

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DA VIDEIRA

‘APPC 007 ESTELA’

Fabiana Campos Medeiros

Engenheira Agrônoma

2024

D
I
S
S.
/
M
E
D
E
I
R
O
S

F.

C.

D
I
S
S.
/
M
E
D
E
I
R
O
S

F.

C.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL

DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DA VIDEIRA

‘APPC 007 ESTELA’

Discente: Fabiana Campos Medeiros

Orientador: Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Produção Vegetal.**

2024

M488d Medeiros, Fabiana Campos
Diagnóstico do estado nutricional da videira 'APPC 007 Estela' /
Fabiana Campos Medeiros. -- , 2024
28 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal,
Orientador: Danilo Eduardo Rozane

1. Agronomia. 2. Nutrição das plantas. 3. Viticultura. I. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

A pesquisa impactará a região de Pilar do Sul (SP) ao promover um manejo nutricional eficiente da videira 'APPC 007 Estela', melhorando a qualidade dos frutos, reduzindo os custos de produção e minimizando os danos ambientais, alinhando -se ao Objetivo 2 dos ODS: Fome Zero e agricultura sustentável.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The research will impact the Pilar do Sul region (SP) by promoting efficient nutritional management of the 'APPC 007 Estela' vine, improving fruit quality, reducing production costs and minimizing environmental damage, in line with SDG Goal 2: Zero Hunger and sustainable agriculture.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DA VIDEIRA 'APPC 007 ESTELA'

AUTORA: FABIANA CAMPOS MEDEIROS

ORIENTADOR: DANILO EDUARDO ROZANE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia (Produção Vegetal), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. DANILO EDUARDO ROZANE (Participação Virtual)
Departamento de Agronomia e Recursos Naturais / FCAVR UNESP Registro

Prof. Dr. ANTONIO JOÃO DE LIMA NETO (Participação Virtual)
Departamento de Fitotecnia / Universidade Federal do Ceará (UFC) - Fortaleza/CE

Prof. Dr. ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 25 de outubro de 2024

Documento assinado digitalmente
 **DANILO EDUARDO ROZANE**
Data: 25/10/2024 12:15:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO JOAO DE LIMA NETO**
Data: 26/10/2024 11:56:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO**
Data: 26/10/2024 14:03:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Fabiana Campos Medeiros, nascida cidade de Sorocaba (SP) em 16/12/1999, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista - UNESP (2021) e concluiu curso técnico em Agropecuária pela Etec Professor Edson Galvão (2016). Atualmente, está finalizando o mestrado em Produção Vegetal, com foco em Nutrição Vegetal, na Universidade Estadual Paulista – UNESP. Possui experiência profissional como Técnica Agrícola na Cooperativa Agroindustrial APPC (2021-2022), desempenhando funções como assistência técnica, análises laboratoriais e inspeção de qualidade de frutas.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e perseverança para o desenvolvimento deste trabalho;

Aos meus pais, Fábio e Adriana, ao meu irmão Murilo, e ao meu namorado, Lucas, por todo o carinho e apoio neste processo;

Ao Prof. Dr. Danilo Eduardo Rozane, por acreditar no meu potencial, pelos ensinamentos e pela paciência;

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de cursar o mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	6
1.1 INTRODUÇÃO	6
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
1.3 REFERÊNCIAS	8
CAPÍTULO 2 - ESTABELECIMENTO DO NÚMERO ADEQUADO DE AMOSTRAS SIMPLES DE SOLO E FOLIARES EM POMARES DE VIDEIRA	10
2.1 INTRODUÇÃO	10
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	11
2.2.1 Local do estudo e banco de dados	11
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
2.3.1 Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em videiras 'APPC007 Estela'	13
2.3.2 Amostragem para diagnose do nutricional de videiras 'APPC 007 Estela'	15
2.4 CONCLUSÕES	17
2.5 REFERÊNCIAS	17
CAPÍTULO 3 – DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DA VIDEIRA APPC 007 ESTELA POR MEIO DOS MÉTODOS DRIS E CND	20
3.1 INTRODUÇÃO	20
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.2.1 Local do estudo e banco de dados	22
3.2.2 Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS).....	24
3.2.3 Diagnose da composição nutricional (CND)	25
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
3.3.1 Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS).....	28
3.3.2 Diagnose da composição nutricional (CND)	36
3.4 CONCLUSÕES	44
3.5 REFERÊNCIAS	44

DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DA VIDEIRA 'APPC 007 ESTELA'

RESUMO - A vitivinicultura exerce um papel significativo e apresenta importância em termos econômicos, sociais, culturais e ambientais em todo o mundo. No estado de São Paulo, a região de Pilar do Sul é conhecida por sua longa tradição no cultivo de uvas finas, com destaque para a cultivar de videira 'APPC 007 Estela', que desempenha papel essencial no cenário socioeconômico regional. O equilíbrio nutricional adequado das plantas é essencial para garantir o retorno financeiro da área. Nesse contexto, a análise química foliar surge como uma ferramenta indispensável, sobretudo quando combinada com métodos de diagnóstico atualizados, que consideram as interações entre os nutrientes e incorporam dados de monitoramento de produtividade e diagnóstico foliar dos vinhedos. Dentre os métodos disponíveis para o diagnóstico nutricional das plantas, destacam-se o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e a Diagnose da Composição Nutricional (CND), por sua capacidade de realizar análises bivariadas e multivariadas dos nutrientes presentes nos tecidos vegetais. Este estudo tem como objetivo geral diagnosticar o estado nutricional de talhões comerciais de videiras da cultivar 'APPC 007 Estela' na região de Pilar do Sul, no estado São Paulo, e fornecer recomendações de nutrientes com base na análise de tecidos foliares. Para isso, foi realizado um amplo levantamento da fertilidade do solo e do estado nutricional dos talhões comerciais, comparando os resultados das análises químicas de solo e folha com as classes de interpretação de solo e faixas de suficiência de nutrientes foliares disponíveis na literatura. A comparação entre os métodos DRIS e CND mostrou que ambos são ferramentas eficazes para diagnosticar o estado nutricional e recomendar intervenções de adubação, mas o CND oferece uma abordagem mais detalhada e precisa. A utilização das faixas nutricionais obtidas neste estudo pode beneficiar os produtores de videiras na região de Pilar do Sul – SP, proporcionando maior precisão no diagnóstico nutricional da cultura e nas recomendações de adubação. Isso pode resultar em uma gestão mais eficiente dos recursos e, conseqüentemente, em melhores resultados de produção e rentabilidade.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*, Amostragem, CND, DRIS, nutrição de plantas

DIAGNOSIS OF THE NUTRITIONAL STATUS OF THE VINE 'APPC 007 ESTELA'

Abstract- Viticulture plays a significant role and holds economic, social, cultural, and environmental importance worldwide. In the state of São Paulo, the Pilar do Sul region is renowned for its long-standing tradition in cultivating fine grapes, with emphasis on the 'APPC 007 Estela' vine cultivar, which plays an essential role in the regional socioeconomic landscape. Proper plant nutritional balance is crucial to ensure the financial return of the cultivated area. In this context, foliar chemical analysis emerges as an indispensable tool, especially when combined with updated diagnostic methods that consider nutrient interactions and incorporate data from productivity monitoring and vineyard foliar diagnostics. Among the available methods for diagnosing plant nutrition, the Integrated Diagnosis and Recommendation System (DRIS) and the Diagnosis of Nutritional Composition (CND) stand out for their ability to perform bivariate and multivariate analyses of nutrients present in plant tissues. This study aims to diagnose the nutritional status of commercial vineyard plots of the 'APPC 007 Estela' cultivar in the Pilar do Sul region of São Paulo and provide nutrient recommendations based on foliar tissue analysis. A comprehensive survey of soil fertility and the nutritional status of the commercial plots was conducted, comparing the results of soil and foliar chemical analyses with soil interpretation classes and foliar nutrient sufficiency ranges available in the literature. The comparison between the DRIS and CND methods demonstrated that both are effective tools for diagnosing nutritional status and recommending fertilization interventions; however, CND offers a more detailed and precise approach. The nutritional ranges obtained in this study can benefit vine growers in the Pilar do Sul region, providing greater precision in crop nutritional diagnostics and fertilization recommendations. This can result in more efficient resource management and, consequently, improved production outcomes and profitability.

Keywords: *Vitis vinifera*, Sampling, CND, DRIS, Plant Nutrition

CAPÍTULO 1- Considerações gerais

1.1 INTRODUÇÃO

A vitivinicultura desempenha papel socioeconômico importante em muitos países. No ano de 2022, a produção mundial de uva foi de 71,3 milhões de toneladas, sendo China, Itália e França os maiores produtores da fruta, respectivamente (OIV, 2024). No mesmo ano, o Brasil produziu 1,5 milhão de toneladas de uva, sendo 165 mil toneladas, correspondente a 11% da produção total no país, cultivadas somente no estado de São Paulo, que concentra uma das maiores produções brasileiras (IBGE, 2023). Cerca de 95% dessa produção (156,8 mil toneladas) corresponde às uvas de mesa (IEA, 2024).

A região de Pilar do Sul (SP) destaca-se pela liderança e pela tradição no cultivo de uvas finas através da Cooperativa Agroindustrial APPC, cujo principal cultivo é de uva de mesa 'APPC 007 Estela'. Esta cultivar tem uma grande importância econômica na região devido a seu alto valor agregado e a geração de empregos. Dentre as características da cultivar 'APPC 007 Estela', podemos destacar bagas grandes, frutos verdes de textura crocante, alta concentração de açúcares e baixa acidez, enquanto as bagas sem sementes são produzidas comercialmente aplicando tratamento com ácido giberélico.

Embora relevante economicamente, essa cultivar apresenta alguns desafios para seu cultivo, especialmente no manejo da adubação, cujo objetivo é realizar adequada nutrição das plantas para obter bons níveis de produtividade e frutos de boa qualidade. Identificou-se que pomares com algum tipo de desequilíbrio de nutrientes, produzem frutos menores, com baixa concentração de açúcares, apresentam maior sensibilidade a rachaduras, desgrana de bagas excessiva e menor conservação pós-colheita.

Nesse sentido, segundo Tullio e Rozane (2022), a produtividade e a qualidade dos frutos em culturas perenes é influenciada principalmente pelo manejo das plantas e pelas condições de fertilidade do solo. A prática da fertilização pode afetar a qualidade dos frutos do ponto de vista morfológico, físico, químico e organoléptico (Brunetto et al., 2015). Neste contexto, o diagnóstico nutricional a partir da análise do tecido foliar faz-se instrumento eficiente para identificar desequilíbrios nutricionais e auxiliar nas recomendações de adubação para as videiras (Souza et al., 2013; Teixeira et al., 2015; Rozane et al., 2020).

Os diagnósticos nutricionais em videiras são feitos a partir da análise química do tecido foliar e posterior comparação com teores foliares ideais, utilizando-se como padrões, níveis críticos (NC) ou faixas de suficiência (FS). O emprego destes padrões no diagnóstico nutricional em videiras requer cautela, pois, além da amostragem padronizada, devem-se considerar possíveis variações em virtude do ambiente e das cultivares (Teixeira et al., 2015). À vista disso, na região de Pilar do Sul (SP) observou-se que não existem parâmetros específicos para nortear a recomendação de calagem e de adubação dessa cultura na região e, portanto, o presente estudo tem como objetivo geral diagnosticar o estado nutricional de talhões comerciais de videiras da cultivar 'APPC 007 Estela' na região de Pilar do Sul, no estado São Paulo, e fornecer recomendações de nutrientes com base na análise de tecidos foliares.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

A videira é uma planta pertencente à família das vitáceas e, dentre os vários gêneros desta família, o gênero *Vitis* é o mais importante. Inúmeras são as espécies pertencentes a este gênero, porém as de maior interesse econômico podem ser agrupadas em videiras europeias (*Vitis vinífera* L), americanas (*Vitis labrusca*) e híbridas (*Vitis spp.*), (Kuhn et al., 1996). A espécie *Vitis vinífera* L. destaca-se pela elevada qualidade, diversidade morfológica e genética. As cultivares pertencentes a essa espécie apresentam diferentes finalidades: uvas de mesa, passas, sucos e vinhos (Leão, 2010).

A cultura da videira foi introduzida no Brasil no ano de 1532, por Martim Afonso de Souza, na Capitania de São Vicente, no entanto, foi somente partir do século XIX, que a vitivinicultura brasileira passou a ter relevância, desenvolvendo-se polos vitivinícolas nas regiões Sul e Sudeste, impulsionados pelas imigrações italianas (Leão e Possídio, 2000). Com a iniciativa de produtores e avanços nas pesquisas agrícolas, o cultivo de videiras se expandiu para diferentes condições climáticas, e tipos de solo pelo Brasil (Pereira et al., 2020).

A vitivinicultura tradicional está localizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde são cultivadas variedades destinadas ao processamento e ao consumo *in natura*. Destaca-se também a viticultura tropical, localizada na região Nordeste, que possui ênfase na produção de uvas sem sementes de alta qualidade, nesta região é possível a obtenção de diversas colheitas ao longo do ano (Mello e Machado, 2021).

Apesar da grande diversidade da viticultura brasileira, cada região adapta e utiliza diferentes métodos, como: porta-enxertos, variedades e seus clones, densidades de plantio, sistemas de condução, sistemas de irrigação, tipos de poda, uso de fito reguladores, controle fitossanitário e nutrição mineral, visando a obtenção da produtividade e qualidade de frutos (Pereira et al., 2020). Além disso, técnicas como o diagnóstico nutricional constitui-se em instrumento eficiente para a adaptação da cultura de videiras através da detecção de desequilíbrios tanto no solo como em tecidos foliares, por meio de análise química dessas amostras e posterior comparação com teores do solo e de folhas excelentes, utilizando-se como padrões, níveis críticos (NC) ou de suficiência (FS) (Teixeira et al., 2015).

A avaliação do estado nutricional de plantas é realizada por meio de métodos como o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), que relaciona os teores dos nutrientes entre si, e pela Diagnose da Composição Nutricional (CND), que se destaca por considerar os teores dos nutrientes individualmente, levando em consideração os NC e as FS (Serra et al., 2010). O DRIS foi proposto por Beaufils (1973) e tem como objetivo classificar os nutrientes quanto à ordem de limitação ao crescimento e desenvolvimento das plantas, permitindo o cálculo de índices que expressam o equilíbrio relativo entre os nutrientes de uma planta. Enquanto o CND, desenvolvido por Parent & Dafir (1992) com base no método de análise composicional de Aitchison (1982), relaciona teores dos nutrientes de forma multivariada (Teixeira et al., 2015).

À vista disso, em um contexto no qual a cultura de videiras é uma atividade agrícola de alto custo por unidade de área, sobretudo para a sua implementação, o estabelecimento de parâmetros para a avaliação do estado nutricional das culturas permite o emprego de técnicas adequadas, como calagem e adubação, para aumentar a eficiência das colheitas, a qualidade dos frutos e reduzir os custos (Serra et al., 2010).

1.3 REFERÊNCIAS

- Aitchison J (1982) The statistical analysis of compositional data. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)** 44:139–177.
- Beaufils ER, (1973) Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Bloemfontein: University of Natal, 132 p.
- Brunetto G, Ceretta CA, Melo GWB, Schmitt DE, Lourenzi CR, Girotto E, Tiecher T, Ferreira PAA, Soriani HH, Lorensini F, Canton LC, Conti L (2015) Effects of copper

toxicity on plants, considering root growth, nutrient accumulation, and physiological processes. **Environmental Toxicology and Chemistry** 34:1305–1315.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023) Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 29 nov. 2023.

IEA – Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo. Estatísticas da produção paulista. Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1. Acesso em: 30 nov. 2023.

Kuhn A, Braga MR, Marcondes JAA (1996) Estudo da eficiência de fertilizantes em solos tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 20:143–150.

Leão PCS, Possídio ELS (2000) Cultivo da videira em regiões semiáridas. Petrolina: Embrapa Semiárido, 256 p.

Leão PDS, (2010) Cultivo da videira. Petrolina: Embrapa Semiárido, 110 p.

Mello LMR, Machado CAE, (2021) Vitivinicultura brasileira: panorama 2020. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 18 p.

OIV - International Organization of Vine and Wine. World Statistics 2022. Disponível em: <https://www.oiv.int/what-we-do/data-discovery-report?oiv>. Acesso em: 26 fevereiro de 2024.

Parent LE, Dafir M, (1992) A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 117:239-242.

Pereira GE, Tonietto J, Zanus MC, dos Santos HP, Protas JDS, de Mello LMR, (2020) Vinhos no Brasil: contrastes na geografia e no manejo das videiras nas três viticulturas do país. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 22 p.

Rozane DE, Paula BV, et al. (2020) Compositional nutrient diagnosis (CND) applied to grapevines grown in subtropical climate region. **Horticulturae** 6:56-68.

Serra AP, Marchetti ME, Vitorino ACT, Novelino JO, Camacho MA, (2010) Desenvolvimento de normas DRIS e CND e avaliação do estado nutricional da cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 34:97-104.

Souza ED, Rocha MR, Rosa DM, Junior PJAF, Castilhos DD (2013) Culturas de cobertura e seus efeitos no solo Cambissolo Húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 37:1350–1358.

Teixeira LAJ, Tecchio MA, Moura MF, Terra MM, Pires EJP, (2015) Normas DRIS e níveis críticos de nutrientes para videira ‘Niagara Rosada’ cultivada na região de Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura** 37:247-255.

Tullio L, Rozane DE, (2022) Dris norms for ‘Keitt’ mango in the Brazilian semiarid region: diagnosis and validation. **Revista Brasileira de Fruticultura** 44:e-117.

CAPÍTULO 2 - Estabelecimento do número adequado de amostras simples de solo e foliares em pomares de videira

RESUMO: A precisão nas recomendações de adubação depende da representatividade das amostras coletadas, sendo essencial determinar o número correto de amostras simples para compor uma amostra composta. Foram realizadas análises químicas detalhadas para determinar os teores de macronutrientes e micronutrientes no solo e nas folhas. Para a avaliação da fertilidade do solo, concluiu-se que são necessárias 11 amostras simples para formar uma amostra composta representativa. Já para a diagnose nutricional foliar, é necessário amostrar 12 plantas, coletando quatro folhas por planta, totalizando 48 folhas por talhão. Os resultados dessas análises visam melhorar o manejo nutricional das videiras, proporcionando maior precisão no diagnóstico e nas recomendações de adubação. A adoção de uma amostragem adequada contribui para a otimização da produtividade e da qualidade dos frutos, resultando em maior eficiência na gestão dos recursos agrícolas.

Palavras-chave: amostragem, análise de solo, análise foliar, fertilidade, nutrição de plantas, videira 'APPC 007 Estela'.

2.1 INTRODUÇÃO

A análise de solo tem como objetivo avaliar a capacidade do solo em disponibilizar elementos essenciais à planta, permitindo estabelecer programas de calagem e adubação (Natale e Rozane, 2018). Esta análise é fundamental para a recomendação de adubações corretivas e de manutenção. Estudos como os de Raij et al. (2001) destacam a importância dessa técnica para o manejo eficiente da fertilidade do solo. À vista disso, dentre as várias etapas que compõem a diagnose nutricional, a amostragem pode ser a mais sensível e sujeita a erros (Natale et al., 2020). A amostragem mais adequada é aquela que melhor representa a área em estudo, considerando fatores como o tipo de solo, a cultivar, a combinação de copa e porta-enxerto, o manejo, a orientação, entre outros. Para isso, é necessário amostrar um número mínimo de plantas e coletar o menor número possível de amostras simples (Hernandes et al., 2011).

Nesse sentido, de acordo com Brasil et al. (2020), a etapa de amostragem requer o estabelecimento de um planejamento que envolva uma sequência de ações, como separação da área a ser amostrada em subáreas homogêneas; escolha da ferramenta adequada para a coleta; processamento da coleta de solo; identificação e embalagem das amostras e envio ao laboratório. A definição do número de subamostras para compor uma amostra composta baseia-se em estudos estatísticos que buscam conciliar

o número mais viável de subamostras a serem coletadas com a menor variabilidade aceitável, como forma de minimizar a influência da heterogeneidade do solo (Quaggio e Chiba, 2022; Brasil et al., 2020).

Somente a análise de solo é insuficiente para garantir um acompanhamento adequado do estado nutricional das plantas, logo, a análise química de folhas é essencial para orientar intervenções, sendo uma estratégia complementar e imprescindível (Veloso et al., 2020). De acordo com Bhaduri & Pal (2013), as análises foliares são ferramentas úteis para auxiliar nas decisões de aplicação de fertilizantes para melhorar a nutrição das plantas. Para Malavolta et al. (1997), a diagnose foliar é útil, sobretudo, para a manutenção de evolução da produtividade e da qualidade das safras.

Assim sendo, de acordo com Veloso et al., (2020), para resultados condizentes da análise foliar, a coleta da amostragem deve ser realizada corretamente e ser representativa da lavoura. O autor destaca que, devido às variações na composição das diferentes partes das plantas e ao fato de que o estágio de crescimento pode influenciar a concentração de nutrientes, é essencial não apenas definir quais partes das plantas devem ser coletadas, mas também determinar o momento mais adequado para essa coleta.

Por fim, as análises de folhas ou materiais vegetais revelam os teores totais de macronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), que são expressos em gramas por quilo (g/kg) no laboratório. Além disso, indicam as concentrações de micronutrientes, como boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), que são reportados em miligramas por quilo (mg/kg) (Veloso et al. 2020). O presente capítulo tem como objetivo indicar a quantidade de amostras de solo e de folhas simples que devem ser coletados para avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional em talhões comerciais da videira 'APPC 007 Estela'.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local do estudo e banco de dados

O estudo foi realizado durante a safra 2022/2023 em uma área comercial irrigada de cerca de 2,5 ha, em produção de videiras da variedade 'APPC 007 Estela', localizadas na região do município de Pilar do Sul (23.8056° S, 47.7156° W) estado de

São Paulo, a 690 m de altitude. A precipitação pluvial anual média de 1.475 mm, e a temperatura média anual de 18 °C. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa subtropical, caracterizado por um inverno curto, moderado e seco, e um verão quente e chuvoso, resultando em duas estações distintas (Alvares et al., 2013). Na região, predominam Latossolo e Argissolo Vermelho (Santos et al., 2018).

A amostragem do solo foi realizada na faixa de adubação, na projeção da copa das videiras, conforme indicado por Ayres et al. (2022). Foram coletadas 30 amostras simples na camada de 00-20 cm de profundidade, com o auxílio de um trado holandês. Após a coleta, as amostras foram embaladas separadamente e encaminhadas ao laboratório. Elas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 45°C e, em seguida, tamisadas em peneiras de 2 mm para a determinação dos atributos: pH, saturação por bases (V), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). As extrações e determinações seguiram as metodologias propostas por Raij et al. (2001): pH em cloreto de cálcio; P, K, Ca e Mg em resina trocadora de íons; S extraído por turbidimetria com fosfato de cálcio; B via água quente; Cu, Fe, Mn e Zn em DTPA a pH 7,3.

A amostragem foliar foi realizada conforme os padrões propostos por Brunetto et al. (2020), consistindo na coleta de folhas completas (folha totalmente expandida + pecíolo) durante o pleno florescimento. Foram coletadas quatro folhas completas por planta, em 30 plantas por talhão, totalizando 120 folhas. Após a coleta, as folhas foram embaladas separadamente e encaminhadas para análise. No laboratório, as folhas foram lavadas, secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até massa constante e moídas. A determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) foi realizada utilizando espectrofotômetro após digestão ácida, conforme as metodologias descritas por Bataglia et al. (1983), o N foi analisado pelo método micro-Kjeldahl.

As análises químicas foliares e de solo foram realizadas no Laboratório de Diagnóstico do Solo, Planta e Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Câmpus de Registro.

Com base nos resultados dos teores dos nutrientes, foram calculados a média, a variância, o erro-padrão da média, o intervalo de confiança para a média e a porcentagem de erro na estimativa da média.

Tanto para a amostragem de folhas quanto para a amostragem de solo, o número de unidades amostrais necessárias para estimar os parâmetros de uma população infinita foi determinado com base no erro-padrão da média, conforme descrito por Thompson (1992). Um nível de precisão de 80% foi adotado para a amostragem de solo e 90% para a amostragem foliar.

$$n = \frac{t^2 s^2}{d^2 m^2}$$

No qual:

- n é o tamanho da amostra estimada;
- t é o valor da distribuição t de Student a 5% de probabilidade;
- s^2 é a variância;
- d é o erro na estimativa da média;
- m é a média amostral.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em videiras 'APPC007 Estela'

Os resultados médios dos teores de nutrientes no solo na cultura da videira, com seus limites de variação, em função do tamanho da amostra, bem como a estatística descritiva e a porcentagem de erro na estimativa da média amostral obtidas no presente estudo, são apresentados abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 Estatística descritiva e estimativa do número de plantas necessárias para avaliação dos atributos químicos em videiras, em função do erro na estimativa da média.

Estimativa	pH	P	K	Ca	Mg	S-SO ₄
média (f)	CaCl ₂	mg dm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----			mg dm ⁻³
1	97	260	936	610	468	2693
5	4	10	37	24	19	108
10	1	3	9	6	5	27
15	0	1	4	3	2	12
20	0	1	1	2	2	7
$\bar{m}$	6,3	393,1	3,9	81,9	20,4	4,0
S	0,3	31	0,6	9,9	2,2	1,0

$s(\hat{m})$	0,1	958,5	0,3	97,7	4,7	1,0
CV %	4,8	7,9	15	12,1	10,6	25,4
Estimativa	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
média (f)	----- mg dm ⁻³ -----					
1	924	4433	1353	4177	1089	
5	37	177	54	167	44	
10	9	44	14	42	11	
15	4	20	6	19	5	
20	2	11	3	10	3	
$\hat{m}$	2,0	19,8	34,9	3,4	8,8	
S	0,3	6,5	6,3	1,1	1,4	
$s(\hat{m})$	0,1	41,7	39,4	1,2	2,0	
CV %	14,9	32,6	18,0	31,6	16,1	

Estimativa média (f): porcentagem de erro na estimativa da média amostral; $\hat{m}$: é a estimativa da média amostral; s: é o desvio-padrão; $s(\hat{m})$: é o erro-padrão da média; e CV: é o coeficiente de variação.

De maneira geral, os teores de nutrientes apresentaram-se acima dos níveis recomendados como adequados por Tecchio et al. (2022), com destaque para o fósforo, que apresentou um teor elevado, sendo seis vezes maior que o recomendado para culturas perenes (Raij et al., 2022), evidenciando um desequilíbrio nutricional do talhão.

Segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002), a variabilidade de um atributo pode ser classificada de acordo com o tamanho do seu coeficiente de variação, sendo assim: coeficientes menores que 10% são considerados de variabilidade baixa; coeficientes entre 11% e 20% são considerados de variabilidade média; coeficientes entre 21% e 30% são considerados de variabilidade alta; e coeficientes acima de 30% são considerados de variabilidade muito alta.

O fósforo apresentou a menor variabilidade entre os nutrientes, enquanto os teores de potássio, cálcio e magnésio apresentaram variabilidade média. Entre os micronutrientes, o cobre apresentou a maior variabilidade (32,6%), seguido pelo manganês (31,6%). Os demais micronutrientes apresentaram variabilidade média.

A variabilidade dos atributos avaliados, estimada pelo número de amostras simples necessárias para compor uma amostra composta, seguiu a ordem: Cu > Mn > S > Fe > Zn > K > B > Ca > Mg > P. O número de amostras simples necessárias para formar uma amostra composta representativa do talhão homogêneo está condicionado ao nível de precisão desejado, definido em função dos objetivos da amostragem (Rozane et al., 2011). A redução do número de amostras simples implica no aumento do erro amostral.

Os maiores erros amostrais foram observados na amostragem com menor número de amostras simples; dessa forma, houve a diminuição do erro com o aumento do número de amostras simples (Tabela 1).

Para avaliação dos atributos de fertilidade em videiras 'APPC007 Estela', admitindo-se um erro aceitável de 20%, o cobre é o nutriente limitante, indicando a necessidade de coleta de 11 amostras simples para compor uma amostra composta, haja vista que as maiores variações amostrais se encontram entre os micronutrientes (Hernandes et al., 2011; Rozane et al., 2011).

Quaggio e Chiba (2022) observaram em estudos que, em coletas com mais de 20 amostras de solo, a variação aceitável em torno da média varia pouco e que atributos como pH, MO, H+Al, Ca, K e Mg tendem a apresentar baixa variabilidade.

2.3.2 Amostragem para diagnose do nutricional de videiras 'APPC 007 Estela'

Os resultados médios, a estatística descritiva e a porcentagem de erro na estimativa da média amostral das análises químicas das folhas de videiras 'APPC 007 Estela' são apresentados abaixo (Tabela 2).

Tabela 2. Estatísticas descritivas e estimativa do número de plantas necessárias para avaliação dos teores de nutrientes videiras 'APPC 007 Estela'.

Estimativa média (<i>f</i>)	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	----- g.kg ⁻¹ -----					----- mg.kg ⁻¹ -----					
1	436	656	687	983	864	734	1162	332	1142	167	1216
5	17	26	27	39	35	29	46	13	46	7	49
10	4	7	7	10	9	7	12	3	11	2	12
<i>m̂</i>	37,9	2,9	8,0	14,8	2,9	3,6	82,6	6,8	137,0	483,9	134,6
S	3,9	0,4	1,0	2,3	0,4	0,5	14,1	1,1	22,8	43,1	8,5
<i>s(m̂)</i>	15,0	0,1	1,1	5,2	0,2	0,2	198,6	1,3	521,4	1856,1	72,3
CV %	10,2	12,5	12,8	15,3	14,4	13,2	17,1	16,5	16,7	8,9	6,3

*Estimativa média (*f*): porcentagem de erro na estimativa da média amostral; *m̂*: é a estimativa da média amostral; S: é o desvio-padrão; *s(m̂)*: é o erro-padrão da média; CV: é o coeficiente de variação.

De modo geral, os atributos apresentaram variação média, (Tabela 2). Os coeficientes de variação foram semelhantes aos observados por Rozane et al. (2009) e Hernandez et al. (2011). A variabilidade dos nutrientes avaliados seguiu a ordem: Fe > Cu > Mn > Ca > Mg > S > K > P > N > Zn > B.

Com os cálculos realizados utilizando a equação descrita em Thompson (1992), foi possível determinar o número adequado de amostras simples necessárias para compor uma amostra composta em função do erro na estimativa da média desejada.

O erro aumentou à medida que diminuiu o número de amostras simples para compor a amostra composta (Tabela 2). Contudo, a quantidade de unidades amostrais necessárias para formar uma amostra composta representativa do talhão homogêneo, está condicionada ao nível de precisão desejado, definido em função dos objetivos da amostragem (Hernandes et al., 2011). Com o objetivo de reduzir o número de amostras simples para o diagnóstico foliar, Lamb (1976) em florestas de eucalipto, Mead (1984) em florestas de Pinus, Rozane et al. (2007; 2009) na cultura da mangueira e goiabeira, e Hernandez et al. (2011) na cultura da carambola, propõem um erro na estimativa da média amostral aceitável entre 5% e 10%.

Adotando um erro amostral de 10%, observou-se a necessidade da amostragem de 12 plantas para compor uma amostra composta foliar de videiras, com quatro folhas amostradas por planta, conforme descrito por Brunetto et al. (2016), resultando em um total de 48 folhas por talhão. Os nutrientes que se mostraram limitantes foram o ferro e o boro.

Em mangueiras Rozane et al. (2007), admitindo como erro aceitável de 5% a 10%, indicam uma amostragem de 10 plantas de mangueiras para determinação de macronutrientes e um mínimo de 30 plantas para análise de micronutrientes. Considerando a mesma porcentagem de erro, em estudo com pomar de goiabeiras, Rozane et al. (2009) indica em pomares irrigados a amostragem de 10 plantas para macronutrientes e 20 plantas para micronutrientes, e, em pomares não irrigados para que o erro continue aceitável, faz-se necessário a amostragem de 40 plantas, sem considerar os nutrientes Fe e Zn. Em caramboleiras, Hernandez et al. (2011) indicam a coleta de uma folha, em cada um dos quatro pontos cardeais em 21 plantas do pomar, para as determinações químicas dos macronutrientes, e, de 52 plantas para a análise dos micronutrientes.

2.4 CONCLUSÕES

I. Para a avaliação dos micronutrientes no solo em videiras 'APPC 007 Estela', admitindo um erro aceitável de 20%, é suficiente a coleta de 11 amostras simples para compor uma amostra composta.

II. Para a avaliação do estado nutricional em videiras 'APPC 007 Estela', observou-se a necessidade de amostrar 12 plantas para compor uma amostra composta foliar, com quatro folhas coletadas por planta, resultando em um total de 48 folhas por talhão.

2.5 REFERÊNCIAS

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes Gonçalves JL, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22:711-728.
- Ayres G, Brunetto G, et al. (2022) Diagnóstico da fertilidade do solo e níveis críticos de nutrientes em folhas de videiras 'Bordô' e 'Moscato Branco'. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/234264>>. Acesso em: 11/10/2023
- Bataglia OC, Furlani AMC, Teixeira JPF, Furlani PR, Gallo JR (1983) Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 48p. (Boletim Técnico, 78).
- Bhaduri D, Pal S (2013) Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS): Concepts and applications on nutritional diagnosis of plants-a review. **Journal of Soil and Water Conservation** 12(1):70-79.
- Brasil, EC, Cravo MS, Viegas IJM (Ed.) (2020) Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa.
- Brunetto G, Ernani PR, Melo GWB, Nava G (2016) Frutíferas. In: CQFS-Comissão de Química e Fertilidade do Solo (Eds.) **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.189-232.
- Brunetto G, Ricachenevsky FK, Stefanello LO, de Paula BV, et al. (2020) **Diagnosis and management of nutrient constraints in grape**. In: Srivastava AK, Chengxiao H (Eds.) Fruit Crops. Elsevier, p.693-710.
- Hernandes A, Rozane DE, Souza HA de, Romualdo LM, Natale W (2011) Amostragem para diagnose do estado nutricional e avaliação da fertilidade do solo em caramboleiras. **Bragantia** 70(3):657-663.
- Lamb D (1976) Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. **Plant and Soil** 45:477-492.
- Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 319p.

Mead DJ (1984) Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In: Bowen GD, Nambiar EK (Eds.) **Nutrition of plantation forests**. London: Academic Press, p.259-291.

Natale W, Brunetto G, Rozane DE, Melo GWB, Corrêa MDM, Lima Neto AJ (2020) Amostragem e preparo de amostras de solo e folhas em frutíferas. In: **Atualização sobre calagem e adubação de frutíferas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, p.32-44.

Natale W, Rozane DE (2018) Análise de solo, folhas e adubação de frutíferas. Registro: UNESP, Campus experimental de Registro, 124p.

Pimentel-Gomes F, Garcia CH (2002) Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba, SP: FEALQ, 309p.

Quaggio JA, Chiba MK (2022) Amostragem do solo para fins de fertilidade. In: Cantarella H, Quaggio JA, Mattos Jr D, Boaretto RM, Raij B van (Eds.) **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (Boletim Técnico, 100)**. Campinas: IAC, p.17-26.

Quaggio JA, Raij B van, Mattos Jr D (2022) Fósforo. In: Cantarella H, Quaggio JA, Mattos Jr D, Boaretto RM, Raij B van (Eds.) **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (Boletim Técnico, 100)**. Campinas: IAC, p.95-105.

Raij B van, Andrade JC de, Cantarella H, Quaggio JA (2001) Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônômico, 285p.

Rozane DE, Mattos Jr D, Parent SÉ, Natale W, Parent LE (2015) Meta-analysis in the selection of groups in varieties of citrus. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 46(15):1948-1959.

Rozane DE, Natale W, Prado RM, Barbosa JC (2009) Tamanho da amostra foliar para avaliação do estado nutricional de goiabeiras com e sem irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 13(3):233–239.

Rozane DE, Natale W, Prado RM, Barbosa JC (2007) Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira de Fruticultura** 29(2):371–376.

Santos HG dos, Jacomine PKT, Anjos LHC dos, Oliveira VA de, Lumbreras JF, Coelho MR, Almeida JA de, Araújo Filho JC de, Oliveira JB de, Cunha TJF (2018) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Solos, 356p.

Souza LS, Borges AL, Rezende JO (1994) Influência da correção e do preparo do solo sobre algumas propriedades químicas do solo cultivado com bananeiras. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Anais... Petrolina: EMBRAPA:CPATSA, p.3-4.

Tullio L, Rozane DE (2022) Normas DRIS para manga ‘Keitt’ no semiárido brasileiro: Diagnose e validação. **Revista Brasileira de Fruticultura** 44:e-117.

Tecchio MA, Teixeira LAJ, Terra MM, Pires EJP, Hernandez JL (2022) Uvas finas para mesa e vinho. In: Cantarella H, Quaggio JA, Mattos Jr D, Boaretto RM, Raij B van (Eds.) **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (Boletim Técnico, 100)**. Campinas: IAC, p.308-314.

Thompson SK (1992) Sampling. New York: John Wiley, 343p.

Veloso CAC, Araujo SMB, Viégas IJM, Rodrigues JELF (2020) Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa.

CAPÍTULO 3 – Diagnóstico nutricional da videira APPC 007 Estela por meio dos métodos DRIS e CND

RESUMO - Os desequilíbrios nutricionais, tanto por excesso quanto por deficiência de nutrientes, são desafios recorrentes que afetam a produtividade e a qualidade dos frutos. O estudo foi realizado em 95 talhões comerciais da variedade 'APPC 007 Estela', localizados no município de Pilar do Sul, SP, durante a safra 2022/2023, com foco na análise da composição nutricional das videiras e do solo. Amostras foliares e de solo foram coletadas para determinar teores de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, utilizando métodos como micro-Kjeldahl e digestão ácida. A separação das populações de alta e baixa rentabilidade foi feita com base no valor de mercado das uvas. A Diagnose e Recomendação (DRIS) foi aplicada para calcular o Índice de Balanço Nutricional (IBN), enquanto a Diagnose da Composição Nutricional (CND) usou variáveis multinutrientes para identificar desequilíbrios nutricionais e estabelecer faixas de suficiência dos nutrientes por meio de regressões. O estudo também aplicou análises estatísticas, como o teste do qui-quadrado e a distância de Mahalanobis, para validar os resultados. A comparação entre os métodos DRIS e CND mostrou que ambos são ferramentas eficazes para diagnosticar o estado nutricional e recomendar intervenções de adubação, mas o CND oferece uma abordagem mais detalhada e precisa.

Palavras-chave: Videira, *Vitis vinifera*, nutrição de plantas, amostragem.

3.1 INTRODUÇÃO

O manejo da adubação eficiente é um dos principais desafios para o cultivo de videiras. Problemas relacionados à fertilidade do solo dos vinhedos são recorrentes, seja pelo excesso, ou deficiência de nutrientes, ocasionando em desequilíbrios nutricionais e afetando a produção e qualidade dos frutos (Teixeira et al., 2015). Neste contexto, o diagnóstico nutricional a partir da análise do tecido foliar se mostra um instrumento eficiente para identificar desequilíbrios nutricionais e auxiliar nas recomendações de adubação para as videiras (Souza et al., 2013; Teixeira et al., 2015; Rozane et al., 2020).

Os resultados da análise de tecidos vegetais podem ser interpretados por métodos univariados, como nível crítico (NC) e faixa de suficiência (SF), métodos bivariados, e os métodos multivariados. Porém, Holland (1966) afirma que a consistência dessa interpretação aumenta quando a relação multivariada entre os nutrientes é empregada, abrangendo assim toda a estrutura de variação da composição nutricional do tecido

Dentre as ferramentas para avaliar o estado nutricional de plantas, destacam-se o método bivariado Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), e o

método multivariado Diagnose da Composição Nutricional (CND). Ambos os métodos aproveitam dados de monitoramento nutricional (análises foliares) e produtivo de lavouras comerciais, abrangendo a variabilidade das diferentes condições ambientais e de manejo (Rodríguez e Rodríguez, 2000). Para garantir a confiabilidade no diagnóstico, é essencial que as áreas avaliadas estejam sob condições edafoclimáticas semelhantes, o que possibilita a geração de padrões de referência mais regionalizados e menos universais (Rozane et al., 2016). Segundo Gott et al. (2016), a aplicação dessa metodologia em menor escala aumenta o nível de confiabilidade em comparação com as normas gerais, pois leva em conta as características locais.

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), proposto por Beaufiglioli (1973), avalia o estado nutricional das culturas pelas relações bivariadas entre nutrientes, permitindo a categorização, identificação dos nutrientes limitantes (nutrientes em falta ou excesso), e avaliação do equilíbrio relativo de nutrientes (Santos e Rozane, 2017; Melo et al., 2018).

O método DRIS para a cultura da videira têm sido estabelecido ao longo dos anos considerando diferentes cultivares e locais cultivo: Terra et al. (2003) e Terra et al. (2007), avaliaram o estado nutricional da videira 'Itália', nas regiões vitícolas respectivamente, de Jales e São Miguel Arcanjo, no Estado de São Paulo; Teixeira et al. (2015), avaliaram o estado nutricional da videira 'Niágara Rosada', na região vitícola de Jundiaí, no Estado de São Paulo; Melo et al. (2018), avaliaram estado nutricional das videiras destinadas à produção de vinhos finos (Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Sauvignon Blanc, etc.), na região vitícola da Campanha Gaúcha, no Estado do Rio Grande do Sul; e Silva et al. (2023) avaliaram estado nutricional das videiras BRS Vitória, Sweet Jubilee e Sugar Crisp na região vitícola do Vale do Submédio São Francisco, nos Estados da Bahia e Pernambuco.

O método CND (Diagnose da Composição Nutricional) é fundamentado na análise composicional de dados e na análise de componentes principais. Ele possui potencial maior para aprimorar o diagnóstico do tecido vegetal em análise (Rozane et al., 2023). Desenvolvido por Parent e Dafir, (1992), o CND permite estudar as interações entre nutrientes no tecido vegetal, minimizando distorções decorrentes de redundância de dados, distribuição não normal e incoerência na composição das amostras (Rozane et al., 2016). O CND emprega as relações multivariadas entre o teor foliar de um elemento e a média geométrica dos demais componentes da matéria seca, indicando de forma mais completa o equilíbrio nutricional, além de possibilitar uma

análise integrada dos nutrientes presentes nas folhas, sendo os resultados apresentados em forma de índices, dos quais podem ser interpretados, como: normais, em excesso ou deficientes, bem como é possível definir níveis críticos ou faixas de suficiência nas folhas (Ayres et al., 2022).

O método CND para a cultura da videira também vem sendo estudado, Rozane et al. (2020), avaliaram o estado nutricional das videiras destinadas à produção de vinhos finos (Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Sauvignon Blanc, Merlot, Pinotage, Sémillon e Tannat), Ayres et al. (2023), avaliaram o estado nutricional das videiras 'Moscato Branco' e 'Bordô'. Ambos os estudos foram realizados na região vitícola da Campanha Gaúcha, no Estado do Rio Grande do Sul.

Nesse sentido, de acordo com Traspadini et al. (2018), o CND é visto como promissor porque supera algumas das limitações atribuídas a outros métodos de interpretação, como: a) utiliza o conceito de balanço nutricional para avaliar o estado nutricional, diferentemente dos métodos univariados (NC e FS), que analisam cada nutriente de forma isolada; b) as normas multivariadas são baseadas no cálculo da média geométrica, levando em conta todos os componentes da amostra, incluindo a matéria seca, como fatores determinantes para os valores de referência, ao contrário do método DRIS, que é bivariado e desconsidera a matéria seca. O presente capítulo tem como objetivo realizar o diagnóstico do estado nutricional 'APPC 007 Estela' na região de Pilar do Sul, SP, por meio dos métodos DRIS e CND.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Local do estudo e banco de dados

Os dados foram coletados em 95 talhões comerciais, com idade entre 3 e 20 anos, da variedade 'APPC 007 Estela' durante a safra 2022/2023, localizadas na região do município de Pilar do Sul, estado de São Paulo, à 690 m de altitude, com precipitação pluvial anual média de 1475 mm e temperatura média anual de 18 °C. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa subtropical inverno curto, moderado e seco, e verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas (Alvares et al., 2013). Na região há predominância de Latossolo e Argisolo Vermelho (Santos et al., 2018).

Foram realizadas amostragens foliares em todos os talhões, conforme os padrões descritos por Brunetto et al. (2016), que indicam a coleta de folhas completas

(folha + pecíolo) de videiras em pleno florescimento, a serem coletadas no terço médio dos ramos do ano e opostas ao primeiro cacho. Foram coletadas quatro folhas completas por planta, em 12 plantas por talhão, totalizando 48 folhas por talhão. Após coletadas as folhas foram higienizadas, secas em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C até massa constante, moídas e submetidas à determinação dos nutrientes. O nitrogênio (N) foi quantificado pelo método micro-Kjeldahl. O fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) foram determinados após a digestão ácida (nitro-perclórica) e o boro (B) foi determinado por queima na mufla, de acordo com a metodologia descrita por Bataglia et al. (1983).

Para caracterização da fertilidade do solo nas áreas avaliadas, realizou-se a amostragem composta do solo, com 11 amostras simples por talhão conforme indicado pelos resultados do Capítulo 1, sendo coletadas na camada de 00-20 cm de profundidade, na linha de adubação, na projeção da copa das videiras, como indicado por Ayres et al. (2022), e foram encaminhadas para determinação dos atributos de fertilidade. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 45 °C até estabilização, tamisadas em peneiras de 2 mm para a determinação dos atributos: pH, saturação por bases (V), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). As extrações e determinações seguiram a metodologia descrita por Raij et al. (2001): pH em cloreto de cálcio (1:2,5); P, K, Ca e Mg em resina trocadora de íons; S extraído por turbidimetria com fosfato de cálcio; B via água quente; Cu, Fe, Mn e Zn em DTPA a pH 7,3.

As análises químicas foliares e de solo foram realizadas no Laboratório de Diagnóstico do Solo, Planta e Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Câmpus de Registro.

A literatura sugere que a determinação da população referência seja feita com base na produtividade (Santos e Rozane, 2017). No entanto, como a produção de uva é remunerada diferentemente pela sua qualidade, optou-se por utilizar a rentabilidade (R\$/ha) como critério de separação das populações do banco de dados em população de alta e baixa rentabilidade. Para a análise desse indicador, utilizou-se a produção de cada classificação (Export, Ouro, Moscatinho, Doce Natural, Estela, Olivina) e o valor de mercado respectivo (63,13 R\$/kg, 48,1 R\$/kg, 21,03 R\$/kg, 17,73 R\$/kg, 11,66 R\$/kg, 7,31 R\$/kg) para a safra 2022/2023.

3.2.2 Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS)

Para o estabelecimento do DRIS, foram utilizadas as informações sobre a rentabilidade e teores foliares de macro e micronutrientes, exceto cloro e molibdênio.

Após a divisão das populações, calculou-se a média e desvio-padrão para a população de alta rentabilidade utilizando as relações diretas e inversas. Para calcular as funções das razões dos nutrientes, aplicou-se o método proposto por Beverly (1987):

$$I_x = \frac{\sum f\left[\frac{X}{Y}\right] - \sum f\left[\frac{Y}{X}\right]}{n + m}$$

Onde:

- I_x – índice nutricional do nutriente x ;
- $f\left[\frac{X}{Y}\right]$ – função direta da razão entre dois nutrientes;
- $f\left[\frac{Y}{X}\right]$ – função inversa da razão entre dois nutrientes;
- n – número de relações diretas avaliadas; m – número de relações inversas avaliadas.

O índice de balanço nutricional (IBN), foi obtido somando-se os valores em módulo obtidos para os 11 nutrientes:

$$IBN = |IN| + |IP| + |IK| + [...] + |IFe| + |IMn| + |IZn|$$

O índice de balanço nutricional médio (IBN_m) foi calculado dividindo-se o valor de IBN pelo número total de nutrientes conforme proposto por Wadt (2005):

$$IBN_m = \frac{IBN}{n}$$

Os índices obtidos pelo DRIS foram interpretados quanto ao potencial de resposta à adubação em cinco classes de respostas: positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) e negativa (n), conforme Wadt (2005).

As frequências observadas (FO) foram obtidas contabilizando o número de vezes que cada nutriente aparece em cada uma das classes do potencial de resposta

a adubação (PRA). As frequências esperadas (FE) de cada nutriente em cada classe foram obtidas pela divisão entre o número total de talhões e o número de nutrientes avaliados. As frequências observadas (FO) e esperadas (FE) foram submetidas à análise pelo teste do qui-quadrado (χ^2) a 5% de probabilidade, para testar se a frequência observada difere significativamente da frequência esperada. Para a utilização do teste, não se deve ter mais de 20% das frequências observadas abaixo de cinco (5) e nenhuma frequência observada igual a zero. Para evitar tal inconsistência a metodologia Guimarães (2008), indica a combinação entre as categorias até que as exigências sejam atendidas.

Os níveis críticos e faixas de suficiência foram estabelecidos relacionando-se os teores dos nutrientes com seus respectivos índices de balanço nutricional. Estas relações entre os dados foram ajustadas em equações de regressão. Ao igualar as equações a zero, foram calculados os limites inferiores (LI) e superiores (LS) da faixa de normalidade, subtraindo e somando o valor encontrado à proporção de $2/3$ do valor do desvio-padrão da população de referência. Ainda, foi determinado o desvio dos teores de cada nutriente (Souza et al., 2015).

3.2.3 Diagnose da composição nutricional (CND)

A rentabilidade bruta (R\$ ha⁻¹) foi classificada em ordem decrescente e os teores dos nutrientes padronizados para miligrama por quilograma (mg kg⁻¹).

Segundo Parent e Dafir (1992), o tecido foliar é considerado um sistema fechado, formado pelos nutrientes e por componentes não determinados, representados por *R* (Equação 1). Assim, este componente constitui um valor de enchimento somado às proporções de nutrientes para obtenção de 100 % da matéria seca.

$$R = 1000000 - \sum_{i=N,P,K,\dots} Nt_i$$

Sendo:

- *R* o valor dos componentes não determinados na matéria seca, em mg kg⁻¹;
- 1000000 a quantidade total de componentes da matéria seca, em mg kg⁻¹;
- *Nt_i* o teor de cada nutriente na matéria seca, em mg kg⁻¹.

Calculou-se a média geométrica dos teores de todos os nutrientes e o valor de R , garantindo a relação entre todos os nutrientes presentes na matéria seca de uma amostra (Equação 2).

$$G = \left(\prod_{i=N,P,K,\dots}^d Nt_i \right)^{\frac{1}{(d+1)}}$$

Sendo:

- G a média geométrica dos teores dos nutrientes na matéria seca, em mg kg^{-1} ;
- Nt_i o teor de cada nutriente na matéria seca, em mg kg^{-1} ;
- R o valor dos componentes não determinados na matéria seca, mg kg^{-1} ;
- n o número de nutrientes analisados.

As variáveis multinutrientes foram calculadas por meio do logaritmo neperiano (Equação 3). Segundo Beverly (1987), a transformação logarítmica possibilita gerar melhor distribuição dos dados.

$$V_i = \ln \left(\frac{Nt_i}{G} \right)$$

Sendo:

- V_i o valor das variáveis multinutrientes;
- G a média geométrica dos teores dos nutrientes na matéria seca, em mg kg^{-1} ;
- Nt_i o teor de cada nutriente na matéria seca, em mg kg^{-1} .

Em seguida foram identificados e excluídos os outliers do banco de dados. O cálculo do CND permite a exclusão de dados em desequilíbrio, a partir da distância de Mahalanobis – D^2 (Mardia et al., 1979), (Equação 4). Quanto maior a distância, maior o desequilíbrio de nutrientes na amostra (Rozane et al. 2015).

$$D^2 = \sum_{i=N,P,K} (V_i - \underline{V})^T \text{COV}^{-1} (V_i - \underline{V})$$

Sendo:

- V_i a variável multinutrientes da amostra a ser comparada;
- $\underline{V}$ a média da variável multinutrientes da população total;

- COV^{-1} a matriz de covariância inversa da população total;
- T significa que a matriz deve ser transposta.

Calculou-se o teste de X^2 com base na D^2 , excluindo as amostras cujo valor foi inferior a 1% de probabilidade. Relacionou-se a rentabilidade e a variância dos valores de D^2 utilizando a equação de Boltzmann para a divisão das populações em subpopulação de alta e baixa rentabilidade (Hernández-Caraballo et al., 2008). Foram calculados a média e o desvio padrão das variáveis multinutrientes (V_i) da subpopulação de alta rentabilidade, obtendo-se CND para cada nutriente (Equação 5).

$$I_i = \frac{(V_i - \underline{V}_i)}{\sigma_i}$$

Sendo:

- I_i o índice de balanço do nutriente i ou índice CND;
- V_i o valor da variável multinutrientes i dos talhões avaliados;
- $\underline{V}_i$ a média dos valores da variável multinutrientes i na população de referência;
- σ_i o desvio padrão da variável multinutrientes i na população de referência.

A partir dos índices CND foi possível determinar o índice de desbalanço nutricional global (Equação 6).

$$CND - r^2 = \sum_{i=N,P,K} I_i^2$$

Sendo:

- $CND-r^2$ o índice de desbalanço nutricional global;
- I_i o índice de balanço do nutriente i ou índice CND.

Os teores nutricionais foram ajustados em equações de regressão que melhor representassem o relacionamento entre os dados. Para estabelecimento dos níveis nutricionais ótimos, os índices (eixo y) foram igualados a zero e então foram determinados o teor nutricional do nutriente na condição de equilíbrio nutricional (índice zero). Os limites inferiores (LI) e superiores (LS) das faixas de suficiência foram

mínimo	23	2	6	7	1	2
máximo	44	6	15	807	4	7
média	32	3	10	31	2	3
desvio-padrão	4,05	0,74	1,98	104,24	0,60	1,22
CV (%)	12,53	26,81	20,00	337,42	27,49	40,14
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- mg kg ⁻¹ -----					
mínimo	9	6	3	148	29	
máximo	93	1200	1090	711	146	
média	33	140	155	411	76	
desvio-padrão	15,72	283,62	129,93	143,46	28,58	
CV (%)	48,18	202,48	83,73	34,92	37,85	

A estatística descritiva (Tabela 3) indica que o enxofre, foi o macronutriente com maior variabilidade na população de alta rentabilidade (47,78%). Para a população de baixa rentabilidade, o Ca foi o macronutriente que apresentou a maior variabilidade (337,42%). O cobre foi o micronutriente com maior variabilidade nas duas subpopulações (129,90% e 202,48% respectivamente).

Os teores médios apresentaram ampla variação em torno das faixas de teores ótimos propostos por Brunetto et al. (2016), indicando elevada diversidade no estado nutricional dos vinhedos, o que reflete na variação da rentabilidade por hectare. A alta variação, especialmente para Cu e S pode ser explicada pelas necessárias aplicações de controle fitopatológico de fungicidas cúpricos e à base de enxofre, em fases que antecedem a coleta da folha diagnóstica. Tais pulverizações podem aumentar o teor destes nutrientes no tecido vegetal extracelular, e, apesar destes nutrientes depositados não contribuírem em sua maioria com a fisiologia do estado nutricional, os processos de lavagem foliar empregados rotineiramente impossibilitam a sua extração da superfície foliar.

Tais indicações são realizadas para videira (Rozane et al. 2020) e para citros (Krug et al., 2023; Rozane et al., 2015) frutíferas que, como a videira necessitam de manejo fitossanitário anterior à coleta da folha diagnóstica. Outrossim, como a videira é caducifólia e perene, tais aplicações, seja pelo escorrimento do excesso de calda e

pela queda das folhas na poda e/ou no final do ciclo produtivo, acumulam-se no solo (Brunetto et al., 2016, 2017).

Com a exceção do Ca, os micronutrientes apresentaram maior variabilidade, corroborando os resultados obtidos para videira (Rozane et al. 2020), bem como para em outras frutíferas (Lima Neto et al., 2022; Souza et al., 2013).

A média e o desvio-padrão das relações duais logarítmicas entre os nutrientes, que correspondem ao DRIS, da população de alta rentabilidade são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Média ($\bar{X}$) e desvio-padrão (σ) (DRIS) das relações duais logarítmicas entre os teores foliares de nutrientes obtidos de talhões de alta rentabilidade (n = 31) de videiras 'APPC 007 Estela', na região de Pilar do Sul.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\bar{X}$	1,0	0,5	0,4	1,2	1,1	0,1	-0,4	-0,6	-0,8	-0,2
σ	0,13	0,10	0,09	0,11	0,20	0,17	0,40	0,18	0,25	0,28
P	N	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\bar{X}$	-1,0	-0,5	-0,6	0,2	0,2	-0,8	-1,4	-1,5	-1,7	-1,1
σ	0,13	0,13	0,14	0,15	0,26	0,19	0,41	0,21	0,35	0,36
K	N	P	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\bar{X}$	-0,5	0,5	-0,1	0,7	0,6	-0,4	-0,9	-1,1	-1,3	-0,7
σ	0,10	0,13	0,12	0,14	0,20	0,18	0,40	0,19	0,26	0,29
Ca	N	P	K	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\bar{X}$	-0,4	0,6	0,1	0,8	0,7	-0,3	-0,8	-1,0	-1,2	-0,6
σ	0,09	0,14	0,12	0,07	0,24	0,20	0,36	0,17	0,29	0,32
Mg	N	P	K	Ca	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\bar{X}$	-1,2	-0,2	-0,7	-0,8	0,0	-1,0	-1,6	-1,7	-1,9	-1,3
σ	0,11	0,15	0,14	0,07	0,27	0,22	0,36	0,19	0,32	0,36
S	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\bar{X}$	-1,1	-0,2	-0,6	-0,7	0,0	-1,0	-1,6	-1,7	-1,9	-1,3
σ	0,20	0,26	0,20	0,24	0,27	0,20	0,44	0,23	0,22	0,22
B	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
$\bar{X}$	-0,1	0,8	0,4	0,3	1,0	1,0	-0,6	-0,7	-0,9	-0,3
σ	0,17	0,19	0,18	0,20	0,22	0,20	0,46	0,23	0,30	0,29

Cu	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Zn
$\bar{X}$	0,4	1,4	0,9	0,8	1,6	1,6	0,6	-0,2	-0,4	0,3
σ	0,40	0,41	0,40	0,36	0,36	0,44	0,46	0,38	0,53	0,56
Fe	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn
$\bar{X}$	0,6	1,5	1,1	1,0	1,7	1,7	0,7	0,2	-0,2	0,4
σ	0,18	0,21	0,19	0,17	0,19	0,23	0,23	0,38	0,30	0,31
Mn	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Zn
$\bar{X}$	0,8	1,7	1,3	1,2	1,9	1,9	0,9	0,4	0,2	0,6
σ	0,25	0,35	0,26	0,29	0,32	0,22	0,30	0,53	0,30	0,14
Zn	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn
$\bar{X}$	0,2	1,1	0,7	0,6	1,3	1,3	0,3	-0,3	-0,4	-0,6
σ	0,28	0,36	0,29	0,32	0,36	0,22	0,29	0,56	0,31	0,14

A tabela 5 apresenta a estatística descritiva (valor mínimo, máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação) dos atributos químicos do solo nas subpopulações de alta e baixa rentabilidade.

Tabela 5. Valores mínimo, máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação (CV) dos teores atributos químicos do solo nos talhões de alta e baixa rentabilidade de videiras 'APPC 007 Estela', na região de Pilar do Sul.

Subpopulação de rentabilidade (n = 34)								
	pH	MO	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----					%
Mínimo	5,3	21,3	2,4	58,5	11,0	72,1	89,4	57,8
Máximo	6,8	55,2	8,6	134,0	34,2	164,0	194,4	89,7
Média	6,1	34,0	3,9	87,2	18,0	109,1	129,6	84,3
Desvio-padrão	0,34	7,83	1,48	19,64	6,19	22,87	25,45	6,57
CV (%)	5,67	23,03	38,23	22,51	34,31	20,95	19,64	7,79
	P	S-SO ₄ ⁻²	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- mg dm ⁻³ -----							
Mínimo	104	3	0	8	30	3	5	
Máximo	402	39	3	53	80	19	10	
Média	304	13	1	33	45	9	7	

Desvio-padrão	70,22	9,09	0,57	14,40	12,72	3,70	1,05	
CV (%)	23,08	70,89	51,66	43,14	28,45	43,35	15,70	
Subpopulação de Baixa rentabilidade (n = 61)								
	pH	MO	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³		----- cmol _c dm ⁻³ -----				%
Mínimo	5,1	11,0	1,6	28,0	7,0	40,3	54,3	69,0
Máximo	7,2	51,5	24,2	142,2	52,4	185,7	203,4	94,3
Média	6,2	34,0	6,6	86,0	22,3	114,9	135,0	84,4
Desvio-padrão	0,34	11,08	4,52	27,78	9,87	37,31	39,35	6,38
CV (%)	5,55	32,61	68,20	32,29	44,36	32,47	29,15	7,55
	P	S-SO ₄ ⁻²	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- mg dm ⁻³ -----							
Mínimo	22	1	0	4	2	0	4	
Máximo	427	93	30	92	73	41	13	
Média	258	13	5	35	34	10	6	
Desvio-padrão	106,92	18,03	8,95	23,88	19,22	8,64	1,71	
CV (%)	41,41	134,16	172,56	67,44	57,02	83,08	26,59	

De maneira geral, as médias dos teores de nutrientes se mostraram superiores aos teores ótimos propostos por Tassinari et al. (2023), indicando um excesso do uso de fertilizantes nas áreas comerciais acompanhadas.

Considerando os macronutrientes, o enxofre apresentou maior variabilidade em ambas as populações: 70,89 % para a população de alta rentabilidade e 134,16 % para a população de baixa rentabilidade. E considerando os micronutrientes, o boro, foi o elemento que apresentou maior variabilidade para ambas as populações, 51,66 % e 172,56%, respectivamente.

Aos índices DRIS empregou-se a indicação do Potencial de Resposta à Adubação (PRA), de acordo com Wadt (2005). A tabela 6 indica o potencial de resposta da adubação e as classes de resposta a adubação para as subpopulações de alta e baixa rentabilidade.

Tabela 6. Frequência registrada e categorização do potencial de resposta à fertilização para as populações de alta e baixa rentabilidade, com base nas amostras de folhas de videiras 'APPC 007 Estela', na região de Pilar do Sul.

Subpopulação de alta rentabilidade (n = 34)								
PRA	p	pz	z	nz	n	LF	NL	LE
N	1	4	24	5	0	5	24	5
P	4	3	14	9	4	7	14	13
K	1	4	23	4	2	5	23	6
Ca	3	5	20	5	1	8	20	6
Mg	5	6	12	5	6	11	12	11
S	2	5	16	7	4	7	16	11
B	3	6	16	3	6	9	16	9
Cu	5	2	19	4	4	7	19	8
Fe	1	2	29	1	1	3	29	2
Mn	4	9	15	1	5	13	15	6
Zn	5	5	13	10	1	10	13	11
Subpopulação de Baixa rentabilidade (n = 61)								
PRA	p	pz	z	nz	n	LF	NL	LE
N	1	6	53	1	0	7	53	1
P	12	24	24	0	1	36	24	1
K	2	16	33	6	4	18	33	10
Ca	2	3	42	8	6	5	42	14
Mg	4	22	27	8	0	26	27	8
S	0	2	49	9	1	2	49	10
B	5	4	28	15	9	9	28	24
Cu	34	10	5	4	8	44	5	12
Fe	1	3	45	10	2	4	45	12
Mn	0	0	20	15	26	0	20	41
Zn	0	1	39	17	4	1	39	21

*Classes de respostas: positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) e negativa (n), nutrientes limitantes por Falta (LF), limitantes por Excesso (LE), ou Não Limitantes (NL).

O PRA (Tabela 6) indica que, na população de alta rentabilidade, Mn, Mg, Zn, foram limitantes por falta. Esses fatos podem ser explicados pelo fato de que o

manganes ter sua disponibilidade no solo reduzida pelo aumento do pH, assim pelos teores elevados de matéria orgânica, fósforo, cobre e zinco (Tabela 5), que resulta em sua complexação.

Na Tabela 7, são apresentadas as frequências de nutrientes classificadas como limitantes por excesso (LE = n + nz), equilíbrio (NL = z) e limitantes por deficiência (LF = p + pz) do PRA, bem como o cálculo do qui-quadrado (χ^2) para as subpopulações de alta e baixa rentabilidade. Após análise da distribuição dos dados, foi possível rejeitar a hipótese que as frequências observadas para os nutrientes, eram estatisticamente iguais às frequências esperadas, indicando que o PRA, não foi um método de interpretação sensível para a interpretação dos índices DRIS para as videiras 'APPC 007 Estela', na região de Pilar do Sul.

Tabela 7. Frequência de nutrientes classificadas como fator limitante para excesso (LE = n + nz), equilíbrio (NL = z) e limite para deficiência (LF = p + pz) pelo PRA e qui-quadrado (χ^2) nas populações de alta e baixa rentabilidade de videiras 'APPC 007 Estela', na região de Pilar do Sul.

--- Alta rentabilidade (n = 34) ---					---- Baixa rentabilidade (n = 61) ----			
Nutrientes	LE	NL	LF	χ^2	LE	NL	LF	χ^2
N	4,39	23,39	4,39	32,2	20,24	79,48	10,53	110,3
P	0,03	2,41	2,33	4,8	20,36	3,26	10,77	34,4
K	3,28	20,32	4,39	28,0	7,23	16,10	2,29	25,6
Ca	3,28	12,41	1,54	17,2	4,52	38,67	13,44	56,6
Mg	0,15	0,80	0,15	1,1	10,03	6,46	2,16	18,6
S	0,15	4,88	2,33	7,4	7,23	62,96	18,42	88,6
B	0,92	4,88	0,92	6,7	2,31	7,76	9,65	19,7
Cu	1,54	10,20	2,33	14,1	10,68	8,14	148,65	45,1
Fe	8,69	41,97	7,09	57,7	4,91	48,36	14,90	68,2
Mn	3,28	3,54	0,03	6,8	75,61	0,68	22,18	98,5
Zn	0,15	1,50	0,45	2,1	0,44	30,06	20,24	50,7
χ^2	25,84	126,30	25,93	178,08	163,57	301,9	273,25	467,15

O índice de balanço nutricional médio (IBN_m), relacionado com a rentabilidade por hectare, é apresentado na Figura 1. O gráfico apresentou uma equação linear com o coeficiente de determinação (R^2) de 0,05, indicando que a rentabilidade por hectare de videiras 'APPC 007 Estela', na região de Pilar do Sul, não está relacionada com o

IBN_m. Ainda que não haja relação entre a rentabilidade e o IBN_m, os índices DRIS para os nutrientes, forneceram equações com coeficientes de correlação (R^2) superiores 0,70, a exceção do N, K, Mg, P que foram inferiores (Tabela 8).

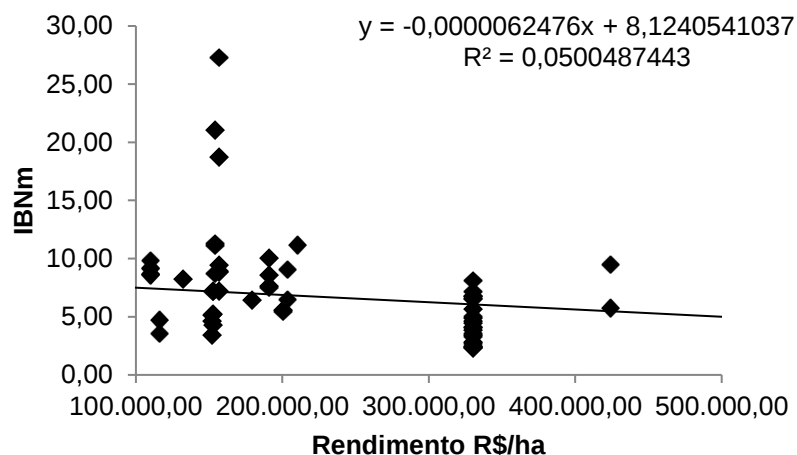


Figura 1. Rentabilidade e o índice de balanço nutricional médio (IBN_m) de talhões comerciais de videiras ‘APPC 007 Estela’, na região de Pilar do Sul.

Os modelos estatísticos obtidos da relação entre os nutrientes e seus respectivos índices DRIS são apresentados na Tabela 8. Em geral, observa-se coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,70, correspondendo a um forte coeficiente de correlação de Pearson ($r > 0,83$), de acordo com Dancey e Reidey (2006). Apenas os macronutrientes N e K apresentaram valores de R^2 menores que 0,50.

Tabela 8. Modelos estatísticos que possibilitam os níveis críticos de nutrientes entre os índices DRIS de videiras ‘APPC 007 Estela’, na região de Pilar do Sul.

Nutrientes	Equações	R^2
N	$y = -0,0016839292N^2 + 0,1463956666N - 3,0348857155$	0,10
P	$y = -0,1075391003P^2 + 1,4793317910P - 3,8959269317$	0,68
K	$y = 0,0058177919K^2 + 0,1138234854K - 1,8955955862$	0,46
Ca	$y = 2,6420746273\ln(\text{Ca}) - 6,7058052107$	0,93
Mg	$y = 0,1439350047Mg^2 + 0,2318627784Mg - 1,4983344082$	0,59
S	$y = 1,3300697436\ln(\text{S}) - 1,1333234524$	0,79
B	$y = 1,6677355993\ln(\text{B}) - 5,2720960044$	0,86
Cu	$y = 1,0504165589\ln(\text{Cu}) - 4,7081439973$	0,98
Fe	$y = 1,8863709751\ln(\text{Fe}) - 9,0890081391$	0,89

Mn	$y = 1,2462645720\ln(\text{Mn}) - 6,4615992111$	0,91
Zn	$y = 1,1705863013\ln(\text{Zn}) - 4,5144903966$	0,85

Em relação aos nutrientes que se mostraram em excesso no tecido foliar o P, S, Mg e Zn, foram os nutrientes que apresentaram os maiores índices. Observa-se que os nutrientes Mg e Zn, estão presentes em ambas as classes de resposta à adubação (Tabelas 7 e 8), o que evidência uma grande variabilidade na fertilidade dos solos das áreas classificadas como população de alta rentabilidade.

Os nutrientes limitantes por falta para a população de baixa rentabilidade foram respectivamente: Cu, P e Mg. Observa-se que os nutrientes limitantes por excesso na população de baixa rentabilidade foram, respectivamente Mn, B e Zn (Tabelas 7 e 8).

3.3.2 Diagnóstico da composição nutricional (CND)

O método proposto por Parent et al. (2009) permitiu identificar e excluir 9 outliers do banco de dados, por meio da utilização da distância de Mahalanobis (D^2), totalizando 86 talhões a serem avaliados. Para a divisão da população em alto rendimento e baixo rendimento utilizou-se a equação de Boltzmann (Hernández-Caraballo et al., 2008) o que possibilitou um ponto de corte na rentabilidade de R\$ 157.000,00 ha⁻¹, deste modo, 35 talhões foram considerados de alta rentabilidade (população de referência) e 51 talhões foram considerados talhões baixa rentabilidade (<R\$157.000,00 ha⁻¹).

A Tabela 10 apresenta a estatística descritiva (valor mínimo, máximo, média, desvio-padrão coeficiente de variação) dos atributos químicos do solo nas subpopulações de alta e baixa rentabilidade.

Tabela 10. Valores mínimo, máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação (CV) nos teores dos atributos químicos do solo nos talhões de alta e baixa rentabilidade de videiras 'APPC 007 Estela'.

Subpopulação de alta rentabilidade (n = 36)								
Variáveis	pH	MO	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³		----- mmol _c dm ⁻³ -----				%
Mínimo	5,3	21,3	2,4	58,5	11,0	72,1	89,4	57,8
Máximo	6,8	55,2	9,4	134,0	52,4	182,4	194,4	94,3
Média	6,1	35,9	4,2	92,0	21,0	117,2	137,2	85,3

DP	0,34	7,66	1,81	20,91	9,84	28,31	29,20	6,76
CV (%)	5,49	21,38	42,77	22,73	46,95	24,16	21,29	7,92
Variáveis	P	S-SO ₄ ⁻²	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
----- mg dm ⁻³ -----								
Mínimo	104	3	0	8	29	3	4	
Máximo	402	45	3	63	80	19	11	
Média	300	14	1	34	44	9	7	
DP	68,99	10,55	0,69	16,01	12,17	4,01	1,25	
CV (%)	23,00	74,98	55,78	46,56	27,54	44,72	18,19	
Subpopulação de Baixa rentabilidade (n = 51)								
Variáveis	pH	MO	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³			%
Mínimo	6,5	11,0	1,6	28,0	7,0	40,3	54,3	70,4
Máximo	6,5	51,5	24,2	142,2	44,2	185,7	203,4	94,0
Média	6,5	33,4	6,5	83,7	20,8	111,1	131,6	84,0
DP	0,00	11,64	4,90	26,94	8,33	34,96	38,22	6,16
CV (%)	0,00	34,83	74,89	32,18	40,08	31,48	29,04	7,34
Variáveis	P	S-SO ₄ ⁻²	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
----- mg dm ⁻³ -----								
Mínimo	22	1	0	5	2	0	4	
Máximo	427	93	30	92	73	41	13	
Média	256	12	6	37	32	11	6	
DP	111,41	18,40	9,64	24,36	19,79	9,29	1,70	
CV (%)	43,48	151,98	163,38	66,36	62,36	86,66	26,42	

pH - Cloreto de cálcio; MO - Walkley-Black; P, K, Ca e Mg - Resina; S-SO₄⁻² - fosfato de cálcio B - água quente; Cu, Fe, Mn e Zn - DTPA; SB - soma de bases trocáveis; CTC - capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V - índice de saturação por bases; DP - Desvio padrão; CV - coeficiente de variação.

Os teores médios encontrados nas análises de solo dos talhões de ambas as populações indicaram, segundo o Boletim 100: Manual de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (Cantarella et al., 2022), acidez muito baixa (pH > 6,0), saturação por bases alta (V = 70 - 90), correspondendo ao indicado para as videiras (80%). Os teores de nutrientes em sua maioria foram interpretados como muito alto para P (> 60 mg dm⁻³), altos para K (3,1 – 6,0 mmol_c dm⁻³), Mg (> 8,0 mg dm⁻³), S (>

10,0 mg dm⁻³), B (> 1,00 mg dm⁻³), Cu (> 5,0 mg dm⁻³), Fe (> 12,0 mg dm⁻³) e Mn (> 10,0 mg dm⁻³) e médio para Zn = (5,0 – 10,0 mg dm⁻³).

Ao comparar a estatística descritiva dos teores de nutrientes ao Boletim 100 (Cantarella et al., 2022) observam-se altos níveis de nutrientes para ambas as populações, evidenciado um desequilíbrio na fertilidade do solo nas áreas comerciais da videira 'APPC 007 Estela', causadas por aplicações excessivas de fertilizantes, quando as necessidades fertilização eram baixas. Segundo Natale e Rozane (2018), a disponibilidade excessiva de nutrientes no solo, pode comprometer a absorção de outros nutrientes. Brunetto et al. (2016), também ressaltam que o excesso de Cu nos solos de vinhedos, decorrentes de aplicações de fungicidas, podem ser tóxicos as plantas, comprometer a produção e a composição química da uva. Além disso, o excesso de adubação pode contribuir para a contaminação do solo lençóis freáticos.

A Tabela 11 apresenta a estatística descritiva (valor mínimo, máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação) dos teores foliares dos nutrientes avaliados nas subpopulações de alta e baixa rentabilidade.

Tabela 11. Valores mínimo, máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação (CV) dos teores de nutrientes foliares e da rentabilidade obtidos em talhões de videiras 'APPC 007 Estela'.

Subpopulação de alta rentabilidade (n = 36)						
Variáveis	N	P	K	Ca	Mg	S
----- g kg ⁻¹ -----						
mínimo	24	2	7	8	1	1
máximo	44	5	14	20	4	6
média	31	3	10	13	2	2
desvio-padrão	4,77	0,72	1,43	3,13	0,73	1,11
CV (%)	15,32	21,06	14,52	23,95	30,50	44,86
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
----- mg kg ⁻¹ -----						
mínimo	9	11	51	79	17	
máximo	93	900	195	776	164	
média	29	119	123	258	56	
desvio-padrão	16,49	159,73	28,08	196,07	39,24	
CV (%)	57,81	134,07	22,86	75,89	70,64	

Subpopulação de Baixa rentabilidade (n = 51)						
Variáveis	N	P	K	Ca	Mg	S
----- g kg ⁻¹ -----						
mínimo	23	2	6	7	1	2
máximo	39	4	15	21	4	7
média	32	3	10	14	2	3
desvio-padrão	3,53	0,54	2,11	3,42	0,57	1,17
CV (%)	11,07	20,62	21,67	24,40	27,07	39,80
----- mg kg ⁻¹ -----						
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
mínimo	9	6	63	148	29	
máximo	59	990	307	711	146	
média	29	120	141	393	74	
desvio-padrão	11,99	242,94	42,99	145,33	29,55	
CV (%)	41,82	202,49	30,51	37,00	40,16	

Para a subpopulação de baixa rentabilidade os valores de venda variaram de R\$ 179.643,39 a R\$ 577.070,02 ha⁻¹, com média de R\$ 329.413,97 ha⁻¹ e para a subpopulação de baixa a variação foi de R\$ 32.649,05 a R\$ 156.591,35 ha⁻¹ (Tabela 11). A variabilidade dos teores dos nutrientes para a população de baixa rentabilidade segue a ordem decrescente: Cu > B > Zn > S > Mn > Fe > Mg > Ca > K > P > N, e para a população de alta rentabilidade Cu > Mn > Zn > B > S > Mg > Ca > Fe > P > K > N.

A estatística descritiva dos teores de nutrientes nas folhas (Tabela 11) indica que tanto para a população de alta como para a de baixo rentabilidade o enxofre, foi o macronutriente com maior variabilidade (44,86 e 39,80 %, respectivamente) e dentre os micronutrientes o cobre foi o de maior variabilidade (134,07 e 202,49 % respectivamente).

De maneira geral, os micronutrientes apresentaram maior variabilidade, corroborando com os resultados obtidos para videira (Rozane et al., 2020; Melo et al., 2018) bem como para em outras frutíferas (Lima Neto et al., 2022; Souza et al., 2013). A variabilidade dos nutrientes, especialmente o Cu e o S, podem ser atribuídas às

aplicações de defensivos à base destes elementos, que são indicados especialmente para o controle de doenças fúngicas.

As normas nutricionais das variáveis multinutrientes na população de alto rentabilidade indicam que os macronutrientes: N (3,02), Ca (2,14) e K (1,87) são mais requeridos pela cultura (Tabela 12).

Tabela 12. Média e desvio-padrão das variáveis multinutrientes (CND) obtidas talhões de alta e baixa rentabilidade de videiras 'APPC 007 Estela', na região de Pilar do Sul.

Variáveis	Média	Desvio-padrão
V _N	3,022	0,135
V _P	0,801	0,324
V _K	1,874	0,203
V _{Ca}	2,138	0,214
V _{Mg}	0,418	0,289
V _S	0,423	0,310
V _B	-4,089	0,432
V _{Cu}	-2,992	0,922
V _{Fe}	-2,529	0,157
V _{Mn}	-1,997	0,558
V _{Zn}	-3,509	0,554

Os nutrientes que mais contribuíram com o desequilíbrio nutricional (médio das áreas com baixa rentabilidade estão associados em ordem crescente à deficiência de B, P, K, Zn e S e ao excesso de Ca, Cu, Fe, Mg Mn e N. Pode-se considerar um nutriente em equilíbrio, aquele cujo índice seja próximo de zero. Segundo Rozane et al. (2020), este método de avaliação nutricional, garante uma maior rentabilidade aos agricultores, uma vez que permite a aplicação apenas dos nutrientes que realmente são exigidos pela videira. Além disso, esse processo, diminui o potencial de contaminação do solo e água (Parent et al. 2013).

Ao relacionar a Distância de Mahalanobis (D^2) e o índice de desequilíbrio nutricional ($CND-r^2$) (Figura 2), observou-se que quanto maior a distância dos dados em relação a linha de tendência central, maior é o desequilíbrio nutricional da amostra foliar, com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,45.

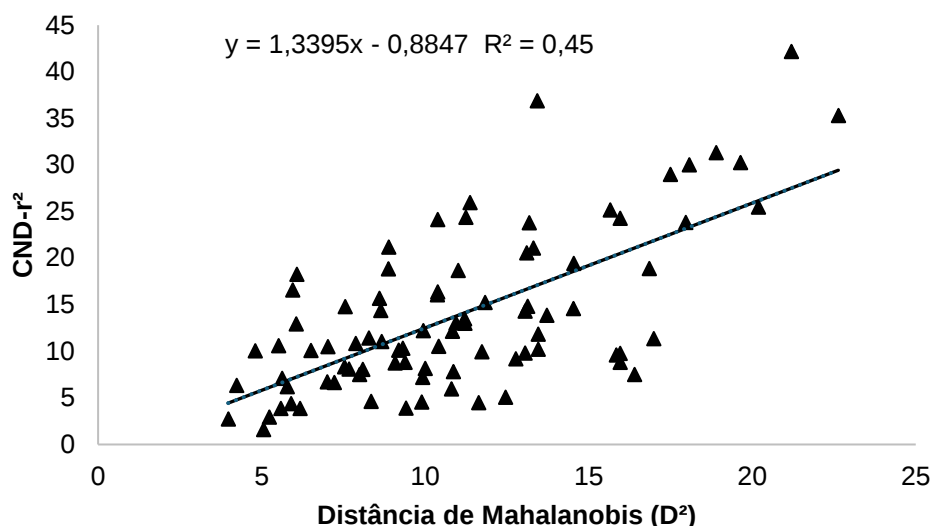


Figura 2. Relação entre o Índice de desequilíbrio nutricional (CND-r²) e distância de Mahalanobis (D²).

A Figura 3 representa a relação entre o desequilíbrio nutricional e rentabilidade das videiras 'APPC 007 Estela'. O coeficiente de correlação obtido foi 0,0535, indicando que os fatores nutricionais estão pouco relacionados com a rentabilidade, Rozane et al. (2020) também observaram baixos valores de R² ao utilizarem a metodologia CND em videiras. A baixa correlação entre os índices CND-r² e a rentabilidade (R = 0,053), indica que outros fatores influenciaram diretamente a rentabilidade das áreas avaliadas.

As condições edafoclimáticas e fatores agrônômicos, como: características da variedade e do porta-enxerto, sistemas de condução, tipos de poda e práticas culturais, influenciam diretamente a produção das videiras (Yamamoto et al. 2012). O excesso de chuvas que ocorreu na época da maturação dos cachos, e da colheita pode estar diretamente relacionado à baixa rentabilidade, pois, a cultivar em questão apresenta desgrane elevado e suscetibilidade a rachaduras em condições de chuva, além da incidência de podridões, fatores estes que comprometem a qualidade dos frutos.

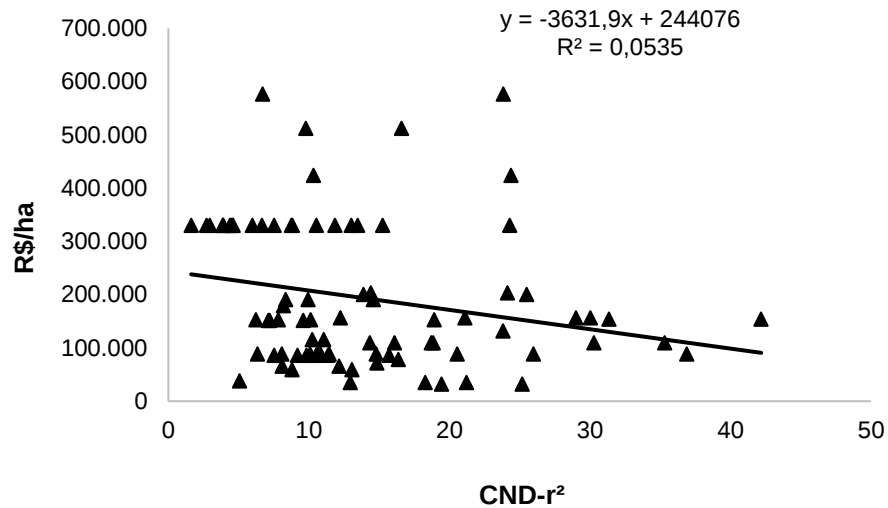


Figura 3. Relacionamento entre a rentabilidade (R\$/ha-1) e o índice de desequilíbrio nutricional (CND-r²) de talhões de videiras ‘APPC 007 Estela’, na região de Pilar do sul- SP.

Os modelos de regressão obtidos da relação entre os teores nutricionais e seus respectivos índices CND, são apresentados na Tabela 13. Observou-se que os nutrientes P, S, B, Cu, Mn e Zn, apresentaram coeficientes de determinação (R²) maiores que 0,70, resultados esses que corroboram com as observações de Rozane et al. (2020) e Ayres et al. (2023).

Tabela 13. Modelos estatísticos que possibilitam os níveis críticos de nutrientes entre os índices CND de videiras ‘APPC 007 Estela’.

Nutrientes	Equações	R ²
N	$y = - 0,0063 N^2 + 0,4576 N - 8,0884$	0,06
P	$y = 3,4386 \ln (P) - 4,1441$	0,70
K	$y = - 0,0096 K^2 + 0,6381 K - 5,4545$	0,48
Ca	$y = - 0,0082 Ca^2 + 0,4679 Ca - 4,6561$	0,54
Mg	$y = 0,0333 Mg^2 + 1,107 Mg - 2,924$	0,67
S	$y = - 0,1659 S^2 + 1,8659 S - 3,3633$	0,81
B	$y = 1,958 \ln (B) - 6,3423$	0,86
Cu	$y = 1,0131 \ln (Cu) - 4,425$	0,98
Fe	$y = 3,6511 \ln (Fe) - 17,371$	0,57
Mn	$y = 1,4726 \ln (Mn) - 7,7484$	0,92
Zn	$y = 1,4954 \ln (Zn) - 5,642$	0,91

Na Tabela 14 são apresentados os teores considerados adequados e as faixas de suficiência obtidas pelo método DRIS e CND. Realizou-se a comparação com as faixas considerados adequadas por Tassinari et al. (2023), Ayres et al. (2023), Teixeira et al. (2022), Rozane et al. (2020), e Brunetto et al. (2016).

Tabela 14. Faixas de suficiência e teores adequados nutrientes para a videira obtidas pela metodologia CND e algumas referências encontradas na literatura.

	CND – Videira 'APPC Estela 007'	DRIS – Videira 'APPC Estela 007'	Tassinari et al. (2023)	Ayres et al. (2023)	Teixeira et al. (2022)	Rozane et al. (2020)	Brunetto et al. (2016)
N	27,7 - 33,1	31,3 - 36,9	20,0 - 30,0	19,1-23,2	30,0 - 35,0	24,0 - 30,0	16,0 - 24,0
P	2,8 -3,8	3,0 - 4,1	2,5 - 4,5	5,8 - 8,1	2,4 - 2,9	2,9 - 3,8	1,2 - 4,0
K	8,8 - 11,3	9,5 - 12,0	10,0 - 20,0	8,3 - 10,6	15,0 - 20,0	11,0 - 14,0	8,0 - 16,0
Ca (g kg ⁻¹)	10,6 - 15,1	0 - 68,5	15,0 - 25,0	5,2 - 9,6	13,0 - 18,0	12,0 - 16,0	16,0 - 24,0
Mg	2,0 - 2,9	2,1 - 2,9	2,5 - 4,5	1,0 - 2,0	4,8 - 5,3	2,6 - 3,3	2,0 - 6,0
S	1,5 - 3,0	1,5 - 3,2	3,0 - 4,0	1,5 - 2,5	3,3 - 3,8	3,1 - 3,8	-
B	16,2 - 34,8	14,1 - 33,1	30,0 - 40,0	122,5 - 152,7	45,0 - 53,0	27,0 - 41,0	45,0 - 53,0
Cu	0 - 220,2	0 - 252,4	10,0 - 15,0	112,5 - 152,7	18,0 - 22,0	10,0 - 14,0	18,0 - 22,0
Fe (g kg ⁻¹)	90,8 - 142,2	51,3 - 196,2	91,0 - 142,0	74,2 - 104,4	95,0 - 105,0	91,0 - 142,0	97,0 - 105,0
Mn	73,2 - 312,5	58,7 - 298,3	398,0 - 586,0	133,2 - 681,5	65,0 - 75,0	398,0 - 586,0	67,0 - 73,0
Zn	20,3 - 66,7	24,3 - 70,3	25,0 - 60,0	42,5 - 228,3	30,0 - 35,0	148,0 - 254,0	30,0 - 35,0

Comparando as faixas obtidas pelo método CND, com faixas obtidas pelo método DRIS, observou-se de maneira geral, que as faixas de suficiência variam pouco entre si, com a exceção, do cálcio que apresentou maior amplitude quando determinada pelo método DRIS (0 – 68,5). Observa-se que as faixas recomendadas por Rozane et al. (2020) são mais próximas as faixas encontradas para a videira 'APPC 007 Estela', principalmente as faixas dos nutrientes: N, P, Ca, Mg, B e Fe. As faixas encontradas para Fe e Zn foram mais próximas as propostas por Tassinari et al. (2023). Apesar da proximidade das faixas, as pesquisas de Rozane et al. (2020) e Tassinari et al. (2023), foram desenvolvidos no estado do Rio Grande do Sul, na região vitícola da Campanha Gaúcha, onde as variedades são destinadas a vinificação. As maiores divergências foram constatadas para os micronutrientes Cu, Mn, Zn, esses elementos, derivam das pulverizações de defensivos, realizadas na prevenção e controle de doenças fúngicas (Rozane et al. 2015).

As faixas recomendadas para a cultura da videira no Boletim 100 (Teixeira et al., 2022) apresentaram divergências com as faixas obtidas no presente estudo (Tabela 14), as maiores divergências foram encontradas para os nutrientes: K, Mg, B, Mn e Zn.

Apesar dessas recomendações serem consideradas como um padrão para o estado de São Paulo, estes resultados evidenciam que as recomendações para um território extenso, como um estado, são insatisfatórias, uma vez que há muitas variações de região para região. Rozane et al. (2020) ressaltam que as faixas de suficiência para as culturas devem ser atualizadas de acordo com cada região, conforme as mudanças de cultivares, manejo e condições edafoclimáticas.

3.4 CONCLUSÕES

- I. O potencial de resposta à adubação mostrou-se um método ineficiente;
- II. Os teores ótimos e as faixas de suficiência estimadas pelos métodos DRIS e CND são semelhantes, embora a metodologia empregada para o tratamento dos dados e obtenção das relações entre nutrientes sejam distintas;
- III. As faixas nutricionais obtidas no presente estudo podem ser utilizadas por produtores de videiras na região de Pilar do Sul – SP, permitindo maior acurácia no diagnóstico nutricional da cultura e maior precisão nas recomendações de adubação.

3.5 REFERÊNCIAS

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes Gonçalves JL, Sparovek G, (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. 22: 711 - 728.
- Ayres G, Brunetto G, et al. (2023). Proposition of critical levels and nutrient sufficiency ranges in leaves of 'White Moscato' (*Vitis vinifera* 'Muscat') and 'Bordeaux' (*Vitis labrusca* 'Ives'). **Vitis: Journal of Grapevine Research**. 62 (2):125- 135.
- Ayres G, Brunetto G, et al. (2022). Diagnóstico da fertilidade do solo e níveis críticos de nutrientes em folhas de videiras 'Bordô' e 'Moscato Branco'. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/234264>. Acesso em: 06/12/2023.
- Bataglia OC, Furlani AMC, Teixeira JPF, Furlani PR, Gallo JR, (1983). Métodos de análise química de plantas. **Campinas: Instituto Agrônomo**, 48p. (Boletim Técnico, 78)
- Beaufils ER (1973). Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Bloemfontein: University of Natal, 132p.

Beverly RB (1987). Fertilizer use efficiency: Modified Dris method for simplified nutrient diagnosis of 'Valencia' oranges. **Journal of Plant Nutrition**, 10:1401-1408.

Bhaduri D, Pal S, (2013). Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS): Concepts and applications on nutritional diagnosis of plants-a review. **Journal of Soil and Water Conservation**.12(1): 70-79.

Brasil E C, CRAVO MS, VIEGAS IJM. (Ed.). Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

Brunetto G, Ricachenevsky FK, Stefanello LO, de Paula BV, et al. (2020). Diagnosis and management of nutrient constraints in grapes. In: Srivastava, AK, Chengxiao H (Eds.). **Fruit Crops. Elsevier**, p.693-710.

Brunetto G, Ernani PR, Melo GWB, Nava G, (2016). Frutíferas In: CQFS-Comissão de Química e Fertilidade do Solo. (Eds.). Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p.189 - 232.

Cantarella H, Quaggio JA, Mattos Jr D, Boaretto RM, Raij B van. (2022). Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (Boletim Técnico, 100). Campinas: IAC, 489p.

Dancey CP, Reidey J, (2006). Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows. Porto Alegre: Artmed, 608p.

Fernandes MHMR (2006). Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macro minerais de cabritos com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UNESP, Jaboticabal.

Gott RM, Aquino LA de, Carvalho AMX de, Santos LPD dos, Nunes PHMP, Coelho BS, (2014). Índices diagnósticos para interpretação de análise foliar do milho. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**. 18(11): 1110 - 1115.

Guimarães, PRB. (2008). Métodos quantitativos estatísticos. Curitiba: Iesde Brasil AS, p. 252.

Hernández-Caraballo EA, Rodríguez-Rodríguez O, Rodríguez-Pérez V, (2008). Evaluation of the Boltzmann equation as an alternative model in the selection of the high-yield subsample within the framework of the compositional nutrient diagnosis system. **Environmental and experimental botany**. 64(3): 225- 231.

Hernandes A, Rozane DE, Souza HA de, Romualdo LM, Natale W, (2011). Amostragem para diagnose do estado nutricional e avaliação da fertilidade do solo em caramboleiras. **Bragantia**. 70(3): 657–663.

Holland JL (1966). The psychology of vocational choice: A theory of personality types and model environments. Waltham, MA: Blaisdell Publishing Co., 132p.

Krug AV, Papalia DG, et al. (2023). Proposition of critical levels of nutrients in citrus leaves, grown in a subtropical climate, for fresh market fruit production. **Scientia Horticulturae**. 317: 112047.

Lamb D, (1976). Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. **Plant and Soil**. 45: 477-492.

Lima Neto AJ, Natale W, Rozane DE, de Deus JAL, Rodrigues Filho VA, (2022). Establishment of DRIS and CND standards for fertigated 'Prata' banana in the Northeast, Brazil. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**. 22(1): 765-777.

Malavolta E, Vittl GC, Oliveira SA. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 319p.

Mead DJ, (1984). Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In: Bowen GD, Nambiar EK. (Ed.). **Nutrition of plantation forests**. London: Academic Press, p.259-291.

Melo GW, Rozane DE, Brunetto G, (2017). Identification of the critical levels, sufficiency ranges and potential response to nutrient fertilization in vineyards by the DRIS method. **Acta Hortic**.1217: 423-430.

Montgomery DC (2013). Introdução ao Controle Estatístico de Processos. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC.

Natale W, Rozane DE (2018). Análise de solo, folhas e adubação de frutíferas. Registro: UNESP, Campus Experimental de Registro, 124p.

Natale W, Brunetto G, Rozane DE, Melo GWB, Corrêa MDM, Lima Neto AJ, (2020). Amostragem e preparo de amostras de solo e folhas em frutíferas. In: Atualização sobre calagem e adubação de frutíferas. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul**, p.32-44.

Parent SE, Parent LE, Rozane DE, Natale W (2013). Plant ionome diagnosis using sound balances: case study with mango (*Mangifera indica*). **Frontiers in Plant Science**, 4:449.

Parent LE, Natale W, Ziadi N (2009). Compositional nutrient diagnosis of corn using the Mahalanobis distance as nutrient imbalance index. **Canadian Journal of Soil Science**, 89(4):383-390.

Parent LE, Dafir M (1992). A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 117:239-242.

Pimentel-Gomes F, Garcia CH. (2002). Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba, SP: FEALQ, p.309.

Quaggio JA, Chiba MK, (2022). Amostragem do solo para fins de fertilidade. In: Cantarella H, Quaggio JA, Mattos Jr. D, Boaretto RM, Raij B van. (Eds.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (Boletim Técnico, 100)**. Campinas: IAC, p.17 – 26.

Raij B van, Andrade JC de, Cantarella H, Quaggio JA, (2001). Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. Campinas: Instituto Agrônômico, 285p.

Rodríguez O, Rodríguez V, (2000). Documento: Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas. Una revisión. **Revista de la Facultad de Agronomía**. 17(6).

Rozane DE, Paula BV, et al. (2020) Compositional nutrient diagnosis (CND) applied to grapevines grown in subtropical climate region. **Horticulturae** 6:56-68.

Rozane DE, Romualdo LM, Centurion JF, Barbosa JC (2011). Dimensionamento do número de amostras para avaliação da fertilidade do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, 32:111-117.

Rozane DE, Natale W, Prado R de M, Barbosa JC, (2009). Tamanho da amostra foliar para avaliação do estado nutricional de goiabeiras com e sem irrigação. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental**. 13(3): 233–239.

Rozane DE, Natale W, Prado R de M, Barbosa JC, (2007). Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira De Fruticultura**. 29(2): 371–376.

Santos EMH, Rozane DE (2017). DRIS standard and normal ranges of foliar nutrients for the culture of “Thompson” atemoya. **Ciência Rural**, 47:282-291.

Santos HG dos, Jacomine PKT, Anjos LHC dos, Oliveira VA de, Lumbreras JF, Coelho MR, Almeida JA de, Araújo Filho JC de, Oliveira JB de, Cunha, TJF, (2018). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Solos, 356 p.

Silva SR, Freire FJ, Rezende JS, Santos RLD, Cunha JC (2023). Nutritional status and quality of table grapes cultivated in Submédio São Francisco Valley. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 27:415-421.

Souza HA de, Rozane DE, Amorim DAD, Natale W (2013). Normas preliminares DRIS e faixas de suficiência para goiabeira 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 35:282-291.

Souza HAD, Rozane DE, Amorim DA, Dias MJT, Modesto VC, Natale W, (2015). Assessment of nutritional status of guava seedlings using preliminary DRIS norms and sufficiency ranges. **Journal of Plant Nutrition**. 38(10):1611-1618.

Tassinari A, Moura-Bueno JM, Garlet LP, Stefanello LO, et al. (2023). 2ª Atualização: Recomendação de adubação em videiras em produção para a Campanha Gaúcha do Rio Grande do Sul. Florianópolis: UFSC, 13p.

Tecchio MA, Teixeira LAJ, Terra MM, Pires EJP, Hernandez JL, (2022). Uvas finas para mesa e vinho. In: Cantarella H, Quaggio JA, Mattos Jr. D, Boaretto RM, Raij B van, (Eds.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (Boletim Técnico, 100)**. Campinas: IAC, p. 308 – 314.

Teixeira LAJ, Quaggio JA, Mattos Jr. D, Boaretto RM, Cantarella H, (2022). Frutíferas. In: Cantarella H, Quaggio JA, Mattos Jr. D, Boaretto RM, Raij B van, (Eds.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo (Boletim Técnico, 100)**. Campinas: IAC, p. 259 – 264.

Terra MM, Gergoletti IF, Pires EJP, Botelho RV, Santos WR dos, Tecchio MA, (2007). Avaliação do estado nutricional da videira 'Itália' na região de São Miguel Arcanjo-SP, utilizando o sistema integrado de diagnose e recomendação. **Revista Brasileira De Fruticultura**. 29(3): 710–716.

Terra MM, Guilherme MAS, Santos WRD, Paioli-Pires EJ, Pommer CV, Botelho R V. (2003). Avaliação do estado nutricional da videira 'Itália' na região de Jales, SP, usando o sistema integrado de diagnose e recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 25: 309-314.

Thompson SK, (1992). Sampling. New York: John Wiley, 343p

Veloso CAC, Araujo SMB, Viégas IJM, Rodrigues JELF (2020). Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

Wadt PGS, (2005). Relationships between soil class and nutritional status of coffee plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 29: 227–234.

Yamamoto LY, Assis AM de, Moraes H, Souza FS de, Scapin CR, Tessmann DJ, Souza RT de, Roberto SR (2012). Produção e características físico-químicas dos cachos da videira 'BRS Clara' sob cobertura plástica e sombrite em safra fora de época. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 34(1):160-166.