

DIOGO POLICARPO SEMPREBON

**CAUSAS NUTRICIONAIS DO DESSECAMENTO DE RÁQUIS EM VIDEIRA Cv.
CABERNET SAUVIGNON**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Cassol

LAGES, SC

2019

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

Semprebon, Diogo Policarpo

Causas nutricionais do dessecamento de ráquis em videira cv.
cabernet sauvignon / Diogo Policarpo Semprebon. – Lages, 2019.
66 p.

Orientador: Paulo Cezar Cassol

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação
em Ciência do Solo, Lages, 2019.

1. Distúrbio fisiológico. 2. Calcário. 3. Potássio. 4. Produtividade. I.
Cassol, Paulo Cezar. II. Universidade do Estado de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. III. Título

DIOGO POLICARPO SEMPREBON

**CAUSAS NUTRICIONAIS DO DESSECAMENTO DE RÁQUIS EM VIDEIRA Cv.
CABERNET SAUVIGNON**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Banca examinadora:

Orientador: _____

Prof. Dr. Paulo Cezar Cassol
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Membro: _____

Prof. Dr. Jovani Zalamena
Instituto Federal Rio Grande do Sul Campus restinga

Membro: _____

Dra. Marlise Nara Ciotta
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI)

Lages, fevereiro de 2019.

Dedico este trabalho a minha família, especialmente aos meus pais, pelo amor, carinho e incentivo, muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela saúde, sabedoria e por me iluminar nos momentos difíceis desta caminhada.

Aos meus pais Donato Semprebon e Eliete Policarpo Semprebon por todo apoio que me deram para os estudos em toda minha vida.

Aos meus irmãos Dagoberto, Erique e Maria Clara.

A toda minha família e antepassados.

Ao meu orientador Dr. Paulo Cezar Cassol pelas orientações e amizade.

A pesquisadora da Epagri Dr. Marlise Nara Ciotta, pelas caronas até São Joaquim, conversas produtivas e contribuições neste trabalho.

Aos Professores pelo conhecimento passado.

Aos meus colegas de grupo: Luiza, Jéssica e Wagner, e a todos os outros colegas do LQFS pelos auxílios em análises com experiências passadas.

Ao colega que fizeram matéria juntos comigo e de alguma forma contribuíram para minha formação.

A Marcelo Dalpiaz Dagostim pela parceria, conversas produtivas, caronas e pela divisão de apartamento durante esses dois anos.

A todos os amigos, especialmente a Diou e Cleiton, pelos churrascos e cervejas.

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

À CAPES pelo apoio financeiro.

À Epagri pela parceria no projeto.

Aos funcionários e motoristas da UDESC.

A todas as pessoas que de alguma forma vieram a contribuir para minha formação.

Obrigada a todos!

“Se temos de esperar, que seja para colher a semente boa que lançamos hoje no solo da vida. Se for para semear, então que seja para produzir milhões de sorrisos, de solidariedade e amizade.”

Autor desconhecido.

RESUMO

SEMPREBON, Diogo Policarpo. **CAUSAS NUTRICIONAIS DO DESSECAMENTO DE RÁQUIS EM VIDEIRA Cv. CABERNET SAUVIGNON**. 2019. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. Lages, 2019.

O dessecamento de ráquis é um distúrbio fisiológico que provoca perdas na produção de uvas viníferas no Brasil e tem como causas citadas o excesso de nutrientes no solo, o desbalanço nutricional entre K, Ca e Mg na planta e o excesso de vigor vegetativo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência e severidade do dessecamento de ráquis e suas correlações com o pH e teores de macronutrientes no solo e nas folhas e pecíolos da videira. Para isso, foi conduzido um experimento a campo no município de São Joaquim – SC, no período de agosto de 2016 a abril de 2018 em vinhedo da cultivar Cabernet Sauvignon, sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, implantado no ano de 2010. Os tratamentos foram as doses: 0,0 (testemunha); 15; 30; e, 45 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, correspondentes a zero, 50%, 100% e 150% da dose recomendada para atingir pH 6,5, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Foram determinados os atributos químicos do solo: pH em H₂O e teores de K e P disponíveis e de Ca e Mg trocáveis e os teores desses elementos e de N nos tecidos foliares. A produtividade de uva, o vigor e o dessecamento de ráquis foram avaliados em duas safras. O pH e os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ trocáveis do solo aumentaram com o aumento das doses de calcário, enquanto os teores de K⁺ e o P disponíveis diminuíram. No geral, os teores P nos tecidos foliares não foram afetados, enquanto os de Ca e Mg aumentaram e os de N e K diminuíram com o aumento das doses. A produtividade e o vigor foram semelhantes entre as safras e não foram afetadas pelas doses de calcário. Tanto a incidência, quanto a severidade do dessecamento de ráquis foram altas, sendo maior na safra 2016/2017, porém, também não houve efeito das doses de calcário nesse distúrbio. A incidência e severidade do dessecamento de ráquis se correlacionaram positivamente com o teor de N e com as relações K/Mg e Ca/Mg no pecíolo e negativamente com o teor de Mg no limbo foliar e no pecíolo.

Palavras-chaves: distúrbio fisiológico, calcário, potássio, produtividade.

ABSTRACT

SEMPREBON, Diogo Policarpo. **CAUSES BUNCH STEM NECROSIS IN VINE Cv. CABERNET**. 2019. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. Lages, 2019

The bunch stem necrosis is one physiological disturbance that has caused losses in the Brazilian grapevine production and has as causes cited the excess of nutrients in the soil, the nutritional unbalance between K, Ca and Mg of the plant and the excess of vegetative vigor. Thus, the objective of this work was evaluated the incidence of Bunch stem necrosis and their correlation with pH and contents of macronutrients in the soil and in the leaves and petiole of grapevine. For this, an experiment was carried out on the field in a vineyard in São Joaquim city, during the period of august 2016 to April 2018, in a vineyard of the Cabernet Sauvignon, on the Paulsen 1103 rootstock, implemented in 2010. The treatments were doses: 0 (control); 15; 30 45 tha^{-1} of dolomitic limestone, corresponding to zero 50%, 100% and 150% of the recommended dose to achieve pH 6.5 respectively. The experimental design was random blocks, with four replicates. Were determined the soil chemical attributes: pH-H₂O and the available K and P and exchangeable Ca and Mg contents and the contents of these elements and of N in the foliar tissues. The grape productivity, vigor and bunch stem necrosis were evaluated in two crops. The pH and exchangeable Ca²⁺ and Mg²⁺ contents increased with the increase of the limestone dose, while the available K and P contents decreased. In general, P levels in leaf tissues weren't affected, while Ca and Mg increased, and N and K decreased with increasing doses. The productivity and vigor were not affected by the limestone dose or year factor. Both the incidence and the severity of the bunch stem necrosis were high, being higher in the 2016/2017 harvest, however, there was also no effect of limestone doses on this disturbance. The incidence and severity of the bunch stem necrosis correlated positively with the N content and the K/Mg and Ca/Mg ratios in the petiole and negatively with the Mg content in the leaf limb and the petiole.

Keyword: physiological disturbance, limestone, potassium productivity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação (mm) média mensal, ocorrida durante a condução do experimento (ano 2017 e 2018). As barras representam a precipitação e as linhas representam a temperatura.....29
- Figura 2 – Alterações do pH em H_2O de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.....35
- Figura 3 - Teores de cálcio trocável (Ca^{2+}) em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.....36
- Figura 4 - Teores de magnésio trocável (Mg^{2+}) em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.....37
- Figura 5- Teores de potássio disponível (K^+) em mg dm^{-3} de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.....39
- Figura 6 - Teores de fósforo disponível (P) em mg dm^{-3} de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.....40
- Figura 7 - Índice de vigor ravaz na média das safras 2016/2017 e 2017/2018 de videiras cv cabernet sauvignon cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.....42
- Figura 8 - Produtividade de cachos de uvas na médias das safras 2016/2017 e 2017/2018 de videiras cv cabernet sauvignon cultivadas em Cambissolo Húmico aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.....43
- Figura 9 – Incidência média do dessecamento de ráquis a cachos de uva nas safras 2016/ 2017 e 2017/2018 em videiras cultivadas em Cambissolo Húmico aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.....45

| | |
|--|----|
| Figura 10 – Incidência do dessecamento de ráquis a cachos de uva nas safras 2016/2017 e 2017/2018 em videiras cultivadas em Cambissolo Húmico aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha ⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm..... | 46 |
| Figura 11 – Severidade do dessecamento de ráquis a cachos de uva nas safras 2016/2017 e 2017/2018 em videiras cultivadas em Cambissolo Húmico aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha ⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm..... | 47 |
| Figura 12 - Teor de cálcio (Ca) em g kg ⁻¹ no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha ⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm..... | 48 |
| Figura 13 - Teor de magnésio (Mg) em g kg ⁻¹ no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha ⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm..... | 49 |
| Figura 14 - Teor de potássio (K) em g kg ⁻¹ no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha ⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm..... | 51 |
| Figura 15 – Relação dos teores de K/Mg no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha ⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm..... | 52 |
| Figura 16 – Relação dos teores de K/Ca no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha ⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm..... | 53 |
| Figura 17 - Teor de nitrogênio (N) em g kg ⁻¹ no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha ⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm..... | 54 |
| Figura 18 - Teor de fósforo (P) em g kg ⁻¹ no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha ⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm..... | 56 |

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Características químicas e físicas da camada de 0 a 20 cm de profundidade do Cambissolo Húmico em São Joaquim-SC, antes da implantação do vinhedo no ano de 2010.....30
- Tabela 2 – Coeficiente de correlação de Pearson da safra 2017/2018 entre a Incidência do dessecamento de ráquis e atributos químicos do solo (camada 0 a 20 cm), nutrientes nos tecidos de videiras cv. Cabernet Sauvignon, cultivadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103 em solos de altitude de 1405 m, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 16 parcelas.....57
- Tabela 3 – Coeficiente de correlação de Pearson da safra 2017/2018 entre a severidade do dessecamento de ráquis e atributos químicos do solo (camada 0 a 20 cm), nutrientes nos tecidos de videiras cv. Cabernet Sauvignon, cultivadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103 em solos de altitude de 1405 m, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 16 parcelas.....58

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 21 |
| 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 23 |
| 2. OBJETIVOS | 27 |
| 2.1 Objetivo geral | 27 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 27 |
| 3. HIPÓTESES | 28 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 29 |
| 4.1 Localização, caracterização e histórico da área experimental | 29 |
| 4.2 Tratamentos avaliados e delineamento experimental | 30 |
| 4.3 Amostragem e análises químicas do solo..... | 31 |
| 4.4 Amostragem e análises de tecidos vegetal..... | 31 |
| 4.5 Produção de uvas | 32 |
| 4.7 Vigor ravaz | 32 |
| 4.8 Estatística | 33 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 34 |
| 5.1 Química e disponibilidade de nutrientes no solo | 34 |
| 5.3 Vigor, produção e dessecamento de ráquis..... | 41 |
| 5.2 Teores de nutrientes nos tecidos vegetais das videiras | 47 |
| 5.4 Correlações dos atributos químicos do solo, macronutrientes dos tecidos de videira em relação à incidência e severidade de dessecamento de ráquis | 56 |
| CONCLUSÕES | 60 |
| REFERÊNCIAS | 61 |

INTRODUÇÃO

A região de altitude de Santa Catarina se destaca por ser um polo emergente de produção de uvas de clima temperado, devido a características favoráveis de clima, como temperaturas amenas e índices pluviométricos na fase de maturação historicamente menores que em outras regiões produtoras. A altitude entre 900 e 1100m resulta em alta amplitude térmica diária e permite a colheita tardia de uvas com um maior grau de maturação, principalmente a fenólica. Assim, proporciona a produção de vinhos finos de excelente qualidade, denominados de “vinhos de altitude”.

No entanto, por ser uma região relativamente nova na produção de uvas, os estudos com a adubação e com a calagem do solo são relativamente escassos. Em consequência das características dos solos tamponados com alto teor de matéria orgânica e elevada acidez, recomendam-se elevadas doses de calcário, visando a elevação do pH a 6,0. Entretanto, essa prática aumenta a atividade microbiana, que acelera a mineralização da matéria orgânica, resultando em alta disponibilidade de N às plantas, que por consequência aumenta o vigor vegetativo do vinhedo.

Estudos realizados por Pagani (2008) e Mafra (2009) na Serra Catarinense verificaram que altas perdas de uvas são causadas pelo distúrbio fisiológico denominado dessecamento de ráquis. Os sintomas se caracterizam pelo aparecimento de pequenas manchas necróticas na ráquis dos cachos de uvas, encontradas na parte distal dos cachos (extremidades). Essas manchas evoluem para obstrução total do fluxo de carboidratos, ocasionando o murchamento e provocando perda de qualidade das bagas de uva, e, às vezes, até a perda total de cachos afetados conforme o grau de severidade (FRÁGUAS; SÔNEGO; GRIGOLETTI, 1996)

As causas deste distúrbio fisiológico ainda não são bem estabelecidas, porém, alguns autores Pickering, Warington e Woolley (2009), indicam que este problema é proporcionado por múltiplos fatores, principalmente aqueles ligados ao clima, adubação e estado nutricional das plantas. Os fatores climáticos, como excesso de chuva e pouca luminosidade, são indicados como agravantes para a ocorrência do distúrbio. E os fatores nutricionais, como excesso de N no solo e, por consequência, o aumento de vigor do vinhedo e o desbalanço nas relações K/Mg e

K/Ca na planta, são indicados como possíveis causas do distúrbio (PICKERING; WARINGTON; WOOLLEY, 2009; FRÁGUAS 1998).

Alguns estudos apontam que o dessecamento de ráquis é um distúrbio fisiológico semelhante a bitter pit em maçãs, uma vez que concentrações elevadas de K no solo tendem a competir com a absorção de Ca e Mg pelas raízes das plantas, assim, indicando que o excesso de K seja uma possível causa deste distúrbio fisiológico.

Diante do problema, o objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência do dessecamento de ráquis e sua associação com o pH e teores de macronutrientes do solo, vigor e balanço nutricional das videiras cv. Cabernet Sauvignon.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No Brasil, as principais regiões produtoras de uvas para vinho se concentram no Sul do país, porque estes locais possuem temperaturas amenas, que aliada a altitude elevada, permitem que a uva atinja altos índices de maturação, sendo matéria prima para a elaboração de vinhos diferenciados por sua intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2003).

Em Santa Catarina, os municípios do Plalto Serrano forma a principal região produtora de uvas sendo os vinhedos localizados acima de 900 m em relação ao nível do mar. O município com maior área plantada é São Joaquim seguido por Água Doce que concentram, respectivamente 50,6% e 15,5% da área total (VIANNA et al., 2016). Nesta região, as variedades de uva utilizadas são: Cabernet Sauvignon (37,9%), Merlot (14,5%) Chardonnay (8,0%), Sauvignon Blanc (7,5%), Pinot Noir (5,2%) e outras (26,9%) (VIANNA et al., 2016). E os porta enxertos mais utilizados para estas cultivares no Brasil segundo Rosier (2006), são o P1103, seguido pelo SO4 ambos muito vigorosos, porém, adaptados à região, resistentes à seca e tolerantes ao excesso de umidade e ao alumínio solúvel no solo.

A região possui o clima do tipo mesotérmico úmido com verões amenos, Cfb na classificação de Köppen, e possui solos que se enquadram nas classes Cambissolo Húmico, Neossolo Litólico e Nitossolo Hápico, desenvolvidos a partir de rocha riodacito e basalto, que apresentam altos teores de matéria orgânica (MO) e são bastante ácidos, com teores elevados de alumínio trocável (Al^{3+}) (EMBRAPA, 2004). Assim, todos os fatores acima citados (com exceção da acidez do solo e Al^{3+}) são favoráveis à produção de uvas viníferas. No entanto, os trabalhos de Pagani (2008) e Mafra (2009) em São Joaquim – SC, observaram diminuição na produtividade da videira pelo distúrbio fisiológico denominado dessecação de ráquis, com perdas médias de 11% na produção de uvas, sendo que algumas áreas tiveram perdas de até 30% na safra 2007/2008.

O dessecação de ráquis é um distúrbio fisiológico que tem causado perdas de produção em diversas regiões do mundo, e também é conhecido com diversas designações na literatura internacional. Logo, estas são denominadas como “Stiellihme” na Alemanha (tradução usada como “necrose do talo”), “le dessechement de la rafle” na França (tradução sendo a “secagem ou murchamento

do pedúnculo”) e “El palo negro” no Chile. Outros nomes no inglês incluem “waterberry” usado nos Estados Unidos da América e “shanking” usado na Nova Zelândia (JACKSON; COOMBE, 1988), assim, como “Bunch stem necrosis” (BSN) denominado por Pickering; Warington e Woolley. (2009).

O sintoma mais característico do distúrbio dessecação de ráquis é o murchamento das bagas dos cachos de uva, iniciando-se pelas extremidades e progredindo para o cacho todo durante o amadurecimento (FRÁGUAS; SÔNEGO; GRIGOLETTI., 1996). No entanto, os sintomas iniciais são o aparecimento de pequenas manchas necróticas escuras com contornos bem definidos no pedicelo, ráquis e pedúnculo aparentemente inofensivas, porém, estas se expandem e aprofundam causando uma necrose seca, e desta forma, a circulação de seiva do cacho fica muito reduzida e as bagas ficam com o aspecto opaca e mole, diminuindo a produtividade e depreciando a qualidade dos frutos afetados (DELAS et al., 1976; THEILER , 1975; THEILER; MULLER, 1986). As primeiras células necrosadas são as do estômato, epiderme e hipoderme no pedicelo. A nível celular, a lamela média é a primeira estrutura a ser afetada (JAHNL, 1983). Após isso, a necrose atinge o tecido cortical e finalmente o floema (BRENDDEL et al., 1983).

As principais causas apontadas do dessecação de ráquis estão correlacionadas com a disponibilidade de nutrientes no solo e estado nutricional da planta. Assim, a incidência desse distúrbio tem sido associada a altos teores de N e K no solo, excesso de vigor e o desbalanço das relações K/Mg e K/Ca no tecido vegetal das videiras e também com fatores pedoclimáticos, como excesso de chuva e alternância de períodos de estiagem e de chuva na fase de frutificação ao início da maturação (FRÁGUAS; SÔNEGO; GRIGOLETTI., 1996; PICKERING WARINGTON; WOOLLEY, 2009). Os estudos demonstram que a causa mais provável para este distúrbio fisiológico está atrelada a fatores nutricionais do solo e da planta, principalmente ao excesso de K^+ juntamente com baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} no solo (TECCHIO; TERRA; MAIA, 2012), característica comum dos solos da Serra Catarinense.

O K atua em diversas funções na planta, dentre elas papéis importantes em relações com a água, como ativação de enzimas e síntese de proteínas. O K^+ no solo é um cátion monovalente, este tem uma alta taxa de absorção pelo tecido vegetal e em demasia pode suprimir a taxa de absorção de Ca^{2+} e Mg^{2+} (MUNGARE et al., 2013). Nesta situação, resulta-se em um menor teor de Ca e Mg nos tecidos

vegetais das videiras, causando valores altos na relação K/Ca e K/Mg, e conseqüentemente, aumentando os casos de dessecamento de ráquis (FRÁGUAS; SÔNEGO; GRIGOLETTI., 1996).

Segundo Mungare et al. (2013), quando há um aumento considerável na concentração de K diminui os teores de Ca e Mg nos tecidos das ráquis afetadas, evidenciando correlações positiva entre as altas relações K/Mg e K/Ca e a quantidade de ráquis afetadas pelo distúrbio. Também, resultados semelhantes foram obtidos por Boselli e Fregoni (1986) na Europa, que em seu trabalho obteve diminuição da incidência do distúrbio dessecamento de ráquis nas videiras com aplicações foliares de Ca e Mg.

Há uma relação de suscetibilidade dos portas enxertos ao dessecamento de ráquis, sendo que os considerados mais sensíveis são: SO4, 44-53, KOBER 5BB e 5C EO 125AA; mediantemente sensíveis os: 3309, R110 e R99; e dentre os mais resistentes estão: P 1103, 26G e 193-CI (FREGONI 1980; ZAMBONI, 1987). Alguns estudos mostraram que as cultivares de videiras suscetíveis tem relação K/Ca e K/Mg maior no tecido vegetal do que as cultivares não suscetíveis ao distúrbio (COCUCCI et al. 1988). Porém, a taxa de absorção de Ca^{2+} e do Mg^{2+} depende da cultivar e do porta-enxerto, assim, cultivares mais suscetíveis ao dessecamento de ráquis teriam menos capacidade de absorver Ca^{2+} e Mg^{2+} (SCHIMANSKY, 1983).

O excesso de vigor da planta também é apontado como outro fator que influencia no distúrbio, como identificado por Pickering; Warington e Woolley, (2007), que este autor sugere que isso se deve a uma mudança na relação fonte-dreno entre copa vegetativa e o desenvolvimento das frutas, provavelmente através da quantidade de elementos essenciais disponíveis para o desenvolvimento de bagas, tais como Ca, K e Mg. O teor N está estritamente ligado ao vigor das plantas, pois quando há excesso de N, a videira se torna muito vigorosa, prolongando o período de crescimento vegetativo e retardando o amadurecimento do fruto (HIBERT et al., 2003), com conseqncia no maior sombreamento das plantas e maior incidência do distúrbio de dessecamento de ráquis (TECCHIO; TERRA; MAIA, 2012).

No entanto, Ibacache (2006) defende que o dessecamento de ráquis  uma conseqncia da intoxicação por composições de metabolismo do nitrogênio (amnio (NH_4^+) e putrescina). O desenvolvimento do distúrbio de dessecamento de ráquis, no caso de NH_4^+ , provavelmente é resultado de um desbalanço entre os teores de N e carboidratos, em vez de quantidades excessivas de N (KELLER, 1994;

KOBLET; KELLER, 1995). Teores baixos de carboidratos resultam em competição de carboidratos entre a parte vegetativa e reprodutiva da planta e podem contribuir para predisposição dos cachos ao distúrbio em alguns casos, o que pode explicar os resultados conflitantes entre o N e incidência do dessecamento de ráquis entre os estudos (PICKERING; WARINGTON; WOOLLEY, 2009).

Ruiz e Moyano (1994) observaram que cachos com ráquis afetadas apresentam altos teores de NH_4^+ e putrescina, e que neste mesmo estudo, o teor de NH_4^+ manteve a mesma concentração nas diferentes áreas do cacho, já a putrescina apresentou um aumento progressivo do tecido da área aparentemente sadia do cacho (base do cacho) em direção ao tecido necrosado (extremidade do cacho). A síntese de putrescina pode ocorrer com a descarboxilação da arginina. A alta concentração de N não é considerada a única razão pela presença de maior concentração de putrescina, a deficiência de K também aumenta a concentração de putrescina nas plantas (RUIZ; MOYANO, 1994; DAVIES, 1995).

Em estudos onde a precipitação pluviométrica foi alta na pré-floração, encontrou-se um aumento na incidência de dessecamento de ráquis, este caso pode ter sido ocasionado pelo aumento do crescimento vegetativo pós-floração e, por conseguinte, o aumento da concorrência entre as partes vegetativas e reprodutivas, que o aumentou da incidência de dessecamento de ráquis (FRÁGUAS; SÔNEGO; GRIGOLETTI., 1996; PICKERING; WARINGTON; WOOLLEY, 2009).

As principais medidas de controle desse distúrbio fisiológico consistem na aplicação de calcário dolomítico e adubações potássicas equilibradas, em função da análise química do solo; deve-se ainda fazer a diagnose foliar, coletando-se folhas ou pecíolo no pleno florescimento da videira; e evitar vigor excessivo do vinhedo (TECCHIO; TERRA; MAIA, 2012).

Entretanto, dentre os vários estudos apresentados alguns mostram resultados contraditórios e não conclusivos o que demanda novas pesquisas sobre as causas deste distúrbio fisiológico.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência e severidade do dessecamento de ráquis após 7 anos da aplicação de doses de calcário dolomítico incorporado de 0 a 40cm, sua associação com o pH e macronutrientes do solo e com os teores de N, K, Mg e Ca e com a proporção entre estes três elementos no tecido vegetal em videira da cv. Cabernet Sauvignon no município de São Joaquim – SC.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar os atributos químicos do solo, como o pH e teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e P, após 7 anos da aplicação de doses de calcário dolomítico incorporado de 0 a 40 cm.

Avaliar por duas safras produtividade de uvas, vigor do vinhedo, incidência e severidade do dessecamento de ráquis em videiras da cv. Cabernet Sauvignon, enxertada em P1103.

Avaliar as concentrações de macronutrientes e relações K/Ca e K/Mg nos tecidos de videiras cv. Cabernet Sauvignon após 7 anos da aplicação de doses de calcário dolomítico.

Avaliar as correlações entre os atributos químicos do solo e, os teores de macronutrientes nos tecidos das plantas em relação à incidência e severidade do dessecamento de ráquis em videiras cv. Cabernet Sauvignon, enxertada em P1103, no município de São Joaquim.

3. HIPÓTESES

O dessecamento de ráquis é relacionado ao estado nutricional da videira sendo que a sua ocorrência aumenta com o desbalanço de K, Mg e Ca, nos tecidos vegetais, ou seja o excesso de K em relação ao Mg e Ca nos tecidos vegetais aumenta a ocorrência do dessecamento de ráquis.

O aumento da disponibilidade de Mg e Ca no solo provocado pela aplicação de calcário dolomítico aumenta absorção deste cátions pelas videiras e, por consequência diminui o dessecamento de ráquis.

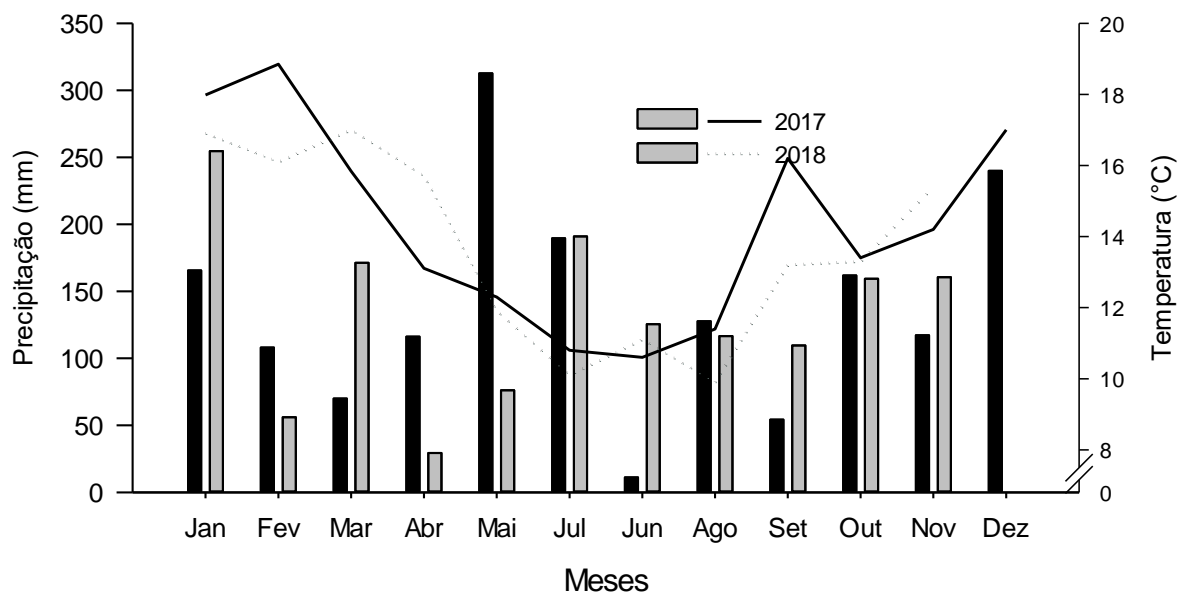
O N em excesso nos tecidos de videira aumenta o vigor do vinhedo, provocando competição entre a parte vegetativa e reprodutiva do vinhedo e, conseqüentemente, aumenta a ocorrência de dessecamento de ráquis.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização, caracterização e histórico da área experimental

O experimento foi realizado em condições de campo na estação experimental de pesquisa da Epagri no município de São Joaquim-SC durante o período de agosto de 2016 a abril de 2018. O local do experimento está situado em altitude de 1402 m acima do nível do mar nas coordenadas 28°16'28.60" de latitude sul e 49°56'11.97" longitude oeste. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima mesotérmico úmido com verão ameno (Cfb), sendo constantemente úmida, sem estação seca, com verão fresco (< 22°C). A temperatura média anual é em torno de 13 a 14°C e a precipitação anual média é de 1600 mm. A umidade relativa do ar média varia de 80 a 82% (EPAGRI, 2003). A temperatura e a precipitação na média dos meses de condução do experimento se encontram na Figura 1.

Figura 1 - Temperatura (°C) e precipitação (mm) média mensal, ocorrida durante a condução do experimento (ano 2017 e 2018). As barras representam a precipitação e as linhas representam a temperatura.



Fonte: Epagri, 2018-2019.

O solo do local é classificado como Cambissolo Húmico. O vinhedo foi implantado no ano de 2010, utilizando-se a cv. Cabernet Sauvignon, sobre o porta enxerto Paulsen 1103. As plantas foram conduzidas no sistema de espaldeira utilizando o espaçamento 4,00 m entre filas e 1,25 m entre plantas dentro da fila, totalizando uma densidade de 2000 plantas por hectare. Anteriormente ao experimento, a área era ocupada com pastagem nativa.

Antes da implantação do experimento foi realizado coletas e análise do solo para caracterização da área, conforme Tedesco et al. (1995), sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Características químicas e físicas da camada de 0 a 20 cm de profundidade do Cambissolo Húmico em São Joaquim-SC, antes da implantação do vinhedo no ano de 2010.

| pH-H ₂ O | pH-SMP | K | P | Ca | Mg | Al | CTC _{pH7} | M.O | Argila |
|---------------------|---------|-----------------------------|-----|--|-----|-----|-------------------------------|------|--------|
| 1:1 | 1:1:0,5 | --- mg dm ⁻³ --- | | ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | | -----g kg ⁻¹ ----- | | |
| 5,0 | 5,2 | 95,0 | 3,9 | 3,6 | 1,6 | 1,8 | 14,6 | 60,0 | 390 |

Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

As adubações durante a condução do experimento foram feitas com NPK, e foram realizadas igualmente em todas as parcelas, tendo como base a análise de solo e as recomendações encontradas para cultura da videira no Manual de Calagem e Adubação para os Estado de RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004).

4.2 Tratamentos avaliados e delineamento experimental

Os tratamentos foram aplicados dois meses antes do plantio das mudas, que compreenderam níveis de calagem, onde as doses de calcário foram estimadas segundo método do índice SMP para atingir o pH 6,5. Desta forma os tratamentos compuseram-se de uma testemunha, sem calcário, e as doses de 15 t ha⁻¹, 30 t ha⁻¹ e 45 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, equivalentes a 0%, 50%, 100% e 150% da dose recomendada para atingir pH 6,5.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram compostas por 7 plantas úteis dentro da mesma fila e uma planta de bordadura entre as parcelas, com área total de 40 m² e área útil de 35 m².

4.3 Amostragem e análises químicas do solo

A amostragem de solo foi realizada em agosto de 2017, com cinco sub-amostras coletadas de cada parcela, com trado calador em duas camadas: 0-10 cm e 10-20 cm, as sub-amostras foram misturadas para compor uma amostra de cada parcela. No laboratório foram secas a 60°C e após, moídas e peneiradas em malha de 2mm, para posterior análises químicas.

As determinações químicas foram realizadas seguindo metodologias descritas por Tedesco et al., (1995), Assim foi analisado no solo o pH em H₂O, K e P disponíveis e Ca e Mg trocáveis. O pH em H₂O foi 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 e Mg foram extraídos com KCl a 1,0 mol L⁻¹, sendo os dois determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

4.4 Amostragem e análises de tecidos vegetal

Durante o ciclo vegetativo da safra 2017/2018 foram realizadas coletas em duas épocas distintas (22/11/2017 e 14/02/2018), assim, a primeira aconteceu no momento do florescimento dos cachos de uva, aonde foi coletado apenas o limbo foliar; e a segunda coleta ocorreu nas pintas das bagas (veraison), aonde foi coletado limbo foliar e pecíolo. Para a amostragem foram coletas 30 folhas e seus respectivos pecíolos, sendo colhidas folhas consideradas “maduras” na altura da inserção dos cachos das plantas da área útil do experimento.

Para prosseguir nas análises laboratoriais, primeiramente os tecidos vegetais foram secos em estufa com ventilação forçada a 65°C até atingir peso constante, posteriormente foram moídas em moinho de facas até as partículas atingirem diâmetro menor que 1 mm.

Após, para a determinação de teores de macronutrientes, o tecido vegetal foi digerido via úmida com ácido sulfúrico (H_2SO_4) mais peróxido de hidrogênio (H_2O_2), segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Após a digestão, as amostras foram diluídas (50ml) e armazenadas em frascos para posterior determinação dos macronutrientes. Os elementos Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, o K por fotometria de chama, o P por fotocolorimetria e o N por destilação de amônia, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), e estes foram expressos em $g\ kg^{-1}$.

4.5 Produção de uvas

As produtividades das unidades experimentais foram avaliadas em duas safras: 2016/2017 e 2017/2018, as colheitas foram realizadas nos dias 15/04/2017 e 13/04/2018, aonde foram coletados todos os cachos de uva da área útil da parcela, após foram acondicionados em caixas de polietileno e depois as caixas foram pesadas. Para determinar o rendimento final, utilizou-se o peso total da área útil da parcela e transformado para $t\ ha^{-1}$.

4.6 Avaliação da incidência e severidade do dessecamento de ráquis

A avaliação da incidência e severidade do dessecamento de ráquis foi realizada nas safras 2016/2017 e 2017/2018 no dia da colheita das uvas (15/04/2017 e 13/04/2018). Para determinar incidência foi utilizada a seguinte fórmula (número de cachos totais da parcela/número de cachos com dessecamento de ráquis) $\times 100$. Os valores foram expressos em %. Para determinar a severidade todos os cachos que tiveram incidência do dessecamento de ráquis foram avaliados e enquadrados em cinco porcentagens de cacho afetado, sendo elas 20%, 40%, 60% 80% 100%, após, com os dados obtidos foi calculada a severidade por meio da média ponderada e os resultados foram expressos em %.

4.7 Vigor ravaz

O índice Ravaz corresponde à razão entre o peso dos cachos na colheita e o peso dos ramos, tomados no momento da poda de inverno segundo metodologia determinada por Cus (2004). Este foi determinado tomando o peso de cachos de uva no momento da colheita em relação ao peso de ramos no momento da poda na safra 2016/2017 no dia 12/09/2017 e na safra 2017/2018 no dia 14/09/2018.

4.8 Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando os efeitos foram significativos, as médias foram comparadas pelos testes de regressão para doses de calcário e teste de Tukey para diferenças entre ano a 5% de probabilidade de erro utilizando-se o programa estatístico SISVAR. Também foi realizado teste de correlação de person para incidência e severidade do dessecamento de ráquis em relação a atributos químicos do solo e teores de macronutrientes nos tecidos vegetais, para isso foi utilizado a planilha eletrônica Excel.

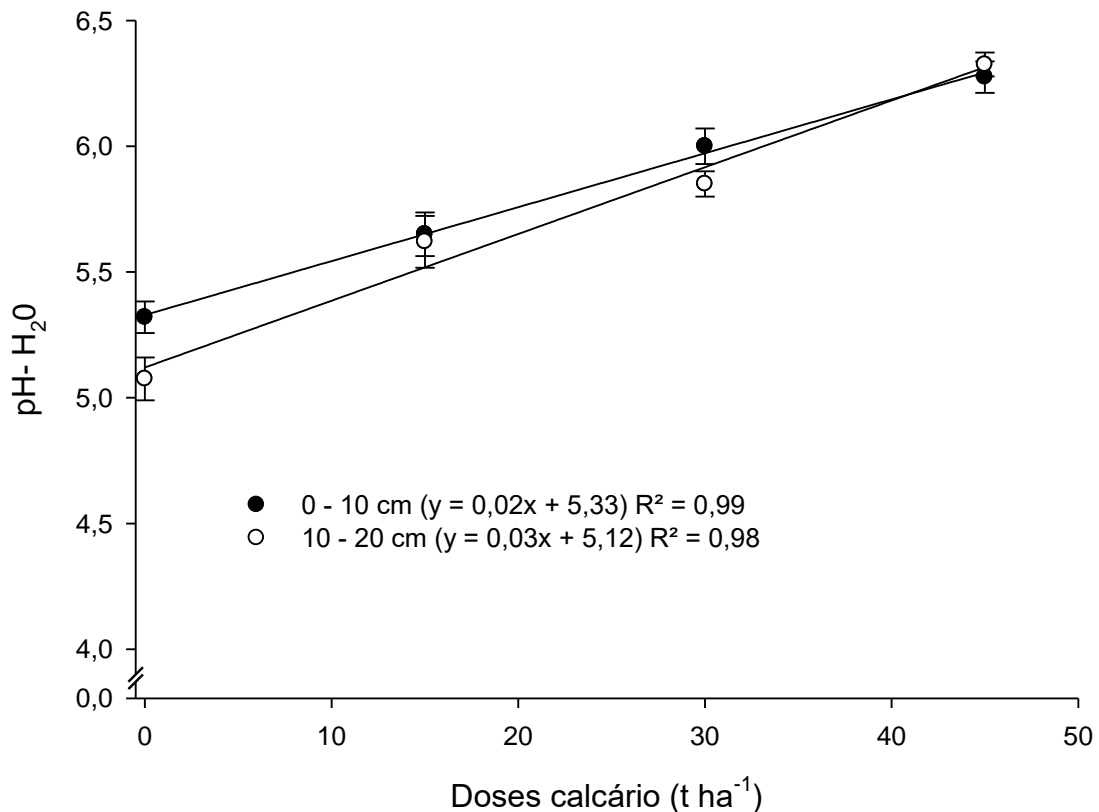
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Química e disponibilidade de nutrientes no solo

Os valores de pH em água do solo apresentaram resposta linear para regressão, aumentando com o aumento das doses de calcário dolomítico em aplicação incorporada, tanto para a camada de 0 – 10 cm, como para a camada de 10 – 20 cm (figura 2). Assim, quando utilizamos a equação linear gerada pela regressão, observa-se que na camada de 0 – 10 cm o valor inicial de pH em água foi de 5,33 no tratamento sem calcário e alcançou um valor de pH igual a 6,23 na dose de 45 t ha⁻¹ de calcário. No entanto, na camada de 10 – 20 cm, o pH em água foi igual a 5,12 no tratamento sem calcário e o valor máximo alcançado foi de 6,47 na dose de 45 t ha⁻¹ de calcário. Portanto, ressalva-se que a aplicação incorporada de doses de calcário dolomítico até 40 cm do perfil do solo obteve maior efeito na camada subsuperficial. De tal modo, este efeito pode ser explicado ao menor efeito tampão na camada de 10 – 20 cm, devido aos menores teores de MO encontrado nas camadas subsuperficiais do solo (SILVA; MENDONÇA, 2007).

A calagem é a maneira mais fácil e econômica de aumentar o pH do solo, pois o calcário é o produto alcalino disponível em maior quantidade na natureza e de menor preço (ERNANI, 2016). O calcário dolomítico é constituído de carbonato de Ca (CaCO₃) e carbonato de (Mg MgCO₃) e, portanto, quando aplicado ao solo, a sua reação é a elevação do pH devido ao consumo de íons H⁺ pelas moléculas de OH⁻ e HCO₃⁻ que se formam na dissolução do produto em água. Desta maneira, já era esperado o aumento do pH em água do solo com o aumento das doses de calcário, mesmo em um solo bem tamponado com alto teor de MO, como este do estudo, pois as doses de calcário selecionadas foram altas. Segundo o Manual de Calagem e Adubação para os Estado de RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016), o ideal para a videira é pH igual a 6,0 assim, nesta ocasião, a dose de calcário dolomítico para alcançar este pH foi de 31,42 t ha⁻¹ na média das duas camadas.

Figura 2 – Alterações do pH em H₂O de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



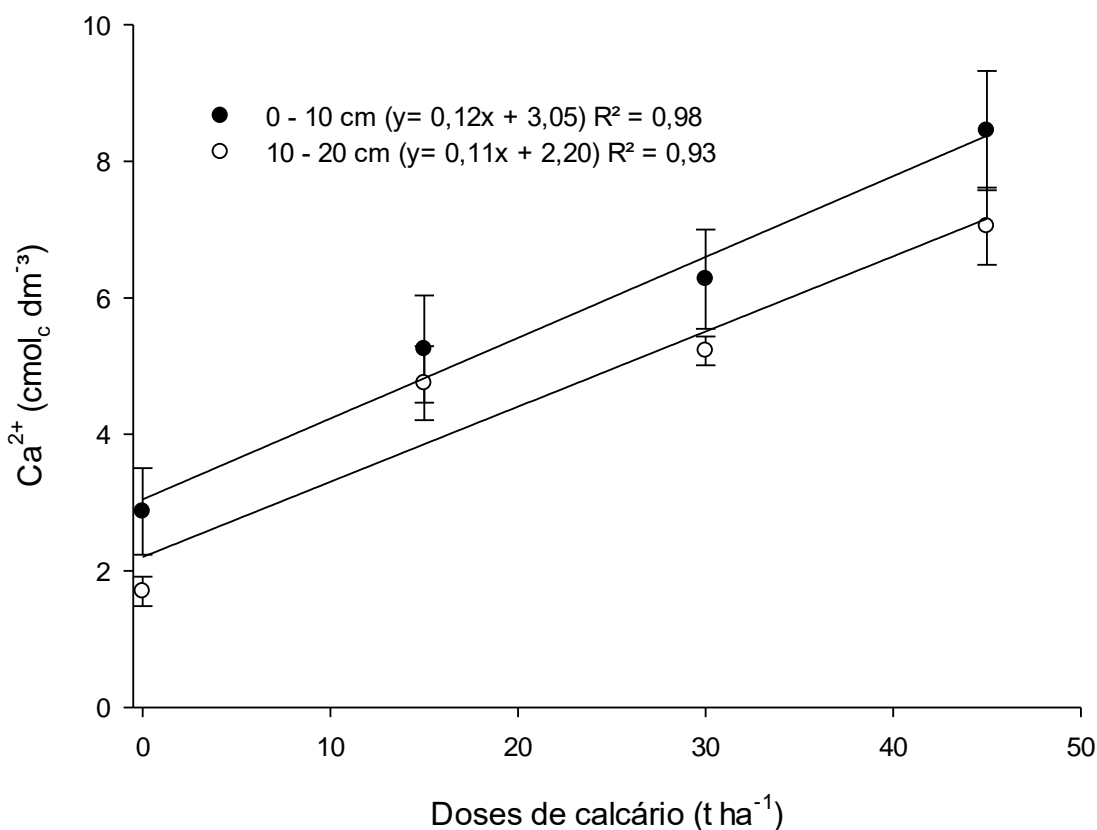
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Além da elevação do pH, na dissolução do calcário, ocorre a liberação dos íons de Ca²⁺ e Mg²⁺ do calcário dolomítico, inicialmente para a solução do solo, mas logo são adsorvidos nas cargas negativas do solo criadas e liberadas pela precipitação do Al³⁺. Assim, os valores de Ca²⁺ (Figura 3) e Mg²⁺ (Figura 4) trocáveis no solo apresentaram nas duas camadas o mesmo comportamento do pH em água, ou seja, aumentaram de forma linear com a aplicação de doses de calcário dolomítico incorporado.

Na figura 3, utilizando a equação linear da regressão, observa-se na camada de 0 – 10 cm que o teor de Ca²⁺ passou de 3,05 cmol_c dm⁻³ no tratamento sem calcário e chegou no teor máximo de 8,45 cmol_c dm⁻³ na dose de 45 t ha⁻¹ de

calcário. Já para a camada subsuperficial, a variação do teor de Ca^{2+} foi de 2,20 a 7,15 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ no tratamento sem calcário e 45 t ha^{-1} de calcário, respectivamente. Logo, segundo o Manual de Calagem e Adubação para os Estado de RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016), conclui-se para este estudo que a aplicação incorporada de doses de calcário dolomítico fez com que o teor de Ca^{2+} passasse da classe de média disponibilidade (2 – 4 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) no tratamento sem calcário para a classe de alta disponibilidade do elemento (> 4 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) na maior dose, nas duas camadas.

Figura 3 - Teores de cálcio trocável (Ca^{2+}) em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.

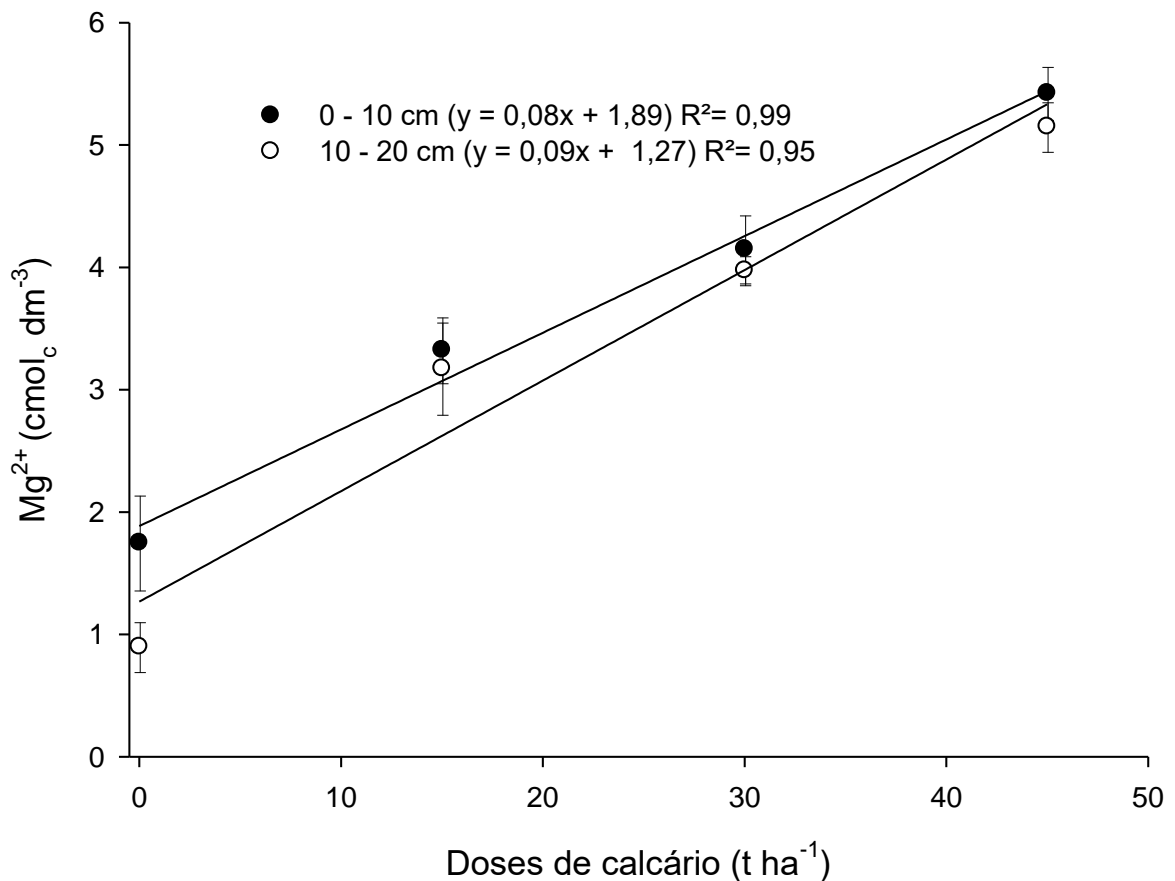


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O íon Ca^{2+} do solo é requerido pela videira em quantidade relativamente grande e é um nutriente essencial do ponto de vista catalítico, participando da ativação de sistemas enzimáticos (fosfatase e peptidase), e do ponto de vista

estrutural, como constituinte da parede celular (FREGONI, 1980). O teor de Ca^{2+} no solo influência o desempenho produtivo e qualitativo da videira. A disponibilidade de Ca^{2+} no solo, no período do início da maturação das bagas, diminui a ocorrência de podridões, melhora o sabor e aumenta a vida pós-colheita (TECCHIO; TERRA; MAIA, 2012).

Figura 4 - Teores de magnésio trocável (Mg^{2+}) em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Como supracitado, o Mg^{2+} do solo demonstrou aumento no seu teor com o aumento das doses de calcário dolomítico. Na figura 4, nota-se na camada de 0 – 10 cm, que o teor inicial de Mg^{2+} foi de $1,89 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no tratamento sem aplicação de calcário (dose 0) e foi até $5,49 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na dose de 45 t ha^{-1} . Ainda, observa-se na camada de 10 – 20 cm que o teor de Mg^{2+} variou de 1,27 para $5,32 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nos

tratamentos com dose 0 e 45 t ha⁻¹, respectivamente. Assim, infere-se nesta ocasião que o teor de Mg²⁺ se enquadrou na classe de alta disponibilidade já no tratamento sem calcário, conforme o Manual de Calagem e Adubação para os Estado de RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016).

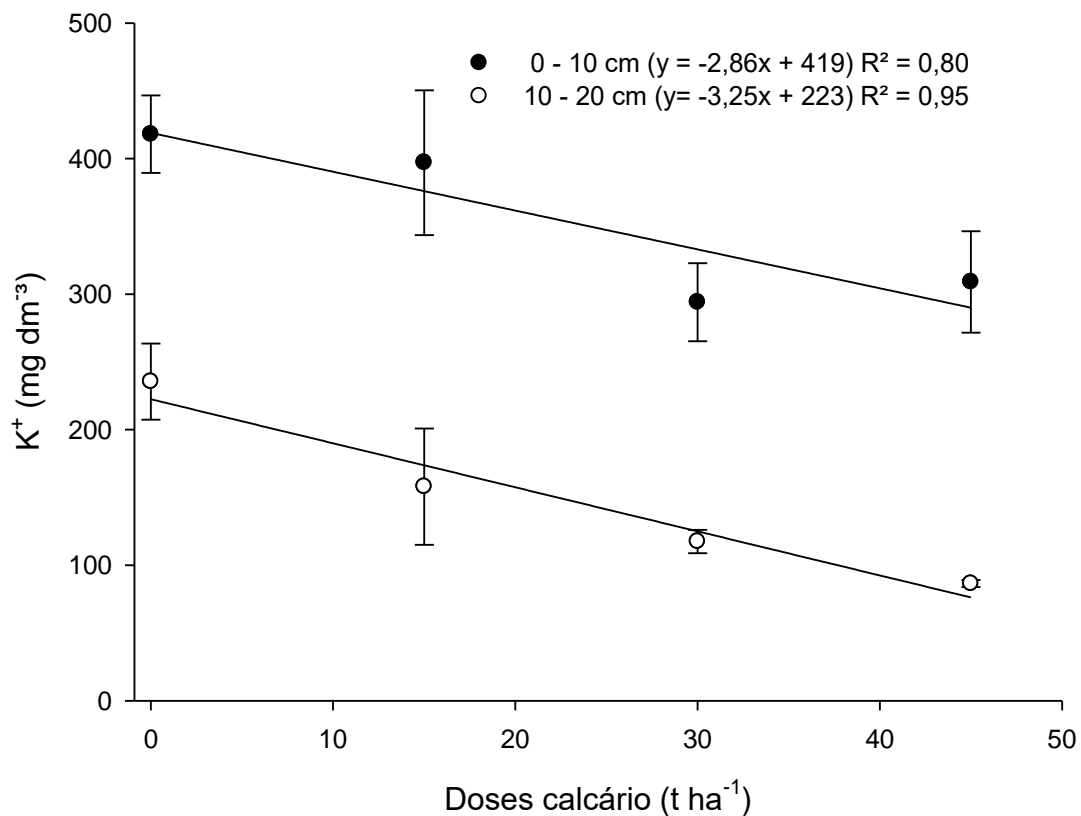
O Mg²⁺ é um nutriente importante no processo fotossintético, fazendo parte da molécula de clorofila, atuando também na ativação enzimática, no transporte de carboidratos (FREGONI, 1980) e na formação de pigmentos, como o caroteno (FRÁGUAS; SILVA, 1998). Assim, no trabalho de Correia et al. (2018), utilizando-se da cultura da mangueira, em Bebedouro – SP, também foi verificado até a camada de 40 cm aumento linear do pH, Ca²⁺ e Mg²⁺ com aplicação de calcário dolomítico incorporado até a profundidade de 20 cm de um Latossolo, mesmo sendo selecionado doses pequenas (de 0; 2; 4; 6 e 8 t ha⁻¹) para o estudo. Outro estudo de Corrêa et al. (2018) em um pomar comercial de goiabeira em Taquaritinga – SP, também apresentou aumento de pH, Ca²⁺ e Mg²⁺ com aumento de doses de calcário dolomítico em um Latossolo, só que as aplicações do calcário foram superficiais.

Os teores de K⁺ e P neste estudo diminuíram de forma linear com o aumento das doses de calcário. Para o K⁺ (Figura 5), na camada superficial (0 – 10 cm), o teor inicial foi de 419 mg dm⁻³ no tratamento sem calcário e o final foi de 290 mg dm⁻³ na dose de 45 t ha⁻¹. Para a camada de 10 – 20 cm, o teor de K⁺ no tratamento sem calcário foi de 223 mg dm⁻³ e na dose de 45 t ha⁻¹ foi de 76,8 mg dm⁻³. Segundo o Manual de Calagem e Adubação para os Estado de RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016), neste estudo os teores de K⁺, na camada superficial, mantiveram-se na classe de disponibilidade muito alto do nutriente (>180 mg dm⁻³) em todas as doses de calcário, no entanto, na camada subsuperficial, a classe passou de muito alto para média disponibilidade (61 – 90 mg dm⁻³) da dose de 0 para a de 45 t ha⁻¹, respectivamente.

O efeito do calcário em diminuir os teores de k⁺ no solo pode estar relacionada com o aumento do número de cargas negativas na superfície das partículas do solo decorrentes do aumento no pH, as quais aumentam a adsorção de K⁺, diminuindo o teor desse nutriente na solução do solo e na sua determinação analítica (ERNANI, 2016). O K⁺ no solo é adsorvido por ligação do tipo eletrostática de baixa energia com os coloides do solo em relação a maior energia de ligação do Ca²⁺ e Mg²⁺ no solo (ERNANI, 2016). Assim também, pode ter havido maior

lixiviação de K^+ , o que é coerente com o fato de que a área experimental se encontra em região onde a evapotranspiração geralmente é menor que a precipitação pluviométrica. Por outro lado, neste experimento, a diminuição do teor de k^+ também pode ter ocorrido por uma maior absorção pela planta nos tratamentos com doses maiores de calcário.

Figura 5- Teores de potássio disponível (K^+) em $mg\ dm^{-3}$ de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 $t\ ha^{-1}$ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



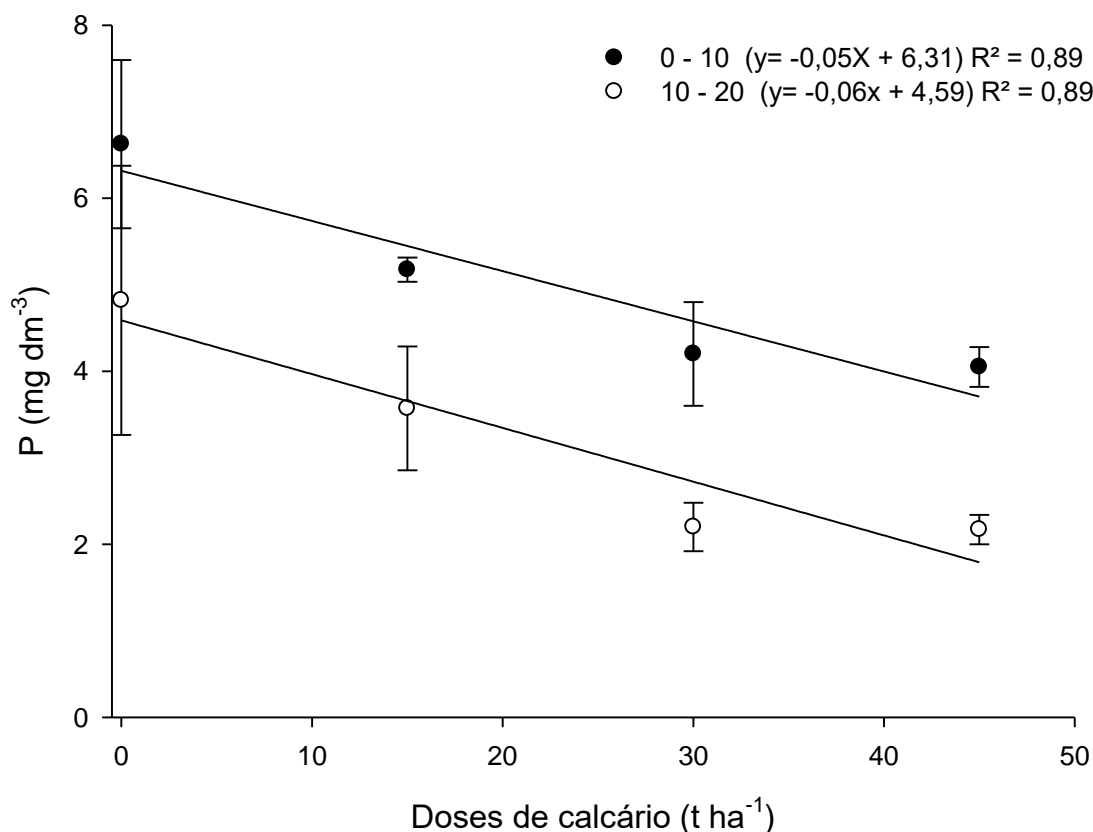
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O excesso de K^+ pode provocar o dessecamento da ráquis, devido a menor absorção de Ca^{2+} e Mg^{2+} pelas raízes das plantas (TECCHIO; TERRA; MAIA, 2012). Assim, como a aplicação incorporada de doses de calcário dolomítico diminuiu os teores de K^+ e aumentou os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , reparando o balanço das relações K/Ca e K/Mg , possivelmente pode ter reduzido a predisposição da

ocorrência do distúrbio de dessecamento de ráquis nos cachos de uva do pomar de videiras deste estudo.

Para os teores de P (Figura 6), observa-se que na camada de 0 – 10 cm o valor foi de 6,31 mg dm⁻³ no tratamento sem calcário e diminuiu para o valor de 4,06 mg dm⁻³ na dose de 45 t ha⁻¹ de calcário. Já na camada de 10 – 20 cm, o teor de P foi igual a 4,59 mg dm⁻³ no tratamento sem calcário e chegou no valor mínimo de 1,89 mg dm⁻³ na maior dose de calcário. Portanto, neste estudo, conforme o Manual de Calagem e Adubação para os Estado de RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016), os teores de P foram da classe de baixa disponibilidade do nutriente (4,1 – 8,0 mg dm⁻³) no tratamento sem calcário para a classe de muito baixa disponibilidade ($\leq 4,0$ mg dm⁻³) na dose de 45 t ha⁻¹ de calcário, nas duas camadas.

Figura 6 - Teores de fósforo disponível (P) em mg dm⁻³ de um Cambissolo Húmico nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

De tal modo, solos com pH mais elevado, com muito Ca trocável, como consequência de uma “supercalagem”, podem proporcionar a precipitação do P com o Ca^{2+} (NOVAIS et al., 2007), formando um novo composto de composição definida e pouco disponível para a planta (SAMPLE et al., 1980). Neste caso, a precipitação pode explicar a diminuição dos teores de P com as crescentes doses de calcário, já que estas aumentaram o pH do solo e os teores de Ca^{2+} na solução do solo.

Considerando que a exigência do P pela videira é relativamente pequena quando comparada com a de K^+ e Ca^{2+} (TECCHIO; TERRA; MAIA, 2012), essa redução dos teores de P extraível com o aumento das doses de calcário não deve ser preocupante, pois, a calagem geralmente aumenta o teor de P na solução do solo, o que favorece a disponibilidade de P às plantas.

O P apesar de não citado na literatura como um elemento que em desbalanço seja um causador de dessecamento de ráquis é um nutriente de extrema importância para as plantas, fazendo parte de compostos e enzimas que atuam na transferência de energia (NOVAIS et al., 2007), por isso foi considerado avaliado neste estudo.

5.3 Vigor, produção e dessecamento de ráquis

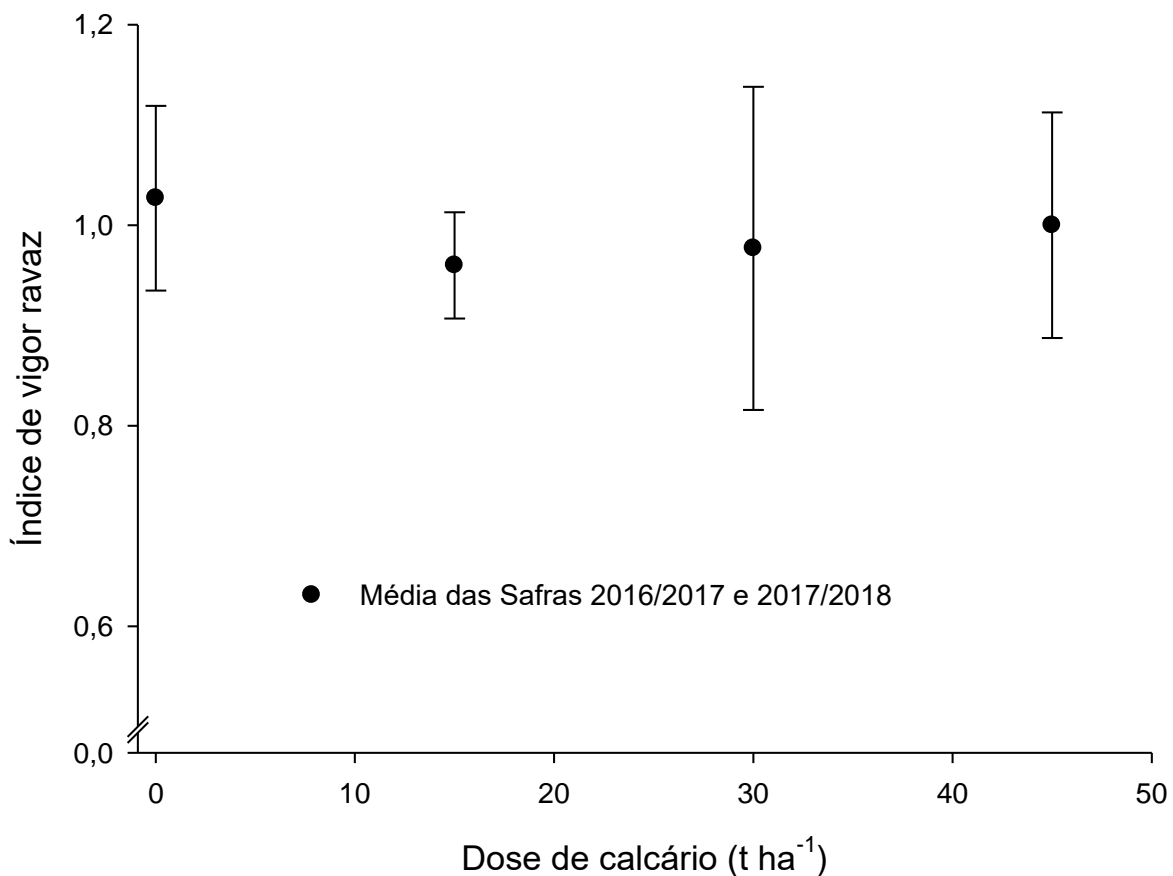
O vinhedo apresentou alto vigor vegetativo, isto pode ter afetado a produtividade de cachos de videira. A forma mais comum de medir o vigor é o índice ravaz, que é calculado pela relação entre produção de frutos por planta (kg) e o peso do material podado (kg). De acordo com Kliewer e Dokoozlian (2005), o equilíbrio entre produção e vigor das plantas ocorre quando esse índice situa-se entre 4 e 10 embora valores acima de 7 indicam possível esgotamento da planta pelo excesso de frutos produzidos, já valores abaixo de 4 indicam excesso de vigor da planta e/ou baixas produtividades de uva.

O vigor do vinhedo não obteve resposta para regressão com aplicação de doses de calcário e não apresentou diferença entre os anos estudados, e a média dos dois anos avaliados estão apresentados na Figura 7. Os índices de vigor ravaz obtidos são considerados baixos, a média das duas safras avaliadas foi de 0,96. Estes dados, no geral indica que há um excesso de vigor vegetativo no vinhedo e

desequilíbrio na distribuição de fotoassimilados. Resultados obtidos por Muniz, Simon e Brighenti (2015) foram semelhantes, e o autor ainda indica que vinhedos em regiões de elevada altitude da serra catarinense 1400 m tem maior vigor em comparação a vinhedos a 950 m, respectivamente igual a 0,8 e 1,7.

O excessivo vigor dos vinhedos localizados em áreas de altitude (acima de 950 metros) está ligada ao elevado teor de matéria orgânica dos solos, no caso da área de estudo 6 % de matéria orgânica (Tabela 2), que resulta em alta taxas de mineralização, assim, disponibilizando N para as plantas principalmente onde a pluviometria é alta (MUNIZ; SIMON; BRIGHENTI, 2015).

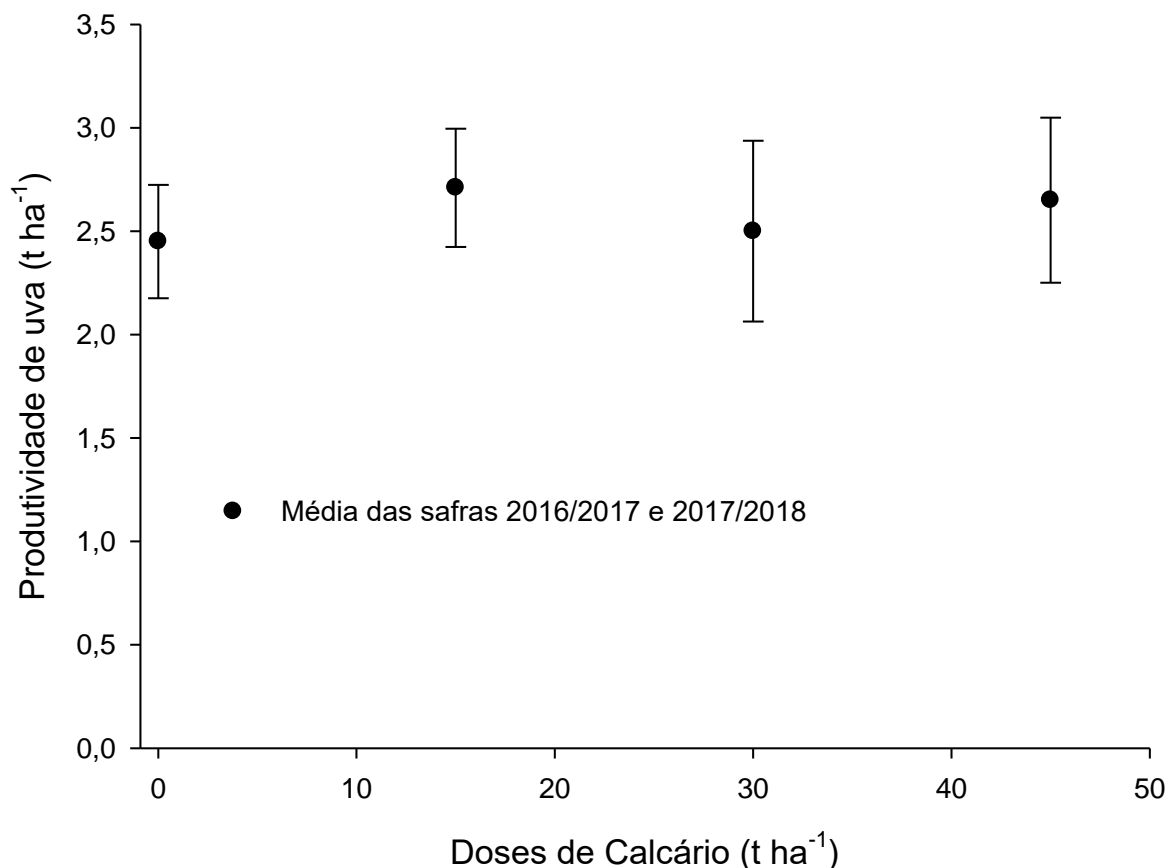
Figura 7 - Índice de vigor ravaz na média das safras 2016/2017 e 2017/2018 de videiras cv cabernet sauvignon cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A produtividade de cachos de uvas ($t\ ha^{-1}$) não foi afetada pela aplicação das doses de calcário e não se obteve diferença nos dois anos avaliados, e as médias da produtividade dos dois anos avaliados estão representadas na Figura 8. A produtividade média das duas safras foi de $2,56\ t\ ha^{-1}$. As produtividades obtidas são consideradas baixas para cultivar. Estudos feitos com a mesma cultivar por Mafra (2009) na serra catarinense e Brunetto (2008) na serra gaúcha, obtiveram produtividades médias respectivas de $6,4\ t\ ha^{-1}$ e $7,5\ t\ ha^{-1}$ de cachos de uva. No entanto Brunetto (2018) observou redução das produtividades em tratamentos utilizando elevadas doses de N ($45\ kg\ ha^{-1}$ e $60\ kg\ ha^{-1}$ de N), e obteve produtividade de $3,9\ t\ ha^{-1}$ e $1,7\ t\ ha^{-1}$, de cachos de uva respectivamente, e este resultado é devido a um elevado vigor do vinhedo e aumento da suscetibilidade das plantas a doenças.

Figura 8 - Produtividade de cachos de uvas na médias das safras 2016/2017 e 2017/2018 de videiras cv cabernet sauvignon cultivadas em Cambissolo Húmico aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 $t\ ha^{-1}$ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



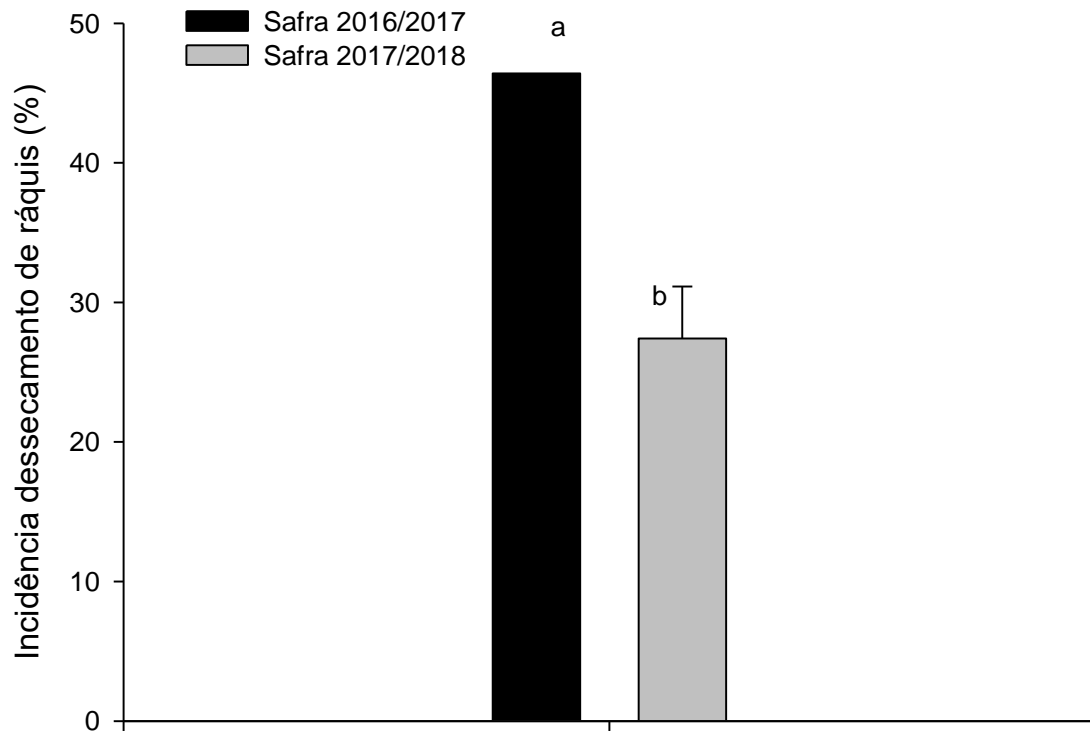
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

As produtividades baixas também são justificáveis pelo fato da região de São Joaquim possuir elevada altitude (1405 m no local de estudo), nebulosidade alta durante o ano e temperaturas amenas, que resulta em menor soma térmica comparado a outras regiões produtoras de uvas, fatores estes que, segundo Muniz, Simon e Brighenti (2015), podem acabar afetando a produção de uvas. Outro fator que explica a baixa produtividade é o espaçamento utilizado de 4 m x 1,25m, ocasionando uma densidade de plantio de 2000 plantas por hectare, que é mais comum em plantios com o sistema de condução “manjedora”. As densidades de plantio mais utilizadas para sistema de condução em espaldeira variam de 2666 a 2777 plantas por hectare (MAFRA et al. 2009).

A Incidência do distúrbio fisiológico dessecamento de ráquis apresentou diferença entre os dois anos avaliados (Figura 9), no entanto, cada ano não apresentou resposta com as doses de calcário aplicadas (Figura10). Na safra 2016/2017 a incidência foi maior que na safra 2017/2018, com os respectivos valores de 46,43% e 27,41%. O dessecamento de ráquis é um distúrbio fisiológico causado por um conjunto de múltiplos fatores ligados a nutrição da planta e ao clima (PICKERING; WARINGTON; WOOLLEY, 2007), o excesso de chuvas e temperaturas baixas no florescimento da videira estão correlacionados com o dessecamento de ráquis (BOSELLI e FREGONI. 1986). Assim, a variação climática de precipitação e temperatura podem ter sido um fator determinante para a variação da incidência do dessecamento de ráquis encontradas durante os dois anos.

Altos valores de incidência do dessecamento de ráquis já foram identificados na serra catarinense por Pagani (2008), que obteve incidência média de 13% de cachos afetados na safra 2006/2007, e Mafra (2009) na safra 2007/2008 obteve incidência média de 11%, chegando em algumas localidades estudadas em até 32% de cachos de uva afetados, porém nestes estudos os autores não avaliaram severidade.

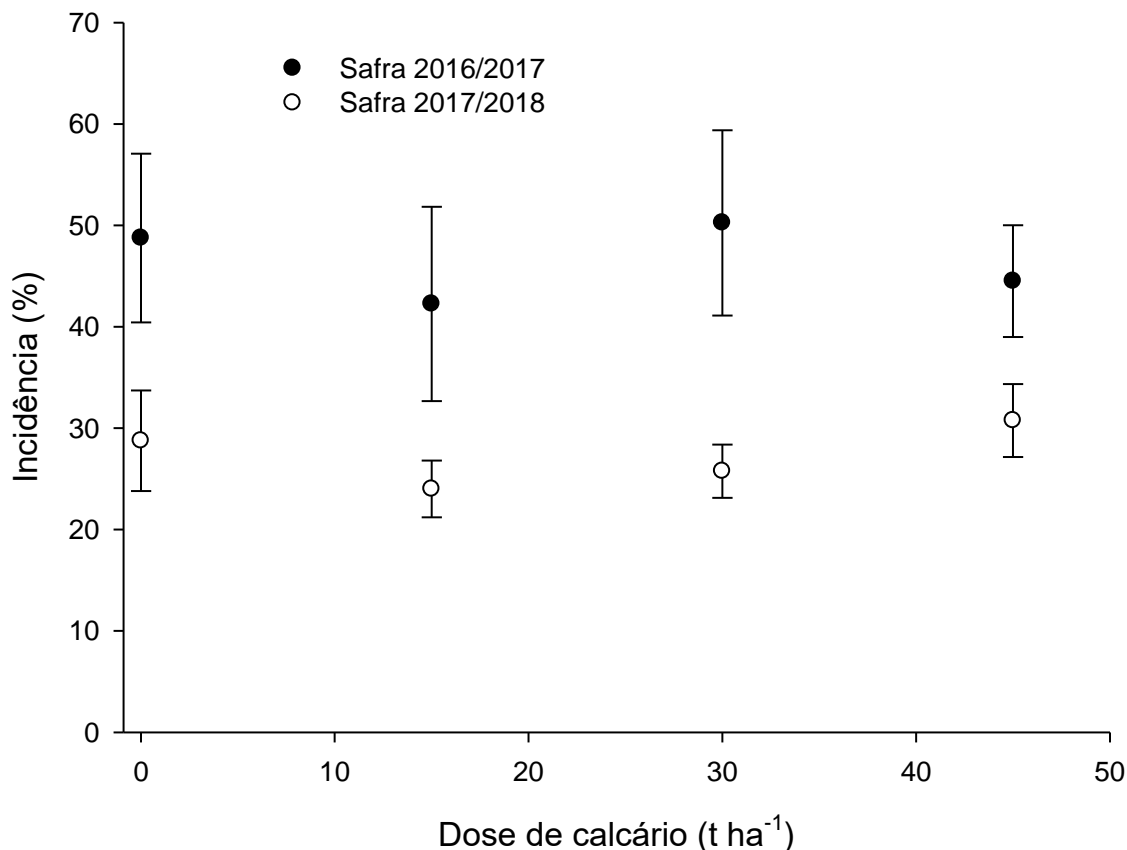
Figura 9 – Incidência média do dessecamento de ráquis a cachos de uva nas safras 2016/ 2017 e 2017/2018 em videiras cultivadas em Cambissolo Húmico aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



Letras minúsculas diferentes indicam diferença significava a 5% pelo teste de tukey.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Figura 10 – Incidência do dessecamento de ráquis a cachos de uva nas safras 2016/ 2017 e 2017/2018 em videiras cultivadas em Cambissolo Húmico aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.

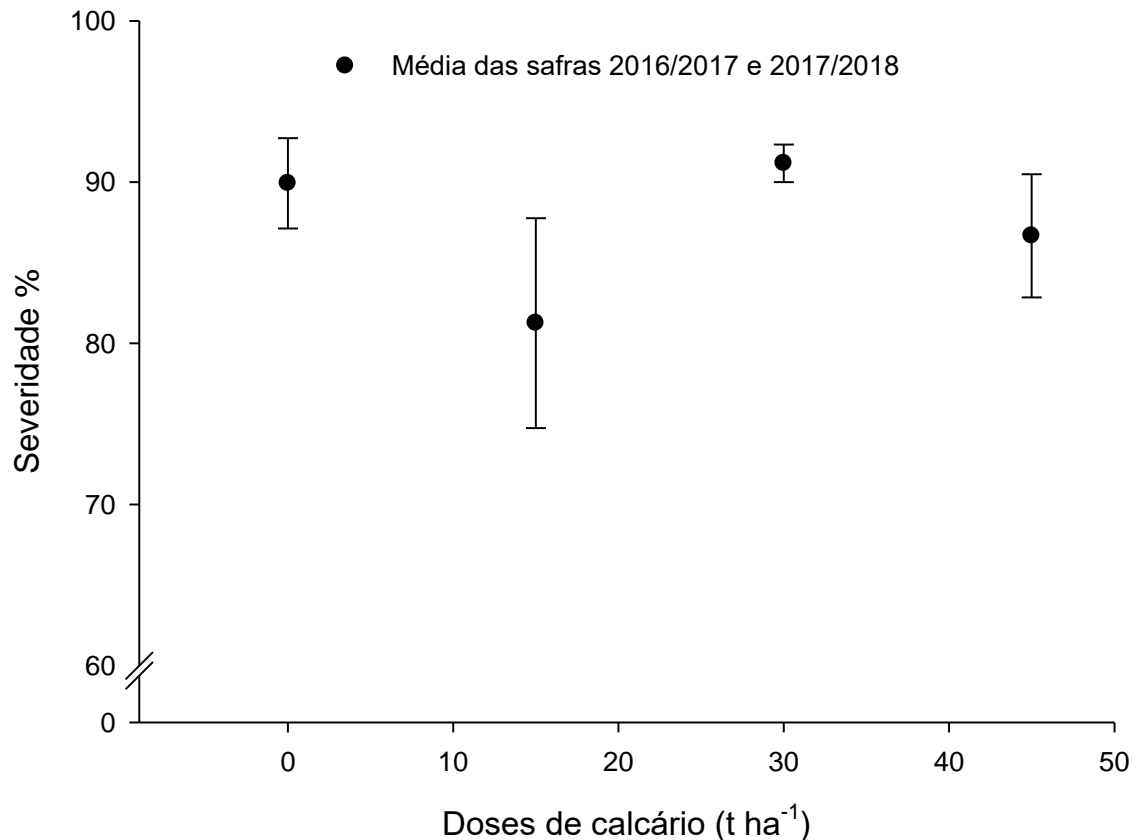


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O dessecamento de ráquis é um distúrbio fisiológico causado por um conjunto de múltiplos fatores ligados a nutrição da planta e ao clima (PICKERING; WARINGTON; WOOLLEY. 2007), o excesso de chuvas e temperaturas baixas no florescimento da videira estão correlacionados com o dessecamento de ráquis (BOSELLI; FREGONI. 1986). Assim, a variação climática de precipitação e temperatura podem ter sido um fator determinante para a variação da incidência do dessecamento de ráquis encontradas durante os dois anos.

Já para severidade do distúrbio fisiológico não se obteve diferença as doses de calcário nas duas safras analisadas (Figura 11). A severidade indica o quanto os cachos com incidência do distúrbio fisiológico foram afetados, os dois anos avaliados não apresentaram diferenças entre si, no entanto a média geral foi alta 87,25% indicando que houve perda de produção de uva.

Figura 11 – Severidade do dessecamento de ráquis a cachos de uva nas safras 2016/2017 e 2017/2018 em videiras cultivadas em Cambissolo Húmico aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



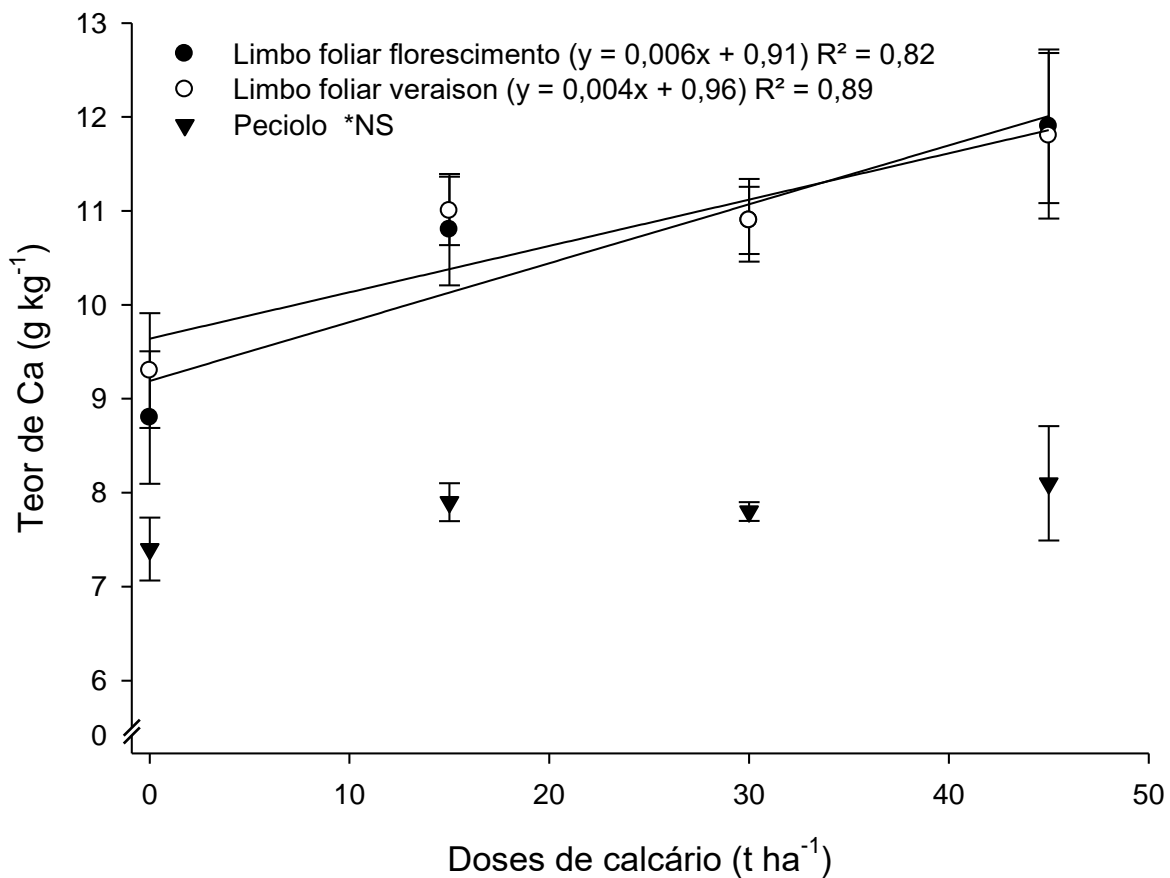
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

5.2 Teores de nutrientes nos tecidos vegetais das videiras

Na Figura 12, observa-se que os teores de Ca no limbo foliar de videira aumentaram linearmente com as crescentes doses de calcário dolomítico aplicadas, nas duas épocas de coleta: florescimento e veraison. No entanto, não houve efeito para a concentração de Ca nos pecíolos. Os teores de Ca no limbo foliar, na época do florescimento da videira, variaram de 9,1 g kg⁻¹ no tratamento sem calcário a 11,8 g kg⁻¹ na dose de 45 t ha⁻¹ de calcário; e, na época de veraison, o Ca variou de 9,2 g kg⁻¹ no tratamento sem calcário a 11,4 g kg⁻¹ na dose de 45 t ha⁻¹ de calcário. Já no pecíolo, o teor de Ca na média foi de 7,8 g kg⁻¹.

Assim, como esperado, percebe-se que o efeito da calagem na concentração do Ca no limbo foliar nas duas épocas de coleta foi igual ao comportamento do Ca^{2+} no solo (Figura 3), ou seja, o aumento do Ca^{2+} no solo com o aumento das doses de calcário proporcionou o aumento da absorção deste nutriente pelas plantas. No estudo de Oliveira et al. (2015), aonde foi analisado os teores de macronutrientes nas raízes e na parte aérea de plantas jovens de videiras cultivadas em solo com aplicação de doses de calcário (0; 12,6 e 25,2 t ha⁻¹), observou-se incremento dos valores de Ca tanto nas raízes quanto na parte aérea com o aumento das doses de calcário, e os autores ainda citaram que as doses de calcário adicionadas influenciaram na absorção do Ca^{2+} .

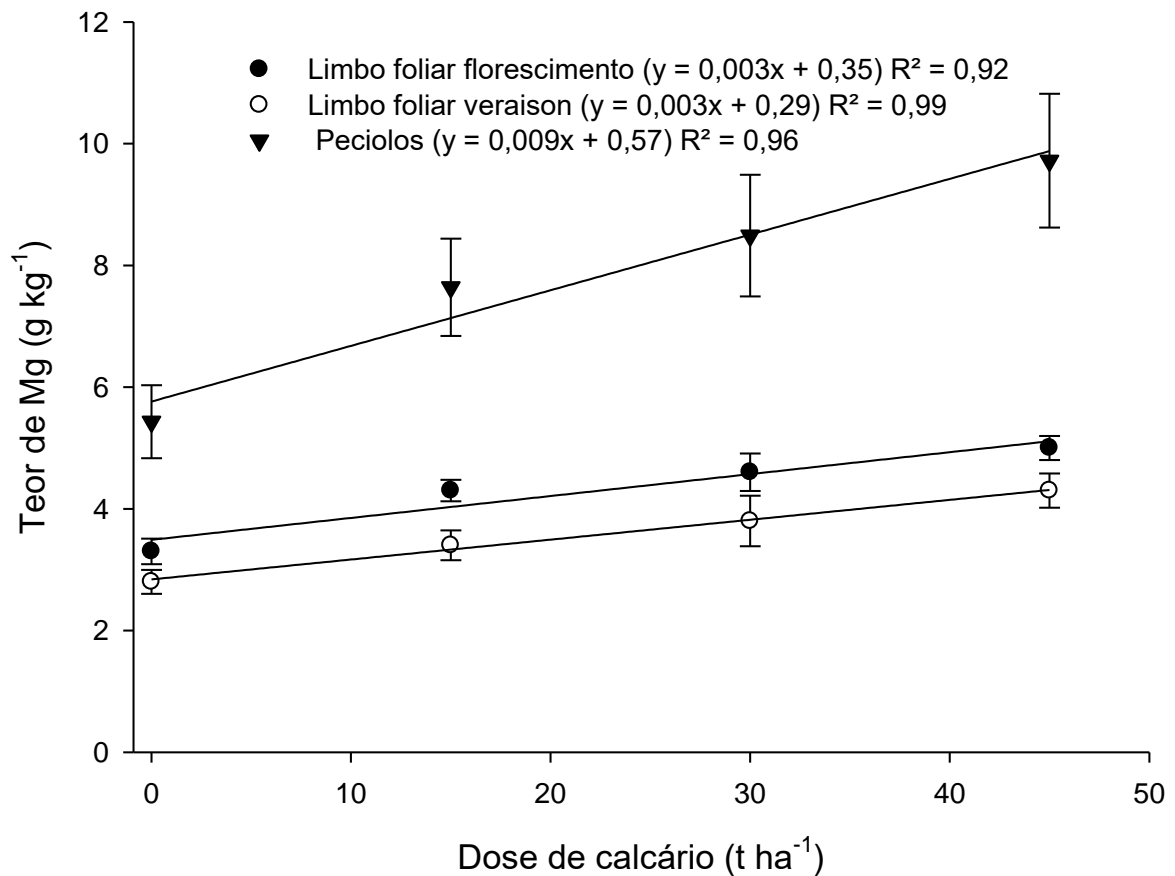
Figura 12 - Teor de cálcio (Ca) em g kg⁻¹ no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Os teores de Mg aumentaram de forma linear no limbo foliar (nas duas épocas coletas) e no pecíolo com a aplicação de doses de calcário dolomítico (Figura 13). Assim, nota-se que na primeira coleta dos limbos foliares (florescimento), o teor de Mg inicial foi de $3,5 \text{ g kg}^{-1}$ no tratamento sem aplicação de calcário e chegou até $4,85 \text{ g kg}^{-1}$ na dose de 45 t ha^{-1} de calcário. Para os teores de Mg nos limbos foliares coletados no veraison, o Mg variou de $2,9 \text{ g kg}^{-1}$ no tratamento sem calcário a $4,25 \text{ g kg}^{-1}$ na dose de 45 t ha^{-1} de calcário. E ainda para o pecíolo, o teor de Mg começou em $5,7 \text{ g kg}^{-1}$ no tratamento sem calcário e alcançou o valor máximo de $9,75 \text{ g kg}^{-1}$ na dose de 45 t ha^{-1} .

Figura 13 - Teor de magnésio (Mg) em g kg^{-1} no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Igualmente ao Ca, os teores de Mg nos limbos foliares e no pecíolo também responderam ao aumento do teor desse nutriente no solo (Figura 4), mostrando maior absorção do nutriente com o aumento das doses de calcário dolomítico. No trabalho de Oliveira et al. (2015), os teores de Mg nas raízes da videira também aumentaram com o acréscimo das doses de calcário, e na parte aérea, o Mg foi menor na área sem calcário em relação as áreas com calcário, mas não diferiu entre as doses de 12,6 e 25,2 t ha⁻¹ de calcário.

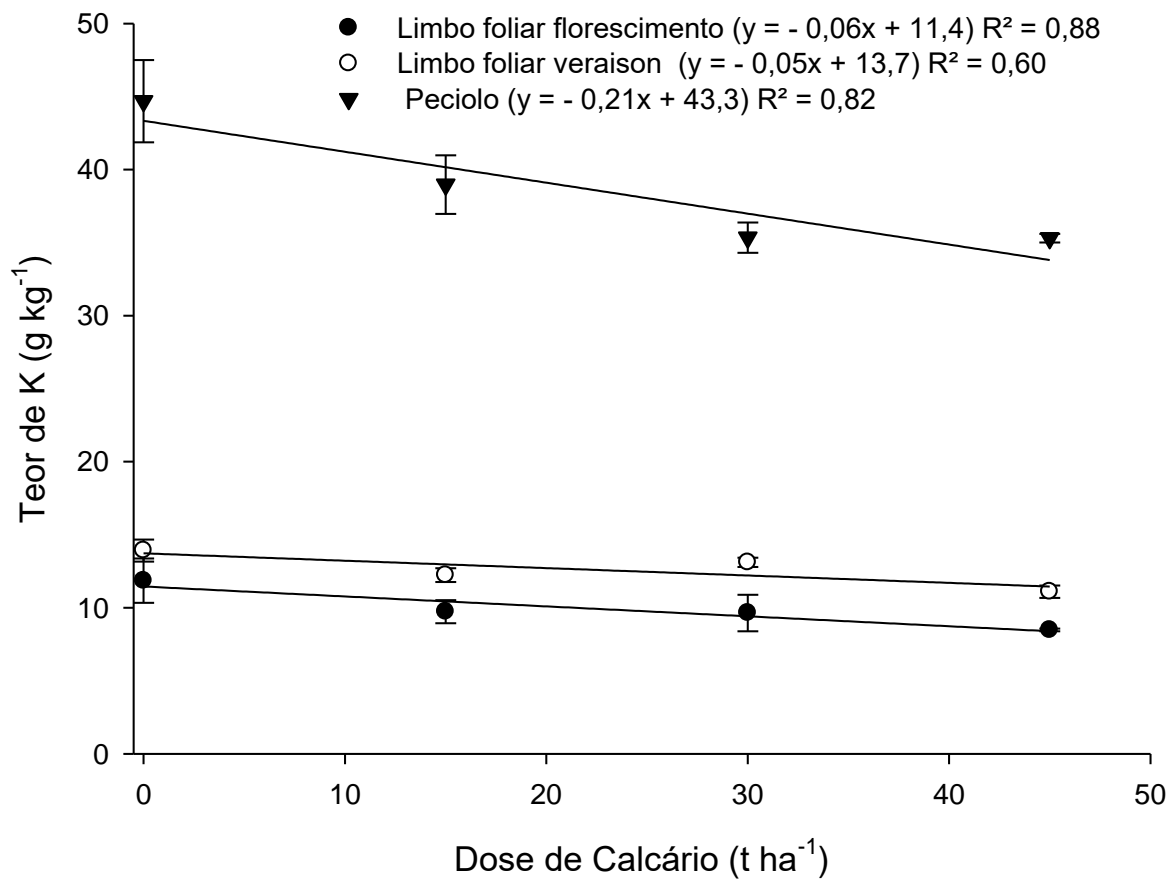
Os teores de K nos tecidos vegetais diminuíram de forma linear com o aumento das doses de calcário (Figura 14). No florescimento da videira, os teores no limbo foliar se situaram entre 11,4 g kg⁻¹ no tratamento sem calcário a 8,7 g kg⁻¹ na dose de 45 t ha⁻¹ de calcário. Já, na época da veraison os teores no limbo foliar variaram de 13,7 g kg⁻¹ no tratamento sem calcário a 11,45 g kg⁻¹ na dose de 45 t ha⁻¹ de calcário. Já no pecíolo, os teores de K se situaram entre 43,3 g kg⁻¹ no tratamento sem calcário e 33,8 g kg⁻¹ na dose de 45 t ha⁻¹ de calcário, sendo que segundo o Manual de Calagem e Adubação para os Estados de do RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016) o pecíolo é mais adequado para avaliação da absorção de K.

Com o aumento da dose de calcário aplicada aumentaram as cargas negativas do solo, o que favoreceu a adsorção de K⁺ nestas novas cargas e diminuiu sua concentração na solução do solo, fazendo com que este K⁺ fique menos disponível para a absorção pelas plantas. Além disso, houve o aumento de Ca²⁺ e Mg²⁺ no solo, que diminuiu as relações K/Mg e K/Ca, o que reduz a atividade de K na solução do solo, e favorece a maior absorção de Ca²⁺ e Mg²⁺ em relação a K⁺ pelas plantas. Estudo realizado por Mafra et al. (2009) evidenciou correlações negativas entre os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ no solo com os teores foliares do K, evidenciando que há efeito antagônico em relação a absorção destes nutrientes para plantas.

Os teores de K encontrados nos pecíolos de videira, segundo o Manual de Calagem e Adubação para os Estados de do RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016), estão considerados na classe do excessivo (maior que 25 g kg⁻¹). Esse fato pode ser explicado pelos altos teores de potássio encontrados no solo (na média maior que 160 mg dm⁻³) que em parte refletem a adubação feita

durante a condução do experimento, pois o teor inicial desse nutriente foi de 95 mg dm^{-3} .

Figura 14 - Teor de potássio (K) em g kg^{-1} no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.

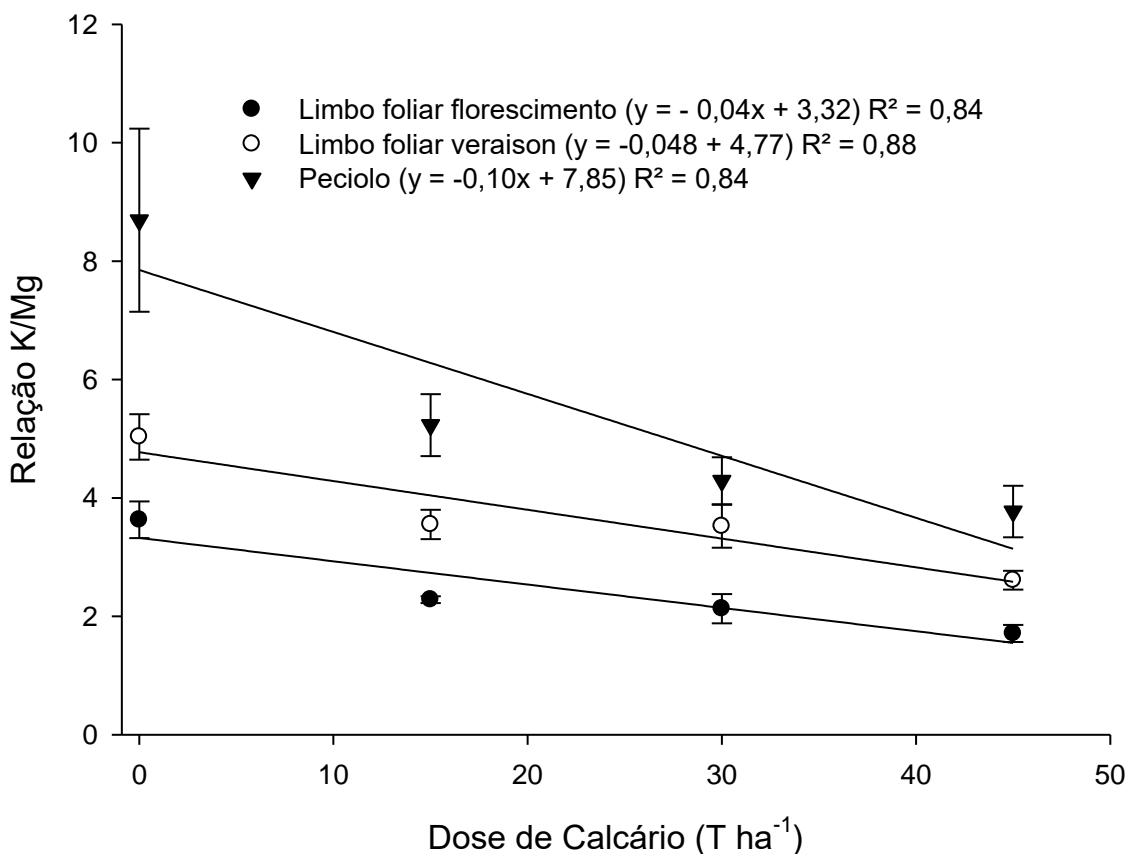


Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

As relações K/Ca e K/Mg nos tecidos de videira diminuíram com o aumento das doses calcário (Figura 15 e Figura16), indicando que o calcário dolomítico pode ser utilizado para diminuir as relações K/Ca e K/Mg quando os teores K no solo forem muito altos. No limbo foliar no florescimento das videiras a relação K/Ca diminui de 1,28 no tratamento sem calcário para 0,83 na dose de 45 t ha^{-1} calcário, já as K/Mg diminui de 3,32 no tratamento sem calcário para 1,52 na dose de 45 t ha^{-1} calcário. No limbo foliar na época de veraison, a relação K/Ca reduziu de 1,45 no

tratamento sem calcário para 1,0 na dose de 45 t ha⁻¹ calcário, a relação K/Mg foi de 4,77 no tratamento sem calcário para 2,61 na dose de 45 t ha⁻¹ calcário. Por fim no pecíolo a relação K/Ca foi de 5,81 no tratamento sem calcário para 4,01 na dose de 45 t ha⁻¹ calcário, já a relação K/Mg foi de 7,85 no tratamento sem calcário para 3,35 na dose de 45 t ha⁻¹ calcário.

Figura 15 – Relação dos teores de K/Mg no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.

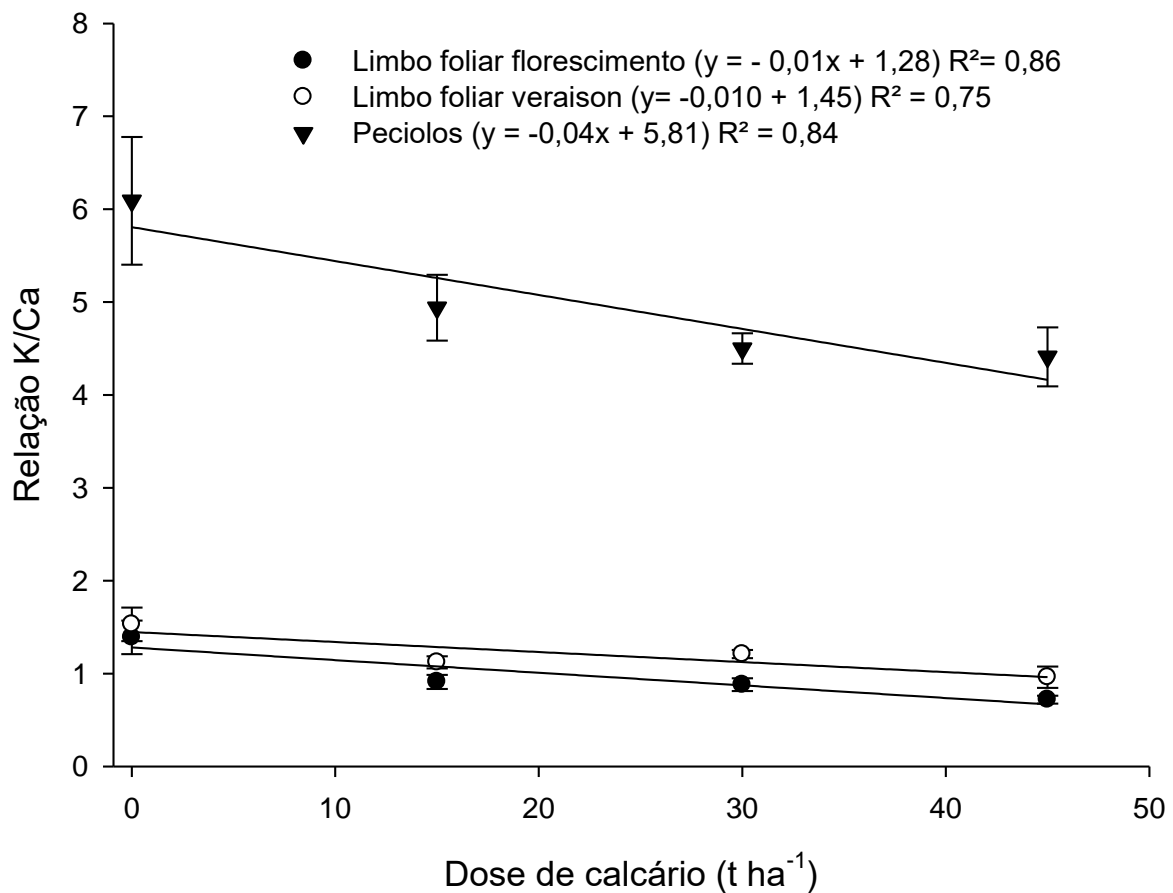


Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

O desbalanço nas relações K/Ca e Mg são indicados como possíveis causas do dessecamento de ráquis sendo que quando maior o teor de K em relação a Ca e Mg maior  pré-disposição da videira ao distúrbio fisiológico (PICKERING; WARINGTON; WOOLLEY. 2007), estudos realizados por Boselli e Fregoni (1986) obteve diminuição do dessecamento de ráquis com aplicações foliares de Ca, Mg.

As cultivares de videiras mais suscetíveis ao distúrbio fisiológico tem relação K/Ca e K/Mg maiores que cultivares apontadas como resistentes (COCUCCI et al. 1988).

Figura 16 – Relação dos teores de K/Ca no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



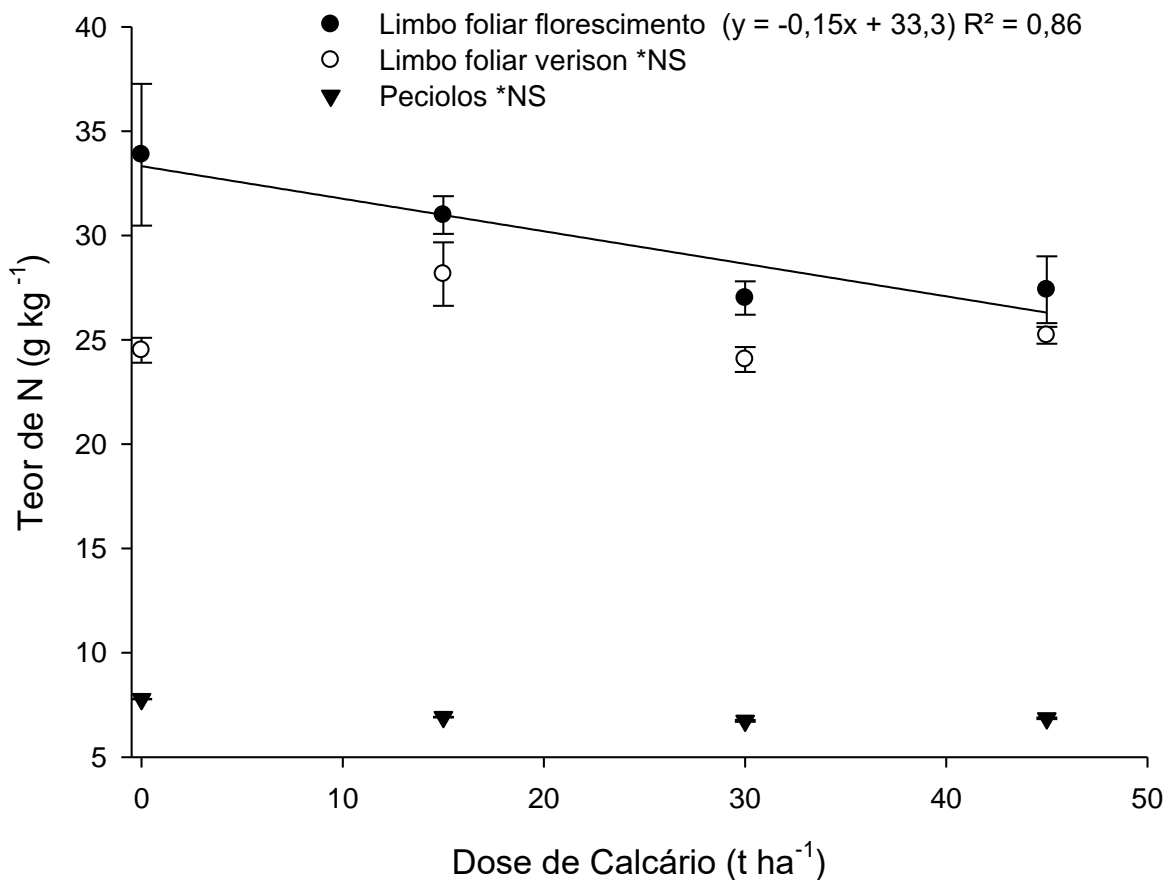
Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

Em estudo em um solo com alto teor de K e baixo de Mg, Fráguas; Sônego e Grigoletti., (1996) verificaram em pecíolos de videira afetadas pelo distúrbio fisiológico os valores médios de 3,13 e 0,76 das relações K/Mg e K/Ca, respectivamente, e que estes valores são indicativos da causa do dessecamento de ráquis. Na Figura 15 e Figura 16 ficou evidente que neste estudo as relações K/Mg e K/Ca dos pecíolos ficaram acima dos valores médios citados por Fráguas; Sônego e

Grigoletti., (1996) em plantas de videira afetadas pelo dessecamento de ráquis, evidenciando que neste estudo as relações K/Mg e K/Ca assim como o alto teor de K no solo (Figura 5) podem ter contribuído para os elevados índices de incidência e severidade de dessecamento de ráquis.

Na figura 17, observa-se que os teores de N no limbo foliar da videira responderam às doses de calcário somente na época de florescimento dos cachos, sendo que os teores diminuíram de forma linear, variando de 33,3 g kg⁻¹ no tratamento sem calcário a 26,6 g kg⁻¹ na dose de 45 t ha⁻¹ calcário. Como não houve diferença no limbo foliar na época de veraison e no pecíolo, a concentração média de N foi de 25,5 e 7,0 g kg⁻¹, respectivamente.

Figura 17 - Teor de nitrogênio (N) em g kg⁻¹ no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ incorporado na camada de 0 - 40 cm.



Conforme o Manual de Calagem e Adubação para os Estados de do RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016), os teores de N encontrados no pecíolo se situaram na faixa do normal (entre $6,6 \text{ g kg}^{-1}$ - $9,5 \text{ g kg}^{-1}$). Assim, os teores encontrados no limbo foliar de videira se situaram na faixa do excessivo (maior que 24 g kg^{-1}), destacando-se que o teor nas folhas tem maior sensibilidade para avaliação de N do que o pecíolo. Os altos teores de N encontrados no limbo foliar de videira indicam um suprimento excessivo deste nutriente, isso se deve pelo fato do solo possuir um elevado teor de matéria orgânica (60 g kg^{-1} , tabela 1), que é responsável por 95 % do suprimento de N para às plantas (GIANELLO et al.,2000).

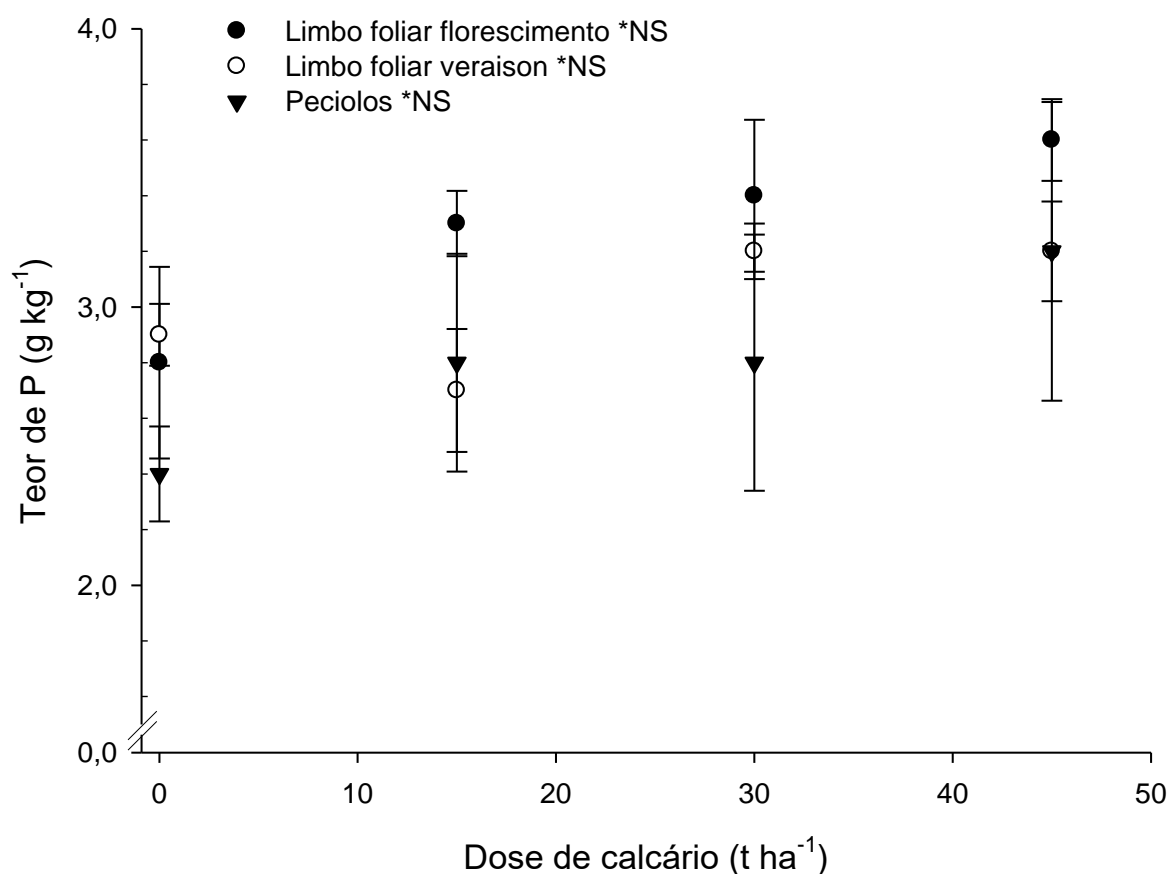
O excesso de N na planta ainda contribui para o alto vigor do vinhedo, o que resulta em problemas de manejo com aumento da relação fonte e dreno entre o crescimento vegetativo e o desenvolvimento dos frutos da videira, e ainda favorece a ocorrência do distúrbio de dessecamento de ráquis (FRÁGUAS; SÔNEGO e GRIGOLETTI., 1996; PICKERING; WARINGTON; WOOLLEY, 2009). Também, os teores muito altos de K^+ no solo ($>180 \text{ mg dm}^{-3}$), principalmente nas menores doses de calcário, podem ter favorecido a maior assimilação do N pela videira (MARSCHNER, 1995), assim, possibilitando maior síntese de substâncias nitrogenadas e sua acumulação em partes vegetativas, de tal modo, explicando a redução dos teores N com o aumento das doses de calcário no limbo foliar no florescimento da videira.

A Figura 18 ilustra que os teores de P nos pecíolos e no limbo foliar de videiras nas duas coletas não apresentaram efeito significativo com o aumento das doses de calcário dolomítico. Assim, na média, os teores de P foram de 3,3, 3,0 e $2,8 \text{ g kg}^{-1}$ no limbo foliar no florescimento, no limbo foliar no veraison e no pecíolo, respectivamente. Os teores de P encontrados nos tecidos analisados comparando as faixas de valores referência são considerados normais Conforme o Manual de Calagem e Adubação para os Estados de do RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016).

A videira é uma planta com uma demanda por P reduzida, por isso apresenta pequenas variações em seu tecido (DAL BÓ, 1992; TECCHIO; TERRA; MAIA, 2012.). Além disso, os porta-enxertos de videira comumente apresentam fungos micorrízicos que se associam com as raízes, aonde esses ampliam o volume de solo explorado, ajudando na absorção de nutrientes pela planta, principalmente o P,

mesmo em quantidades reduzidas no solo (ANZANELLO, SOUZA E CASAMALI, 2011). Este fato pode também explicar a falta de efeito da calagem nos teores de P nos tecidos vegetais das videiras.

Figura 18 - Teor de fósforo (P) em g kg^{-1} no limbo foliar, em duas épocas de coleta: florescimento e veraison, e nos pecíolos de videiras cultivadas em solos aos 7 anos após aplicação de calcário dolomítico nas doses de 0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} incorporado na camada de 0 - 40 cm.



Fonte: elaborado pelo autor, 2019.

5.4 Correlações dos atributos químicos do solo, macronutrientes dos tecidos de videira em relação à incidência e severidade de dessecamento de ráquis

Na safra de 2017/2018 foram realizados testes de correlações para avaliar relações diretas entre a incidência e severidade do dessecamento de ráquis com os atributos químicos do solo e os teores de macronutrientes nos tecidos das videira (

Tabela 2). Portanto nos testes de correlação realizado entre os teores de nutrientes no pecíolo das videiras e a incidência do dessecamento de ráquis, evidenciaram que houve relações diretas da incidência do dessecamento de ráquis com teor de N e relações Ca/Mg e K/Mg (Tabela 2). No entanto este comportamento não foi identificado para teor de macronutrientes em limbos foliares de videira no florescimento e veraison, e também para os atributos químicos do solo.

Tabela 2- Coeficiente de correlação de Pearson da safra 2017/2018 entre a Incidência do dessecamento de ráquis e atributos químicos do solo (camada 0 a 20 cm), nutrientes nos tecidos de videiras cv. Cabernet Sauvignon, cultivadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103 em solos de altitude de 1405 m, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 16 parcelas.

| | pH | N | P | K | Ca | Mg | Ca/Mg | K/Mg | K/Ca |
|----------------------------|----|-------|----|----|----|----|-------|-------|------|
| Limbo foliar florescimento | - | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Pecíolo veraison | - | 0,42* | ns | ns | ns | ns | 0,44* | 0,46* | ns |
| Limbo foliar veraison | - | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Solo | ns | - | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

Valores com * ao lado são significativo a 10% de probabilidade.

ns = não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A correlação entre o teor de N no pecíolo de videira e incidência do dessecamento de ráquis teve $r = 0,46$ e valor $p = 0,09$, corroborando que com o aumento do teor de N no pecíolo há o aumento do dessecamento de ráquis, Trabalhos realizados por Mungare (2013); Christensen e Boggers (1985), com crescentes doses de N aplicadas no solo identificaram que o aumento das doses de N aumentou a ocorrência deste distúrbio fisiológico em videiras. Além disso, o N é responsável pelo aumento do vigor do vinhedo, que segundo Pickering; Warington e Woolley, (2007), provoca um desbalanço na relação fonte dreno entre o dossel vegetativo e reprodutivo das plantas, assim aumentando a ocorrência do dessecamento de ráquis.

Ainda, no pecíolo a relação Ca/Mg teve $r = 0,44$ e valor $p = 0,08$ e a relação K/Mg obteve o $r = 0,46$ e valor $p = 0,07$. Dessa maneira, este efeito indica que quanto menor o teor de Mg em relação a Ca e K nos pecíolos há um aumento da incidência

do dessecamento de ráquis. O desbalanço das relações K/Mg e Ca/Mg nos tecidos vegetais das videiras são citados por diversos autores como determinantes para a ocorrência do dessecamento de ráquis (FRÁGUAS; SILVA 1998; PICKERING; WARINGTON; WOOLLEY, 2009; TECCHIO; TERRA; MAIA, 2012; MUNGARE, 2013). Segundo Mungare (2013), o aumento de K em relação ao Mg também contribuiu para ocorrência de dessecamento de ráquis.

No teste de correlação de severidade do dessecamento de ráquis foram encontradas relações diretas com: teores de macronutrientes no limbo foliar, teores de macronutrientes nos pecíolos, assim como também para atributos químicos do solo (Tabela 3).

Tabela 3 - Coeficiente de correlação de Pearson da safra 2017/2018 entre a severidade do dessecamento de ráquis e atributos químicos do solo (camada 0 a 20 cm), nutrientes nos tecidos de videiras cv. Cabernet Sauvignon, cultivadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103 em solos de altitude de 1405 m, na Serra Catarinense, São Joaquim, SC. Valores de 16 parcelas.

| | pH | N | P | K | Ca | Mg | Ca/Mg | K/Mg | K/Ca |
|----------------------------|----|--------|----|----|----|----------|---------|--------|-------|
| Limbo foliar florescimento | - | ns | ns | ns | ns | ns | 0,50* | 0,43* | ns |
| Pecíolo veraison | - | 0,59** | ns | ns | ns | -0,67*** | 0,70*** | 0,51** | ns |
| Limbo foliar veraison | - | ns | ns | ns | ns | -0,56** | 0,49* | 0,50* | ns |
| Solo | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | 0,42* | 0,44* |

Valores com * ao lado são significativo a 10% de probabilidade, com ** ao lado significativos a 5% de probabilidade e valores com *** são significativo a 1% de probabilidade.

ns = não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A correlação entre teor de N no pecíolo e severidade do dessecamento de ráquis indica que quando maior o teor de N no pecíolo maior a severidade do distúrbio fisiológico, sendo o valor de $r=0,59$ e $p=0,01$. Deste modo, os demonstram que o N em excesso no pecíolo é um dos causadores do dessecamento de ráquis tanto para severidade como para incidência, já citado anteriormente.

Os teores de Mg nos tecidos vegetais apresentaram correlações negativas com a severidade do dessecamento de ráquis tanto para teor no limbo foliar quanto para pecíolo na época de veraison, apresentando os respectivos valores de $r=-0,67$ com $p=0,004$ e $r=-0,56$ com $p=-0,02$. Isso indica que quanto menor o teor de Mg nos

tecidos vegetais de limbo e pecíolo na época de veraison maior a severidade da ocorrência do dessecamento de ráquis. Estes dados vão de encontro com os autores Tecchio; Terra; Maia, (2012); Fráguas e Silva (1998), aonde afirmam, que o Mg é um nutriente importante para a predisposição das plantas ao dessecamento de ráquis e que a carência desse nutriente nas plantas é um dos precursores do distúrbio fisiológico.

As relações Ca/Mg e K/Mg no limbo foliar no florescimento, limbo foliar veraison e no pecíolo apresentaram correlação positiva com severidade do dessecamento de ráquis. A relação Ca/Mg no limbo foliar no florescimento e no veraison obteve $r=0,50$ com $p=0,05$ e $r=0,48$ com $p=0,06$, respectivamente. Já no pecíolo os valores de $r=0,70$ com $p=0,002$. Para a relação K/Mg os valores foram $r=0,42$ com $p=0,09$, $r=0,50$ com $p=0,04$ e $r=0,51$ com $p=0,04$ respectivamente para limbo foliar na floração, limbo foliar veraison e pecíolo.

Os resultados indicam que quanto maior o teor de Ca e K em relação a Mg nos tecidos vegetais das videiras, maior a severidade do distúrbio fisiológico, isso não se deve pelo excesso de Ca e K nos tecidos, mas sim pelo desbalanço em relação a Mg. Como já citado anteriormente o Ca^{2+} e Mg^{2+} competem pelo mesmo sitio de adsorção nas raízes da planta, assim para absorver mais Ca e K a planta absorve menos Mg, e o desequilíbrio destes elementos na planta contribuem para a ocorrência do distúrbio fisiológico.

Por fim, nas correlações realizadas entre atributos químicos do solo e severidade do dessecamento de ráquis foi identificado correlações positivas para K/Mg e K/Ca, apresentando os respectivos valores $r=0,42$ com $p=0,09$ e $r=0,44$ com $p=0,08$. De tal modo, isto indica que quanto maior o teor de K^+ no solo em relação a Ca^{2+} e Mg^{2+} maior a severidade do dessecamento de ráquis. Assim, estudo de Tecchio, Terra e Maia (2012) concordam com os fatos deste trabalho, onde os autores também sugerem que o dessecamento de ráquis está atrelado a fatores nutricionais do solo e da planta, indicando que o excesso de K^+ juntamente com os baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} no solo são fatores que levam ocorrência em videiras destde distúrbio fisiológico.

CONCLUSÕES

O aumento na dose de calcário dolomítico incorporado em Cambissolo Húmico aumenta o pH e os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis no solo, enquanto, diminuiu os teores de K^+ e P extraíveis (Mehlich 1),.

O vigor, a produtividade do vinhedo e a incidência e severidade do dessecamento de ráquis não são afetadas pelo aumento das doses de calcário dolomítico em avaliação realizada aos 7 e 8 anos após a aplicação.

O teor de Ca nas folhas e o de Mg nessas e nos pecíolos, da videira cv Cabernet Sauvignon aumentam com o aumento na dose de calcário dolomítico, enquanto, o teor de K diminui nesses tecidos vegetais, o de N diminui somente nas folhas no florescimento e, o de P não é afetado pela dose de calcário.

A severidade do dessecamento de ráquis é relacionada com baixo teor de Mg nos tecidos de pecíolo e limbo foliar de videira, e com elevadas relações Ca/Mg e K/Mg. Assim, o aumento da disponibilidade de K em detrimento a Mg e Ca no solo aumenta a ocorrência do dessecamento de ráquis.

REFERÊNCIAS

ANZANELLO, R.; SOUZA, P. V. D. de; CASAMALI, B. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em porta-enxertos micropropagados de videira. **Bragantia**, [s.l.], v. 70, n. 2, p.409-415, 2011.

BOSELLI, M.; FREGONI, M. Possibilities of control of stem dieback (stiellaehme) of grape by foliar applications. p. 214 – 230. In. ALEXANDER, A. (ed.) Foliar fertilization. **Developments in plant and soil sciences**. V. 22. Martinus Nijhof. Dordrecht, the Netherlands. 1986.

BRUNETTO, G. et al. Produtividade de uvas e composição do mosto de videiras ‘Cabernet Sauvignon’ fertilizadas com composto orgânico e ureia. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, [s.l.], v. 17, n. 2, p.212-218, 19 jul. 2018.

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.

BRENDEL, G., STELLWAAG-KITTLER, F., THEILER, R. Pathological-physiological criteria of stalk necrosis. **Mitteilungen Klosterneuburg Rebe und Wein, Obstbau und Fruchteverwertung**, v.33 p.100-104. 1983.

CHRISTENSEN, P.; BOGGERO, J. A study of mineral nutrition relationship of water berry in Thompson Seedless. **J. Amer. Encl. Viticul.** v. 36, p.57-64. 1985.

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

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2016. 376p.

COCUCCI, G.; MORGUTTI, S.; COCUCCI, M.; SCIENZA, A. A possible relationship between stalk necrosis and membrane transport in grapevine cultivars. **Scientia Horticulturae** v. 34 p.67-74. 1988.

CORRÊA, M. C. de M. et al. Surface Application of Lime on a Guava Orchard in Production. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 42, p.1-12, 2 jul. 2018.

CORREIA, M. A. R. et al. Using Limestone to Improve Soil Fertility and Growth of Mango (*Mangifera Indica* L.). **Communications In Soil Science And Plant Analysis**, [s.l.], v. 49, n. 8, p.903-912, 26 mar. 2018.

CUS, F. The effect of different scion/rootstock combinations on yield properties of cv. 'Cabernet Sauvignon'. **Acta Agriculturae Slovenica**, Slovenia, v. 83, p. 63-71, 2004.

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

DAVIES, P.J. Plant Hormones. **Physiology, biochemistry and molecular biology**. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, the Netherlands.1995.

DELAS, J.; DUMARTIN, P.; MOLOT, C.;BONIFACE, J.C. Le dessechement de la rafle dans le vignole bordelais. **Connaissance de la vigne et du vin**. France. v.10. p.227-247. 1976.

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, n. 46).

ERNANI, Paulo Roberto. **Química do Solo e Disponibilidade de Nutrientes**. 2°. ed. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina, 2016.

FRÁGUAS, José Carlos; SILVA, Davi José. Nutrição e Adubação da Videira em Regiões Tropicais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p.70-75, 1998.

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).

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

GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O.; REICHMANN, E. & TEDESCO, M.J. Avaliação da disponibilidade do nitrogênio do solo estimada por métodos químicos. Viçosa, **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.24 p.93-101, 2000.

HIBERT, G.; SOYER, J. P.; MOLOT, C.; GIRAUDON, J.; MILIN, S.; GAUDILLERE, J. P. Effects of nitrogen supply on must quality and anthocyanin accumulation in berries of cv. Merlot. **Vitis, Siebeldingen**, v. 42, n. 2, p. 69-76, 2003.

IBACACHE, A. G. El problema del palo negro en vides. **Tierra Adentro**. v 71 p.30-32. 2006.

JACKSON, D. I.; COOMBE B. G.. Early bunch stem necrosis in grapes a cause of poor fruit set. **Vitis**, v.27 p.57-61. 1988.

JAHNL, G.. Report on long-term studies on stalk necrosis. **Mitteilungen Klosterneuburg**, v.33 p.9-14. 1983.

KELLER, M.; KOBLET W. Is carbon starvation rather than excessive nitrogen supply the cause of inflorescence necrosis in *Vitis vinifera* L? **Vitis**, v.33. p. 81–86. 1994.

KELLER, M., ; KOBLET W.. Stress-induced development of inflorescence necrosis and bunch-stem necrosis in *Vitis vinifera* L. in response to environmental and nutritional effects. **Vitis**, v.34. n. 3 p.145–150. 1995.

KLIEWER, W.M.; DOKOOZLIAN, N.K. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.56, n.2, p.170-181, 2005.

NOVAIS, Roberto Ferreira de et al (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Copyright, 2007. p. 275-374

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego, Academic Press, 1995. p.299-311.

MAFRA, M.S.H. **Estado nutricional, rendimento e qualidade de uva cabernet sauvignon em solos da serra catarinense**. 2009. 100 p. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo). Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2009.

MUNGARE, T.S.; KALBHOR, J. N.; TAWARE, P. B.; KHILARI J.M. Bunch stem necrosis in L. in response to nutritional imbalance *Vitis vinifera*. **Green Farming**. v.4. n.4. p.464-467. 2013.

MUNIZ, Jaqueline Nogueira; SIMON, Suzeli; BRIGHENTI, Alberto Fontanella. Viticultural Performance of Merlot and Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) Cultivated in High Altitude Regions of Southern Brazil. **Journal Of Life Sciences**, [s.l.], v. 9, n. 9, p.399-410, 28 set. 2015.

OLIVEIRA, Paula Duarte de et al. Uso de calcário na amenização da toxidez de cobre em videiras jovens. **Científica**, [s.l.], v. 43, n. 4, p.427-435, 1 out. 2015

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.

PICKERING, A. H.; WARINGTON, I. J.; WOOLLEY, D. J. A reduction in vine vigor of cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) decreases bunch stem necrosis. **Acta Hort.** v.732. p.687-629. 2007.

PICKERING, A. H.; WARINGTON, I. J.; WOOLLEY, D. J. Physiological disorders of grape: Bunch stem necrosis. **Horticultural reviews**, v. 35. 2009.

ROSIER, J. P.; Novas regiões: vinhos de altitude no sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA. 10.: SEMINÁRIO CYTED: INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA VITÍCOLA E VINÍCOLA NA COR DOS VINHOS.

2003, Bento Gonçalves. Anais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p.137-140. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 40).

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.

RUIZ, R.; MOYANO, S. El problema de "Palo Negro" en vides y su relacion on altos niveles de putrescina y bajo contenido de potasio. **Serie: Agricultura Técnica**. v. 54 p. 87-94. Abr-Jun. 1994.

SCHIMANSKY, C. Uptake of magnesium, calcium and Potassium and their possible effects on stalk nekrosis of vines. **Mitteilungen Klosterneuburg** v.33 p.127-132. 1983.

Sample, E. C.; Soper, R. J.; Racz, G. J. Reactions of phosphate in soils. In: Khasawneh, F. E.; Sample, E. C.; Kamprath, E. J. (Eds.). The role of phosphorus in agriculture. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p.263-310.

SILVA, Ivo Ribeiro da; MENDONÇA, Eduardo de SÁ (Ed.). MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO. In: NOVAIS, Roberto Ferreira de et al (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Copyright, 2007. p. 275-374

TECCHIO, Marco Antonio; TERRA, Maurilo Monteiro; MAIA, João Dimas Garcia. Nutrição, calagem e adubação da videira Niágara. In: MAIA, João Dimas Garcia; CAMARGO, Umberto Almeida (Ed.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasilia: Embrapa, 2012. p. 139-173.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

THEILER, R. Grape stalk atrophy – studies from 1970 to 1973. **Schweiz. Zeit.Obst Weimbau** v.111 p.18-28. 1975.

THEILER, R. und H. MÜLLER. Beziehungen zwischen Klimafaktoren und dem Stiellähmebefall bei Riesling x Silvaner. *Vitis*. v. 25 p. 8-20. 1986.

VIANNA, Luiz Fernando et al. Caracterização agronômica e edafoclimática dos vinhedos de elevada altitude. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, [s.l.], v. 15, n. 3, p.215-226, 18 nov. 2016.

ZAMBONI, M. Il portinnesti dela vite: scelte in funzione degli aspetti nutrizionale. **Vignevini**, v.15, n.5, p.35-39,1987.