg⁻¹; Magnésio = cmol_c kg⁻¹.

Apêndice C – Estatística descritiva das características físicas dos cachos, das características físicas das bagas e da produtividade de uvas da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, em Cambissolo Húmico, no Planalto Sul de SC. n (20 pontos amostrais).

Cambissolo Húmico								
Atributo	Safra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV	K-S
Diâm. bagas	2015	12,1	11,9	10,2	13,9	1,2	10	0,12 ^{ns}
	2016	12,8	13	11,5	13,8	0,7	5	0,21 [*]
M. cacho	2015	96	100	31	192	32	34	0,16 ^{ns}
	2016	111	105	62	205	38	35	0,17 ^{ns}
M. ráquis	2015	5,2	4,8	1,7	8,6	1,9	36	0,18 ^{ns}
	2016	5,0	4,7	3,2	8,2	1,4	28	0,16 ^{ns}
Comp. cacho	2015	13,9	13,5	9,0	19	2,7	19	0,10 ^{ns}
	2016	14,9	15,3	10,5	18	2,4	16	0,10 ^{ns}
Núm. bagas	2015	74	72	39	150	25	34	0,18 ^{ns}
	2016	88	84	50	135	26	29	0,11 ^{ns}
M. 50 bagas	2015	65	64	48	83	8	12	0,14 ^{ns}
	2016	64	66	43	78	9	14	0,09 ^{ns}
Produtividade	2015	6,7	6,6	1,0	16	3,4	50	0,13 ^{ns}
	2016	8,8	8,1	3,2	17,1	3,7	42	0,17 ^{ns}

Mín. = valor mínimo; Máx. = valor máximo; CV = coeficiente de variação (%); K-S = teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; * significativo (diferente da normal) e ns = não significativo (normal) ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Diâm. Bagas = diâmetro de bagas (mm); M. cacho = massa do cacho (g); M. ráquis = massa da ráquis (g); Comp. cacho = comprimento do cacho (cm); Núm. bagas = número de bagas; M. 50 bagas = Massa de 50 Bagas (g); Produtividade ($t\ ha^{-1}$).

Apêndice D – Estatística descritiva das características físicas dos cachos, das características físicas das bagas e da produtividade de uvas da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, em Cambissolo Háplico, no Planalto Sul de SC. n (20 pontos amostrais).

Cambissolo Háplico								
Atributo	Safra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV	K-S
Diâm. Bagas	2015	12	11,9	10,3	14,1	1,0	8	0,11 ^{ns}
	2016	13	13,1	12,2	13,7	0,4	3	0,14 ^{ns}
M. Cacho	2015	137	137	61	200	34	25	0,17 ^{ns}
	2016	140	142	68	211	39	28	0,11 ^{ns}
M. Ráquis	2015	5,1	5,2	2,4	7,3	1,2	24	0,10 ^{ns}
	2016	5,7	5,8	2,9	8,5	1,6	28	0,07 ^{ns}
Comp. Cacho	2015	15,3	15,8	9,5	19,5	2,6	17	0,11 ^{ns}
	2016	15,1	15,3	11,5	19	2,4	16	0,15 ^{ns}
Núm. Bagas	2015	98	100	39	126	24	24	0,11 ^{ns}
	2016	100	102	56	139	23	23	0,14 ^{ns}
M. 50 Bagas	2015	68	69	58	77	6,4	9	0,10 ^{ns}
	2016	71	71	54	82	6,5	9	0,15 ^{ns}
Produtividade	2015	9,1	9,2	3,5	16,1	3,7	40	0,09 ^{ns}
	2016	10,3	9,0	5,7	18,6	3,8	37	0,17 ^{ns}

Mín. = valor mínimo; Máx. = valor máximo; CV = coeficiente de variação (%); K-S = teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; * significativo (diferente da normal) e ns = não significativo (normal) ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Diâm. Bagas = diâmetro de bagas (mm); M. cacho = massa do cacho (g); M. ráquis = massa da ráquis (g); Comp. cacho = comprimento do cacho (cm); Núm. bagas = número de bagas; M. 50 bagas = Massa de 50 Bagas (g); Produtividade ($t\ ha^{-1}$).

Apêndice E – Estatística descritiva das características físicas dos cachos, das características físicas das bagas e da produtividade de uvas da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, em Nitossolo Bruno, no Planalto Sul de SC. n (20 pontos amostrais).

Nitossolo Bruno								
Atributo	Safra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV	K-S
Diâm. Bagas	2015	12,1	12	10,3	14	1	8	0,12 ^{ns}
	2016	13,7	13,7	13,1	14,1	0,3	2	0,12 ^{ns}
M. Cacho	2015	107	113	54	160	27	25	0,16 ^{ns}
	2016	148	146	85	213	34	23	0,11 ^{ns}
M. Ráquis	2015	5,7	6,1	3,1	9,2	1,7	30	0,10 ^{ns}
	2016	5,8	5,6	3,4	9,1	1,4	24	0,11 ^{ns}
Comp. Cacho	2015	17,1	17,5	9	21	2,9	17	0,16 ^{ns}
	2016	16,1	16,5	12	20	2,1	13	0,12 ^{ns}
Núm. Bagas	2015	77	80	43	109	18	24	0,16 ^{ns}
	2016	97	98	55	137	23	23	0,11 ^{ns}
M. 50 Bagas	2015	68	68	50	81	7,8	12	0,12 ^{ns}
	2016	79	80	65	97	7,6	10	0,12 ^{ns}
Produtividade	2015	6,4	6,1	2,6	13,7	3,1	48	0,12 ^{ns}
	2016	13,8	12,4	5,4	24,9	4,9	36	0,13 ^{ns}

Mín. = valor mínimo; Máx. = valor máximo; CV = coeficiente de variação (%); K-S = teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; * significativo (diferente da normal) e ns = não significativo (normal) ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Diâm. Bagas = diâmetro de bagas (mm); M. cacho = massa do cacho (g); M. ráquis = massa da ráquis (g); Comp. cacho = comprimento do cacho (cm); Núm. bagas = número de bagas; M. 50 bagas = Massa de 50 Bagas (g); Produtividade ($t\ ha^{-1}$).

Apêndice F– Estatística descritiva dos atributos físico-químicos e dos compostos fenólicos de uvas da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, em Cambissolo Húmico, no Planalto Sul de SC. n (20 pontos amostrais).

Cambissolo Húmico								
Atributo	Safra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV	K-S
Sol. Solúveis	2015	20,6	20,6	18,4	21,8	0,7	4	0,15 ^{ns}
	2016	18,5	18,5	16,6	19,4	0,7	4	0,13 ^{ns}
Acidez	2015	146	149	106	165	15	10	0,16 ^{ns}
	2016	166	166	133	208	17	10	0,09 ^{ns}
pH do Mosto	2015	3,1	3,1	3	3,4	0,1	3	0,35 [*]
	2016	3,4	3,4	3,3	3,6	0,1	3	0,26 [*]
Polifenóis	2015	951	933	589	1300	182	19	0,08 ^{ns}
	2016	832	837	484	1273	206	25	0,08 ^{ns}
Antocianinas	2015	123	123	95	157	16,1	13	0,10 ^{ns}
	2016	122	126	90	151	19,9	16	0,14 ^{ns}
Intensidade	2015	8,0	7,6	5,8	10,0	1,3	17	0,15 ^{ns}
	2016	9,0	9,2	6,1	11,8	1,4	16	0,16 ^{ns}
Tonalidade	2015	1,03	0,98	0,78	1,76	0,2	24	0,33 [*]
	2016	0,93	0,93	0,82	1,15	0,1	7	0,16 ^{ns}

Mín. = valor mínimo; Máx. = valor máximo; CV = coeficiente de variação, %; Assim. = coeficiente de assimetria; Curt. = coeficiente de curtose; K-S = teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; * significativo (diferente da normal) e ns = não significativo (normal) ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Sólidos Solúveis (°Brix); Acidez Titulável (meq L^{-1}); Polifenóis Totais (mg L^{-1}); Antocianinas (mg L^{-1}).

As médias foram comparadas pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice G – Estatística descritiva dos atributos físico-químicos e dos compostos fenólicos de uvas da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, em Cambissolo Háplico, no Planalto Sul de SC. n (20 pontos amostrais).

Cambissolo Háplico								
Atributo	Safra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV	K-S
Sol. Solúveis	2015	20,9	21,1	19,7	23,9	0,9	4	0,21 *
	2016	19,9	20	18,9	21	0,6	3	0,13 ^{ns}
Acidez	2015	139	137	114	171	16	11	0,15 ^{ns}
	2016	154	148	125	194	21	13	0,14 ^{ns}
pH do Mosto	2015	3,1	3,1	3,0	3,2	0,1	2	0,25 *
	2016	3,3	3,3	3,3	3,4	0,1	2	0,41 *
Polifenóis	2015	1231	1215	525	1919	348	28	0,11 ^{ns}
	2016	1282	1314	800	1832	286	22	0,13 ^{ns}
Antocianinas	2015	159	154	105	342	51	32	0,23 *
	2016	182	181	148	224	24	13	0,14 ^{ns}
Intensidade	2015	9,3	9,3	6,0	13,5	1,8	19	0,11 ^{ns}
	2016	11,4	11,2	9,1	14,8	1,5	13	0,15 ^{ns}
Tonalidade	2015	0,85	0,83	0,71	1,24	0,1	13	0,18 ^{ns}
	2016	0,82	0,83	0,66	0,91	0,1	7	0,20 *

Mín. = valor mínimo; Máx. = valor máximo; CV = coeficiente de variação, %; Assim. = coeficiente de assimetria; Curt. = coeficiente de curtose; K-S = teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; * significativo (diferente da normal) e ns = não significativo (normal) ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Sólidos Solúveis (°Brix); Acidez Titulável (meq L^{-1}); Polifenóis Totais (mg L^{-1}); Antocianinas (mg L^{-1}).

As médias foram comparadas pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice H – Estatística descritiva dos atributos físico-químicos e dos compostos fenólicos de uvas da variedade Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, em Nitossolo Bruno, no Planalto Sul de SC. n (20 pontos amostrais).

Nitossolo Bruno								
Atributo	Safra	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	DP	CV	K-S
Sol. Solúveis	2015	20,3	20,3	19,0	21,1	0,6	3	0,14 ^{ns}
	2016	19,8	19,9	18,8	20,7	0,6	3	0,13 ^{ns}
Acidez	2015	150	148	120	172	11,6	8	0,13 ^{ns}
	2016	153	153	138	171	8,8	6	0,08 ^{ns}
pH do Mosto	2015	3,1	3,1	3,0	3,3	0,1	2	0,43 [*]
	2016	3,5	3,5	3,3	3,6	0,1	2	0,21 [*]
Polifenóis	2015	999	993	387	1474	329	33	0,09 ^{ns}
	2016	1128	1135	685	1626	206	18	0,16 ^{ns}
Antocianinas	2015	117	118	67	172	33	28	0,13 ^{ns}
	2016	140	142	101	180	21	15	0,08 ^{ns}
Intensidade	2015	6,8	7,0	3,9	9,8	1,6	23	0,09 ^{ns}
	2016	9,4	9,4	6,7	11,7	1,3	14	0,12 ^{ns}
Tonalidade	2015	1,02	1,00	0,68	1,49	0,2	23	0,26 [*]
	2016	0,94	0,93	0,88	1,03	0	5	0,12 ^{ns}

Mín. = valor mínimo; Máx. = valor máximo; CV = coeficiente de variação, %; Assim. = coeficiente de assimetria; Curt. = coeficiente de curtose; K-S = teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; * significativo (diferente da normal) e ns = não significativo (normal) ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Sólidos Solúveis (°Brix); Acidez Titulável (meq L^{-1}); Polifenóis Totais (mg L^{-1}); Antocianinas (mg L^{-1}).

As médias foram comparadas pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Apêndice I - Correlação entre as características químicas do solo em três classes de solos distintas do Planalto Sul de SC, 2017.

Cambissolo Húmico						
Atributos	K	P	Ca	Mg	pH	COT
K					0,48*	
P						
Ca				0,69**		0,44*
Mg					0,70**	
pH						
Cambissolo Hápico						
K						
P						
Ca				0,82**	0,56**	0,65**
Mg					0,46*	0,53*
pH						
Nitossolo Bruno						
K			0,45*			
P						
Ca				0,81**	0,78**	0,76**
Mg					0,78**	0,65**
pH						0,56**

K – Potássio, P – Fósforo (mg kg^{-1}); Ca – Cálcio, Mg – Magnésio (cmolc kg^{-1}); COT – Carbono Orgânico Total (g kg^{-1})** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

Apêndice J - Correlação entre as características químicas do solo em três classes de solos distintas do Planalto Sul de SC e as características produtivas da variedade de uva Cabernet Sauvignon, 2017.

Cambissolo Húmico							
Atributos	Produção	C.cacho	M.cacho	M.ráquis	N.bagas	M.50bag	D.bagas
K							
P						-0,56**	
Ca							
Mg							
pH							
COT							
Cambissolo Hápico							
K							
P							
Ca						-0,46*	
Mg							
pH							
COT							
Nitossolo Bruno							
K							
P							
Ca							0,56**
Mg							
pH					-0,49*		0,49*
COT							0,71**

K – Potássio, P – Fósforo (mg kg^{-1}); Ca – Cálcio, Mg – Magnésio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$); COT – Carbono Orgânico Total (g kg^{-1}); Produção – Produtividade (ton ha^{-1}); C. cacho – Comprimento do cacho (cm); M. cacho – Massa do cacho, M. ráquis – Massa da ráquis (g); N. bagas – Número de bagas; M. 50bagas – Massa de 50 bagas (g) e D. bagas – Diâmetro de bagas (mm). ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

Apêndice K - Correlação entre as características químicas do solo em três classes de solos distintas do Planalto Sul de SC e os compostos fenólicos da variedade de uva Cabernet Sauvignon, 2017.

Cambissolo Húmico							
	Acidez	pH	Sol. Solúveis	Polifenóis	Antocianinas	Intensidade	Tonalidade
K							
P	0,45*						
Ca							
Mg							
pH							
COT							
Cambissolo Háplico							
K				-0,49*	-0,48*	-0,55*	
P							
Ca		-0,54*					
Mg		-0,45*					
pH							
COT	0,55*	-0,53*	-0,49**	-0,57**			

K – Potássio, P – Fósforo (mg kg^{-1}); Ca – Cálcio, Mg – Magnésio ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$); COT – Carbono Orgânico Total (g kg^{-1}); Acidez (meq L^{-1}); Sol. Solúveis – Sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$); Polifenóis e Antocianinas (mg L^{-1})** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

Apêndice L - Correlação entre as características físicas do solo em três classes de solos distintas do Planalto Sul de SC, 2017.

Cambissolo Húmico						
	Ds	Micro	Macro	Areia	Argila	Silte
Pt		0,59**			-0,68 **	0,63**
Ds		-0,59 **			0,68**	-0,63 **
Micro			-0,65**		-0,55*	0,59**
Macro						
Areia						
Argila						-0,97 **
Cambissolo Hápico						
Pt						
Ds						
Micro			-0,61**			
Macro						
Areia						
Argila						-0,88 **
Nitossolo Bruno						
Pt			0,84**			
Ds			-0,84 **			
Micro			-0,73 **			
Macro						
Areia					-0,80 **	
Argila						-0,63 **

Pt – Porosidade Total, Micro – Microporosidade, Macro - Macroporosidade ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); Ds – Densidade do solo (g cm^{-3}); Areia, Silte e Argila (g kg^{-1}). ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

Apêndice M - Correlação entre as características físicas do solo em três classes de solos distintas do Planalto Sul de SC e os compostos fenólicos da variedade de uva Cabernet Sauvignon, 2017.

Cambissolo Húmico							
	Acidez	pH	Sol. Solúveis	Polifenóis	Antocianinas	Intensidade	Tonalidade
Pt							
Ds		0,51 *					
Micro	0,52 *						
Macro		-0,53 *					
Areia							
Argila							
Cambissolo Hápico							
Pt							
Ds							
Micro							
Macro			-0,48 *				0,47 *
Areia							
Argila				-0,54 *	-0,64 **	-0,52 *	
Nitossolo Bruno							
Pt							
Ds							
Micro							
Macro							
Areia	-0,54 *	-0,51 *				0,46 *	
Argila	0,45*					-0,45 *	

Pt – Porosidade Total, Micro – Microporosidade, Macro - Macroporosidade ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); Ds – Densidade do solo (g cm^{-3}); Areia, Silte e Argila (g kg^{-1}). Acidez (meq L^{-1}); Sol. Solúveis – Sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$); Polifenóis e Antocianinas (mg L^{-1}). ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

Apêndice N - Correlação entre os compostos fenólicos da variedade de uva Cabernet Sauvignon, implantadas em três classes de solos distintas no Planalto Sul de SC, 2017.

Cambissolo Húmico							
Características	Produção	C. cacho	M. cacho	M. ráquis	N. bagas	M.50 bag	D. bagas
Produção		0,44**	0,92**	0,70**	0,90**	0,55*	0,53*
C. cacho			0,46*	0,79**	0,55*		
M. cacho				0,71**	0,89**	0,67**	0,54*
M. ráquis					0,71**		
N. bagas							
M. 50 bag							0,52*
Cambissolo Háplico							
Produção			0,64**	0,52*	0,62**		
C. cacho			0,51*	0,46*	0,64**		
M. cacho				0,92**	0,93**	0,51*	
M. ráquis					0,88**		
N. bagas							
M. 50 bag							
Nitossolo Bruno							
Produção		0,45*	0,69**	0,67**	0,50*	0,66**	
C. cacho		0,45*	0,69**	0,67**	0,50*	0,66**	
M. cacho			0,54*	0,50*	0,63**		
M. ráquis				0,87**	0,86**		
N. bagas					0,66**		
M. 50 bag							
Massa50Ba							

Produção – Produtividade (ton ha⁻¹); C. cacho – Comprimento do cacho (cm); M. cacho – Massa do cacho, M. ráquis – Massa da ráquis (g); N. bagas – Número de bagas; M. 50bagas – Massa de 50 bagas (g) e D. bagas – Diâmetro de bagas (mm). ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01); * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05)

Apêndice O - Correlação entre as características produtivas da variedade de uva Cabernet Sauvignon, implantadas em três classes de solos distintas no Planalto Sul de SC, 2017.

Acidez	pH	Sol. Solúveis	Polifenóis	Antocianinas	Intensidade	Tonalidade
Cambissolo Húmico						
Acidez						
pH						
Sol. Solúveis					0,44*	
Polifenóis				0,84**	0,70**	
Antocianinas					0,73**	
Intensidade						
Cambissolo Hápico						
Acidez		-0,55 *				
pH						
Sol. Solúveis			0,45*			
Polifenóis				0,81**	0,85**	
Antocianinas					0,88**	
Intensidade						
Nitossolo Bruno						
Acidez						
pH						
Sol. Solúveis						
Polifenóis				0,57 **	0,76**	
Antocianinas						
Intensidade						

Acidez (meq L⁻¹); Sol. Solúveis – Sólidos solúveis (°Brix); Polifenóis e Antocianinas (mg L⁻¹). ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01); * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05)