

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM MANEJO DO SOLO

MARIA SUELI HEBERLE MAFRA

ESTADO NUTRICIONAL, RENDIMENTO E QUALIDADE DE UVA
CABERNET SAUVIGNON EM SOLOS DA SERRA CATARINENSE

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Manejo do Solo.

Orientador: Dr. Paulo Cezar Cassol

LAGES - SC

2009

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Mafra, Maria Sueli Heberle

Estado nutricional, rendimento e qualidade de uva
Cabernet Sauvignon em solos da Serra Catarinense. /
Maria Sueli Heberle Mafra. -- Lages, 2009.
99 p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências
Agroveterinárias / UDESC.

1. Acidez. 2. Nutrientes. 3. Calagem. 4. *Vitis*
vinifera I. Título.

CDD – 634.8

MARIA SUELI HEBERLE MAFRA

**ESTADO NUTRICIONAL, RENDIMENTO E QUALIDADE DE UVA
CABERNET SAUVIGNON EM SOLOS DA SERRA CATARINENSE**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Manejo do Solo, do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Banca Examinadora:

Aprovado em:

Homologado em:

Dr. Paulo Cezar Cassol
Orientador - UDESC/Lages - SC

Dr. Paulo Cezar Cassol
Coordenador Técnico do Curso de
Mestrado em Manejo do Solo -
UDESC/Lages - SC

Dr. Luciano Colpo Gatiboni
UDESC/Lages - SC

Dr. Adil Knackfuss Vaz
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias - UDESC/Lages - SC

Dr. Leo Rufato
UDESC/Lages - SC

Dr. Gilberto Nava
EPAGRI/São Joaquim

Lages, SC, 09 de fevereiro de 2009.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça da vida e da saúde.

Ao Professor Paulo Cezar Cassol pela orientação e amizade.

Aos co-orientadores Professores Luciano Colpo Gatiboni e Paulo Roberto Ernani pelas contribuições durante o trabalho de pesquisa.

Aos Professores. David José Miquelluti e Jeferson Luis Meirelles Coimbra pelo auxílio na análise estatística.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, pelo ensino de qualidade.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Às empresas Binotto, Quinta da Neve, Suzin, Terras Altas e Villa Francioni, por disponibilizarem as áreas experimentais.

Aos bolsistas Evandro Zacca Ferreira e Marlon de Barros, e aos voluntários Marco André Grohskopf, Meyriele Pires de Camargo, Sheila Trierveiler de Souza e Tiago Miqueloto, e colegas do mestrado pela ajuda nos trabalhos de campo e de laboratório, especialmente Rodrigo Vieira Luciano pela análise de granulometria.

Aos professores, funcionários e pós-graduandos ligados ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias pelo apoio e amizade.

Aos pais e familiares pelo incentivo e apoio.

Aos contribuintes pelos impostos convertidos em ciência.

A todos aqueles que auxiliaram na condução deste trabalho.

“O importante não é a perfeição com a qual conseguimos realizar o quê deve provir da vontade, e sim, o que tiver que surgir nesta vida, por mais imperfeito que venha a parecer, seja feito uma vez para que haja um começo!”

Rudolf Steiner

RESUMO

As condições climáticas da região serrana de Santa Catarina são favoráveis à produção de uvas viníferas, possibilitando frutos com coloração, aroma e sabor adequados à elaboração de vinhos finos. Por outro lado, os solos são ácidos e apresentam altos teores de matéria orgânica, com risco de excesso de vigor com conseqüente ocorrência de doenças e redução da qualidade da uva, relacionados à alta disponibilidade de nitrogênio após a calagem. Este trabalho teve como objetivo avaliar atributos químicos do solo e sua relação com o estado nutricional, rendimento, sanidade e qualidade da uva. A pesquisa foi conduzida durante a safra de 2007/2008, em vinhedos comerciais de Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera* L.), sobre porta-enxerto Paulsen 1103, em São Joaquim, SC, com altitude entre 1050 e 1350 metros, em 21 glebas de 240 m², com quatro repetições. As avaliações consistiram de determinações químicas da acidez e disponibilidade de macronutrientes no solo; teores de N, P, K, Ca e Mg no tecido vegetal; componentes qualitativos do mosto; rendimento e sanidade da uva na colheita. O pH em água do solo variou de 5,1 a 6,7 e, aparentemente não influenciou o rendimento e a qualidade da uva. Os solos apresentaram altos teores de C, K, Mg e Ca, enquanto, no tecido vegetal observaram-se baixos teores de Ca e N, e alta relação K/Mg. O rendimento médio de frutos foi de 6,4 Mg ha⁻¹, mostrou correlação positiva com a Mg trocável e CTC efetiva do solo. As perdas médias de frutos por doenças fúngicas foram de 13 % que se correlacionaram positivamente com teores de N no solo e tecido e K extraível do solo. O dessecamento de ráquis atingiu média de 11% dos cachos e se correlacionou positivamente com os teores de K extraível do solo e teores de K e N no tecido. Os valores de pH do mosto se situaram em faixa considerada alta e teores de acidez total (AT) baixos, refletindo em alta relação sólidos solúveis e acidez total (SS/AT), característica correlacionada positivamente com a saturação por K do solo. O retardamento da colheita aumentou a relação SS/AT, o pH do mosto e as doenças fúngicas nos cachos, e diminuiu a intensidade de cor da uva.

Palavras-chave: Acidez. Dessecamento de ráquis. Nutrientes. Calagem. *Vitis vinífera* L..

ABSTRACT

The climatic conditions of highlands of Santa Catarina region presents suitable for grapevine production, resulting in adequate grape color, smell and flavor for fine wine production. On the other hand, the soils are acid and present high contents of organic matter, with risks of excess of vigor, with consequent occurrence of fruit diseases and reduction of grape quality, related with high nitrogen availability after liming. This work had the objective of evaluate soil chemical properties and their relation with the nutritional state, yield, sanity and quality of the grape. The research was carried out during the 2007/2008 season, in commercial vineyards of cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera* L.), grafted on Paulsen 1103 rootstock, in São Joaquim, SC, with altitude between 1050 and 1350 m, in 21 experimental plots of 240 m², with four replicates. The evaluations consisted of soil chemical analysis of acidity and macronutrients availability; contents of N, P, K, Ca and Mg in the foliar tissue; qualitative components of the must; yield and fruit sanity at the harvest. The soil H₂O pH ranged from 5,1 to 6,7, and it apparently did not influence on yield components and grape quality. The soil had high C, K, Mg and Ca contents. While, in the foliar tissue low N and Ca contents and high K/Mg ratio were observed. The mean grape yield was of 6,4 Mg ha⁻¹, correlated positively by the CEC and exchangeable soil Mg. The average losses of fruits for fungal diseases were of 13%, positively correlated with N in the soil and in the tissue and K in the soil. The bunch stem necrosis (BSN) disturb reached average of 11%, and caused by positively correlated with the contents of K in the soil and contents of K and N in the tissue. The values of the pH of must were considered high, and the contents of total acidity (TA) were low, that reflect in high ratio to soluble solids and total acidity (SS/TA), this characteristic were positively correlated with K saturation in the soil CEC. The late harvest increased the SS/TA ratio, pH values and fungal diseases in bunches and reduced the grape color intensity.

Keywords: Acidity. Bunch stem necrosis. Nutrients. Liming. *Vitis vinífera* L..

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Altitude geográfica, forma de condução, idade das videiras, espaçamento, granulometria do solo e data da colheita, em 21 glebas de vinhedos da cv. Cabernet Sauvignon cultivados em solos de altitude da região da serra catarinense, avaliadas quanto ao estado nutricional, rendimento e qualidade da produção, São Joaquim, SC Safra 2007/08..
.....24
- Tabela 2 - Valores de pH em água e CaCl₂, teor alumínio trocável, C orgânico, nitrogênio total, nitrogênio mineral e fósforo extraível na camada de 0 a 20 cm de solos de altitude superior a 1000 m sob o cultivo de videiras Cabernet Sauvignon, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições.....28
- Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson entre os teores de argila, pH em água, C orgânico e alguns atributos químicos na camada de 0 a 20 cm de solos de altitude superior a 1000 m na Serra Catarinense sob o cultivo de videiras Cabernet Sauvignon, São Joaquim, SC. Valores de 84 parcelas. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).. 29
- Tabela 4 - Teores de potássio, cálcio, magnésio, CTC efetiva e saturação por K, Ca e Mg, na CTC, na camada de 0 a 20 cm, de solos de altitude superior a 1000 m na Serra Catarinense, sob o cultivo de videiras cv. Cabernet Sauvignon, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições..31
- Tabela 5 - Teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas e pecíolos de videiras Cabernet Sauvignon, em vinhedos cultivados em solos de altitude, acima de 1000 m, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC, amostrados na época da viragem da cor da baga. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições.....33

Tabela 6 - Coeficientes de correlação de Pearson entre atributos do solo, na camada de 0 a 20 cm, e os teores de macronutrientes nas folhas e pecíolos da videira cv. Cabernet Sauvignon, cultivadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103 em solos de altitude superior a 1000 m, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 84 parcelas. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).	34
Tabela 7 - Rendimento de uva, massa de 50 bagas, massa média de cachos e porcentagem de cachos afetados por dessecamento de ráquis e doenças fúngicas (<i>Botrytis cinerea</i> e <i>Glomerella cingulata</i>), em vinhedo da cv. Cabernet Sauvignon cultivada sobre porta-enxerto Paulsen 1103 em solos de altitude, superior a 1000 m, da serra catarinense. São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições.	48
Tabela 8 - Coeficientes de correlação entre rendimento de uva, massa de 50 bagas, massa média de cachos e incidência de dessecamento de ráquis e doenças fúngicas (<i>Botrytis cinerea</i> e <i>Glomerella cingulata</i>) com as variáveis: altitude, época de colheita e atributos químicos do solo. Estudo realizado com 84 amostras procedentes de 21 glebas com videiras cv. Cabernet Sauvignon cultivadas na região de altitude da serra catarinense, São Joaquim, SC. Somente os valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).	49
Tabela 9 - Coeficientes de correlação de pearson entre rendimento de uva, massa de 50 bagas, massa média dos cachos e incidência de dessecamento de ráquis e doenças fúngicas (<i>Botrytis cinerea</i> e <i>Glomerella cingulata</i>) com os teores de macronutrientes no tecido (folhas e pecíolo). Estudo realizado com videiras Cabernet Sauvignon cultivadas na região de altitude da serra catarinense, São Joaquim, SC. Observação de 84 amostras, procedentes de 21 glebas. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$)..	51
Tabela 10 - Características químicas da uva, de vinhedos Cabernet Sauvignon, cultivada sobre porta-enxerto Paulsen 1103, em solos de altitude na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições	69

- Tabela 11 - Coeficientes de correlação de Pearson entre altitude, época de colheita e características químicas do solo e características qualitativas do mosto de uva, de vinhedos da cv Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, cultivados em solos de altitude na serra catarinense, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Somente valores significativos foram apresentados $p < 0,01$71
- Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson entre CTC efetiva e saturação por Mg, Ca e K do solo e características qualitativas do mosto de uva cv. Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, de vinhedos cultivados em solos de altitude na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 84 observações. Safra 2007/08. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).....72
- Tabela 13 - Coeficientes de correlação de Pearson entre os teores de macronutrientes no tecido (folha e pecíolo) e as características qualitativas do mosto de uva de vinhedos cv. Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, cultivados em solos de altitude na serra catarinense, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Valores de 84 observações. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).....73

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
 1 CAPÍTULO 1 – RELAÇÃO ENTRE OS TEORES DE NUTRIENTES NO SOLO E OS TEORES NAS FOLHAS E PECÍOLOS DE VIDEIRA DA CV. CABERNET SAUVIGNON NA SERRA CATARINENSE	16
1.1 RESUMO.....	16
1.2 ABSTRACT	17
1.3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
1.4 MATERIAL E MÉTODOS	23
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
1.5.1 Atributos químicos do solo	26
1.5.2 Teores de nutrientes no tecido	31
1.6 CONCLUSÕES	39
 2 CAPÍTULO 2 - RENDIMENTO E SANIDADE DE VIDEIRA CABERNET SAUVIGNON AFETADOS PELO ESTADO NUTRICIONAL DA VIDEIRA E CARACTERÍSTICAS DO SOLO DE ALTITUDE DA SERRA CATARINENSE	40
2.1 RESUMO.....	40
2.2 ABSTRACT	41
2.3 REFERENCIAL TEÓRICO	41
2.4. MATERIAL E MÉTODOS	46

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
---------------------------------	----

2.6 CONCLUSÕES	55
----------------------	----

3 CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS DE MOSTO DE UVAS CABERNET SAUVIGNON RELACIONADOS À ATRIBUTOS DO SOLO E ESTADO NUTRICIONAL DA VIDEIRA NA SERRA CATARINENSE.....	56
--	-----------

3.1 RESUMO.....	56
-----------------	----

3.2 ABSTRACT	57
--------------------	----

3.3 REFERENCIAL TEÓRICO	58
-------------------------------	----

3.4 MATERIAL E MÉTODOS	65
------------------------------	----

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
---------------------------------	----

3.6 CONCLUSÕES	77
----------------------	----

4 CONSIDERAÇÕES GERAIS	78
-------------------------------------	-----------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
---	-----------

APÊNDICES.....	93
-----------------------	-----------

ANEXO	99
--------------------	-----------

INTRODUÇÃO GERAL

Em Santa Catarina a cultura da videira agregou novas regiões produtoras a partir de 1990, quando as estações experimentais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado – EPAGRI de Videira e São Joaquim identificaram áreas com potencial para implantação de uvas viníferas para elaboração de vinhos finos. A região com altitudes acima de 900 m, que engloba principalmente os municípios de São Joaquim, Urupema, Painsel e Bom Retiro foi identificada como potencial produtora de vinhos finos. Atualmente São Joaquim foi incluído no mapa vitivinícola brasileiro como produtor de vinhos finos de altitude, onde a área cultivada já supera 300 ha.

As condições edafoclimáticas e relevo predominantes nesta região possibilitam que as uvas viníferas atinjam índices de maturação favoráveis à elaboração de vinhos finos diferenciados, especialmente pela intensa coloração, aromas e equilíbrio gustativo. As condições climáticas, como temperaturas frias, amplitude térmica diária e elevada insolação são favoráveis à obtenção de uvas de qualidade superior.

Devido à boa adaptação e a popularidade das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, estas são responsáveis por 90 % da área cultivada em São Joaquim. O porta-enxerto mais utilizado nos vinhedos na região é o Paulsen 1103, que é bastante vigoroso e possui adaptação a solos ácidos com presença de Al trocável.

Para a elaboração de vinhos é necessário que as uvas contenham riqueza em antocianinas e polifenóis e apresente teores de açúcar que possibilitem um teor alcoólico apropriado sem a necessidade de correção artificial, bem como uma estabilidade de cor e aroma durante a evolução, desenvolvimento e envelhecimento do vinho. O vinho deve possuir equilíbrio entre suas características organolépticas e analíticas, ser isento de defeitos tecnológicos. Os atributos qualitativos são influenciados pela nutrição da videira, que por sua vez é dependente da disponibilidade de nutrientes no solo.

Para atender às exigências nutricionais da videira, a disponibilidade de nutrientes no solo deve ser adequada, tanto seus teores quanto as relações entre si, evitando-se deficiência de algum nutriente por antagonismos. Apesar da adubação dos vinhedos empregarem normalmente quantidades consideráveis de nutrientes, diversos fatores como porta-enxerto, cultivar, características genéticas e físicas do solo, regime de chuvas e temperatura do solo, influenciam na capacidade de absorção de nutrientes pela videira, podendo limitar a disponibilidade desses para a planta.

Sendo a videira uma cultura relativamente nova na região, os estudos científicos com resultados experimentais que avaliam as necessidades de correção e adubação para os solos de altitude para a videira são escassos. A correção e adubação do solo para implantação da viticultura comumente é baseada em manuais de adubação e em informações geradas em regiões produtoras de uva com características edafo-climáticas diferentes. Isto gera dúvidas sobre quais nutrientes teria maior probabilidade de resposta à adubação e qual adubação seria mais adequada para melhorar a qualidade dos frutos nos vinhedos da região.

Um aspecto importante observado na maioria das áreas é o excesso de vigor que geralmente é acompanhado de alta incidência de doenças no amadurecimento

da uva e do distúrbio fisiológico conhecido como dessecamento de ráquis, problemas que estão também relacionados à fatores de solo.

Os solos de altitude, que ocorrem na região serrana de Santa Catarina, em geral possuem altos teores de argila e matéria orgânica e são ácidos, com presença de altos teores de Al trocável. Estas últimas características são consideradas desfavoráveis ao cultivo de videiras. A correção do solo pela calagem aumenta o pH, neutraliza o efeito tóxico do alumínio e aumenta os teores de Ca e Mg, aumentando também a CTC do solo. Porém, estimula a atividade microbiana e com isto aumenta a mineralização do nitrogênio que aumenta o vigor vegetativo, cujo excesso estimula a competição entre a atividade vegetativa e reprodutiva, favorecendo a primeira, direcionando os nutrientes para o ápice vegetativo da planta. O excesso de vigor normalmente promove o sombreamento dos cachos, retardamento do amadurecimento das bagas e diminui a qualidade do mosto.

Além disso, deve-se considerar que o porta-enxerto Paulsen 1103, utilizado em solos com alta disponibilidade de nitrogênio, é muito vigoroso, acentuando o vigor das plantas e os problemas decorrentes. Esta situação é particularmente preocupante para as variedades européias, especialmente a Cabernet Sauvignon, em função da sua alta suscetibilidade à doenças e ao dessecamento de ráquis.

A relação entre produtividade e qualidade é complexa e pode ser influenciada por uma variedade de práticas culturais. O adequado suprimento dos nutrientes é uma destas práticas que, junto a outras, se torna crucial para melhorar a produtividade e qualidade dos frutos. Erros no manejo da fertilidade dificilmente podem ser corrigidos com outras práticas, como por exemplo, manejo da copa.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional, rendimento, sanidade e qualidade de videiras da cv. Cabernet Sauvignon, sob condições de

cultivo convencional em áreas comerciais na serra catarinense, e sua relações com os atributos químicos do solo.

1 CAPITULO 1 – RELAÇÃO ENTRE OS TEORES DE NUTRIENTES NO SOLO E NAS FOLHAS E PECÍOLOS DE VIDEIRA DA CABERNET SAUVIGNON NA SERRA CATARINENSE

1.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional de vinhedos cultivados em altitude acima de 1000 m e sua relação com atributos químicos do solo como: pH, matéria orgânica, N total e mineral, Ca e Mg trocável, P e K extraível. O estudo foi realizado em São Joaquim, SC, em vinhedos comerciais, com a cultivar Cabernet Sauvignon, enxertada sobre porta-enxerto Paulsen 1103. Amostras de solo e tecido vegetal foram coletadas em 21 glebas com áreas de 240 m² com quatro repetições. Os solos apresentaram teores altos de MO, K extraível, Ca e Mg trocáveis. Os teores de P, N e Mg nas folhas e nos pecíolos situaram-se na faixa média, exceto os teores de N nos pecíolos e Ca nas folhas e pecíolos que se situaram abaixo da faixa considerada média. Os teores de K e a relação K/Mg nas folhas e pecíolos situaram-se na faixa considerada alta. Foi observada correlação negativa entre os teores de K extraível e o teor de Mg no tecido, assim como, entre o teor de Mg trocável do solo e o teor de K no tecido das folhas sugerindo possível antagonismo entre estes dois nutrientes na absorção da planta. O pH do solo se correlacionou positivamente com o teor de N no pecíolo. A saturação por K, Ca e Mg na CTC resultaram coeficientes mais altos com os teores de nutrientes no tecido, que possibilitaram melhor interpretação das interações entre os nutrientes, quando comparadas com os teores isolados desses nutrientes no solo .

Palavras-chave: Cabernet Sauvignon. Estado Nutricional. Potássio. Nitrogênio.

1.2 ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the nutritional state of vineyard cultivated in altitude above of 1000 m and its relation with chemical attributes of the soil as: pH, organic mater, total and mineral N, exchangeable Ca and Mg, extractable P and K. The study was carried out in São Joaquim, SC, in commercial vineyards using Cabernet Sauvignon cv. grafted on Paulsen 1103 rootstock. Soil samples and plant tissue were collected in 21 plots with 240 m² and four replicates. The soil showed high contents of organic mater, extractable K and exchangeable Ca and Mg. The contents of P, N and Mg in leaves and petioles were considered sufficient, except contents of N in the petioles and Ca in leaves and petioles that were below of the sufficiency range. The contents of K and the K/Mg ratio in leaves and petioles were considered above of the sufficient range. There was negative correlation between contents of extractable K and Mg contents in tissue and exchangeable Mg of the soil and K contents in leaves tissue, suggest possible antagonism between these two nutrients during the uptake by plants. The soil pH was positively correlated with N contents in petiole. The K, Ca and Mg saturation in the CEC had better correlations with concentrations of these nutrients in foliar tissue, and made possible more clear visualization of the interactions between these elements, as compared with their isolated soil contents.

KEYWORDS: Cabernet Sauvignon. Plant Nutrition. Potassium. Nitrogen.

1.3 REFERENCIAL TEÓRICO

Os resultados experimentais envolvendo aspectos de solo e nutrição da videira, obtidos em solos de altitude no Sul do Brasil, são escassos, de modo que as

recomendações de adubação para a cultura são baseadas em informações de literatura e de trabalhos com outras culturas frutíferas (DAL BÓ, 1992). A implantação e produção de videiras viníferas nestes solos ainda encontram dificuldades a respeito de práticas para melhorar a utilização e otimização dos nutrientes do solo pelas plantas. Por ser uma cultura relativamente nova na região, são necessários estudos que avaliem a adaptação e as necessidades de correção e adubação do solo para seu cultivo, especialmente no que diz respeito ao estado nutricional do vinhedo.

Os nutrientes minerais possuem importante papel na vitivinicultura, influenciando o rendimento, a qualidade do vinho produzido e também os gastos com adubação. Por outro lado, os solos predominantes nessa região possuem altos teores de argila e matéria orgânica e elevada acidez, acompanhada de altos teores de Al trocável, que causa fitotoxicidade. A calagem nestas condições, visando elevar o pH a 6,0, geralmente implica em doses elevadas de corretivos (ERNANI et al., 2001), devido ao grande poder tamponante do solo. O aumento do pH do solo pela calagem aumenta a atividade microbiana, acelerando a decomposição e mineralização da matéria orgânica (GIOVANNINI, 1999; ERNANI, 2003), além de aumentar os teores de Ca e Mg trocáveis do solo. Em solos com alta acidez o resultado se reflete na alta, e geralmente excessiva disponibilidade de nitrogênio às plantas.

O N é o nutriente mais demandado pela videira. Conradie (1980) estudou a absorção de N em Chenin Blanc e observou alta demanda por N na brotação até o início do veraisón e no período após a colheita até a queda das folhas. A deficiência nestes períodos pode reduzir a produtividade, porém o suprimento excessivo provoca diminuição da qualidade dos frutos. (KELLER e HIRAZDINA, 1998).

Na videira, há uma fonte de síntese de compostos orgânicos ricos em energia, que é a folha, e dois drenos principais, que são o ápice vegetativo e os cachos (FREGONI, 1998). Quando há excesso de N disponível estimula-se, de maneira considerável, a competição entre a atividade vegetativa e a atividade reprodutiva da planta, predominando a primeira. O vigor excessivo das plantas aumenta a atividade respiratória e a geração de fotossintetizados na estrutura vegetal, predispondo a planta ao ataque de doenças fúngicas (WINKLER et al., 2002; POMMER, 2003) e pode promover o sombreamento dos frutos, retardando o amadurecimento das bagas (KELLER et al., 1999).

O comportamento da videira em relação ao N foi observado por Duchêne et al. (2001), ao estudar a adição de nitrogênio no início da brotação em *Vitis vinifera* cv Grenache, verificou que as altas doses de N diminuíram o número de flores dos cachos de uva, retardando o início do florescimento e aumentando o número de sementes por baga. Além disso, a alta disponibilidade de nitrogênio nos vinhedos durante a fase produtiva também pode retardar o período de dormência dos ramos, em virtude do estímulo no crescimento vegetativo, tornando-os susceptíveis a geadas (AHMEDULLAH e ROBERTS, 1991; BELL, 1991).

Estudos realizados no leste dos Estados Unidos e na África do Sul mostraram que o excesso de N em videiras, além de favorecer o crescimento vegetativo, afeta a produtividade e influencia a qualidade dos frutos, diminuindo o teor de açúcar, antocianina e polifenóis (SAAYMAN e LAMBRECHTS, 1995; KELLER et al., 1999).

Além dos altos teores de matéria orgânica, os solos da região de altitude, são pobres em fósforo. O fósforo participa da formação de estruturas energéticas (ADP e ATP) e de membranas. A videira responde pouco à adubação com fósforo, como foi observado por Dal Bó (1992), que em experimentos de adubação não houve resposta para produção em função de aplicações com níveis de fósforo, ressaltando

que são raros os casos de deficiência deste elemento em videira. Por outro lado, pode haver situações de deficiência de P em tecido, como foi observado em vinhedos da Califórnia, cultivados sob solos fumigados com brometo de metila, o que foi atribuído à destruição dos fungos micorrízicos, comprometendo a absorção deste elemento (CHRISTENSEN et al., 1978). Estes fungos vivem em associação com as raízes da videira, aumentando a absorção de fósforo e sua presença em videiras explica a aparente baixa exigência das videiras por P, pois mesmo em solos deficientes, as plantas aproveitam formas pouco solúveis devido à absorção pelas hifas do fungo que atuam como extensão das raízes (MULLIS et al., 1992).

Já o potássio é considerado um dos nutrientes mais determinantes da produção e da qualidade da uva, ocorrendo acentuado acúmulo deste elemento nas bagas durante o processo de maturação (ILAND e COOMBE, 1988). Na videira a quantidade adequada de potássio promove a formação de primórdios florais maiores, aumentando a produtividade, sendo que a absorção de maior quantidade deste nutriente coincide com o estágio de lignificação do ramo e maturação dos frutos. Da quantidade total de potássio direcionado para os frutos, 43% é demandado no período da maturação das bagas, sendo a casca o componente que acumula a maior quantidade deste (STOREY, 1987). Por outro lado, quando em excesso, o K pode exercer competição sobre o Mg e Ca se estes estiverem com baixa saturação na CTC do solo (DAL BÓ, 1992). Contudo isto geralmente não ocorre, considerando a grande adição de Ca e Mg realizada pela calagem.

Conradie e Saayman (1989) alertam que altos níveis de potássio no solo podem resultar em deficiência de nitrogênio no tecido foliar da videira. No trabalho de Pagani (2008), com videiras cv Cabernet Sauvignon em solos de altitude na serra catarinense, na safra 2006/2007, a aplicação de K resultou diminuição dos valores de N no tecido peciolar, mesmo com teores elevados de matéria orgânica do solo.

Porém, Souza e Fernandes (2006), ressaltam que a absorção do N na forma de NH_4^+ não teria efeito negativo sobre o K, pois essa absorção é dada por um sistema específico de transportadores. Por outro lado, segundo Marschner (1995), os teores de K na planta são positivamente relacionados com a taxa de absorção de NO_3^- e para altos teores de K é mais comum observar inibição da absorção de Ca e Mg.

Em videiras, não é comum ocorrerem sintomas de deficiência de Ca, exceto em solos com pH abaixo de 4,5 (PEARSON e GOHEEN, 1988). Garcia et al. (1999) observaram aumento do teor de cálcio no tecido de videira com aumento deste em solução nutritiva, porém, este aumento foi dependente da concentração do K na solução, sendo que o aumento de K na solução diminuiu a concentração do Ca no tecido foliar. Esta interação também foi observada por Morris et al. (1980) e Morris e Cawthon (1982). Wolf et al. (1983), no entanto, observou o oposto do resultado observado por Garcia et al. (1999).

Cabanne e Doneche (2003) conduziram estudos com Sauvignon Blanc, Semillon, Merlot e Cabernet Sauvignon produzidas em Bordeaux, França, e observaram que o teor de Ca aumentou nas bagas do florescimento até o veraison (virada de cor das bagas), após a viragem de cor, o Ca armazenado no fruto era direcionado para a semente e a casca.

O Mg é um componente essencial para a clorofila e também é responsável pela ativação de enzimas na fotossíntese, respiração e formação do DNA e RNA (SALISBURY e ROSS, 1992). As deficiências de Mg normalmente ocorrem em solos arenosos, ácidos, e com altas concentrações de K^+ e NH_4^+ (PEARSON e GOHEEN, 1988). Wolf et al. (1983) observaram aumento no crescimento e massa seca em cv Seyvel Blanc com aumento na concentração de Mg no solo, enquanto Májer (2004) observou que a aplicação de Mg no solo aumentou o rendimento, porém, a adubação foliar com este elemento não teve efeito. Entretanto, Usha e Singh (2002)

observaram aumentos na massa de bagas e na produtividade com duas aplicações foliares de Mg (pré-florescimento e enchimento da baga) a 0,2 % de concentração. Dabas e Jindal (1985), estudando efeitos de pulverização com Mg a 0,1 % observaram aumentos significativos no enchimento de bagas e redução do dessecamento das inflorescências. Os autores sugerem que a aplicação melhora a germinação e viabilidade do pólen e o enchimento das bagas.

Interações entre nutrientes foram documentadas em pesquisas de Morris et al. (1980), reportando que o aumento da concentração de K no solo reduz a concentração do Mg no vinho. Além da interação entre K e Mg, foi observado também que a maior disponibilidade de N diminuiu a concentração do Mg na uva (WOLF et al., 1983). Além disso, aumentos na concentração de Mg na parte aérea também foi observada em resposta à aplicação de P, indicando a importância do P na translocação do Mg (CONRADIE e SAAYMAN, 1989; SKINNER e MATTHEWS, 1990).

Para atender as exigências nutricionais da videira, o estabelecimento de níveis adequados de nutrientes no solo deve envolver também a relações entre eles, considerando os antagonismos. Além disso, outros fatores, como porta-enxerto, temperatura e umidade, influenciam a capacidade de absorção de nutrientes pela videira e não somente a quantidade presente no solo (WINKLER et al., 2002).

A análise de solo e de tecido foliar são consideradas eficientes na avaliação do estado nutricional de culturas perenes, sendo reconhecidas como métodos de diagnose seguros e relativamente sensíveis às mudanças no suprimento dos nutrientes (WINKLER et al., 1974). Porém, um aspecto que deve ser considerado na análise foliar é a época da amostragem. A época da viragem de cor para amostragem de tecido se justifica por que os nutrientes se mantêm mais estáveis

durante um período maior, Pagani (2008) observou que amostragens realizadas a partir da viragem de cor não apresentaram variação nos teores dos nutrientes no tecido foliar. Por outro lado, o início do veraison é um dos momentos de maior mudança nas características químicas da uva, incluindo acumulação de açúcares e potássio; e diminuição das quantidades de ácidos (OLLAT e GAUDILLÈRE, 1996).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o estado nutricional de videira Cabernet Sauvignon enxertado sobre porta-enxerto Paulsen 1103 em solos de altitude e sua relação com diferentes atributos químicos do solo.

1.4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no município de São Joaquim, SC, em vinhedos comerciais da variedade Cabernet Sauvignon, enxertados sobre porta-enxerto Paulsen 1103, durante a safra 2007/2008, em locais com altitude entre 1050 e 1350 metros. As coordenadas geográficas das glebas amostradas situam-se entre as latitudes 28° 17' e 28° 21' Sul e longitudes 49° 55' e 50°11' Oeste. Os solos se enquadram nas classes Cambissolo Húmico, Neossolo Litólicos e Nitossolo Háplico, desenvolvidos a partir de rocha riodacito e basalto. O clima é do tipo mesotérmico úmido com verões amenos, Cfb na classificação de Köppen (Embrapa, 2004).

Os vinhedos foram implantados entre 2000 e 2004, em áreas com diferentes condições de uso do solo: pastagem nativa, capoeira e cultivo de batata, após preparo convencional do solo. A acidez dos solos foi corrigida com calcário dolomítico, na maioria das áreas, visando atingir pH 6,0 e em algumas, somente neutralizar os efeitos tóxicos do alumínio. A adubação de implantação seguiu as recomendações do manual da Comissão de Química e fertilidade do Solo – CQFS – RS/SC (2004).

A seleção das áreas para avaliação foi realizada em setembro e outubro de 2007 em vinhedos de cinco empresas, totalizando 21 glebas (Tabela 1). Cada uma destas áreas possui 240 m², sendo dividida longitudinalmente em quatro parcelas, correspondendo a linhas de 20 m, compostas por uma média de 15 plantas, conforme o espaçamento de cada vinhedo. Para escolha e demarcação das glebas foi realizada avaliação prévia da acidez do solo, obtendo-se variação do pH em água de 5,2 a 6,6 (APÊNDICE D).

Tabela 1 – Altitude geográfica, forma de condução, idade e espaçamento das videiras; granulometria do solo; e data da colheita, em 21 glebas de vinhedos da cv. Cabernet Sauvignon cultivados em solos de altitude da região da serra catarinense, avaliadas quanto ao estado nutricional, rendimento e qualidade da produção, São Joaquim, SC. Safra 2007/08.

Gleba	Altitude	Condução	Idade	Espaçamento	Areia	Silte	Argila	Data colheita
	m		anos	m	—	g kg ⁻¹	—	
A	1130	Espaladeira	4	4,80	309	361	331	14/04/08
B	1130	Espaladeira	4	4,80	147	349	504	15/04/08
C	1050	Espaladeira	4	4,80	164	332	504	30/04/08
D	1130	Espaladeira	4	4,80	160	392	448	15/04/08
E	1050	Espaladeira	4	4,80	223	289	488	30/04/08
F	1350	Espaladeira	6	3,60	105	481	414	23/04/08
G	1350	Espaladeira	6	3,60	146	451	403	23/04/08
H	1350	Espaladeira	6	3,60	224	353	422	23/04/08
I	1330	Manjedoura	6	4,00	263	456	281	10/04/08
J	1330	Manjedoura	6	4,00	186	430	384	16/04/08
K	1330	Manjedoura	6	4,00	458	311	231	16/04/08
L	1330	Espaladeira	4	4,00	154	366	480	10/04/08
M	1200	Espaladeira	7	3,77	91	391	518	17/04/08
N	1200	Espaladeira	7	3,77	88	408	504	17/04/08
O	1200	Espaladeira	7	3,77	73	377	550	17/04/08
P	1150	Espaladeira	7	4,73	174	365	461	07/04/08
Q	1150	Espaladeira	7	4,73	205	335	460	07/04/08
R	1150	Espaladeira	7	4,73	257	287	455	07/04/08
S	1200	Manjedoura	5	4,48	196	380	423	07/04/08
T	1200	Manjedoura	5	4,48	108	379	513	07/04/08
U	1200	Manjedoura	5	4,48	138	419	443	07/04/08

O sistema de condução das plantas em 15 glebas é do tipo espaldeira, com três fios de arame e nas demais glebas as plantas são conduzidas no modelo manjedoura, em forma de 'Y', onde os ramos são mantidos inclinados para ambos os lados (NOGUEIRA, 1984). O manejo fitossanitário é baseado nas recomendações do cultivo convencional, com aplicações de fungicidas e inseticidas registrados para videira. Os tratos culturais consistiram no controle de plantas espontâneas com herbicida na linha de plantio durante a estação de crescimento das videiras. A poda de inverno para condução e no verão para controle do desenvolvimento vegetativo seguiu o calendário de cada empresa.

A amostragem de solo foi realizada em novembro de 2007, com 10 sub-amostras por parcela, em pontos distantes 0,3 m das plantas, nos dois lados da linha de plantio, coletadas com trado tipo holandês, na profundidade de 0 a 20 cm. As sub-amostras foram misturadas para compor uma amostra por parcela. No laboratório, as amostras foram secas a 60 °C e após, moídas e peneiradas em malha 2 mm, para posterior realização das análises químicas

As determinações químicas realizadas no solo foram: pH em H₂O e em CaCl₂, P e K extraíveis (Mehlich-1), Ca, Mg e Al trocáveis, C orgânico, N total, N mineral e acidez total (H+Al). O pH em água e em CaCl₂ foram determinados em eletrodo acoplado a medidor de pH em extrato na relação solo:líquido de 1:1; K e P foram extraídos por solução de ácidos diluídos (Mehlich-1) e determinados por fotometria de chama e colorimetria, respectivamente; Ca, Mg e Al foram extraídos com sal neutro (KCl 1,0 mol_c L⁻¹), sendo os dois primeiros determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o Al quantificado por titulação ácido-base. O C orgânico foi determinado por oxidação dos compostos orgânicos do solo por dicromato em meio ácido e posterior titulação do excesso de oxidante com sulfato ferroso. O N mineral foi extraído com solução de sal neutro (KCl 1,0 mol_c L⁻¹) e o N

total por digestão ácida, pelo método Kjeldahl, com determinação de N por destilação de amônia em vapor, recolhendo-se em solução indicadora de ácido bórico posteriormente titulada com H_2SO_4 diluído. Detalhes sobre as metodologias utilizadas foram descritos por TEDESCO et al. (1995) e a análise da acidez total (H + Al) foi realizada segundo metodologia descrita por Silva (1999).

As folhas foram amostradas na época da viragem de cor e início do amolecimento das bagas, esta época é denominada de “veraison”. Apesar da maioria das literaturas consultadas terem convencionado a retirada da folha oposta ao primeiro cacho, adotou-se a retirada da folha oposta ao segundo cacho, a partir da base, devido à qualidade desta comparada à primeira. Foram coletadas duas folhas por planta, uma em cada lado, com boa exposição à luz. Para amostragem de pecíolos, foram coletadas folhas recém-maduras, na mesma época da amostragem da folha. Após a coleta, o material foi seco a $65\text{ }^\circ\text{C}$ e moído para análise de N, P, K, Ca e Mg, realizadas segundo metodologias descritas por Tedesco et al. (1995), sendo o material previamente submetido à digestão por H_2SO_4 e H_2O_2 .

A associação entre os atributos químicos do solo e a composição química do tecido foi avaliada por correlações de Pearson ($p < 0,01$).

1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.5.1 Atributos químicos do solo

Os solos dos vinhedos avaliados apresentaram variação de pH em água de 5,1 a 6,7, e de pH em CaCl_2 0,1 $\text{mol}_\text{c} \text{ L}^{-1}$ de 4,6 a 6,2 (Tabela 2) refletindo diferenças em condições de acidez e na calagem efetivada na implantação dos vinhedos. Considerando que o valor de pH 6,0 é indicado para o cultivo da videira (CQFS – RS/SC, 2004), observa-se que em aproximadamente 50 % das glebas encontrou-se

acima deste nível (APÊNDICE D). O pH do solo não influencia diretamente o desenvolvimento vegetal e a qualidade da uva, contudo, as condições resultantes de pH mais baixo são limitantes ao desenvolvimento das plantas, tanto pelo efeito sobre a disponibilidade de nutrientes, como pela concentração de Al em níveis tóxicos para a planta (SAAYMAN, 1981; TEBALDI, 2000).

O teor de Al trocável variou de 0,08 nos solos com pH mais elevado até 1,7 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ nos valores de pH mais baixo. A toxidez vegetal causada pelo Al solúvel é particularmente severa a valores de pH abaixo de 5, em que a solubilidade de Al aumenta bruscamente. O Al na solução do solo aumenta com o decréscimo do conteúdo de matéria orgânica. O Al complexado na forma organo-mineral perde seu caráter tóxico, por este motivo, os solos com teores mais elevados de matéria orgânica apresentam menor risco por toxidez do Al para as plantas (ALMEIDA et al., 1999).

O teor de carbono orgânico do solo (CO) apresentou média de 37 g kg^{-1} tendo teores entre 25 a 60 g kg^{-1} , que correspondem a 44 a 104 g kg^{-1} de matéria orgânica no solo, respectivamente (APÊNDICE D). Considerando que a videira teria melhores condições de desenvolvimento, especialmente relacionado à disponibilidade de nitrogênio em valores médios de 17 a 30 g kg^{-1} (CQFS – RS/SC, 2004), os solos estudados apresentam teor elevado de MO do solo (CQFS – RS/SC, 2004). O teor de C orgânico reflete a magnitude da matéria orgânica do solo, sendo utilizado como indicador da disponibilidade de N mineral para absorção pelas plantas, expressa pela associação positiva com o teor de C orgânico do solo ($r = 0,78$, Tabela 3).

A videira possui maior demanda por N durante a fase da brotação, crescimento dos ramos, enchimento das bagas, até o início do amadurecimento dos frutos, quando estes começam a coloração característica. A partir desta fase, a demanda por N diminui, sendo que após a colheita da uva, a planta volta a absorver

N que é acumulado nos órgãos perenes (LINSENMEIER, 2008). Elevados teores de matéria orgânica dos solos podem causar crescimento exagerado dos ramos, diminuir a produtividade e a qualidade do mosto para vinificação e aumentar a suscetibilidade à doenças (MARSCHNER, 1995).

Tabela 2 - Valores de pH em água e CaCl_2 , teor alumínio trocável, C orgânico, nitrogênio total, nitrogênio mineral e fósforo extraível na camada de 0 a 20 cm de solos de altitude superior a 1000 m sob o cultivo de videiras Cabernet Sauvignon, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições.

Glebas	pH CaCl_2	pH Água	Al	C _{Org.}	N _{Total}	N _{mineral}	P
			cmol _c kg ⁻¹	g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹	
A	5,6	6,3	0,11	37	4,2	19	4
B	6,1	6,7	0,10	32	4,1	21	5
C	5,0	5,7	0,21	33	3,8	17	16
D	6,1	6,5	0,14	34	4,3	18	4
E	4,7	5,4	0,56	29	3,8	20	6
F	5,4	5,7	0,20	41	4,7	20	33
G	5,9	6,3	0,15	38	4,8	19	31
H	6,2	6,4	0,10	26	3,1	20	15
I	5,7	6,1	0,15	40	4,7	21	15
J	5,8	6,1	0,18	45	5,4	25	46
K	5,6	5,9	0,18	60	7,5	27	20
L	5,8	6,2	0,19	41	4,5	17	57
M	5,8	6,4	0,11	39	4,7	16	8
N	5,8	6,2	0,11	35	4,4	15	7
O	5,6	6,0	0,08	30	3,6	13	5
P	5,5	6,0	0,15	35	2,8	21	9
Q	5,2	5,8	0,32	29	2,4	19	5
R	5,3	6,0	0,15	34	3,4	24	5
S	5,6	6,1	0,15	33	3,9	23	8
T	4,6	5,1	1,75	42	2,8	22	9
U	4,8	5,5	0,91	35	3,3	20	10
Média	5,5	6,0	0,29	37	4,1	20	15
CV ^(a)	4,0	2,5	91,80	7,0	10,0	18	63
DMS ^(b)	0,5	0,4	0,70	7,2	1,1	9	25

(a) CV – Coeficiente de Variação. (b) DMS – Diferença mínima significativa, calculada pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson entre os teores de argila, pH em água, C orgânico e alguns atributos químicos na camada de 0 a 20 cm de solos de altitude superior a 1000 m na Serra Catarinense sob o cultivo de videiras Cabernet Sauvignon, São Joaquim, SC. Valores de 84 parcelas. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).

Atributos do solo	N _{Total}	N _{Mineral}	P	Ca	Mg	K	CTC _{Efet.}	K _{Sat.}
Argila	- 0,58	- 0,45		- 0,55	- 0,40		- 0,55	
pH _{água}				0,52	0,56			- 0,30
C orgânico	0,78	0,36	0,40	0,60	0,34		0,76	

K sat.: Saturação por potássio na CTC do solo. Valores de $r > 0,35$ possuem $p < 0,001$.

O teor de nitrogênio total variou de 2,4 a 7,5 g kg⁻¹, com média de 4,1 g kg⁻¹. O nitrogênio mineral, estimado pela soma das concentrações de N nas formas de amônio e nitrato, apresentou valores de 10 mg kg⁻¹ até 35 mg kg⁻¹ (Tabela 2), e uma média de 20 mg kg⁻¹. A disponibilidade de nitrogênio varia com as condições do ambiente como calor, umidade, atividade microbiana e pH, porém, este não apresentou correlação significativa com o pH do solo (Tabela 3). A ausência de correlação significativa do N mineral com pH do solo pode ser atribuída à lixiviação na forma de NO₃⁻. Ainda, deve-se ressaltar que a maioria dos solos amostrados apresentou cobertura com plantas espontâneas, as quais podem absorver prontamente o N na medida em que este é mineralizado (EPSTEIN, 2006). Deve-se considerar que o teor de N mineral avaliado em uma única época não é suficiente para expressar a disponibilidade deste elemento às plantas.

O teor de fósforo extraível no solo variou de 4 a 57 mg kg⁻¹, com média de 15 mg kg⁻¹, com alto coeficiente de variação. O fósforo é um nutriente deficiente nos solos da região e a forma de adubação também pode ter sido a causa para a variação verificada, evidenciando manejo diferenciado entre as áreas. Os valores altos (> 18 mg kg⁻¹), segundo a CQFS-RS/SC (2004), podem ser decorrentes de

adubação excessiva nos vinhedos. Além disso, parte desse fósforo pode ter origem na forma orgânica, pois se observou correlação positiva do P extraível com a matéria orgânica do solo ($r = 0,40$, Tabela 3), sugerindo que a calagem proporcionou condições adequadas para mineralização do fósforo, além de promover a maior disponibilidade pela precipitação de Al trocável, diminuindo a precipitação do P com este elemento. Por outro lado, algumas glebas apresentaram valores abaixo de 8 mg kg^{-1} , indicando que provavelmente não foi realizada adubação fosfatada de manutenção nos últimos ciclos da videira, diminuindo os teores de fósforo no solo a níveis considerados baixos (CQFS-RS/SC (2004)).

O teor de potássio extraível no solo variou de $0,16$ a $0,48 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ com média $0,30 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Tabela 4). De acordo com a CQFS-RS/SC (2004), o teor de potássio encontrado é classificado como sendo alto (APÊNDICE E).

Os teores de cálcio e magnésio trocáveis também foram altos com média de $9,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ para o Ca e de $4,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ para o magnésio (Tabela 4). Segundo a CQFS-RS/SC, 2004, valores acima de 4 e $1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ para Ca e Mg, respectivamente, são considerados muito altos. Estes valores estão em concordância com os observados por Cassol (2008) em vinhedos cv. Cabernet Sauvignon cultivados em São Joaquim e se justificam devido à alta dose de calcário aplicada na implantação dos vinhedos, pois os solos em estudo eram originalmente de elevada acidez potencial, que lhes confere alta capacidade de tamponamento de pH, demandando doses elevadas de corretivos. Considerando-se que a calagem foi efetuada principalmente com calcário dolomítico, isto explica o incremento desses dois nutrientes no solo, sendo os coeficientes de correlação entre pH e teores de Ca e Mg no solo de $r = 0,52$ e $r = 0,56$, respectivamente, (Tabela 3).

Tabela 4 - Teores de potássio, cálcio, magnésio, CTC efetiva e saturação por K, Ca e Mg, na CTC, na camada de 0 a 20 cm, de solos de altitude superior a 1000 m na Serra Catarinense, sob o cultivo de videiras cv. Cabernet Sauvignon, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições.

Glebas	K	Ca	Mg	CTC _{ef}	K _{Sat.}	Ca _{Sat.}	Mg _{Sat.}
	cmol _c kg ⁻¹				%		
A	0,31	9,1	3,4	12,9	2,1	62	23
B	0,30	9,8	4,0	14,2	2,0	66	27
C	0,38	6,5	1,2	8,3	3,5	60	11
D	0,34	10,1	5,0	15,7	2,2	64	32
E	0,48	4,7	1,2	6,9	4,8	47	12
F	0,43	8,9	4,6	14,2	2,4	50	26
G	0,19	12,4	6,8	19,5	0,9	60	33
H	0,28	9,2	6,1	15,7	1,7	58	38
I	0,36	10,7	4,9	16,2	2,1	62	28
J	0,44	10,	3,9	15,0	2,7	63	24
K	0,28	15,7	6,5	22,7	1,1	61	25
L	0,31	14,3	3,4	18,3	1,5	71	17
M	0,27	9,0	5,5	14,9	1,7	57	35
N	0,23	7,7	4,5	12,6	1,7	57	33
O	0,27	6,5	4,3	11,2	2,1	52	34
P	0,23	10,1	4,4	15,0	1,4	61	27
Q	0,20	7,6	3,4	11,5	1,4	55	25
R	0,31	10,4	3,9	14,7	2,0	66	24
S	0,16	10,2	4,7	15,2	1,0	62	29
T	0,24	5,2	2,8	10,0	1,6	34	18
U	0,28	7,2	3,7	12,1	1,8	46	24
Média	0,30	9,3	4,2	13,8	2,0	58	26
CV ^(a)	20,0	14,0	15,0	10,2	21,0	4,0	7,0
DMS ^(b)	0,16	3,50	1,60	4,80	1,30	5,68	5,7

K sat.: Saturação por potássio; Ca_{Sat.}: Saturação por cálcio; Mg_{Sat.}: Saturação por magnésio; (a) CV – Coeficiente de Variação. (b) DMS – Diferença mínima significativa, calculada pelo teste de Tukey a 5%.

Os solos apresentaram valores de capacidade de troca catiônica (CTC) considerados altos pela CQFS-RS/SC (2004), com média 16 cmol_c kg⁻¹, variando de 7 a 20 cmol_c kg⁻¹ (Tabela 4). A CTC é um importante indicador para a caracterização dos solos em termos de interpretação dos teores de nutrientes no solo e para orientar o manejo da adubação. A saturação dos cátions Mg, Ca e K têm sido

utilizadas conjuntamente com os teores desses elementos no solo como indicador de disponibilidade destes nutrientes à videira, pois considera-se que influenciam na qualidade e sanidade das plantas que demandam equilíbrio entre os nutrientes. O Ca foi o elemento que predominou no complexo de troca dos solos, variando de 34 a 71 % da CTC, seguido do Mg, com valores de 11 a 38 %. Já a saturação por K foi de 0,9 a 4,8 % com média de 2 % (Tabela 4). Esta faixa de valores de saturação de K pode caracterizar situação de equilíbrio com base na proposição de Etournaud e Louè (1986), que com base em estudo de 110 áreas cultivadas com uvas viníferas na região de Bordeaux, no sudoeste da França, observaram que as condições de equilíbrio nutricional para K e Mg ocorreram quando as porcentagens de saturação por K na CTC variaram de 1,3 a 4,1 % para solos arenosos ($< 150 \text{ g kg}^{-1}$ de argila) e de 1,6 a 4,7 % para solos de textura média ($150 \text{ a } 250 \text{ g kg}^{-1}$ de argila).

1.5.2 Teores de nutrientes no tecido

O teor de N na folha foi de 15 a 22 g kg^{-1} , com média 18 g kg^{-1} (Tabela 5). No pecíolo os valores variaram de 4 a 6 g kg^{-1} , com média de 5 g kg^{-1} . Observou-se que o teor nas folhas se encontra na faixa considerada média, porém o teor nos pecíolos encontrou-se abaixo do normal, segundo CQFS -RS/SC (2004). Estes valores contrastam com o caráter vigoroso dos vinhedos e com os teores altos de carbono orgânico e N total do solo, muito embora não se tenha observado correlação entre estes e os teores foliares de N (Tabela 6).

Conforme demonstrado por Löhnertz (1991), o ciclo endógeno do nitrogênio em videiras faz com que este seja independente de abastecimento de N pelo solo. Segundo este autor, mais de 20 % das reservas de N do tecido da madeira lenhosa

é utilizado na floração, caracterizando intenso aproveitamento de reservas internas, mesmo que o solo tenha disponibilidade de N suficiente.

Tabela 5 - Teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas e pecíolos de videiras Cabernet Sauvignon, em vinhedos cultivados em solos de altitude, acima de 1000 m, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC, amostrados na época da viragem da cor da baga. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições.

Glebas	Folha						Pecíolo					
	N	P	K	Ca	Mg	K/Mg	N	P	K	Ca	Mg	K/Mg
	g kg ⁻¹						g kg ⁻¹					
A	17	2,9	20	14,1	2,3	8	5,2	3,3	73	7,6	3,1	23
B	21	2,3	19	13,0	2,3	8	5,4	2,2	68	7,8	4,5	15
C	20	2,9	24	12,2	1,6	15	5,2	3,8	82	7,1	2,3	36
D	19	2,2	18	13,1	2,2	8	4,9	2,4	62	8,7	4,4	15
E	18	2,8	34	9,6	1,3	25	5,1	3,0	78	6,4	2,0	39
F	17	3,7	19	12,0	2,7	7	4,5	4,4	58	6,5	2,4	24
G	16	6,5	16	13,0	3,7	4	6,1	5,5	36	6,8	4,5	8
H	18	3,7	18	13,1	3,1	6	5,9	4,2	55	6,7	3,4	16
I	22	3,9	19	14,5	1,9	10	5,1	4,9	62	7,6	3,4	18
J	21	4,1	25	13,0	2,4	10	5,7	4,9	74	7,9	3,5	21
K	16	3,2	21	13,3	4,0	5	5,5	3,2	39	8,6	6,3	6
L	17	2,2	23	10,1	2,2	11	5,3	1,9	60	6,7	3,1	20
M	20	2,9	18	12,9	3,6	5	4,9	2,3	45	6,2	3,9	12
N	17	3,7	21	13,7	3,2	6	4,8	3,7	54	6,4	3,9	15
O	19	3,3	20	12,1	3,0	6	4,9	3,2	44	6,7	3,9	11
P	20	2,7	18	12,7	3,0	6	4,8	2,0	47	6,5	3,3	14
Q	19	2,8	21	11,3	2,9	7	4,5	3,6	44	8,1	3,3	13
R	17	2,3	19	11,7	2,3	9	4,3	2,1	57	6,5	2,4	23
S	17	2,3	15	9,2	1,7	9	4,7	3,7	29	7,5	4,6	6
T	18	2,4	21	10,1	2,0	11	4,4	3,5	49	7,1	3,5	14
U	15	2,6	20	9,8	1,7	12	3,7	4,0	43	7,1	3,5	13
Média	18,2	3,1	20,3	12,1	2,5	9	5,0	3,4	55	7,2	3,6	17,3
CV*	10,0	14,0	21	8,0	18,0	20,0	17,0	18,0	10	13,0	15,0	17,0
DMS**	4,9	1,11	11,1	2,9	1,2	4,6	2,2	1,6	16	2,4	1,4	7,7

* CV – Coeficiente de Variação. ** DMS – Diferença mínima significativa, calculada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 6 - Coeficientes de correlação de Pearson entre atributos do solo, na camada de 0 a 20 cm, e os teores de macronutrientes nas folhas e pecíolos da videira cv. Cabernet Sauvignon, cultivadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103 em solos de altitude superior a 1000 m, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 84 parcelas. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).

Atr. solo	Folha						Pecíolo					
	N	P	Ca	Mg	K	K/Mg	N	P	Ca	Mg	K	K/Mg
Argila			- 0,35						- 0,36	- 0,33		
pH			0,52	0,30	- 0,37	- 0,50	0,40			0,29		
C _{Org}				0,29						0,43		
N _{Total}		0,28	0,31	0,31						0,47		
P		0,28										
Ca			0,29	0,38		- 0,46				0,42		- 0,36
Mg		0,44	0,41	0,67	- 0,42	- 0,73				0,53	- 0,56	- 0,67
K				- 0,29	0,38	0,45				- 0,38	0,67	0,64
K/Mg				-0,51	0,57	0,83				- 0,51	0,64	0,81
CTC _{Efet.}				0,50	- 0,25	- 0,50				0,50	- 0,42	- 0,50
K _{Sat.}				- 0,45	0,52	0,72				- 0,51	0,72	0,80
Ca _{Sat.}			0,38				0,33					
Mg _{Sat.}		0,34	0,42	0,58	-0,45	- 0,71				0,39	- 0,48	- 0,62

Valores de $r > 0,35$ possuem $p < 0,001$.

Segundo Brunetto (2008) e Conradie (1991), que realizaram pesquisas com N marcado em videiras, há períodos de maior absorção de N, que compreendem as fases de brotação, da floração até o veraison e o período após a colheita das uvas até a queda das folhas, este comportamento se observa principalmente em regiões quentes onde o ciclo se estende após a colheita.

A maior demanda por N no cacho ocorre até início do período do veraison, promovendo uma queda dos teores de N no tecido. Os baixos teores de N encontrados nos pecíolos podem ser parcialmente explicados por que a amostragem foi realizada neste estágio podendo ter coincidido com a queda dos teores foliares de N devido à translocação deste durante o período de enchimento das bagas. Fogaça, (2005), constatou queda de 50 % nos teores de N no pecíolo entre o período da floração e 30 dias após em uvas Cabernet Sauvignon. Conradie e

Saayman (1989) alertam que altos teores de K também podem contribuir para reduzir o teor de N na videira, efeito observado também por Pagani (2008) com tratamentos com teores crescentes de K e N em Cabernet Sauvignon. A ausência da correlação entre o N total no solo e os teores de N no tecido pode ser explicada em parte porque os solos analisados eram bastante irregulares quanto ao tipo de solo, umidade e profundidade.

A concentração de potássio nas folhas variou de 15 a 34 g kg⁻¹, com média de 21 g kg⁻¹ e no pecíolo os teores de K variou de 29 até 82 g kg⁻¹ com média 55 g kg⁻¹. Os valores encontrados, tanto na folha como no pecíolo, são considerados excessivos conforme CQFS – RS/SC (2004). Este alto teor de potássio encontrado no tecido foliar pode ser explicado pelos teores extraíveis deste elemento no solo também serem altos (Tabela 5), sendo a relação mais evidente no pecíolo do que na folha, com coeficientes $r = 0,67$ e $r = 0,38$, respectivamente (APÊNDICE B). Observa-se também uma alta relação entre a variável K/Mg do solo e o teor de K e relação K/Mg no tecido (Tabela 6). Dal Bó (1989) em levantamento do estado nutricional da videira em Santa Catarina também observou alta correlação positiva entre o teor de potássio no tecido e os teores de K no solo.

O teor de fósforo na folha variou de 2,2 g kg⁻¹ a 6,5 g kg⁻¹, com média de 3,1, g kg⁻¹ (Tabela 5). Nos pecíolos a variação encontrada foi de 1,9 g kg⁻¹ a 5,5 g kg⁻¹ com média de 3,4 g kg⁻¹. O teor de P nas folhas é considerado normal, e no pecíolo, acima do normal (CQFS – RS/SC 2004). Segundo Dal Bó (1992), a demanda de P é muito reduzida em videiras. Foi observada associação positiva do P extraível do solo com o teor de P na folha ($r = 0,28$, Tabela 6). Por outro lado, cabe ressaltar a correlação positiva entre os teores de P no tecido e a concentração de Mg trocável e saturação por Mg na CTC no solo ($r = 0,44$ e $r = 0,34$, respectivamente). Este comportamento pode ser explicado pela interação positiva entre o P e o Mg

observada por Skinner e Matthews (1990), que relataram a importância do P na translocação do Mg na planta. Além disso, Conradie e Saayman (1989) observaram aumento nos teores de N, Ca e Mg e diminuição nos teores de K, associados à disponibilidade de P.

O teor de Ca nas folhas e pecíolos variou de 9,6 a 14,5 g kg⁻¹ (média de 12,1 g kg⁻¹) e 6,2 a 8,7 g kg⁻¹ (média de 7,2 g kg⁻¹), respectivamente (Tabela 5). Comparando-se os valores de Ca obtidos, com os valores das faixas de referência para interpretação do estado nutricional das plantas (CQFS – RS/SC, 2004), os mesmos podem ser classificados como abaixo do normal. O baixo teor de Ca no tecido foliar contrasta com o alto teor de Ca trocável do solo, muito embora a correlação entre Ca nas folhas e Ca no solo tenha sido relativamente baixa ($r = 0,29$, Tabela 6). Segundo Molné e Domingo (1991), a absorção do Ca é prejudicada pelo excesso de N e K, mesmo que esteja em níveis suficientes no solo. Porém, essas relações não se confirmaram neste trabalho, os teores de Ca no tecido foliar em relação ao N total do solo resultaram correlação positiva ($r = 0,31$) e não se observou correlação significativa entre o teor de K trocável do solo e os teores de Ca no tecido foliar.

Por outro lado, as correlações entre o teor de Ca trocável, bem como a saturação deste na CTC e os teores de K no tecido evidenciaram seu caráter antagônico na absorção deste nutriente. Observou-se correlações negativas do Ca trocável do solo com a relação K/Mg na folha e no pecíolo ($r = - 0,46$ e $r = - 0,36$, respectivamente). Estas associações indicam que os teores de Ca no solo possivelmente influenciam negativamente a absorção de K pela videira. Os resultados mostraram a existência de interação antagônica entre os nutrientes, indicando que esses efeitos devem ser considerados em programas de adubação de videiras.

Heaseler et al. (1980) em seus experimentos observou que a aplicação de fósforo diminuiu o teor de Ca nos pecíolos da videira. Com base nisto, o baixo teor de Ca observado no tecido, também pode estar relacionado com as aplicações de tratamentos culturais contra doenças fúngicas, realizada com fosfitos, que são formuladas a base de P e K (30 e 20 % respectivamente). Os vinhedos avaliados receberam, em média, 10 aplicações deste produto ou similares durante o ciclo produtivo da videira

Para o teor de Mg no tecido verificou-se variação de 1,3 a 4,0 g kg⁻¹, com média de 2,5 g kg⁻¹, na folha e 2,0 a 6,3 g kg⁻¹, com média de 3,6 g kg⁻¹, no pecíolo (Tabela 5), valor considerados normais segundo CQFS – RS/SC (2004). Este resultado contrasta com o teor de Mg encontrado no solo, com média quatro vezes acima da concentração considerada média. Apesar disto, o teor do elemento no pecíolo situou-se em níveis considerados médios (CQFS – RS/SC, 2004). Resultados de Louè (1990) mostrou que o porta-enxerto Paulsen 1103 é muito eficiente na absorção de K, porém pouco para absorção de Mg. Isso também pode explicar a alta relação K/Mg no pecíolo que apresentou média de 17,3 (Tabela 5). A relação K/Mg de 2 a 8 é considerada normal e na faixa de 8 a 10, há risco de deficiência de Mg, e acima de 10, esta deficiência é bem provável (LOUË, 1990). Para este autor, a faixa média de Mg no pecíolo deve estar ente 5 a 10 g kg⁻¹. Giovanini (1999), alerta que, quando a relação K/Mg é superior a 10, pode ocorrer dessecação de ráquis e sintomas de carência de magnésio (APÊNDICE D).

O fato dos teores de potássio se apresentarem em excesso no pecíolo, e os teores de Mg em níveis baixos em ambos os tecidos, requer atenção especial, pois indica a existência de efeito antagônico entre K e Mg, observado na correlação negativa entre K do solo e teores de Mg na folha e pecíolo ($r = - 0,29$ e $- 0,38$, respectivamente).. Este antagonismo também é observado na correlação negativa

entre a relação K/CTC no solo e os teores de Mg nas folhas e pecíolos ($r = -0,45$ e $r = -0,51$, respectivamente), assim como, pelas correlações negativas do Mg do solo com os teores de K na folha e pecíolo ($r = -0,42$; $r = -0,56$, respectivamente) e dos teores de Mg do solo com a relação K/Mg no pecíolo ($r = -0,67$, Tabela 6, APÊNDICE B). Estes efeitos são consoantes com os resultados observados por Epstein e Bloom (2004) e Tonietto (1994).

Entre as correlações de atributos do solo com teores de nutrientes no tecido destacaram-se às referentes ao pH do solo, especialmente com teores nas folhas, que mostraram associações negativas com K e com a relação K/Mg e positiva com os teores de Ca e Mg e com os teores de N no pecíolo (Tabela 6). Este comportamento pode ser explicado como reflexo do efeito indireto da calagem, que aumenta igualmente a disponibilidade de Ca e Mg no solo, desde que a calagem seja realizada com calcário dolomítico ou magnesiano (APÊNDICE A). A correlação positiva entre o pH em água e os teores de N no pecíolo ($r = 0,40$), reforçado pela correlação da saturação por Ca na CTC, com o teor de N no pecíolo ($r = 0,33$ Tabela 6). Este resultado mostra uma tendência de que há maior disponibilidade de N nos solos mais corrigidos, reforçando a hipótese de maior disponibilização de N solúvel para as plantas nos solos que receberam mais calagem.

O teor de C orgânico, assim como da matéria orgânica do solo apresentou correlação positiva com os teores de Mg no pecíolo e na folha ($r = 0,43$ e $0,29$, respectivamente). Este comportamento se deve principalmente ao fato de que os solos com teor mais alto de matéria orgânica, devido ao caráter mais tamponante, provavelmente tenham recebido maior volume de calcário para correção do pH.

1.6 CONCLUSÕES

Os teores de K, Mg e Ca no solo e sua saturação na CTC se correlacionaram significativamente com os teores destes nutrientes no tecido.

Os teores de N nos pecíolos e de Ca nas folhas e pecíolos apresentaram-se na faixa considerada insuficiente enquanto o teor de K e relação K/Mg nas folhas e pecíolos se apresentaram em excesso.

O teor de K extraível do solo resultou em correlação negativa com o teor de Mg no tecido, assim como o Mg trocável do solo, que se correlacionou negativamente com o teor de K no tecido. Sendo observada maior associação quando se relaciona a saturação de K e Mg na CTC e a relação K/Mg do solo com os teores destes nutrientes no tecido.

O pH do solo se correlacionou positivamente com os teores de N no pecíolo.

2 CAPÍTULO 2 - RENDIMENTO E SANIDADE DE VIDEIRA CABERNET SAUVIGNON AFETADOS PELO ESTADO NUTRICIONAL DA VIDEIRA E CARACTERÍSTICAS DO SOLO DE ALTITUDE DA SERRA CATARINENSE

2.1 RESUMO

A viticultura destinada à elaboração de vinhos finos é uma atividade em expansão nas regiões de altitude da serra de Santa Catarina. Os solos são geralmente ácidos, com teores elevados de alumínio trocável e matéria orgânica. A calagem elimina os efeitos negativos da acidez, porém aumenta a mineralização de nitrogênio, induzindo o excesso de crescimento vegetativo e favorecendo a incidência de doenças. Com o objetivo de avaliar o rendimento e a sanidade de videiras Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) cultivados em solos de altitude, na serra catarinense, e sua relação com atributos químicos do solo e teores de macronutrientes no tecido foliar, amostras de solo e tecido vegetal foram coletadas em 21 glebas de 240 m², com quatro repetições, em cinco locais no município de São Joaquim, SC. A média do rendimento de uvas foi 6,4 Mg ha⁻¹, com perdas médias por doenças fúngicas e dessecamento de ráquis de 13 % e 11 %, respectivamente. O rendimento se correlacionou positivamente com a CTC, Mg trocável e saturação por Mg do solo. A ocorrência das doenças fúngicas de fruto se correlacionou positivamente com época de colheita, N total e K no solo e no tecido e o dessecamento de ráquis mostrou correlação positiva com teores de N e K do solo e N, P, Ca e K do tecido. O pH do solo não influenciou o rendimento e a sanidade de frutos.

Palavras-chave: Acidez do Solo. Dessecamento de Ráquis. Doenças de Cacho. Nutrição.

2.2 ABSTRACT

Vineyard destined to elaboration of fine wines is an activity in expansion in the highland region of Santa Catarina. The soils are generally acid, with high levels of exchangeable aluminum and organic matter. The liming eliminates the negative effect of the acidity; however it increases the mineralization of nitrogen, inducing excessive vegetative growth and higher incidence of diseases. The objective of this work was to evaluate grape yield and the sanity of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) in highland region of Santa Catarina and its relation with soil chemical properties and contents of macronutrients in the foliar tissue. Soil and plant tissue samples were collected and yield and sanity of the fruits were evaluated in 21 soils of 240 m², with four replicates, in five places of São Joaquim region. The mean grape yield was of 6.4 Mg ha⁻¹, with mean losses of 13 % due to fungal diseases and 11% caused by bunch stem necrosis. The yield was positively correlated with CEC, exchangeable Mg and Mg saturation. The occurrence of fruit fungal diseases was positively correlated with harvest time, total N and K in the soil and their foliar contents, and the bunch stem necrosis showed positive correlation with soil N and K and foliar N, P, Ca and K contents. Soil pH did not influence yield and fruit sanity.

Keywords: Soil Acidity. Bunch Stem Necrosis. . Bunch diseases. Nutrition.

2.3 REFERENCIAL TEÓRICO

Na vitivinicultura, a nutrição deve ser encarada tanto sob aspecto quantitativo como qualitativo, sendo ambos afetados pelas quantidades absorvidas de determinados nutrientes (FREGONI, 1980). A videira possui exigências nutricionais

específicas, requerendo adubação racional e equilibrada, para garantir o metabolismo e o aproveitamento de nutrientes e evitar o aparecimento de carências e desbalanço nutricional (MELO, 2004).

O clima predominante nas regiões de altitude como em São Joaquim, SC, possibilita que as uvas viníferas atinjam índices de maturação favoráveis à elaboração de vinhos finos diferenciados, especialmente pela intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2006).

Paralelo a isso, a aplicação balanceada de nutrientes, mediante adubações equilibradas, baseadas em análises químicas do solo e de tecido está entre as inúmeras práticas culturais que objetivam aumentar a produtividade e a qualidade da uva (TECCHIO et al., 2006).

Neste sentido, a recomendação existente para a adubação das videiras no sul do Brasil, indicada pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (CQFS, 2004), recomenda que a adubação de manutenção seja realizada com base na interpretação da disponibilidade de macro e micronutrientes, determinados pela análise de solo e complementada pela análise de tecidos (folha e/ou pecíolo). A recomendação é feita então, levando em consideração as faixas de referência do mineral em questão e a produtividade esperada.

Os solos de altitude da serra catarinense possuem textura média a argilosa, com alto teor de matéria orgânica, têm elevada acidez, acompanhada de altos teores de Al trocável (ALMEIDA et al., 1999). O problema da acidez usualmente é corrigido pela calagem com base nas recomendações tradicionais para elevar o pH a 6,0, o que geralmente implica em doses elevadas devido ao alto tamponamento do solo (ERNANI et al., 2001). A elevação do pH do solo aumenta a atividade microbiana, acelera a decomposição e mineralização da matéria orgânica,

abundante nestes solos, aumentando a disponibilidade de nitrogênio (DAL BÓ, 1992).

O N desempenha papel fundamental no desenvolvimento da videira, principalmente durante a fase de rápido crescimento, da brotação até o florescimento e no início do desenvolvimento das bagas (PEACOCK et al., 1992). A deficiência de N pode resultar em redução na produção, porém o excesso torna a videira muito vigorosa, prolonga o período vegetativo e retarda o amadurecimento das uvas (CHAMPAGNOL, 1984).

Neste sentido, Brunetto et al. (2007) também observaram que a aplicação de doses crescentes de N em viníferas Cabernet Sauvignon não afetou a produção de uva. Porém, o excesso de N promoveu crescimento vegetativo excessivo causando vigor exagerado na planta, aumenta o sombreamento e diminui a taxa de fotossíntese por unidade de área foliar. Em consequência disso pode provocar aborto de flores, atraso na maturação dos frutos e prejuízos à qualidade da uva para vinificação (CONRADIE, 1980; NOGUEIRA e FRÁGUAS, 1984).

Os autores Souza e Fernandes (2006) explicam que altos teores de N no solo podem aumentar a copa das plantas, de maneira que apenas a parte superior recebe radiação solar suficiente e é capaz de realizar seu potencial fotossintético, enquanto a parte interna do dossel mantém altos níveis de respiração e baixa atividade fotossintética. Dessa forma há queima de elevadas quantidades de carboidratos e conseqüente bloqueio de diversas rotas do metabolismo do N na planta em decorrência da redução no suprimento de esqueletos de C, este mecanismo leva a planta a um stress nutricional e sujeita à incidência de doenças fúngicas como mofo cinzento e podridão amarga.

O Mg é considerado um dos elementos chave na nutrição da videira. Aumentos nas taxas de fotossíntese de 0,7 para 1,0 nm CO₂ cm⁻² seg⁻¹ foram

observados por Skinner e Matthews (1990), como resultado no aumento dos teores de Mg nos pecíolos, o que se reveste em maior produtividade da uva.

Májer (2004) estudou a aplicação de Mg no solo e aplicação via foliar, em áreas onde por alguns anos havia deficiência de Mg. Os dados mostraram que a aplicação do Mg no solo aumentou a produtividade, porém a aplicação foliar não. Todavia, aumentos na produtividade e massa de bagas pela aplicação de Mg via foliar a 0,2% de concentração e em duas épocas de aplicação (pré florescimento e formação do fruto) foram observadas por Usha e Singh (2002) nos países baixos, na Europa. Wolf et al. (1983) pesquisaram o efeito da concentração do Mg em videiras cv. Seyvel Blanc em solução nutritiva, na Pennsylvania, e também observaram aumento no crescimento e massa seca com o aumento da concentração de Mg na solução até 150 mg L⁻¹.

Dal Bó (1992), em experimentos com diferentes níveis de adubação com fósforo, não observou respostas para produção. Christensen et al. (1978) relatam que na Califórnia muitos ensaios de fertilização com altas taxas de NPK comparadas com aplicação do N sozinho, também não mostraram diferenças para produtividade e qualidade das uvas. Segundo estes autores, a presença dos fungos micorrízicos em videiras explica a aparente baixa exigência das videiras por P.

A nutrição mineral pode exercer efeitos secundários que podem influenciar o padrão de crescimento, morfologia e anatomia da planta e, particularmente a composição química dos tecidos. Assim nutrientes minerais podem aumentar ou diminuir a resistência, ou tolerância, das plantas às doenças. O estado nutricional das plantas é um fator ambiental que pode ser manipulado, porém poucas vezes é reconhecido como componente de controle de doenças. Neste sentido, a calagem e a adubação influenciam não somente o crescimento e a composição das plantas como influenciam direta ou indiretamente a atividade microbiana do solo e rizosfera,

afetando a resistência e tolerância das raízes e parte aérea das plantas ao ataque de doenças. Os principais nutrientes relacionados com doenças são N e K, sendo observado que, enquanto que o N exerce efeito de diluição sobre os outros nutrientes do tecido, aumentando a suscetibilidade da videira, o K, aumenta a resistência das plantas ao ataque de doenças (MARSCHNER, 1995).

O cálcio desempenha importante papel como componente da lamela média na parede celular e a maioria dos fungos atacam as células por meio de enzimas que dissolvem a lamela média, sendo que estas enzimas são drasticamente inibidas pela presença de Ca. Assim, a suscetibilidade a estes agentes patogênicos geralmente está inversamente relacionada com o teor de Ca no tecido. Plantas com teores baixos de Ca no tecido são mais suscetíveis ao ataque de doenças (MARSCHNER, 1995).

A ocorrência de doenças causadas por fungos dos gêneros *Botrytis cinerea* e *Glomerella cingulata* em uva madura nas videiras, conhecidas como podridão cinzenta e podridão amarga, respectivamente, são também favorecidas por fatores climáticos como temperaturas elevadas e umidade (CONRADIE, 1980; NOGUEIRA e FRÁGUAS, 1984; SÔNEGO et al., 2005).

O dessecamento de ráquis, identificado como um distúrbio fisiológico, tem tido grande incidência nos vinhedos da serra catarinense (PAGANI, 2008). Os autores Fregoni (1980), Fráguas et al. (1996), Tagliavini et al. (1996) indicam que a causa mais provável deste distúrbio é o desequilíbrio nutricional principalmente entre o K, Ca e Mg. A maior absorção de K, em detrimento de Mg e Ca tem sido apontada como causa principal, entre outros fatores como o alto vigor vegetativo, produtividade elevada e alternância de períodos de chuva e estiagens na fase da frutificação ao início da maturação. O distúrbio se caracteriza pelo aparecimento de manchas escuras nas ramificações da ráquis, com contornos bem definidos, que se

expandem e aprofundam formando necroses secas. Desta maneira, a circulação da seiva no cacho é reduzida, induzindo o murchamento do cacho, que geralmente inicia pela sua parte inferior (FRÁGUAS et al., 2006). Este distúrbio geralmente acarreta em perdas consideráveis de produção, além da qualidade da uva ficar comprometida devido à maturação incompleta. Pagani (2008), em pesquisa com cv. Cabernet Sauvignon em solos de altitude na safra 2006/2007, observou perdas de 13 % com dessecamento de ráquis.

Por ser a viticultura relativamente nova na serra catarinense, são necessários estudos científicos que avaliam a adaptação e as necessidades de correção e adubação do solo para seu cultivo. Neste contexto, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar características agronômicas de rendimento e sanidade de uvas de videira da cv. Cabernet Sauvignon e suas relações com atributos químicos do solo e teores de macronutrientes no tecido vegetal.

2.4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em vinhedos comerciais da variedade Cabernet Sauvignon enxertados em porta-enxerto Paulsen 1103, com idade de 4 a 7 anos, durante a safra de 2007/08, em São Joaquim, SC, em locais com altitude entre 1050 e 1350 metros. Os solos se enquadram nas classes Cambissolo Húmico, Neossolo Litólico e Nitossolo Háplico, desenvolvidos a partir de rochas riodacito e basalto (Embrapa, 2004).

Os procedimentos de implantação e condução dos vinhedos e os métodos de amostragem e análise do solo e tecido vegetal (folha e pecíolo) encontram-se descritos no capítulo 1. O rendimento e o estado de sanidade das uvas nas unidades de pesquisa foram determinados no período de 07 a 30 de abril de 2008,

no momento da colheita realizada em conformidade com cronograma estipulado pelas empresas, de acordo com a maturação das uvas de cada área (TABELA 1).

A avaliação do rendimento de uva foi realizada em cada gleba, coletando-se todos os cachos de uva produzidos pelas plantas correspondentes à área útil, os quais foram contados e pesados. Os cachos foram separados em sadios; infestados por doenças fúngicas, provocadas pelos agentes *Glomerella cingulata* e/ou *Botrytis cinerea* e afetados por dessecamento de ráquis. Nos dois últimos grupos foram considerados cachos com, pelo menos, 1/3 de bagas afetadas.

A amostragem de fruto foi realizada coletando-se de quatro a seis bagas por planta, sendo duas de cada lado na linha, totalizando de 80 a 100 bagas por parcela. A retirada da baga para amostragem foi realizada na porção mediana do cacho, cortando-se o pedúnculo com tesoura de ponta fina para não extravasar o suco. Foram pesadas 50 bagas de cada parcela para determinar a massa de 50 bagas.

A associação entre os atributos químicos do solo, composição química do tecido, sanidade e rendimento foi avaliada por correlações de Pearson ($p < 0,01$).

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de uvas variou de 4,0 a 9,8 Mg ha⁻¹, com média 6,4 Mg ha⁻¹, enquanto a massa dos cachos variou de 80 a 133 g com média de 112 g, e a massa de 50 bagas variou de 54 g a 89 g com média de 76 g (Tabela 7). Estes resultados estão de acordo com Penter (2006), que estudando raleio em uvas Cabernet Sauvignon, na serra catarinense, encontrou valores de 7,0 Mg ha⁻¹ sem raleio de cachos, e também de Brunetto (2008), que observou produtividade de 7,5 Mg ha⁻¹, 105 g para massa média de cacho e 55 g para massa de 50 bagas, em vinhedos Cabernet Sauvignon, na serra gaúcha.

Tabela 7 - Rendimento de uva, massa de 50 bagas, massa média de cachos e porcentagem de cachos afetados por dessecamento de ráquis e doenças fúngicas (*Botrytis cinerea* e *Glomerella cingulata*), em vinhedo da cv. Cabernet Sauvignon cultivada sobre porta-enxerto Paulsen 1103 em solos de altitude, superior a 1000 m, da serra catarinense. São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições.

Glebas	Rendimento	Massa de 50 Bagas	Massa média dos cachos	Dessecamento de ráquis	Doenças fúngicas
	Mg ha ⁻¹	g		%	
A	4,8	54	80	6	23
B	5,0	74	98	11	10
C	4,0	65	115	12	35
D	8,4	81	105	13	13
E	5,8	72	113	11	13
F	7,7	83	128	19	34
G	7,3	82	120	10	25
H	7,6	89	120	13	17
I	9,8	79	125	32	1
J	6,4	75	113	21	19
K	6,9	76	115	13	18
L	5,8	70	105	7	0
M	7,5	75	120	7	13
N	7,1	75	115	8	19
O	6,1	71	118	8	18
P	6,3	77	115	10	0
Q	5,7	77	118	8	0
R	5,2	84	133	13	0
S	5,5	80	100	5	6
T	6,1	77	108	6	5
U	5,9	73	85	3	4
Média	6,4	76	112	11	13
CV ^(a)	18,6	6	12,3	34	46
DMS ^(b)	3,1	11	0,03	10	16

(a) CV – Coeficiente de Variação. (b) DMS – Diferença mínima significativa, calculada pelo teste de Tukey a 5%.

O rendimento e a massa de 50 bagas se correlacionaram positivamente com altitude mostrando coeficientes $r = 0,45$ e $r = 0,46$, respectivamente, (Tabela 8). Parte deste efeito pode ser devido às condições climáticas mais favoráveis ao rendimento da cultura. Nas áreas mais altas encontram-se também maior teor de

matéria orgânica do solo (Tabela 2), aumentando os teores de N. Além disso, observou-se maior pH do solo nestas áreas, associado com maiores teores de Mg. Estes nutrientes são favoráveis ao aumento do rendimento em videira (MAJER, 2004; SKINNER e MATTHEWS, 1990).

O teor de Mg trocável do solo se correlacionou positivamente com massa de 50 bagas e rendimento, apresentando coeficientes $r = 0,42$ e $r = 0,45$, respectivamente. A saturação por Mg na CTC também mostrou correlação positiva com massa 50 bagas e rendimento ($r = 0,39$ e $0,42$, respectivamente, Tabela 8).

Tabela 8 - Coeficientes de correlação entre rendimento de uva, massa de 50 bagas, massa média de cachos e incidência de dessecamento de ráquis e doenças fúngicas (*Botrytis cinerea* e *Glomerella cingulata*) com as variáveis: altitude, época de colheita e atributos químicos do solo. Estudo realizado com 84 amostras, procedentes de 21 glebas com videiras cv. Cabernet Sauvignon cultivadas na região de altitude da serra catarinense, São Joaquim, SC. Somente os valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).

Variáveis	Rendimento de uva (Mg ha ⁻¹)	Massa de 50 Bagas (g)	Massa média dos cachos (g)	Dessecamento de ráquis (%)	Doenças fúngicas (%)
Altitude	0,46	0,45		0,32	
Época colheita					0,75
pH H ₂ O					
CO					
N Total					0,33
P					
Ca					
Mg	0,45	0,42			
K				0,40	
K/Mg	- 0,29	- 0,31			
CTC efetiva	0,30				
Sat. Ca					
Sat. Mg	0,42	0,39			
Sat. K					

K/Mg: relação entre os teores de K e Mg no solo; CTC efetiva: Capacidade de troca de cátions do solo efetiva; Sat. Ca: saturação por cálcio; Sat. Mg: saturação por Mg; Sat. K: saturação por K na CTC do solo. Valores com $r > 0,35$ possuem $p < 0,001$.

Por outro lado, a saturação por K no solo, teor de K nas folhas e pecíolos e a relação K/Mg nas folhas e nos pecíolos se correlacionaram negativamente ($p < 0,01$) com as variáveis do rendimento (Tabela 8 e 9), sugerindo a existência de efeitos antagônicos entre K e Mg na absorção. Estes resultados estão coerentes com os resultados relatados por Skinner e Matthews (1990), que observaram aumento na taxa da atividade fotossintética em videiras como resultado do aumento dos teores de Mg; e por Májer (2004), que observou aumento no rendimento pela aplicação do Mg no solo, embora a aplicação foliar não tenha mostrado este efeito. Todavia, Usha e Singh (2002) observaram aumentos na produtividade e massa de bagas pela aplicação foliar deste elemento. Contudo, todos estes resultados são diferentes aos encontrados por Tecchio et al. (2006) com uva Niágara no estado de São Paulo, que observaram correlação negativa entre teores de Mg no tecido e produtividade. Contudo, este resultado, provavelmente se explica por que os solos daquela região são constituídos por Latossolos, portanto pobres em K, assim sendo, as reservas de K no solo estão muito abaixo dos níveis de suficiência das plantas, além de outros fatores, como: condições edafoclimáticas, variedade de uva e porta-enxerto serem diferentes e podem influenciar os resultados.

A correlação negativa entre os indicadores de rendimento e o K pode ser explicada principalmente pelo efeito antagônico deste, em relação a Mg e Ca, que exercem importante papel no crescimento e aumento da massa seca, enquanto o K tem pouca contribuição nas formas estruturais, porém influencia diversas reações no metabolismo da planta e na maturação dos frutos que são importantes para a qualidade da uva. Conradie e Saaymann (1989), bem como Poni et al. (2003) em estudo com níveis crescentes de adubação potássica em vinhedos, concluíram que não há ganho significativo em rendimento de uva pelo aumento nos teores de

potássio acima do nível de suficiência. Nesta faixa, geralmente ocorre o denominado “consumo de luxo” deste nutriente (MEURER, 2006).

Tabela 9 - Coeficientes de correlação de Pearson entre rendimento de uva, massa de 50 bagas, massa média dos cachos e incidência de dessecamento de ráquis e doenças fúngicas (*Botrytis cinerea* e *Glomerella cingulata*) com os teores de macronutrientes no tecido (folhas e pecíolo). Estudo realizado com videiras Cabernet Sauvignon cultivadas na região de altitude da serra catarinense, São Joaquim, SC. Observação de 84 amostras, procedentes de 21 glebas. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).

Variáveis indicadoras	N	P	Ca	Mg	K	K/Mg
Folha						
Rendimento						
Massa de 50 bagas					- 0,31	- 0,29
Massa média do cacho						
Cachos com <i>Glomerella</i> e <i>Botrytis</i> (%)		0,40				
Cachos c/ dessecamento de ráquis (%)	0,39	0,28	0,40			
Pecíolo						
Rendimento						
Massa de 50 bagas					- 0,37	- 0,30
Massa média do cacho						
Cachos com <i>Glomerella</i> e <i>Botrytis</i> (%)	0,33	0,31				
Cachos c/ dessecamento de ráquis (%)		0,28			0,30	

Valores de $r > 0,35$ possuem $p < 0,001$

Observou-se que o rendimento se correlacionou positivamente com a CTC do solo ($r = 0,30$). Este aumento se deve principalmente à contribuição do Mg conforme discutido anteriormente. O aumento da CTC, assim como do Mg no solo, é resultado da calagem realizada para elevar o pH do solo. Assim sendo, é pouco provável que o pH do solo (ou a acidez do solo), na faixa estudada, tenha influenciado o rendimento. Além disso, o porta-enxerto Paulsen 1103 possui tolerância à acidez e ao Al trocável, conforme observado por Fráguas (1996).

As variáveis associadas ao rendimento não apresentaram correlação significativa com os teores de N do solo e das folhas e pecíolos. Saliencia-se que o N

mineral foi analisado em uma única época do ciclo e apresentou baixa correlação com C orgânico e N total (Tabela 3). A análise do teor de N total no solo geralmente não é suficiente para estimar a disponibilidade do N para a planta (CAMARGO e GIANELLO, 1999), sendo necessário analisar o N mineral do solo em diversas épocas do ciclo da videira em que é absorvido e efetuar análises de tecido para complementar o diagnóstico de suficiência de N para a planta. Portanto, se faz necessário mais pesquisas para estudar os efeitos do N nas videiras, haja visto o alto teor deste na maioria dos solos de altitude. Os resultados de resposta com aplicações de N no solo são controversos. Estudos relacionados também observaram que o aumento na disponibilidade de N, decorrente da aplicação de doses crescentes, não afetou a produção de uva nas condições da campanha e serra gaúcha (BRUNETO et al., 2006). Observa-se pelos resultados de pesquisa relacionados, que a partir de um nível de suficiência de suprimento de N não há resposta em produtividade (DAL BÓ, 1992).

As doenças do final do ciclo produtivo, causadas pelos fungos *Botrytis cinerea* e *Glomerella cingulata*, conhecidas por podridão cinzenta e podridão amarga respectivamente, foram responsáveis por perdas que variaram de 0 a 35 %, com média de 13 % (Tabela 7). Observou-se que a época da colheita foi o fator que mais afetou a incidência destas doenças ($r = 0,75$). Este comportamento pode ser parcialmente explicado pelo fator clima. Considerando que a colheita se estendeu de 7 a 30 de abril de 2008, neste período ocorreram chuvas intensas e alta umidade que podem ter favorecido a diminuição da fotossíntese e o aumento das doenças (ANEXO A). A ocorrência de chuvas e elevada umidade relativa do ar contribuem para o aumento da incidência de moléstias, impedindo a maturação uniforme dos frutos (CHAMPAGNOL, 1984).

Porém, também se observou contribuição do teor de N total do solo para o desenvolvimento de doenças ($r = 0,33$) evidenciado pela correlação positiva com N no pecíolo ($r = 0,33$). O alto teor de matéria orgânica observado nos solos, provavelmente favorece vigor excessivo das plantas (APÊNDICE C). O resultado está de acordo com Bertrand et al. (1991), que relata que altos teores de N no solo levam ao aumento da sensibilidade a *Botrytis cinerea*. A disponibilidade de N, devida à mineralização pela atividade microbiana, é favorecida pela elevação do pH do solo pela calagem. Outros autores também relataram aumento de doenças fúngicas nos frutos e dessecamento de ráquis, associados a altos teores de N no solo (BAVERESCO et al., 1987; PEARSON et al., 1988; CHRISTINSEN et al., 1994; SOUZA e FERNANDES, 2006).

Os teores de P na folha e no pecíolo também apresentaram correlação positiva com doenças fúngicas ($r = 0,40$ e $r = 0,30$, respectivamente). Embora o P e o K geralmente são citados como elementos com efeito depressivo sobre doenças (MARCHNER, 1995), este último resultado pode estar relacionado com maior número de tratamentos com fosfitos, à base de fósforo e potássio, prática usual na região e mais intensa nas áreas mais afetadas por doenças. Os fosfitos se caracterizam por um grupo de produtos que possuem compostos derivados do ácido fosforoso (WICKS et al., 1991; REUVENI, 1997), que são considerados fertilizantes e estimulantes de vegetais. Esses produtos têm a propriedade de estimular a formação de substâncias naturais de autodefesa da planta (fitoalexinas), protegendo-a do ataque de fungos, bem como apresentam efeito fungicida, atuando diretamente sobre o fungo (SÔNEGO et al., 2005).

A perda por dessecamento de ráquis variou de 3 a 32 %, com média de 11 %. Segundo Melo (2004), este distúrbio é maior quando o solo apresenta-se com alto teor de potássio e baixo de magnésio e quando ocorre período chuvoso a partir da

viragem de cor até a maturação dos frutos. Os teores de K e Mg no solo se apresentaram elevados, variando entre 0,16 a 0,48 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e 1,2 e 6,8 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, respectivamente. Observou-se correlação positiva entre os teores de K no solo e porcentagem de cachos afetados por dessecamento de ráquis ($r = 0,40$, Tabela 8). Além disso, o dessecamento de ráquis se correlacionou positivamente com teores de N, P e Ca na folha ($r = 0,39$, $r = 0,28$ e $r = 0,39$, respectivamente) e P e K no pecíolo ($r = 0,28$ e $r = 0,30$, respectivamente). Não se observou, no entanto, correlação significativa entre o Mg e o dessecamento de ráquis, considerando que a deficiência de Mg é apontada como principal fator responsável por este distúrbio (FREGONI, 1980). A ausência de correlação entre o Mg e o dessecamento de ráquis, pode ser justificada por que este elemento se encontra na faixa considerada normal no tecido (CQFS – RS/SC, 2004).

Por outro lado, observou-se que os coeficientes de correlação entre dessecamento de ráquis e atributos do solo foram dependentes dos diferentes sistemas de condução e manejo do solo dos vinhedos. Por exemplo, na análise de correlação em somente três glebas, 12 parcelas, mais uniformes quanto à altitude, manejo do vinhedo e época de colheita, embora com variações na textura, teor de carbono orgânico, pH e teores de nutrientes no solo, observaram-se coeficientes altos. Nestas condições observou-se correlação positiva entre dessecamento de ráquis e os teores de K extraível e saturação por K na CTC ($r = 0,70$ e $r = 0,69$, respectivamente) e correlação negativa entre dessecamento de ráquis e os teores de Mg trocável e saturação por Mg na CTC do solo ($r = - 0,78$ e $r = - 0,62$, respectivamente). Observou-se ainda correlação negativa entre este distúrbio e a saturação por Ca na CTC ($r = - 0,77$). Estas relações se mostram coerentes com os resultados observados por Fregoni (1980), Fráguas et al. (1996), Tagliavini et al. (1996), e evidenciam o caráter antagônico entre os nutrientes K e Mg, assim como,

K e Ca, em conformidade com o que observaram Morris et al. (1983), que relataram diminuição nos teores de Ca e Mg nos pecíolos, a níveis próximos aos de deficiência em função de aumento na absorção de K pela videira.

2.6 CONCLUSÕES

O rendimento de uvas se correlacionou positivamente com teor de Mg trocável, e negativamente com K extraível do solo, sendo que essa tendência foi evidenciada pelas correlações com os teores destes nutrientes no tecido foliar.

O pH e a matéria orgânica do solo não se correlacionaram significativamente com o rendimento.

A incidência de doenças fúngicas (*Botrytis cinerea* e *Glomerella cingulata*) nos cachos apresentou correlação positiva com a época de colheita das uvas (colheitas realizadas mais tardiamente apresentaram maior incidência de doenças), com teores de N total e K extraível do solo e teores de N, P e K no tecido foliar.

O dessecamento de ráquis se correlacionou positivamente com os teores de K extraível e N total do solo e com os teores de K, N, P e Ca no tecido foliar.

3 CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS DE MOSTO DE UVAS CABERNET SAUVIGNON RELACIONADOS À ATRIBUTOS DO SOLO E ESTADO NUTRICIONAL DA VIDEIRA NA SERRA CATARINENSE

3.1 RESUMO

O estado nutricional das plantas afeta o desenvolvimento da videira, do crescimento das raízes e copa à composição das uvas. Nas regiões de altitude de Santa Catarina as condições climáticas, altitude e relevo contribuem para a adaptação de *Vitis vinifera*, entretanto há pouca informação sobre a influência dos atributos químicos do solo e teores de nutrientes no tecido na qualidade de uva. Visando suprir parte desta carência, foi realizado estudo com uvas viníferas Cabernet Sauvignon em porta-enxerto Paulsen 1103 cultivadas em solos de altitude, em São Joaquim, SC, na safra de 2007/2008. Foram realizadas amostragens e análises de solo, folha, pecíolo e frutos em 21 áreas representativas, fracionadas em quatro parcelas. As características do mosto: pH, acidez total (AT), sólidos solúveis (SS), antocianinas, índice de polifenóis totais (IPT) e intensidade de cor foram relacionadas com os atributos de solo e com os teores de nutrientes em tecidos. As videiras mostraram adaptação às condições locais, com potencial para a elaboração de vinhos de qualidade, quanto aos teores de SS, polifenóis totais e antocianinas, porém os valores de pH do mosto se mostraram elevados e os ácidos totais baixos, o que diminui a qualidade do mosto. A qualidade do mosto não apresentou correlação significativa com os teores de C orgânico, N total e pH do

solo. Entretanto, as variáveis de qualidade do mosto mostraram correlação com a época de colheita e também com concentração de K extraível e sua saturação na CTC do solo, mostrando que um melhor manejo da nutrição da videira com este nutriente pode melhorar a qualidade da uva para vinificação.

Palavras-chave: Fertilidade do Solo. Nutrição. Qualidade de Mosto.

3.2 ABSTRACT

The nutritional state of the plants affects the development of the grapevine, including root and shoot growth, as well as effects on grape composition. The climatic conditions, altitude, and relief in Santa Catarina highlands contribute for the adaptation of *Vitis vinifera* L., however there is little information on the influence of soil chemical properties and contents of nutrients in the tissue on grape quality. Aiming at to supply part of this lack, this study was carried out with *Vitis vinifera* Cabernet Sauvignon grafted on Paulsen 1103 rootstock, cultivated in highland soils, in São Joaquim, SC, during the 2007/2008 season. Soil, leaf, petiole and fruits were sampled and analysed in 21 representative areas, with four replicates. The must characteristics namely pH, total acidity (TA), soluble solids (SS), anthocyanins, total polyphenols index (ITP) and intensity of color were related with the soil properties and contents of nutrients in plant tissue. The grapevines showed adaptation for the local conditions, with potential for the elaboration of quality wines, in terms of contents of SS, total polyphenols and anthocyanins, however pH values of the must were high, with low total acidity, reducing must quality. Nevertheless, the must quality did not present correlation with contents of soil organic carbon, total N and soil pH. However, the must quality variables had correlation with the harvest time

and with contents of extractable K and its saturation in the soil CEC, showing that a better management of the grapevine nutrition, especially concerning this nutrient can increase grape quality for wine.

Keywords: Soil fertility. Nutrition. Must Quality.

3.3 REFERENCIAL TEÓRICO

No meio vitivinícola existe a visão de que a qualidade das uvas diminui na medida em que o rendimento aumenta (KELLER, 2005). Além disso, muitos viticultores acreditam que quanto mais as videiras forem sujeitas ao estresse nutricional, melhor será a qualidade de fruta para vinificação. Entretanto, considera-se que a viticultura deve se embasar em fundamentos científicos, para que o cultivo ocorra em condições onde se obtém excelente qualidade de uva, com rendimento adequado.

Neste sentido, a dificuldade em relação à composição e a concentração nutricional do solo para o desenvolvimento das videiras é em parte atribuída à complexidade do sistema solo-raiz (LANYON et al., 2004). A análise do solo às vezes não é representativa dos processos químicos que ocorrem a nível de rizosfera, apesar de expressar, segundo uma determinada metodologia, o volume estimado de nutrientes presentes no solo. Um nutriente pode ser considerado abundante no solo, porém deficiente na videira, um típico exemplo disso é a restrição da absorção entre nutrientes antagônicos quando estes estão em proporções desequilibradas. Além disso, a disponibilidade dos nutrientes é influenciada pelos atributos físicos, condições hídricas, temperatura e pH do solo (CONRADIE, 1983).

As recomendações de adubação geralmente são baseadas somente em análises do solo, sem considerar o estado nutricional da planta. Porém, a análise do solo deve ser combinada com a análise de tecido contribuindo assim para a compreensão do estado nutricional e orientação do manejo nutricional da videira (ERNANI et al., 2007). O estado nutricional é influenciado pela cultivar e porta-enxerto que determinam diferentes padrões na capacidade de absorção de nutrientes e transmitem à copa características que podem afetar ou não a qualidade da uva (FRÁGUAS, 1999).

Guerra (2001) observa, por exemplo, que vinho de qualidade superior deve garantir ao consumidor um produto capaz de conferir sensação imediata e complexa, nos planos visual, gustativo e olfativo e acrescenta que este tipo de vinho possui identidade própria, determinada pela variedade, origem e também pela competência do enólogo. Segundo este autor, a composição da uva varia com cultivar, condições edafoclimáticas, exposição ao sol, manejo e estado nutricional do vinhedo. O conjunto das características compõe a chamada tipicidade do vinho, que se forma durante a maturação adequada da uva e constitui parte de seu potencial enológico.

Uvas adequadamente maduras apresentam composição equilibrada em polifenóis totais, acidez total e açúcares, ainda que estas características sejam variáveis de ano para ano, conforme oscilam as condições climáticas (RIBÉREAU-GAYON, 1972).

Os nutrientes do solo que mais influenciam na composição química do fruto e a qualidade do mosto para vinificação são K extraível e o N mineral. A absorção suficiente de potássio contribui no adequado amadurecimento dos frutos e aumenta a concentração de açúcares e os constituintes de cores e aromas (MEURER, 2006).

Os polifenóis, sólidos solúveis e acidez são os principais constituintes da qualidade de mosto. Os compostos fenólicos são expressos por um índice (índice de polifenóis totais - IPT); trata-se de substâncias amplamente distribuídas no reino vegetal, que se caracterizam por possuir anéis aromáticos em sua estrutura. Entre as frutas, a uva é uma das maiores fontes de compostos fenólicos, principalmente flavonóides (antocianinas e flavonóis) e taninos (CABRITA et al., 2003).

Nos frutos, os polifenóis encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células da polpa, adsorvidos ou unidos a polissacarídeos nos vasos fibrovasculares ou livres no suco vascular das células da película, podendo também ser encontrados nos órgãos fotossintéticos e de transporte. Estes compostos estão presentes em concentrações que variam de 1 a 4 % no engaço, 1 a 2% na casca, e 5 a 8% nas sementes e aparecem em concentrações de 0,1 a 0,3% nos vinhos tintos (MARASCHIN, 2003).

A concentração dos compostos polifenólicos é um dos indicadores para definição da época de colheita das uvas destinadas à elaboração de vinhos (BEVILAQUA, 1995). Uvas com IPT acima de 60 podem ser destinadas à elaboração de vinhos de reserva e grande reserva, com IPT entre 55 e 45 são indicados para vinhos jovens e uvas com IPT abaixo de 40 dão origem a vinhos de baixa qualidade (HERNÁNDES, 2004). Por outro lado, o conteúdo e o tipo dos compostos fenólicos na uva variam de acordo com a maturidade, condições climáticas e cultivar. Além disso, o tipo de manejo ao qual a uva é submetida também interfere na quantidade destes compostos no vinho (BEER et al., 2002).

Os polifenóis de maior interesse enológico são as antocianinas e os taninos, sendo as antocianinas, pigmentos responsáveis pela coloração das uvas e vinhos tintos, e os taninos estão relacionados à coloração e ao sabor. Embora não tenham coloração, os taninos reagem com as antocianinas formando substâncias coloridas,

participando da evolução da cor no vinho. Além disso, contribuem para o corpo do vinho, e são diretamente responsáveis pelas sensações gustativas de adstringência e de amargor (GUERRA, 2001).

A síntese dos compostos fenólicos é relacionada a duas rotas metabólicas básicas: a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico (ARRUDA et al., 2007), que são influenciadas por fatores ambientais, como baixos níveis de nutrientes, luz e infecção por fungos (CARVALHO et al., 1999, TAIZ e ZEIGER, 2004). Os polifenóis desempenham importantes funções ecológicas nos vegetais, como proteção das plantas contra pragas e doenças, atração de organismos polinizadores, dispersores de sementes e alelopatia. Além disso, os polifenóis despertam interesse pelo seu potencial medicinal associado a propriedades vitamínicas, bactericidas, antiinflamatórias, antioxidantes e antitumorais. Estas propriedades tornam o vinho, desde que consumido moderadamente, um importante alimento ao qual é atribuída a prevenção de doenças cardiovasculares e de senescência (BURLINGAME, 2008). Estudos apontam que a ingestão regular de frutas, verduras e outros alimentos ricos em polifenóis como os vinhos, pode reduzir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (BEER et al., 2002).

As antocianinas são flavonóides que se encontram largamente distribuídos na natureza e são responsáveis pela maioria das cores visíveis, azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho que aparecem em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas (MARKAKIS, 1982; VINSON et al., 1999). Nas videiras, estas substâncias se acumulam nas folhas durante a senescência e principalmente, nos vacúolos das células das películas da uva, em particular na hipoderme, podendo ser encontradas também na polpa de algumas cultivares tintas e são responsáveis pela coloração das cascas das uvas tintas (PRATT, 1971; RENAUD e LORGERIL, 1992).

A qualidade sensorial das uvas e dos vinhos está estreitamente relacionada com as antocianinas acumuladas nas bagas, que se inicia na virada de cor (veraison) e acompanha a acumulação dos açúcares (RIBÉREAU-GAYON et al., 1998). O início do declínio das antocianinas ocorre ao final do desenvolvimento das bagas, coincidindo com o murchamento, próximo à sobre maturação (KENNEDY et al., 2000).

Fregoni (1980) e Champagnol (1984) relatam que as variáveis como antocianinas, ácidos totais, SS e compostos aromáticos, são influenciados pelo suprimento de K e N, ressaltando que a carência desses elementos tem influência negativa no conteúdo de açúcares, na cor (antocianinas), conteúdo total de polifenóis, o que prejudica as características organolépticas e químico-físicas da uva.

Neste sentido, Delgado et al. (2004) observaram correlação positiva da aplicação moderada de N, com níveis de antocianinas no fruto. O efeito dos níveis de N e K do solo e tecido na concentração de antocianinas também foi observado por Delgado et al. (2006), que constataram diminuição do teor de antocianinas nos frutos devido a aplicação de N, quando a concentração do K foi baixa ou média. Porém, na presença de teores suficientes de K, a aplicação de doses crescentes de N, não resultou em diferenças deste em relação ao controle. Da mesma forma observaram que a aplicação de doses elevadas de K reduziu os teores de antocianinas, porém quando o K estava com níveis adequados de N, isto não ocorreu, sugerindo que o ponto chave está na relação adequada entre estes dois nutrientes.

Os taninos são moléculas fenólicas resultantes da polimerização de moléculas elementares da função fenol, solúveis em água, à exceção de algumas estruturas de peso molecular elevado, que possuem a propriedade de se ligar a

proteínas, formando complexos tanino/proteína e a outros polímeros vegetais, tais como os polissacarídeos. Os taninos são responsáveis pela capacidade de envelhecimento do vinho e isto é devido à quebra de sua molécula resultando em antocianidinas, moléculas que contribuem para manter a cor e a estabilidade de vinhos de guarda. O amadurecimento dos vinhos tintos é feito justamente com a finalidade de transformar os taninos fortes, adstringentes, em suaves, “aveludados”, transmitindo ao vinho resultante, a característica de “macio” e agradável ao paladar (ARRUDA et al. 2007).

Segundo Hernández (2004) as uvas também são classificadas conforme o teor de tanino, entre 2,5 e 3 mg L⁻¹, devem ser destinados aos melhores vinhos, entre 2 e 2,5 mg L⁻¹, aos vinhos de qualidade intermediária e os vinhos produzidos com uvas que contém teor abaixo de 2 mg L⁻¹ de taninos são considerados de menor qualidade.

O pH é uma das características importantes do vinho tinto, além de interferir na cor, exerce efeito marcante sobre o gosto. Vinhos com pH elevado são mais suscetíveis às alterações oxidativas e biológicas, uma vez que o teor de dióxido de enxofre livre, principal conservante do vinho, é menor (AERNY, 1985).

O pH do mosto depende do tipo e da concentração dos ácidos orgânicos e da concentração de cátions, especialmente o potássio (RIZZON e MIELE, 2002). Segundo estes autores, os fatores que interferem na variação do pH do mosto na vinificação estão relacionados com a liberação de ácidos orgânicos e minerais da película para o mosto.

Os açúcares são utilizados pelas leveduras durante a fermentação, sendo substrato para formação do etanol. A glicose e a frutose são prontamente fermentáveis, enquanto a sacarose deve passar antes por hidrólise química ou enzimática e as pentoses não são fermentáveis. A quantificação de açúcares

expressa em °Brix (g de sólidos solúveis totais em 100g de mosto) contribui para determinar o momento da colheita, porém, há necessidade de se conhecer os outros componentes fundamentais, como acidez total, antocianinas e polifenóis totais (RIBÉREAU-GAYON e STONESTREET, 1965).

A acidez tem influência na estabilidade do mosto e na coloração dos vinhos, sendo o componente que mais sofre influência dos fatores naturais como o solo e o clima (RIZZON et al., 1998). A acidez aumenta na baga desde o início da frutificação até a mudança de cor, quando então diminui gradualmente até a completa maturação da uva (RIBÉREAU-GAYON et al., 1986). A diminuição da concentração de ácidos orgânicos durante a evolução da maturação é devida à diluição do mosto pela entrada de água no fruto, além da mobilização de bases e formação de sais, principalmente de K, que neutralizam os ácidos orgânicos provenientes do processo respiratório (MANFROI, 2004).

Os ácidos orgânicos mais importantes da uva são o tartárico e o málico, responsáveis por até 90 % da acidez total das uvas. O ácido tartárico forma dois tipos de sais pouco solúveis: bitartarato de potássio e tartarato neutro de cálcio, que podem afetar o pH e a acidez total do vinho. Já o ácido málico, possui característica mais típica de ácido fraco e diminui a concentração com a maturação da uva, porque está relacionado com a síntese de glicose na uva (RIBÉREAU-GAYON et al., 1986).

A relação sólidos solúveis totais e acidez total (SST/AT) gera um índice muito utilizado para avaliar a maturação da uva, sendo também uma das variáveis que pode caracterizar as cultivares numa determinada região. De acordo com as normas chilenas, a cultivar que não apresentar o nível mínimo de sólidos solúveis na colheita deve satisfazer a relação SST/AT de 20:1 (Asociacion de Exportadores de Chile, 1997). Porém, Rizzon e Miele (2003) ressaltam que a utilização da relação SST/AT como índice de maturação deve ser feita com cuidado, pois nem sempre um

aumento de açúcar corresponde à diminuição da acidez titulável e esta variável não é indicada para comparar mostos de diferentes cultivares. Entretanto, esta relação serve como referência de uma safra considerada ótima sob o ponto de vista enológico (BLOUIN e GUIMBERTEAU, 2000). A quantidade de ácido varia em função da origem da uva, dando uma relação diferente em frutas de mesmo SS, mas de origens diferentes (LIZANA e ABARCA, 1987).

Segundo Carvalho e Chitarra (1984), os açúcares frutose e glicose, e os ácidos tartárico e málico, componentes da fração sólidos solúveis, são os mais importantes fatores do sabor da fruta. Assim, relação SS/AT é um indicador de maturação das uvas, pois com o processo de amadurecimento, o teor de sólidos solúveis aumenta, enquanto de ácidos orgânicos diminui. Portanto, há variação em função da origem da uva, dando relação diferente em frutos de mesmo SS, mostrando a importância de se conhecer o comportamento das frutas de diferentes regiões (LIZANA e ABARCA, 1987).

A cor também participa como característica relacionada à qualidade e tipicidade do vinho, sendo facilmente influenciado pela disponibilidade de N e K no solo. A abundância de N geralmente favorece a intensidade de cor, enquanto a de K diminui (DELGADO et al., 2004).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo analisar os atributos qualitativos de uva vinífera cv. Cabernet Sauvignon enxertada em Paulsen 1103 e suas relações com o estado nutricional da videira e com atributos químicos do solo.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante a safra de 2007/2008, em vinhedos comerciais de 4 a 7 anos, cv. Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103

produzido em solos de, entre 1050 e 1350 metros, na serra catarinense, em São Joaquim, SC.

As avaliações foram realizadas, tomando-se amostras de solo, tecido vegetal (folha e pecíolo) e uvas em 21 glebas com área de 240 m², divididas longitudinalmente em quatro parcelas, selecionadas em setembro e outubro de 2007. A seleção das glebas foi feita com base na análise prévia do pH (água) do solo, que variou de 5,2 a 6,6, buscando-se variação nos atributos químicos do solo, de forma a obter condições variáveis de estado nutricional que pudessem se refletir na qualidade da uva.

A implantação e condução dos vinhedos e os procedimentos de amostragem do solo e tecido estão descritos no capítulo 1. A amostragem dos frutos foi realizada na colheita da uva no período de 7 a 30 de abril de 2008, sendo coletadas aproximadamente duas bagas na porção mediana de dois cachos, em cada lado da planta, formando uma amostra de 80 a 100 bagas por parcela. As bagas foram retiradas cortando-se o pedúnculo com tesoura de ponta fina para não romper a película do fruto, evitando extravasamento do líquido. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos dentro de caixas de isopor contendo gelo e após a chegada ao laboratório foram guardadas em congelador até o momento da extração e análise.

As análises dos frutos consistiram nas determinações de SS ou °Brix, AT, pH, antocianinas, IPT, taninos, e intensidade de cor.

Para determinação do SS, AT e pH, as bagas foram esmagadas manualmente, extraindo-se o mosto com coador de tecido de algodão. Os SS foram determinados por refratometria, a AT por titulação com solução alcalina e o pH do mosto foi determinado por leitura direta com eletrodo acoplado ao medidor de pH.

Para as análises dos compostos fenólicos da uva, utilizou-se metodologia descrita por Iland et al. (2004), com uso de solução hidro-alcoólica com etanol 50 % (v. v) a pH 2,0. A extração foi feita, triturando-se com um “mixer” doméstico, durante 30 segundos, cada amostra composta por cinquenta bagas de uvas das quais foram previamente extraídas as sementes e 50 mL de solução hidro-alcoólica. A extração dos compostos fenólicos foi feita com aquecimento em banho-maria e agitação constante, durante 10 minutos. A determinação foi realizada em espectrofotômetro UV/VIS, obtendo-se o índice de polifenóis totais (I₂₈₀), a partir da absorbância do extrato em luz ultravioleta a 280 nm. O índice (I₂₈₀) foi calculado pela equação: $I(280) = D \times F$, onde: I = índice de fenóis; D = absorbância a 280 nm, e F = fator de diluição.

A concentração de antocianinas foi determinada, utilizando-se do mesmo extrato descrito acima, pelo método da variação de cor em extratos com diferentes pHs, proposta por Ribéreau-Gayon e Stonestreet (1965), baseado nas propriedades que as antocianinas possuem em manter sua cor de acordo com o pH. Os extratos dos frutos foram diluídos acrescentando-se 1 mL de etanol a 0,1 % de HCl e adicionando, em duas frações separadas das amostras, 10 mL de solução de HCl 2 % e de solução tampão pH 3,5, contendo fosfato dissódico e ácido cítrico. A leitura da absorbância dos extratos foi feita em comprimento de onda 520 nm. Calculou-se a concentração de antocianinas considerando a diferença de densidade óticas (absorbância) das amostras nos diferentes pHs. Os resultados foram expressos pela equação: $C = (388 \times d) / \text{massa de 50 bagas}$, onde: C = concentração de antocianinas (mg g⁻¹ de бага) e d = diferença das densidades óticas das duas leituras.

O teor de taninos foi obtido pela fórmula que leva em consideração os teores de antocianinas e o índice de polifenóis total (IPT), conforme proposto por Ribéreau-Gayon et al. (1965), a saber:

$$C \text{ taninos } \text{mg L}^{-1} = (\text{IPT}_{(1280)} / 20) - (\text{mL L}^{-1} \text{ Antocianinas} / 1000)$$

A acidez total corresponde à soma dos ácidos tituláveis, foi estimada pela titulação do mosto com solução alcalina, até pH 7,0, utilizando-se azul de bromotimol como indicador.

A relação SS/AT foi obtida pela equação $\text{SS (}^{\circ}\text{Brix)} / \text{AT (mg g}^{-1}\text{)}$.

A determinação da intensidade de cor foi realizada com espectrofotômetro, utilizando o mesmo extrato da determinação de antocianinas, mas sem nenhum outro componente misturado. A leitura foi feita nos comprimentos de 520 nm para indicar a cor vermelha, 420 nm para indicar a cor amarela e 620 nm para indicar a cor roxa. A intensidade é dada pela soma das três leituras de absorbância.

As variáveis de qualidade da uva foram relacionadas com os atributos químicos do solo e a composição química do tecido por meio de correlação de Pearson ($p < 0,01$).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de antocianinas do mosto variou de 8,5 a 14,8 mg g^{-1} com média de 10,3 mg g^{-1} (Tabela 10). Resultados semelhantes foram relatados por Penter (2006) com uva Cabernet Sauvignon cultivada em solos da serra catarinense. Os teores de antocianinas apresentaram correlação positiva com os teores de N total, porém não foi significativa a 1 %. O aumento das concentrações de antocianinas com aplicação de teores moderados de N foi relatado em várias pesquisas (CHRISTENSEN et al., 1994; KELLER et al., 1998; DELGADO et al., 2004).

Tabela 10 - Características químicas da uva, de vinhedos Cabernet Sauvignon, cultivada sobre porta-enxerto Paulsen 1103, em solos de altitude na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Média de 21 glebas, com quatro repetições.

Gleba	Antocianinas	IPT	Taninos	pH	SS (°Brix)	AT	SS/AT	Intensidade de cor
	mg g ⁻¹	l280	mg L ⁻¹		%	meq L ⁻¹		
A	14,76	70	2,7	4,0	20,0	47	108	10,8
B	10,47	71	2,8	3,8	20,8	54	98	11,3
C	13,28	63	2,3	4,1	21,3	43	126	10,3
D	9,53	65	2,5	3,8	20,1	58	87	11,0
E	10,66	71	2,8	4,1	21,4	46	119	11,0
F	9,47	69	2,6	3,9	20,0	70	73	11,0
G	9,49	63	2,4	3,7	20,1	71	73	10,9
H	8,47	66	2,6	3,8	20,1	70	73	10,8
I	9,86	71	2,8	3,6	20,0	92	56	12,0
J	11,47	66	2,4	3,7	19,6	80	63	11,7
K	11,31	63	2,3	3,6	20,4	85	61	11,5
L	10,50	78	3,2	3,7	21,9	74	76	12,4
M	10,52	66	2,5	3,7	21,9	68	83	11,3
N	10,73	69	2,7	3,8	21,9	62	89	11,4
O	10,37	76	3,1	3,8	21,4	59	93	12,4
P	9,86	74	3,0	3,5	20,4	75	69	11,8
Q	9,71	75	3,0	3,6	20,3	69	75	12,0
R	8,46	72	2,9	3,6	19,0	69	71	11,3
S	9,32	77	3,1	3,5	19,8	71	71	11,7
T	9,53	77	3,1	3,7	20,4	67	77	12,4
U	9,47	73	3,0	3,7	20,3	63	83	12,4
Média	10,34	70	2,8	3,8	20,5	66	82	11,5
CV ^(a)	9,24	5,9	8,11	1,2	2,2	6,1	5,6	3,8
DMS ^(b)	2,5	10,9	0,58	0,1	1,2	10,6	12,1	1,2

SS = Sólidos solúveis (°Brix); IPT = Índice de polifenóis totais; AT = acidez total; SS/AT = relação entre sólidos solúveis e acidez total; CV – Coeficiente de Variação. DMS – Diferença mínima significativa, calculada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O teor de antocianinas no mosto se correlacionou positivamente com o teor de K no pecíolo ($r = 0,45$) evidenciado por algumas tendências nas correlações a

nível de 5 % de probabilidade, como com K extraível do solo, saturação por K na CTC e na folha. Os resultados mostraram-se consoantes com os citados por Dal Bó (1992), que observou aumentos de até 40 % nos níveis de antocianinas com aplicação de doses crescentes de K no solo.

Observou-se que a resposta para aumento do teor de N no solo é dependente do teor de K no solo, e vice-versa, conforme demonstrado por Delgado et al. (2004) que relataram que o aumento do N em solos com níveis baixos de K trocável, diminuiu os níveis de antocianinas, porém, quando o K estava em níveis suficientes, não houve resposta àquele nutriente. Por outro lado, a aplicação de altas doses de K pode também reduzir o teor de antocianinas no fruto, este efeito pode ser neutralizado pela aplicação de N (DELGADO et al., 2004), comportamento confirmado por Pagani (2008), que não observou efeito da aplicação de K na concentração de antocianinas dos frutos, em solo com alta disponibilidade de N. Assim, as aplicações de K e N no solo devem ser definidas em conjunto e devem considerar as reservas destes nutrientes no solo.

Observou-se correlação negativa entre teor de antocianinas e Mg trocável do solo ($r = -0,29$) e com saturação por Mg ($r = -0,32$). Este comportamento pode ser uma evidência do efeito antagônico entre os elementos K e Mg, pois, o aumento dos teores de K no solo foi associado aos teores de antocianinas, porém na presença de altos teores de Mg no solo, isso não ocorre.

O índice de polifenóis totais (IPT) variou de 63 a 78, com média de 70 (Tabela 10), teores que, segundo Hernández (2004), possibilita que as uvas sejam enquadradas em classificação para elaboração de vinhos de reserva e grande reserva. Observou-se correlação negativa do IPT com os teores de N total e Mg trocável do solo ($r = -0,43$ e $r = -0,29$, respectivamente, Tabela 11), com os teores de P, Ca nas folhas ($r = -0,38$ e $r = -0,34$; respectivamente, Tabela 13). Estes

resultados contrariam em parte as observações feitas por Brunetto (2008), Keller (2005) e Delgado et al. (2004), que observaram aumentos nos teores de polifenóis pela aplicação de N. As variações nos resultados de diferentes estudos sugerem que estas aparentes contradições resultam de outros fatores não considerados nas pesquisas, que também afetam a acumulação de polifenóis. É importante ressaltar que nas condições estudadas, o IPT do mosto situou-se em faixa considerada adequado para vinificação (HERNÁNDEZ, 2004).

Tabela 11 - Coeficientes de correlação de Pearson entre altitude, época de colheita e características químicas do solo e características qualitativas do mosto de uva, de vinhedos da cv Cabernet Sauvignon, enxertada sobre Paulsen 1103, cultivados em solos de altitude na serra catarinense, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Somente valores significativos foram apresentados $p < 0,01$.

Atributos da uva	Altitude	Época de colheita	pH água	Ca	Mg	K	P	K/Mg	CO	N total	N Mineral
Antocianinas	- 0,30	0,29			- 0,29						
IPT		- 0,57			- 0,29					- 0,43	
Taninos		- 0,59								- 0,47	
pH	- 0,38	0,71		- 0,44	- 0,49	0,49		0,70	- 0,30		
SS		0,30									- 0,49
AT	0,71	- 0,34		0,57	0,54		0,38	- 0,52	0,52	0,36	0,32
SS/AT	- 0,73	0,44		- 0,54	- 0,61		- 0,31	0,67	- 0,45		- 0,35
Intensidade de cor		- 0,58						- 0,29			

SS = Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); IPT = Índice de polifenóis totais; AT = acidez total; SS/AT = relação entre sólidos solúveis e acidez total. Valores de $r > 0,35$ possuem $p < 0,001$

As concentrações dos nutrientes P, Ca, Mg e N no tecido se correlacionaram negativamente com IPT do mosto, sendo todos nutrientes abundantes nos solos, ou aplicados via calagem (Ca e Mg), ou que tenham a matéria orgânica como fonte (P e N).

O teor de taninos do mosto variou de 2,3 mg L⁻¹ a 3,2 mg L⁻¹, com média 2,8 mg L⁻¹, (Tabela 10), com comportamento similar aos polifenóis, o que se justifica

porque são estimados indiretamente, a partir do índice de polifenóis totais e do teor de antocianinas. Assim como para IPT, as uvas também são classificadas pela concentração de taninos e por este critério, a faixa de valores observada possibilita a produção de vinhos de reserva (HÉRNANDEZ, 2004).

Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson entre CTC efetiva e saturação por Mg, Ca e K do solo e características qualitativas do mosto de uva cv. Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, de vinhedos cultivados em solos de altitude na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 84 observações. Safra 2007/08. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).

Atributos da uva	CTC efetiva	Saturação por Mg	Saturação por Ca	Saturação por K
Antocianinas		- 0,32		
IPT				
Taninos				
pH	- 0,49	- 0,35		0,71
SS				
AT	0,61	0,28		- 0,50
SS/AT	- 0,61	- 0,40		0,60
Intensidade cor				- 0,29

IPT = Índice de polifenóis totais; SS = Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); AT = acidez total; SS/AT = relação entre sólidos solúveis e acidez total. Valores de $r > 0,35$ possuem $p < 0,001$.

O valor de pH do mosto variou de 3,5 a 4,1 com média 3,8, situando-se em faixa acima da ideal para vinificação que é em torno de 3,30 (BLOUIN e GUIMBERTEAU, 2000). Valores altos de pH geralmente são associados à absorção elevada de K pela videira e conseqüente formação de sais com ânions de ácidos orgânicos, especialmente o tartarato, durante a maturação da uva (CHAMPAGNOL, 1984; WINKLER et al., 1974). Este efeito foi evidenciado pela correlação positiva do pH do mosto com os teores de K no solo, na folha e no pecíolo que resultaram coeficientes $r = 0,49$; $r = 0,40$ e $r = 0,68$, respectivamente. Observou-se, porém, que os coeficientes de correlação são maiores quando se consideram as relações K/Mg no solo, folha e pecíolo que mostraram valores $r = 0,70$; $r = 0,52$ e $r = 0,72$,

respectivamente. Resultado semelhante foi observado pela correlação do pH do mosto com a saturação por K na CTC do solo ($r = 0,71$). Por outro lado, o pH do mosto também se correlacionou negativamente com Mg e Ca trocáveis e C orgânico ($r = - 0,49$; $r = - 0,44$; $r = - 0,30$; respectivamente), com teores de Mg no pecíolo ($r = - 0,44$;) e ainda com CTC do solo ($r = - 0,49$, Tabela 12). Estes resultados estão de acordo com resultados obtidos por Morris et al. (1980), Morris e Cawthon (1982), Dundon et al. (1984), Dal Bó (1993), Brancadoro et al. (1994) e Delgado et al. (2004) que relataram aumento do pH e a redução da acidez como resultado da aplicação de K no solo, bem como com Ruhl (1989) que observou que a concentração do K nos pecíolos de videira se correlacionou com o aumento do pH do suco de uva e diminuição da acidez.

Tabela 13 - Coeficientes de correlação de Pearson entre os teores de macronutrientes no tecido (folha e pecíolo) e as características qualitativas do mosto de uva de vinhedos cv. Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, cultivados em solos de altitude na serra catarinense, São Joaquim, SC. Safra 2007/08. Valores de 84 observações. Somente valores significativos são apresentados ($p < 0,01$).

Atributos uva	N	P	K	Ca	Mg	K/Mg	N	P	K	Ca	Mg	K/Mg
	Folha						Pecíolo					
Antocianinas				0,33					0,45			0,32
IPT		- 0,38		- 0,34			- 0,23					
Taninos		- 0,37		- 0,36								
pH			0,40			0,52			0,68		- 0,44	0,72
SS										- 0,35		
AT					0,32	- 0,41			- 0,42		0,33	- 0,49
SS/AT			0,32		- 0,35	0,52			0,52		- 0,36	0,59
Intensidade cor									- 0,33			- 0,34

IPT = Índice de polifenóis totais; SS = Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); AT = acidez total; SS/AT = relação entre sólidos solúveis e acidez total. Valores de $r > 0,35$ possuem $p < 0,001$

O teor de SS, variou de 19 até 22 $^{\circ}$ Brix, com média 20,5 $^{\circ}$ Brix (Tabela 10).

Estes valores são equivalentes aos resultados obtidos com a mesma cultivar em

solos de altitude por Rosier et al. (2004) e Pagani (2008), que obtiveram valores de sólidos solúveis totais entre 19 e 20 °Brix. Os teores de SS apresentaram correlação negativa com N Mineral ($r = -0,49$, Tabela 11) e com o teor de Ca no pecíolo ($r = -0,35$). A correlação negativa com N mineral do solo pode estar relacionada com o “efeito de diluição”, considerando que este elemento contribui no crescimento vegetativo e na presença de altos teores de N mineral, pode causar crescimento excessivo da planta (AHALWAT e YAMDAGNI, 1988).

A acidez total do mosto variou de 43 a 92 $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ (Tabela 10) com média 66,3 $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, inferiores aos obtidos por Rizzon e Miele (2002) em vinhedos de Cabernet Sauvignon enxertado sobre porta-enxerto SO4, em Bento Gonçalves, RS, onde em seis safras obteve média 120 $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, e também de Manfroí (2004) que observou em Cabernet Franc, acidez total em torno de 130 $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$. Estas diferenças podem estar relacionadas com o porta-enxerto utilizado, manejo de fertilização e às diferenças edafoclimáticas entre as regiões estudadas.

Os valores de acidez total mostraram correlação positiva, especialmente, com os elementos que contribuem mais com o crescimento da planta, como CTC do solo e seus principais componentes, Ca e Mg trocáveis ($r = 0,61$; $r = 0,57$; $r = 0,54$, respectivamente, Tabela 11), assim como com o N, através das variáveis: C orgânico e N total, que apresentaram coeficientes $r = 0,52$ e $r = 0,36$, respectivamente, e também com o P extraível do solo ($r = 0,38$). Por outro lado, observou-se correlação negativa com a relação K/Mg e a saturação por K do solo ($r = -0,52$ e $r = -0,50$, respectivamente). A acidez total evidenciou alta relação com os atributos do solo, sendo que as correlações mostraram justamente o inverso do comportamento do pH do mosto. Estes resultados estão em consonância aos observados por Brunetto (2008) que relatou aumento na acidez total do mosto de Cabernet Sauvignon com a aplicação de nitrogênio no solo. Resultado análogo foi demonstrado por Pacheco et

al. (1997), que constatou elevação da acidez total do mosto pela aplicação de nitrogênio no solo e diminuição com o aumento da fertilização potássica.

Observou-se que o K extraível do solo deve ser considerado nos programas de fertilização. Considerando que a média do teor de acidez total é baixo comparado aos valores encontrados por outros autores, medidas cautelosas na fertilização potássica podem ser benéficas.

Por outro lado, alguns nutrientes mostraram associação positiva com a acidez total e aparentemente contribuem para o aumento da acidez total, entre eles o N e Mg. Deve-se considerar que o N disponível nos solos estudados é proveniente, principalmente, da matéria orgânica nativa e a aplicação de N mineral tem sido evitada, por conta dos altos teores de matéria orgânica nos solos da região. Sendo assim, o adequado manejo do solo, que visa disponibilizar N para a videira na quantidade necessária e nos períodos de maior demanda continua sendo um desafio para pesquisadores e viticultores. A necessidade de correção do pH do solo para aumentar teores de Ca e Mg e neutralizar os efeitos do Al fitotóxico, aumenta também a atividade microbiana que mineraliza o N da matéria orgânica. Porém, esta disponibilização do N para as plantas também é influenciada pelo regime de chuva e pela temperatura do solo. Por outro lado, os baixos valores de ácidos totais podem estar relacionados com outros fatores, além dos nutricionais.

Os baixos valores de acidez total encontrados justificam a alta relação entre sólidos solúveis e acidez total (SS/AT) que constitui um índice de qualidade e monitoramento da maturação da uva. Esta relação apresentou média de 82 (Tabela 10). Valores semelhantes de relação SS/AT em Cabernet Sauvignon foram obtidos também por Penter et al. (2008) e Pagani (2008). Porém, este valor é elevado se comparado ao citado por Rizzon e Miele (2002) que na safra de 1991, considerada uma das melhores para uva Cabernet Sauvignon, obtiveram relação SS/AT de 28.

A intensidade de cor é também um indicador de qualidade das uvas viníferas. As análises de correlação para este atributo mostram redução de intensidade na medida em que aumentaram os teores de K no solo, sendo que o maior coeficiente de correlação foi observado com K/Mg do solo ($r = - 0,29$), esta relação é mais estreita com os teores de K no pecíolo ($r = - 0,33$) e a relação K/Mg no pecíolo ($r = - 0,34$, Tabela 13).

A época de colheita também influenciou a qualidade das uvas, na época mais tardia observaram-se menores valores de IPT, taninos, acidez total e intensidade de cor das uvas, atributos que apresentaram coeficientes de correlação $r = - 0,57$; $r = - 0,59$; $r = - 0,34$ e $r = - 0,58$, respectivamente, em relação à época de colheita (Tabela 1 e 11). Por outro lado, também se observou correlação positiva para os teores de SS e antocianinas ($r = 0,30$ e $0,28$, respectivamente), especialmente com o pH do mosto ($r = 0,71$). Estas relações demonstram que não há vantagem em se estender demasiadamente o ciclo, com colheita muito tardia, pois neste caso pode diminuir a qualidade do mosto, principalmente em relação a acidez total, que já era baixa, e ao pH do mosto, que se torna muito alto. Além disso, estendendo o tempo de maturação, aumentam os riscos com excesso de chuvas e até de geadas, que podem ocorrer nesta época.

Com relação à altitude, observou-se que as uvas cultivadas em áreas mais altas, apresentaram correlação positiva com acidez total e negativa com pH do mosto e teores de antocianinas ($r = 0,71$; $r = - 0,38$ e $r = - 0,30$, respectivamente). Estes valores mostraram-se consoantes com Fregoni (1973) que observou diminuição da temperatura média no monte Etna na Itália com o aumento da cota altitudinal com correspondente diminuição no conteúdo de açúcar ($0,5 - 1$ °Brix a cada 200 m) e aumento de acidez ($0,1$ % a cada 100 m). O aumento da acidez total

e diminuição do pH do mosto nestes vinhedos é favorável para melhorar a qualidade de vinificação das uvas, porém, a diminuição das antocianinas não é desejável.

Por outro lado, a correlação positiva verificada entre altitude e os atributos do mosto, pode ser justificada também pela calagem. Considerando que estes atributos estão principalmente relacionados com N, Mg e Ca do solo, elementos afetados também pelo manejo de correção da acidez, que tende a ser feita com doses maiores nos locais mais elevados, que possuem teores maiores de matéria orgânica, tornando o solo mais tamponado para acidez.

3.6 CONCLUSÕES

O mosto de uva apresentou teores adequados para vinificação de SS, IPT e antocianinas, porém, valores de pH elevados e teores de AT baixos.

O pH do solo e os teores de C orgânico e a disponibilidade de N associada, não afetaram de forma direta a qualidade do mosto em relação às variáveis quantificadas.

O teor de K no solo se correlacionou positivamente com o pH do mosto e negativamente com AT do mosto.

A época de colheita se correlacionou positivamente com a relação SS/AT e o pH e negativamente com a intensidade de cor do mosto

O uso dos valores da saturação dos cátions Ca, Mg e K na CTC do solo na análise de correlação apresentaram maiores coeficientes de correlação, permitindo melhor interpretação quanto à sua influência nas características do mosto. Assim como, a análise de correlação entre os teores dos nutrientes do solo conjuntamente com os teores no tecido foliar, permitem maior confiabilidade dos resultados obtidos.

4 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os solos cultivados com Cabernet Sauvignon na serra catarinense apresentam altos teores de C orgânico, N total, K, Ca e Mg e pH médio, decorrente da calagem e adubação dos solos.

O pH do solo se correlaciona positivamente com Ca e Mg trocáveis e também com os teores de N, Ca e Mg no tecido foliar. Porém, na faixa encontrada (5,1 a 6,7), o pH não se correlacionou com a incidência de doenças de cacho, dessecamento de ráquis, qualidade de fruto e o rendimento.

Apesar da grande variação nos teores de matéria orgânica no solo, estes não se correlacionaram significativamente com os teores de N no tecido foliar e com a produtividade. Altos teores de MO e N total do solo se associaram com maior incidência de doenças no cacho e dessecamento de ráquis e com maior teor de acidez total da uva e menor teor de SS.

O teor do K do solo se correlacionou positivamente com seu teor no tecido foliar e com doenças e dessecamento da ráquis e negativamente com o teor de Mg no tecido, mostrando caráter antagônico sobre este nutriente na absorção pela videira.

Na qualidade de fruto observou-se maior associação com o K do solo mostrando correlação positiva com os teores de antocianinas, SS, relação SS/AT e com pH do mosto, e negativa com a acidez e a intensidade de cor da uva.

Os resultados deste estudo possibilitam indicar desenhos experimentais de pesquisas futuras que possam isolar os efeitos das variáveis estudadas. Neste

sentido, sugerem-se pesquisas envolvendo a aplicação de tratamentos, com diferentes doses de calcário, faixas e relações de teores de nutrientes no solo, especialmente K, Mg e N.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERNY, J. Définition de la qualité de la vendange. **Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture**, Nyon, v. 17, n. 4, p. 219-223, 1985.

AHLAWAT, V.P.; YAMDAGNI, R. Effects of various levels of nitrogen and potassium application on growth yield and petiole composition on grapes cv. Perlette. **Progressive Horticulture**, Chaubattia, v. 20, n. 3-4, p. 190-196, 1988.

AHMEDULLAH, M.; ROBERTS, S. Effect of soil-applied nitrogen on the yield and quality of Concord grapevines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Washington, **Proceeding...** Washington, The American Society for Enology and Viticulture, 1991. p. 200-201.

ALMEIDA, J. A.; ERNANI, P. R.; MAÇANEIRO, K. C. Recomendação alternativa de calcário para solos altamente tamponados do extremo Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 651-656, 1999.

ARRUDA, M. C. de; BRON, I. U.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A. **Transformações bioquímicas na pós-colheita de produtos hortícolas**. Texto da Disciplina Pós-colheita de Produtos Hortícolas – ESALQ-USP. 2007. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/download/Aula2012_09.pdf> Acesso em: 05 jan. 2009.

ASSOCIACION DE EXPORTADORES DE CHILE. **Fruta fresca chilena de exportacion**: – uva de mesa – Manual de productos. Santiago, 1997. p. 2-13.

BAVARESCO, L.; FREGONI, M.; FRASCHINI, P. Investigation on some physiological parameters involved in chlorosis occurrence in grafted grapevines. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 15, p. 791-807, 1992.

BEER, D.; JOUBERT, E.; GELDERBLOM, W. C. A.; MANLEY, M. Phenolic compounds: A review of their possible role as in vivo antioxidants of wine. **South African Journal for Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 23, n. 2, p. 48-61, 2002.

BELL, J. S. The effect of nitrogen fertilization on growth, yield, and juice composition of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon grapevines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Washington.

Proceeding... Washington, The American Society for Enology and Viticulture, 1991. p.206-210.

BERTRAND, A.; INGARGIOLA, M. C.; DELAS, J. Effects of nitrogen fertilization and grafting on the composition of must and wine from Merlot grapes, particularly on the presence of ethyl carbamate. In: BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. Maturation et maturité des raisins. Bordeaux: Féret, 2000. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Washington. **Proceeding...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991. p. 215-220.

BEVILAQUA, G. A. P. Avaliações físico-químicas durante a maturação de videiras cultivadas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n.3, p 151-156, 1995.

BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. **Maturation et maturité des raisins**. Bordeaux: Féret, 2000. 151 p.

BRANCADORO, L.; VALENTI, L.; REINA, A.; SCIENZA, A. Potassium content of grapevine during the vegetative period: The role of the rootstock. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 17, n. 12, p. 2165-2175, 1994.

BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B.; RHEINHEIMER, D. S. Recuperação e distribuição do nitrogênio fornecido a videiras jovens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1299-1304, 2006.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B. de; LOURENZI, C. R.; FURLANETTO, V.; MORAES, A. Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: produtividade e características químicas do mosto da uva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n.2, p. 389-393, 2007.

BRUNETTO, G. **Nitrogênio em videira: recuperação, acumulação e alterações na produtividade e na composição da uva**. 2008. 139 p. (Doutorado em ciência do solo) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2008.

BURLINGAME, B. Wine: Food of poets and scientists. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 21, p. 587-588, 2008.

CABANNE, C.; DONECHE, B. Calcium accumulation and redistribution during the development of grape berry. **Vitis**, Landau, v. 42, n. 1, p. 19-21, 2003.

CABRITA, M. J.; SILVA, J. R.; LAUREANO, O. Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. 2003. Disponível em: <<http://www.isa.utl.pt/riav/Pdf/MemoriadelSeminario2003.3.pdf>> Acesso em 20 ago. 2008.

CARVALHO, V. D. de; CHITARRA, M. I. F. Aspectos qualitativos da uva. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 117, p. 75-79, 1984.

CAMARGO, F. A. O.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; VIDOR, C. Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 1999. p. 117-137.

CASSOL, P. C. ; PAGANI, T. B. ; RUFATO, L. ; MAFRA, M. S. H. ; SILVA, L. C. ; SCHLEMPER, C. ; ZACCA FERREIRA, E. . 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. Ciência do solo no RS e SC: Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2008.

CHAMPAGNOL, F. **Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale**. Déhan: François Champagnol, 1984. 351 p.

CHAMPAGNOL, F. Le desséchement de la rafle. **Progrès Agricole et Viticole**, Paris, v. 98, n. 19, p. 668-673, 1981.

CLEMENT, P. Le dessechement de la rafle della vigne. **Progrès Agricole et Viticole**, Paris, v. 95, n. 2, p. 43-45, 1978.

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.

CHRISTENSEN, P. L.; BIANCHI, M. L.; PEACOCK, W. L.; HIRSCHFELT, D. J. Effects of nitrogen fertilizer timing and rate of inorganic nitrogen status, fruit composition, and yield of grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.45, n. 4, p. 377-387, 1994.

CHRISTENSEN, P. L.; KASIMATIS, A. N.; JENSEN, F. L. **Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley**. Berkely: University of California, Division of Agricultural Science, 1978. (Publication n. 4087)

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – SC/RS. **Manual de adubação e de calagem para Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CONRADIE, W. J. Seasonal uptake of nutrients by Chenin Blanc in sand culture I. Nitrogen. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 1, n. 1, p. 59-65, 1980.

CONRADIE, W. J. Liming and choice of rootstocks as cultural techniques for vines in acid soils. **South African Journal for Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 4, n. 2, p. 39-44, 1983.

CONRADIE, W. J. Distribution and translocation of nitrogen absorbed during early summer by two-year-old grapevines in sand culture. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 42, n. 3, p. 180-190, 1991.

CONRADIE, W. J.; SAAYMAN, D. Effects of long-term nitrogen, phosphorous and potassium fertilization on Chenin Blanc vines. I Nutrient demands and vines performance. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 40, n. 2, p. 85-90, 1989.

DABAS, A. S.; JINDAL, P. C. Effects of boron and magnesium sprays on fruit bud formation, berry set, berry drop and quality of Thompson seedless grape (*Vitis vinifera* L.). **Indian Journal of Agricultural Research**, Karnal, v. 19, n. 1, p. 40- 44, 1985.

DAL BÓ, M. A. Nutrição e adubação da videira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 4, p. 32-35, 1992.

DAL BÓ, M. A.; BECKER, M.; BASSO, C.; STUKER, H. Levantamento do estado nutricional da videira em Santa Catarina por análise de solo e tecido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 335-340, 1989.

DELGADO, R.; MATÍN, P.; ÁLAMO, M.; GONZÁLEZ, M. R. Changes in the phenolic composition of grape berries during ripening in relation to vineyard nitrogen and potassium fertilisation rates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 84, n. 7, p. 623-630, 2004.

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

DUNDON, C. G.; SMART, R. E.; MCCARTHY, M. G. The effects of potassium fertilizer on must and wine potassium levels of Shiraz grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 35, n. 4, p. 200-205, 1984.

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

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 406p.

ERNANI, P. R. Adubação e calagem para frutíferas de clima temperado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira Ciência do Solo, 2003, p. 1-12.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

ERNANI, P.R.; RIBEIRO, M.S.; BAYER, C. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 825-831, 2001.

ETOURNEAUD, F., LOUE, A.. Petiolar diagnosis of grapevine in relation to the interpretation of soil analysis for potassium and magnesium. 3e Symposium International sur la Physiologie de la Vigne; 1986; Bordeaux. p 240–246. 1986.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Absorção de nutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p 115-152.

FOGAÇA, A. de O. **Avaliação do estado nutricional de vinhedos e sua correlação com a produção de uvas viníferas de qualidade**. 2005. 75 p. Dissertação Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 2005.

FRÁGUAS, J. C. **Tolerância de porta-enxerto de videira ao alumínio trocável do solo**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1992. 10p.

FRÁGUAS, J. C.; SÔNEGO, O. R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. O dessecamento do cacho de uva. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1996. 4p. (Comunicado Técnico, 19)

FRÁGUAS, J. C. **Sintomatologia da toxidez do alumínio em porta-enxertos de videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1996. 20p.

FREGONI, M. Ecologia e viticultura: adattamento degli obiettivi della produzione all'ambiente natural. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE LA VITICULTURA, 12, Ciudad de México, XII: **Actas...** 1973. p.9-25.

FREGONI, M. **Nutrizione e fertilizzazione della vite**. Bologna: Edagricole, 1980. 418p.

FREGONI, M. **Viticultura di qualità**. Bologna: ed. Autor, 1998. 705p.

GARCIA, M.; DAVERADE, P.; GALLEGU, P.; TOUMI, M. Effects of various potassium-calcium ratios on cation nutrition of grape grown hydroponically. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 22, p. 3, p. 417-425, 1999.

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

GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução da vinificação para elaboração de vinhos finos. In: REGINA, M. A. (Ed). **Viticultura e enologia**: atualizando conceitos. Caldas: EPAMIG – FECD, 2001, p. 179-192.

HAESLER, C.W.; SMITH, C.B.; KARDOS, L.T.; FLEMING, H. K. Response of mature vines of *Vitis Labrusca* L. cv Concord to application of phosphorous and potassium over an eight-year span in Pennsylvania. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 31, n. 3, p. 237-244, 1980.

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.

ILAND, P. G.; COOMBE, B. G. Malate, tartrate, potassium, and sodium in flesh and skin of Shiraz grapes during ripening: Concentration and compartmentation. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 39, p. 71-76, 1988.

ILAND, P.; BRUER, N.; EDWARDS, G.; WEEKS, S.; WILKES, E. **Chemical analyses of grapes and wine**: Techniques and concepts. Australia: Campbelltown, 2004. 48p.

KELLER, M.; POOL, R. M.; HENICK KLING, T. Excessive nitrogen supply and shoot trimming can impair colour development in Pinot Noir grapes and wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 5, p. 45-55, 1999.

KELLER, M. **Nitrogen** - Friend or foe of wine quality. Disponível em: <<http://www.practicalwinery.com/SeptOct05/septoct05p24.htm>> Acesso em: 22 nov. 2005.

KELLER, M., ARNINK, K.J.; HRAZDINA, G. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison: I. Effects on grapevine growth, fruit development, and ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 49, p. 333-340. 1998.

KELLER, M.; HRAZDINA, G. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison: II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 49, p. 341-349, 1998.

KELLER, M.; KUMMER, M.; VASCONCELOS, M. C. Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 7, p. 12-18, 2001.

KENNEDY, J. A.; TROUP, G. J.; PILBROW, J. R.; HUTTON, D. R.; HEWITT, D.; HUNTER, C. R.; RISTIC, R.; ILAND, P. G.; JONE, G. P. Development of seed polyphenols in berries from *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 6, p. 244-254, 2000.

LANYON, D.M.; CASS, A.; HANSEN, D. **The effect of soil properties on vine performance**. CSIRO, 2004. (Land and Water Technical Report, 34)

LINSENMEIER, A. W.; LOOS, U.; LOHNERTZ, O. Must composition and nitrogen uptake in a long-term trial as affected by timing of nitrogen fertilization in a cool-climate Riesling vineyard. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 59, p. 255-264, 2008.

LIZANA, L. A.; ABARCA, A. Madurez de cosecha en uva Thompson Seedless I: Prospeccion del índice de cosecha sólidos solubles/acidez em relacion a sólidos solubles em distintas zonas del país. **Simiente**, Santiago, v. 57, n. 3, p. 100, 1987.

LOUË, A. Le diagnostic foliaire (ou petiolaire) dans le enquetes de nutrition minerale des vignes. **Progrès Agricole et Viticole**, Montpellier, v. 107, n. 20, p. 439-453, 1990.

LÖHNERTZ, O. Soil nitrogen and the uptake of nitrogen in grapevines of the In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle, **Proceedings**... Washington, 1991. p. 1-11.

MÁJER, J. Magnesium supply of the vineyards in The Balaton-highlands. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 652, p, 175-182, 2004.

MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L. A.; BARRADAS, C. I. N.; SOUZA, P. V. D. Evolução da maturação da uva Cabernet Franc conduzida no sistema lira aberta. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 306-313, 2004.

MARASCHIN, R. P. **Caracterização química de vinhos Cabernet Sauvignon produzidos na Serra Gaúcha (Ênfase em compostos fenólicos)**. 2003. Dissertação de mestrado do curso de Biotecnologia do Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.

MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. (Ed.) **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982, p. 163-180.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MELO, L. M. R. Anuário brasileiro de uva e do vinho. Gazeta Santa Cruz, 2004.

MEURER, E. J. Potássio. In FERNADES, M. S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.281-298.

MOLNÉ, I.; DOMINGO, R. Abonado annual. Analisis foliar. Intrepretacion de resultados en viña. **Nutrifitos**, v. 17, p. 7-16, 1991.

MORRIS, J. B.; CAWTHON, D. L. Effects of irrigation, fruit load, and potassium fertilization on yield, quality, and petiole analysis of Concord (*Vitis labrusca* L.) grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 33, n. 3, p. 145-148, 1982.

MORRIS, J.B.; CAWTHON, D.L.; FLEMING, J. W. Effects of high rates of potassium fertilization on raw products quality and change in ph and acidity during storage of

Concord grape juice. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 31, n. 4, p. 323-328, 1980.

MORRIS, J. R.; SPAYD, S. E.; CAWTHON, D. L. Effects of irrigation, pruning severity and nitrogen levels on yield and juice quality of Concord grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 34, p. 229-233, 1983.

MULLINS, F.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. **Biology of the grapevine**. Cambridge: University Press, 1992.

NOGUEIRA, D. J. P. Porta-enxertos de videira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 117, p. 22-24, 1984.

NOGUEIRA, D. J. P.; FRÁGUAS, J. C. Nutrição da videira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 117, p. 29-47, 1984.

OLLAT, N.; GAUDILLÈRE, J. P. Investigation of assimilates import mechanisms in berries of *Vitis vinifera* var. Cabernet Sauvignon. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 427, p. 141-149, 1996.

PACHECO, C.; CALOURO, F.; MOTA, T.; GARRIDO, J.; CASTRO, R. Influência do azoto, fósforo e potássio na produção e qualidade do mosto da *Vitis vinifera* cv. Loureira na região dos vinhos verdes. **Actas de Horticulura**, Vilamoura, v. 18, p. 11-15, 1997.

PAGANI, T. B. **Rendimento e qualidade de uva e teores de nutrientes em solo e tecido vegetal em vinhedo cultivado na serra catarinense sob adubação com n, k, cama de suíno e serragem**. 2008. 76 p. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo). Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2008.

PEARSON, R. G.; GOHEEN, A. C. **Compendium of grape diseases**. Minnesota: APS, 1988. 93p.

PENTER, F.; RUFATO, L.; KRESZTCHMAR, A. A.; SILVA, L. C. da; FICAGNA, P. R.; BRIGHENTI, A. F.; MADEIRA, F. C.; CONGIU, G. A.; MARCONFILHO, J. L. Características físico-químicas em diferentes cultivares de uvas viníferas produzidas em regiões de altitude. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20, ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54, Vitória, Anais... 2008.

POMMER, C. V. **Uva: Tecnologia de produção, pós colheita, mercado**. Porto alegre: Cinco Continentes, 2003. 778 p.

PONI, S.; QUARTIERI, M.; TAGLIAVINI, M. Potassium nutrition of Cabernet Sauvignon grapevines (*Vitis vinifera* L.) as affected by shoot trimming. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 253, n. 2, p. 341-351, 2003.

PRATT, C. Reproductive anatomy in cultivated grapes. A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 22, p. 109, 1971.

RENAUD, S.; DE LORGERIL, M. Wine, alcohol, platelets, and french paradox for coronary heart disease. **Lancet**, v. 339, p. 1523-1526, 1992.

REUVENI, M. Post-infection applications of K_3PO_3 , phosphorous acid and dimethomorph inhibit development of downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapes. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, v. 5, p. 27-38, 1997.

RIBÉREAU-GAYON, P., **Plant phenolics**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1972. p. 169-197.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DONÈCHE, B.; DUBORDIEU, A.; LONVAUD, A. **Traide d'enologie: microbiologie du vin**: vinifications. Paris: Editorial Dunod, 1998. 185p.

RIBÉREAU-GAYON, J.; PEYNAUD, É.; RIBÉREAU-GAYON, P.; SUDRAUD, P. **Carattere dei vini, Maturazione dell'uva, Lieviti e batteri**: trattato di scienza e tecnica enologica. Brescia: AEB, 1986. v. 2, 424p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Le dosage des antocyanines dans les vins rouges. **Bulletin de la Société Chimique de France**, Paris, v. 9, n. 419, p. 2649-2652, 1965.

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

RIZZON, L.A.; ZANUZ, M.C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 179-183, 1998.

ROSIER, J. P.; BRIGUENTI, E.; SCHUCK, E.; BONIN, V. Comportamento da variedade Cabernet Sauvignon cultivada em vinhedos de altitude em São Joaquim - SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 2004, Florianópolis. Anais. 2004.

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.

RUHL, E. H. Uptake and distribution of potassium by grapevine rootstocks and its implication for grape juice pH of scion varieties. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Meulbourne, v. 29, n. 5, p. 707-712. 1989.

SAAYMAN, D. Klimaat, grond, en wingerdbougebiede. In: BURGER, J.; DEIST, J. (Eds.) **Wingerdbou in Suid-Afrika**, 1981. p. 48-66.

SAAYMAN, D.; LAMBRECHTS, J. J. N. The effect of irrigation system and crop load on the vigour 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.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4th ed. Belmont: Wadsworth, 1992, 682 p.

SILVA, F. C. **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 322p.

SILVA, L.C. da; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; BRIGHENTI, A. F.; SCHLEMPER, C. Níveis de produção em vinhedos de altitude da cv. Malbec e seus efeitos sobre os compostos fenólicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 675-680, 2008.

SKINNER, P. W.; MATTHEWS, M. A. A Novel interaction of magnesium translocation with the supply of phosphorous to root of grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 13, p. 821-826, 1990.

SONEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R. **Avaliação da eficácia de algumas marcas comerciais de fosfito de potássio e de fosfonato de potássio no controle do míldio da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Circular técnica, 60)

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

STOREY, R. Potassium localization in the grape berry pericarp by energy-dispersive X-Ray microanalysis. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 38, p. 301-309, 1987.

TAGLIAVINI, M.; SCUDELLAZI, D.; MARANGONI, B.; TOSELLI, M. Nitrogen fertilization management in orchards to reconcile productivity and environmental aspects. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 43, n. 1/3, p. 93-102, 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artemed, 2004. 719 p.

TEBALDI, F. L. H.; SILVA, J. F. C. da; VASQUEZ, H. M.; THIEBAUT, J. T.L. 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.

TECCHIO, M. A. Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niagara Rosada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1056-1064, 2006.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 215p. (Boletim Técnico de Solos, 5)

TONIETTO, J. Diagnóstico nutricional das videiras Isabel e Concord através da análise foliar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 185-194, 1994.

USHA, K.; SINGH, B. Effects of macro and micro-nutrients spray on fruit yield quality of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Perlette. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 594, p. 197-202, 2002.

VINSON, J.A.; JANG, J.; YANG, J.; DABBAGH, Y.; LIANG, X.; SERRY, M.; PROCH, J.; CAI, S. Vitamins and especially flavonoids in common beverages are powerful in vitro antioxidants which enrich lower density lipoproteins and increase their oxidative resistance after ex vivo spiking in human plasma. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 47, p. 2502 - 2504, 1999.

WICKS, T. J.; MAGAREY, P. A.; WACHTEL, M. F.; FRENSHAM, A. B. Effect of postinfection of phosphorous (Phosphonic) acid on the incidence and sporulation of *Plasmopara viticola* on grapevine. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, p. 40-43, 1991.

WILLIAMS, L. E.; BISCAY, P. J. Partitioning of dry weight, nitrogen, and potassium in Cabernet Sauvignon grapevines from anthesis until harvest. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 42, n. 2, p. 113-116, 1991.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General Viticulture**. Berkeley: University of California Press, 1974. 710p.

WINKLER, A. J. et al. **General viticulture**. Berkeley: University of California Press, 2002.

WOLF, T. K.; HEASELER, C. W.; BERGMAN, E. L. Growth and foliar elemental composition of Seyvel Blanc grapevines as affected by four nutrient solution concentration of nitrogen, potassium and magnesium. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 34, n. 4, p. 271-277, 1983.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Correlações entre pH_{CaCl} e Ca e Mg trocável e K extraível do solo.

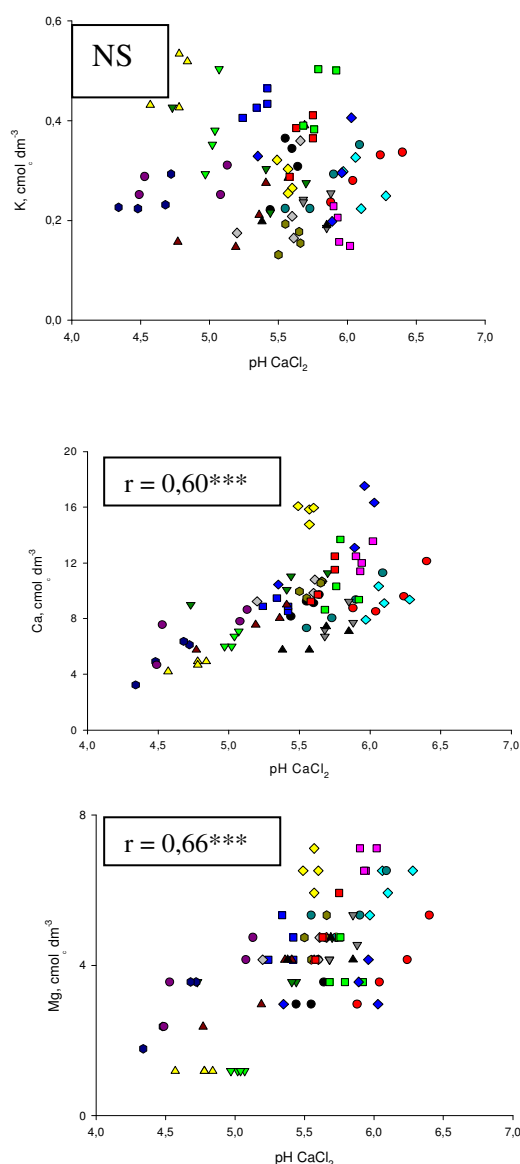
APÊNDICE B – Correlações negativas entre K extraível do solo e teor de Mg no pecíolo (a) teor de Mg trocável do solo e teor de K no pecíolo (b) e correlação positiva entre teor de K no solo e o teor deste no pecíolo (c).

APÊNDICE C – Correlação positiva entre N total do solo e incidência de doenças.

APÊNDICE D – Distribuição de frequências de pH em água, Matéria orgânica, CTC efetiva no solo e relação K/Mg no pecíolo

APÊNDICE E – Distribuição de frequências dos teores de Ca e Mg trocáveis e K extraível do solo

APÊNDICE A – Correlações entre pH CaCl_2 e Ca e Mg trocável e K extraível do solo.

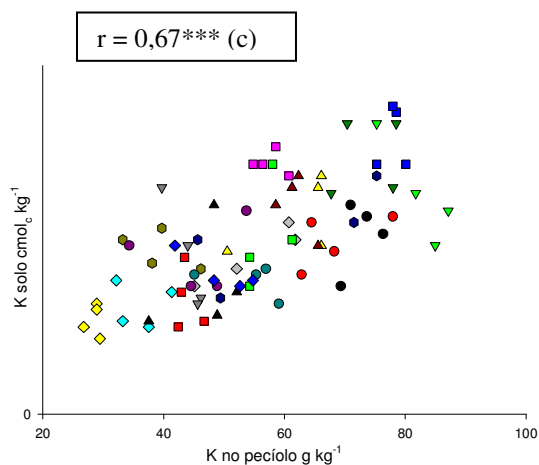
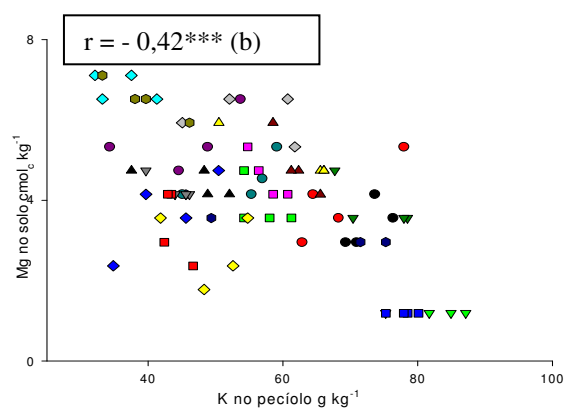
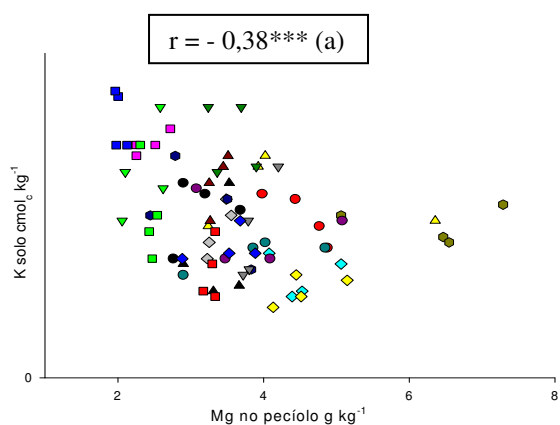


Correlação entre pH CaCl_2 e os teores de Ca e Mg trocável e K extraível do solo. Camada 0 – 20 cm. Em vinhedos cv. Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, cultivados em solos de altitude na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 84 observações, provenientes de 21 glebas. Safra 2007/08.

*** Nível de significância a 0,1%.

NS - Não significativo.

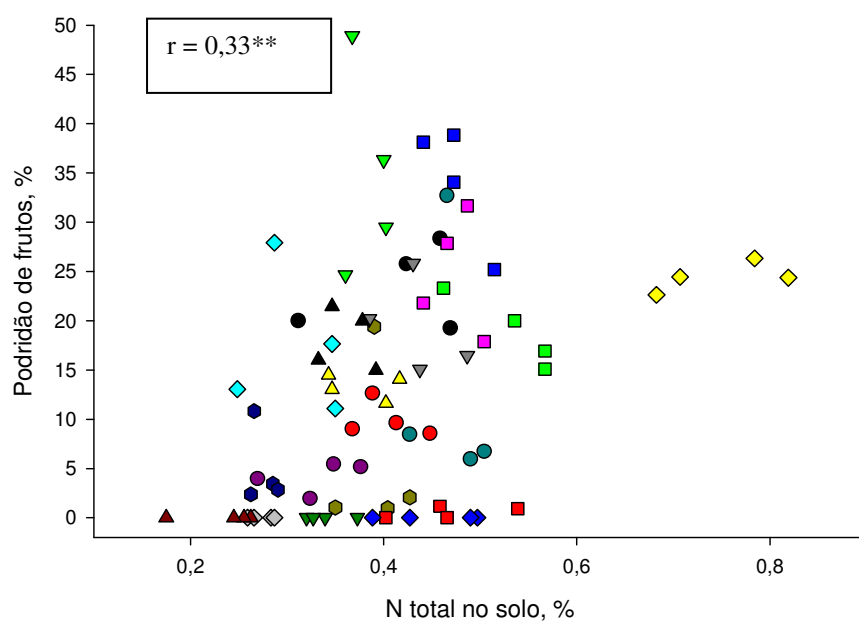
APÊNDICE B – Correlações negativas entre K extraível do solo e teor de Mg no pecíolo (a) teor de Mg trocável do solo e teor de K no pecíolo (b) e correlação positiva entre teor de K no solo e o teor deste no pecíolo (c).



Correlação entre K extraível do solo e teor de Mg no pecíolo e teor de Mg trocável do solo e teor de K no pecíolo. Camada de 0 a 20 cm, amostragem de tecido realizada no veraison. Em vinhedos cv. Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, cultivados em solos de altitude na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 84 observações, provenientes de 21 glebas. Safra 2007/08.

*** Nível de significância a 0,1%.

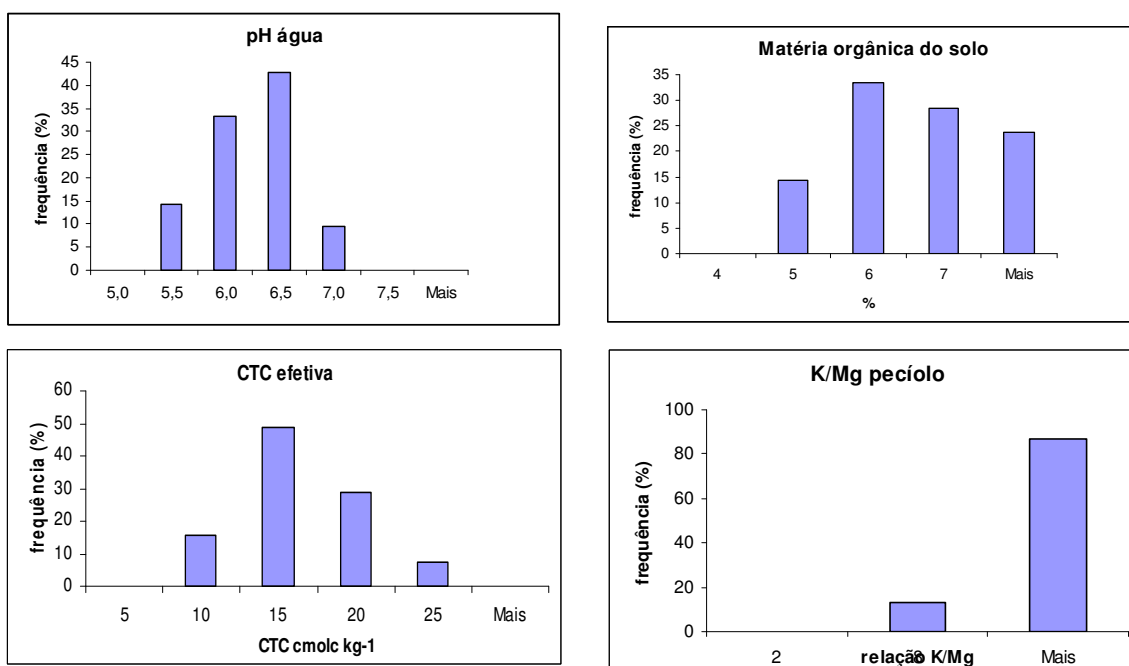
APÊNDICE C – Correlação positiva entre N total do solo e incidência de doenças.



Análise do solo realizada na camada de 0 a 20 cm, análise das doenças (*Botrytis cinérea* e *Glomerella cingulata*) na colheita da uva. Em vinhedos cv. Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, cultivados em solos de altitude na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 84 observações, provenientes de 21 glebas. Safra 2007/08.

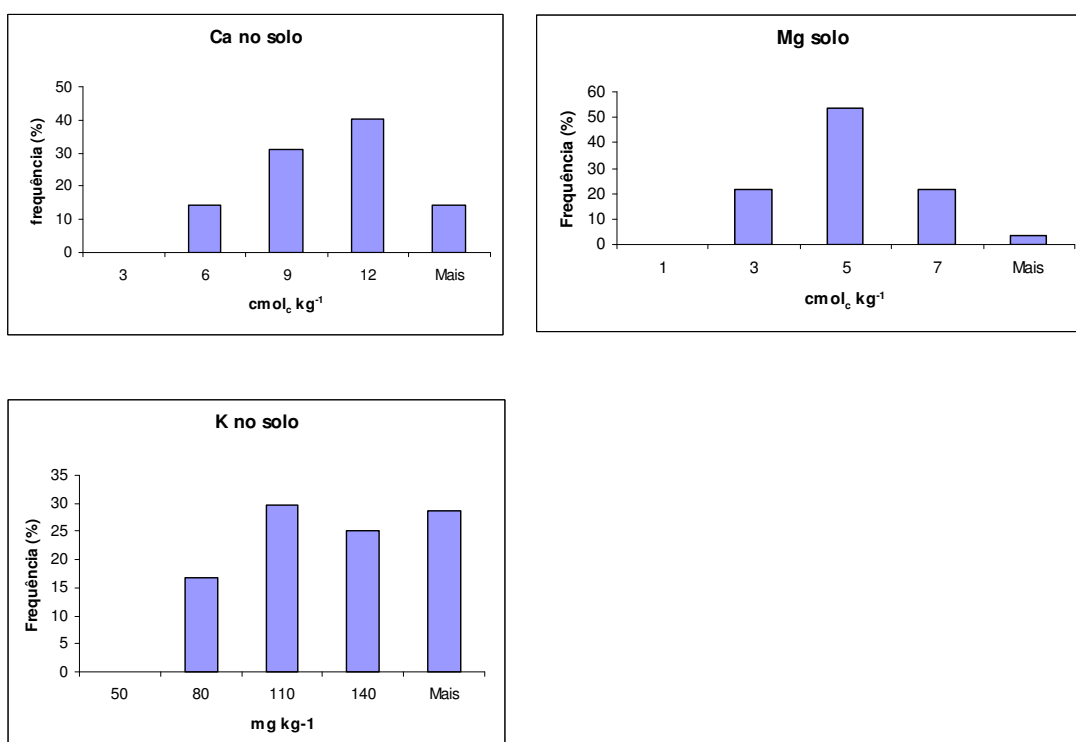
** Nível de significância a 1%.

APÊNDICE D – Distribuição de freqüências de pH em água, Matéria orgânica, CTC efetiva no solo e relação K/Mg no pecíolo



Análises realizadas na camada de 0 a 20 cm, em vinhedos cv. Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, cultivados em solos de altitude na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 84 observações, provenientes de 21 glebas. Safra 2007/08.

APÊNDICE E – Distribuição de freqüências dos teores de Ca e Mg trocáveis e K extraível do solo



Análises realizadas na camada de 0 a 20 cm, em vinhedos cv. Cabernet Sauvignon enxertada sobre Paulsen 1103, cultivados em solos de altitude na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 84 observações, provenientes de 21 glebas. Safra 2007/08.

ANEXO A

Dados meteorológicos, estação de São Joaquim, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC EPAGRI, mês de abril de 2008

DIA	TEMPERATURAS			MI. RELVA	PRECIPITAÇÃO		MÉDIA
	MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA		M,M	HORAS	U.RELATIV.
1	17,2	12,0	14,0	9,2			93,8
2	20,0	12,5	15,5	7,5			85,3
3	17,2	9,5	11,6	5,2			84,0
4	18,0	6,5	11,4	2,2			82,3
5	18,4	8,0	12,1	2,4			69,8
6	20,0	9,5	14,1	4,4			74,0
7	22,2	12,0	16,2	6,0			76,5
8	22,2	12,5	16,9	6,8			61,8
9	23,0	14,5	17,6	8,2			63,5
10	21,6	12,3	16,1	7,6	10,0	3,00	92,5
11	22,8	13,5	17,7	9,0	2,7	0,30	81,5
12	17,8	12,7	14,1	8,0			93,5
13	15,8	12,5	11,3	7,8	41,7	9,00	94,3
14	13,2	3,0	5,7	-1,4			90,8
15	16,0	-0,5	8,4	-5,2	4,3	1,00	74,5
16	13,2	8,5	11,5	5,0	7,1	2,00	99,0
17	16,6	10,5	12,6	6,0			95,3
18	20,0	7,6	10,8	3,0			76,5
19	19,8	10,4	14,4	5,2	8,5	2,15	78,8
20	14,0	9,4	6,4	6,2	17,8	3,45	96,0
21	13,4	9,5	12,5	5,6	5,9	1,50	91,5
22	18,6	10,5	13,8	6,0			82,0
23	17,6	10,5	13,0	6,2			91,3
24	18,6	9,5	13,0	3,8			80,3
25	20,0	9,5	13,9	4,0			63,8
26	19,6	11,0	14,0	4,6			92,5
27	19,6	9,8	14,3	5,4	16,5	3,30	83,8
28	16,8	11,4	13,5	9,0			97,5
29	16,0	5,6	9,4	1,2	72,6	17,00	92,5
30	14,0	-2,2	4,4	-6,2	5,6	1,45	77,8
31							
SOMA	543,2	282,0	380,2	142,7	192,7	44,2	2516,0
MÉDIA	18,1	9,4	12,7	4,8			83,9

Dias Com Chuva:1,2,7,8,9,10,12,13,14,16,17,20,21,22,26,29

Dias Com Geadas:15,30,

Dias Com Orvalho:1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,19,23,24,25,26,27

Fonte: EPAGRI, 2008.