

## ESTIMATIVA DOS TEORES FOLIARES DE NITROGÊNIO EM VINHEDO POR MEIO DE CLOROFILÔMETRO PORTÁTIL

T. M. M. Silva<sup>1</sup>, B. R. S. Costa<sup>1</sup>, H. Oldoni<sup>1</sup>, A. M. Salviano<sup>2</sup>, L. H. Bassoi<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> FCA UNESP, Departamento de Engenharia Rural, R. José Barbosa de Barros, 1780, 18610-034, Botucatu, São Paulo

<sup>2</sup> Embrapa Semiárido, BR 428 km 152, Caixa Postal 23, 56302-970, Petrolina, Pernambuco

<sup>3</sup> Embrapa Instrumentação, R. XV de Novembro, 1452, Caixa Postal 741, 13560-970, São Carlos, São Paulo

\* Autor correspondente, e-mail: [luis.bassoi@embrapa.br](mailto:luis.bassoi@embrapa.br)

**Resumo:** O estado nutricional das plantas de videira de vinho em relação ao N é um dos fatores importantes para a produtividade e qualidade das uvas para vinificação. No entanto, o manejo da adubação nitrogenada pode apresentar baixa eficiência, com possibilidade de perdas. Considerando que o N faz parte da estrutura da molécula de clorofila, e que é necessário realizar o manejo desse nutriente nos vinhedos de modo eficiente, o presente trabalho foi desenvolvido em um vinhedo da cv. Chardonnay em Espírito Santo do Pinhal, São Paulo, para analisar a relação entre os índices relativos de clorofila *a*, *b* e total nas folhas, obtidos em campo pelo medidor portátil ClorofiLOG CFL 1030, e os teores de nitrogênio presentes nas mesmas folhas, determinados em laboratório por meio de análise elementar. A relação entre as medidas do equipamento e os teores foliares de N ocorreu por meio de equações lineares, com correlação positiva e forte, o que torna viável a determinação de forma indireta dos teores foliares de nitrogênio por meio do uso do clorofilômetro no vinhedo.

**Palavras-chave:** índice relativo de clorofila, videira de vinho, agricultura de precisão.

### **ESTIMATION OF LEAF NITROGEN CONTENTS IN VINEYARD BY USING HANDHELD CHLOROPHYLL METER**

**Abstract:** The nutritional status of wine vines in relation to N is one of the important factors for the yield and quality of grapes for winemaking. However, nitrogen fertilization management has low efficiency and potential losses. Considering that N is part of the structure of the chlorophyll molecule and that it is necessary to make the management of this nutrient in an efficient way, the present work aimed to analyze in a 'Chardonnay' vineyard at Espírito Santo do Pinhal, state of São Paulo, Brazil, the relationship between the leaf relative indices of total, *a*, and *b* chlorophyll obtained in the field by a ClorofiLOG CFL 1030 handheld meter, and the leaf nitrogen contents determined in laboratory by elemental analysis. The good relationship between the equipment measuring and the leaf N contents occurred through linear equations, with positive and strong correlation, making possible the indirect determination of the leaf N contents by using chlorophyll meter in the vineyard.

**Keywords:** relative chlorophyll index, wine vine, precision agriculture.

### **1. Introdução**

O nitrogênio (N), um dos principais nutrientes exigidos pelas plantas, influencia processos metabólicos envolvidos no crescimento, altera a distribuição de fotoassimilados entre as diferentes partes da planta e está presente na composição da molécula de clorofila (TAIZ et al., 2017). Assim, as medidas de clorofila apresentam forte correlação com os teores foliares de N, possibilitando o uso de clorofilômetros portáteis na realização de diagnoses de N na planta (WOLF & FLOSS, 2008). Silva et al. (2014) e Godoy et al. (2007) observaram forte correlação entre as leituras do clorofilômetro com a clorofila determinada e com as doses de N aplicadas.

O N é um dos elementos mais extraídos pela videira, e a sua deficiência causa amarelecimento das folhas, baixo vigor das plantas, diminui a produtividade e a qualidade da uva para processamento (MIELE et al., 2009). Além disso, devido à complexa dinâmica do nitrogênio no solo, o critério para definição da quantidade deste nutriente a ser aplicada nas culturas é baseado em curvas de resposta da cultura e/ou nos teores foliares do nutriente (FAGERIA et al., 2015). Mesmo assim, se esse nutriente é aplicado em uma única época predeterminada, desconsiderando as fases de maior demanda nutricional da cultura, proporciona menor eficiência no uso dos fertilizantes, acarretando necessidade de aplicação de maiores doses, redução do lucro pelo agricultor e maiores riscos de poluição ambiental.

Dessa forma, a utilização de clorofilômetro portátil para a avaliação do estado nutricional das plantas quanto ao teor de N é rápida, precisa, de baixo custo e não destrutiva. Pode ainda permitir o ajuste rápido de doses de N a serem aplicadas, e o monitoramento do teor foliar de N ao longo da área de cultivo, para avaliar a sua variabilidade espacial dentro do contexto da agricultura de precisão.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a relação existente entre os índices relativos de clorofila *a*, *b* e total obtidos pelo medidor portátil de clorofila ClorofiLOG CFL 1030 e os teores de N presentes nas folhas de videiras de vinho determinados em laboratório por meio da técnica de análise elementar.

## 2. Materiais e Métodos

O estudo foi desenvolvido no município de Espírito Santo do Pinhal, São Paulo (22° 10' 49,1" S, 46° 44' 28,4" O e altitude média de 875 m), em um vinhedo com a cv. Chardonnay enxertada sobre o porta-enxerto Paulsen 1103 (subdividido em duas áreas contíguas que juntas somam 1,1 ha), implantado em 2008, com espaçamento de 2,5 m (entre fileiras) por 1,0 m (entre plantas), e irrigado por gotejamento. O sistema de sustentação de plantas utilizado é o do tipo espaldeira, com condução das videiras em cordão Royat unilateral e orientação Leste-Oeste. O solo do vinhedo é classificado como Cambissolo Háplico Tb, A moderado, e Neossolo Regolítico, A húmico, ambos eutróficos típicos, de textura argilosa com cascalho (OLDONI, 2019).

A distribuição espacial do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) do vinhedo, realizada nos ciclos de produção de 2017 e 2018, relacionou-se diretamente com o vigor vegetativo das videiras (OLDONI, 2019), e orientou os locais para a coleta de dados nos ciclos de produção de 2019, que teve a sua poda em 7 de janeiro e a colheita em 17 de maio (ciclo de produção de 130 dias). Em 7 de fevereiro, 22 de fevereiro, 21 de março e 22 de abril, correspondentes a 31, 46, 73 e 105 dias após a poda (dap), foram realizadas leituras com o medidor portátil de clorofila ClorofiLOG CFL 1030 (Falker, Porto Alegre, Brasil) em 40 plantas por dia.

Duas folhas por planta foram coletadas, secas em estufa de circulação fechada a 65°C e moídas em moinho de facas e peneiradas em malha com diâmetro inferior a 2 mm. As amostras foram pesadas em balança analítica (0,00001g) e alíquotas de aproximadamente 0,0095g foram encapsuladas em folhas de estanho. Na determinação dos teores de nitrogênio foliar (NF) utilizou-se um analisador elementar CHN (carbono, hidrogênio e nitrogênio) modelo Perkin-Elmer CHN 2400, com metodologia descrita por Merlini et al. (2017). Durante o processo de análise as amostras foram decompostas em meio a alta temperatura em células ricas com oxigênio gerando gases que foram arrastados pelo gás hélio até o condutor de condutividade térmica do equipamento, realizando assim a determinação dos teores de nitrogênio em suas respectivas porcentagens com o limite de detecção de <0,03%.

Os dados foram submetidos à análise de regressão linear utilizando-se o índice relativo de clorofilas *a*, *b* e total como variáveis dependentes, e o teor foliar de N como independente. Os ajustes das curvas foram realizados por meio do programa Microsoft Excel® 2016.

## 3. Resultados e Discussão

Observa-se um ajuste de equação linear entre os teores foliares de N e os índices relativos de

clorofila total, *a* e *b* determinadas por meio do clorofilômetro (Figura 1). Para as três variáveis avaliadas (clorofila total, *a* e *b*), a correlação foi considerada como forte e positiva. Das 40 plantas analisadas em cada data de coleta, foram consideradas 22 devido à retirada de outliers.

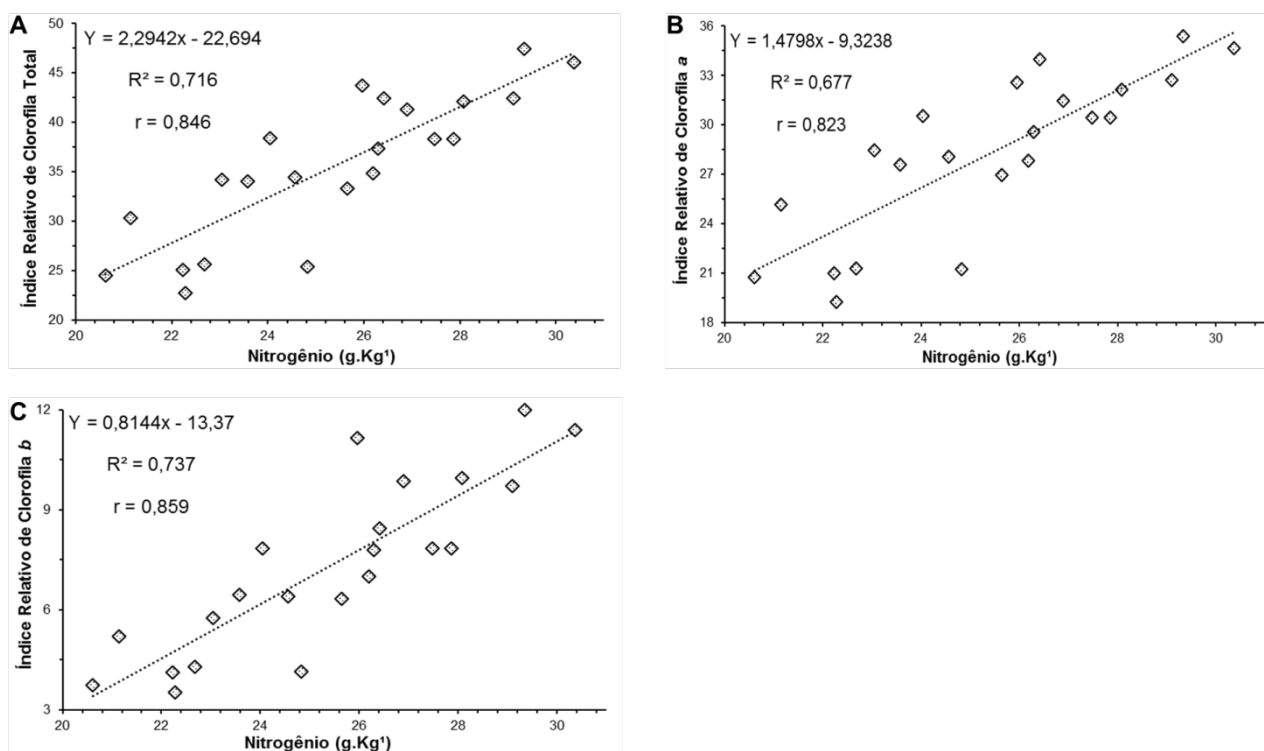


Figura 1. Equações lineares, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e de correlação ( $r$ ) entre os índices relativos de clorofilas total (A), *a* (B) e *b* (C) obtidos pelo medidor portátil ClorofiLOG CFL 1030 e os teores foliares de nitrogênio na videira cv. Chardonnay, determinados por meio de análise elementar.

O teor foliar de N apresentou o segundo melhor ajuste com o índice de clorofila total (Figura 1 A), com coeficiente de determinação igual a 0,716 e um coeficiente de correlação linear de 0,846. A alta relação observada entre as variáveis se deve às características estruturais das clorofilas, compostas basicamente por carbono, hidrogênio, magnésio e nitrogênio, sendo este último o elemento químico mais abundante no tecido foliar. Os menores coeficientes de determinação ( $R^2=0,677$ ) e de correlação linear ( $r=0,823$ ) foram observados entre os índices de clorofila *a* e os teores foliares de N. Mesmo assim, os modelos apresentam boa capacidade de predição dos teores do nutriente a partir do uso do clorofilômetro na cultura da videira. A relação entre os índices de clorofila *b* e os teores foliares de N apresentou o melhor ajuste, com coeficiente de determinação de 0,737 e o coeficiente de correlação linear de 0,859.

Brunetto et al. (2012) relataram que medidas de clorofilômetro SPAD-502 apresentaram uma relação linear e positiva com o teor foliar de nitrogênio na videira cv. Cabernet Sauvignon, com valores de  $R^2$  igual a 0,95 no florescimento (primeiro ano), e igual a 0,95 (primeiro ano) e 0,69 (segundo ano) no início da maturação (veraison). No estágio de florescimento da videira do segundo ano de avaliação, não houve relação.

Apesar de ser comum o ajuste de equações lineares entre essas variáveis, Padilla et al. (2018) observaram uma melhor aderência da equação quadrática para o pimentão doce, enquanto Jesus & Marengo (2008) observaram melhor ajuste de equações exponenciais para urucum, cupuaçu, limão e araçá-boi, demonstrando a necessidade de calibração do equipamento para cada espécie e condições edafoclimáticas de produção.

Dessa forma, o uso do clorofilômetro para o vinhedo e a cultivar em questão, pode ser

realizado para avaliação, de forma indireta, dos teores foliares de N no manejo de pomares vitícolas.

#### 4. Conclusões

Os índices relativos de clorofila total, *a*, e *b* obtidos pelo medidor portátil ClorofiLOG CFL 1030 apresentam correlação positiva com os teores foliares de nitrogênio em videira determinados por meio da análise elementar, tornando possível o emprego do equipamento na determinação indireta do teor foliar de nitrogênio no vinhedo.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo e financiamento ao projeto; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo; e à Vinícola Guaspari, pela disponibilização de área e apoio para realização do trabalho.

#### Referências

- BRUNETTO, G.; TRENTIN, G.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; MIOTTO, A.; MOSER, G. R. Z.; MELO, G. W. Use of the SPAD-502 in estimating nitrogen content in leaves and grape yield in grapevines in soils with different texture. *American Journal of Plant Sciences*, v. 3, p. 1546-1561, 2012.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B.; CARVALHO, M. C. S. Nutrição mineral do feijoeiro. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão. 394 p. 2015.
- GODOY, L.J.G.; SOUTO, L.S.; FERNANDES, D.M.; BÔAS, R.L.V. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*. *Ciência Rural*, v.37, n.1, p.38-44, 2007.
- JESUS, S.V. de; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. *Acta Amazonica*, v.38, p.815-818, 2008.
- MIELE, A., RIZZON, L.A., GIOVANNINI, E. Efeito do porta-enxerto no teor de nutrientes em tecidos da videira 'Cabernet Sauvignon'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, p. 1141-1149, 2009.
- MERLINI, C.; BARRA G. M. O.; CUNHA, M. D. P. P.; RAMÔA, S. D. A. S.; SOARES, B. G.; PEGORETTI, A. Compósitos eletricamente condutivos de poliuretano derivados do óleo de mamona com fibras de palma de pêssego revestidas com polipirrol. *Compósitos de polímeros*, v.38, n.10, p. 2146-2155, 2017.
- OLDONI, H. ZONAS HOMOGÊNEAS DE ATRIBUTOS DE PLANTA E DO SOLO EM VINHEDO IRRIGADO. 106 p. Tese (Doutorado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Unesp, Botucatu, 2019.
- PADILLA, F. M.; SOUZA, R.; PEÑA-FREITAS, M. T.; GALLARDO, M.; GIMÉNEZ, C. & THOPSON, R. B. Different Responses of Various Chlorophyll Meters to Increasing Nitrogen Supply in Sweet Pepper. *Frontiers in Plant Science*, v. 9, p. 1752-1766, nov. 2018.
- SILVA, M.A.; SANTOS, C.M.; VITORINO, H.S.; RHEIN, A.F.L. Pigmentos fotossintéticos e índice SPAD como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. *Bioscience Journal*, v.30, n.1, p.173-181, 2014.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6º ed. Porto Alegre: Artmed. 888 p. 2017.
- WOLF, W. M.; FLOSS, E. L. Correlação entre teores de nitrogênio e clorofila na folha com o rendimento de grãos de aveia branca. *Ciência Rural* 38:1510-1515. 2008.