

# CIRCULAR TÉCNICA

n. 325 - novembro 2020

ISSN 0103-4413

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Departamento de Informação Tecnológica  
Av. José Cândido da Silveira, 1647 - União - 31170-495  
Belo Horizonte - MG - www.epamig.br - Tel. (31) 3489-5000



AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E  
ABASTECIMENTO



MINAS  
GERAIS

GOVERNO  
DIFERENTE.  
ESTADO  
EFICIENTE.

## Diagnóstico de nitrogênio por medidor de clorofila portátil SPAD-502 para uso na cultura da couve-flor<sup>1</sup>

*Sanzio Mollica Vidigal<sup>2</sup>*

### INTRODUÇÃO

O manejo adequado da adubação na cultura da couve-flor pode ser obtido pela sincronização da demanda da planta com o suprimento de nitrogênio (N) durante o ciclo da cultura. Dentre os nutrientes limitantes, o N merece destaque, uma vez que é absorvido em maior quantidade pela couve-flor, no período de 30 a 67 dias após transplântio (DAT) (CASTOLDI *et al.*, 2009; TAKEISHI; CECÍLIO FILHO; OLIVEIRA, 2009; ALVES *et al.*, 2011), sendo necessária a aplicação de fertilizantes nitrogenados, em dose adequada, para obter plantas com inflorescência de tamanho desejado e maior aceitação comercial.

A avaliação do estado de N usualmente é associada à resposta da planta à fertilização via solo. Todavia, essa pode ser feita por meios diretos e indiretos, com uso de índices apropriados e devidamente calibrados (GODOY; SOUZA; VILLAS BÔAS, 2010; FONTES, 2011). O critério para monitorar os teores de N (N-total,  $\text{NH}_4^+$  ou  $\text{NO}_3^-$ ) da planta mais comumente empregado é a análise química da matéria seca (MS) da folha em laboratório, que tem custo elevado, é demorada e requer pessoas qualificadas.

Atualmente, em consonância com a agricultura de precisão (AP), índices ou testes para avaliar o estado de N, precisam ser rápidos, práticos e eficazes (FONTES, 2011). Assim, são realizados estudos, utilizando a análise da intensidade da cor verde da planta como índice para avaliar o estado de N. Isso

se baseia no fato de que doses de N proporcionam diferentes intensidades da cor verde e de que o estado de N está correlacionado diretamente com o teor de clorofila ou o verde da folha. Portanto, a cor verde da folha, representada pelo teor de clorofila, que pode ser medida por medidor portátil Minolta Soil Plant Analysis and Development (SPAD-502), de forma instantânea e de maneira não destrutiva, surgiu como alternativa para avaliar o estado de N da planta (GODOY; SOUZA; VILLAS BÔAS, 2010; FONTES, 2011).

### USO DO MEDIDOR DE CLOROFILA MINOLTA SPAD-502

O medidor de clorofila Minolta SPAD-502 (Fig. 1) é utilizado na quantificação da clorofila. Caracteriza-se pela rapidez, simplicidade e, principalmente, por possibilitar uma avaliação não destrutiva do tecido foliar.

A clorofila é um pigmento que reflete a cor verde nas plantas e está diretamente associado com o potencial da atividade fotossintética, assim como o estado nutricional das plantas, em geral, está diretamente associado com a qualidade de clorofila.

A intensidade da cor verde da folha é detectada pelo aparelho por meio da quantidade de luz de comprimentos de onda da região do vermelho e infravermelho que é transmitida pela folha. A quantificação de luz vermelha absorvida indica a quantidade de clorofila, enquanto a quantidade de luz absorvida

<sup>1</sup> Circular Técnica produzida pela EPAMIG Sudeste, (31) 3891-2646, epamigsudeste@epamig.br.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sudeste, Viçosa, MG, sanziovmv@epamig.br.

próxima ao infravermelho serve como referência interna na compensação da espessura da folha e conteúdo de água. A concentração de N, de clorofila e as leituras fornecidas pelo SPAD-502 estão fortemente correlacionadas (FONTES, 2001). A deficiência de N é imediatamente refletida em baixas concentrações de clorofilas, as quais são registradas nas leituras do SPAD-502.

Na literatura existem algumas divergências quanto ao melhor modelo de ajuste que correlacione as leituras do SPAD-502 com os conteúdos de clorofila da folha de espécies vegetais diferentes e mesmo de uma espécie igual. Dessa forma, recomenda-se que cada aparelho seja calibrado, independentemente, com as extrações de clorofila da cultura de interesse.

Figura 1 - Medidor de clorofila Minolta SPAD-502



Sonzio Mollica Vidigal

## AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA COUVE-FLOR

Para a cultura da couve-flor, foi realizado um estudo em solo argiloso (Argissolo Vermelho-Amarelo) no Campo Experimental do Vale do Piranga (CEVP) da EPAMIG Sudeste, Oratórios, MG, nos períodos de junho a outubro de 2012 e de 2013 (VIDIGAL *et al.*, 2018). Avaliaram-se quatro doses de N (0; 150; 300 e 450 kg/ha), aplicadas em cobertura, em três parcelas iguais, aos 14, 26 e 41 DAT. A fonte de N aplicada foi ureia. Utilizaram-se sementes da cultivar híbrida Snow Mystique. As mudas foram produzidas em bandejas de polipropileno contendo 128 células preenchidas com substrato comercial. O transplântio das mudas ocorreu aos 40 dias no

espaçamento de 0,80 x 0,50 m, quando as mudas estavam com 3-4 folhas completas. Os tratos culturais, irrigação por microaspersão, controle de pragas e doenças foram realizados de acordo com as necessidades da cultura (VIDIGAL; PEREIRA, 2019), procedendo-se as avaliações do estado nutricional de N conforme recomendações:

- a) aos 43 DAT, na fase inicial de florescimento, foi realizada a avaliação do estado nutricional de N por meio da determinação da intensidade do verde e do teor foliar de N-total na quarta folha expandida a partir do ápice da planta (FONTES, 2011);
- b) a intensidade da cor verde da folha foi determinada com o medidor de clorofila SPAD-502, utilizando-se a média de três leituras no limbo foliar (borda direita e esquerda, além do ápice da folha), sendo considerado o valor médio das três leituras, realizadas entre 8 e 11h;
- c) as folhas utilizadas para esta determinação foram coletadas e acondicionadas em sacos de papel e, posteriormente, colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C até a massa constante;
- d) após a secagem, o material foi moído em moinho tipo Wiley, equipado com peneira de 20 mesh e submetido à digestão sulfúrica para a determinação dos teores foliares de N-total por titulometria, após destilação em microdestilador de Kjeldahl;
- e) a colheita ocorreu no período de 63 a 76 DAT e foi realizada pelo corte do caule rente ao solo. Em seguida foi avaliada a massa da matéria fresca da inflorescência (sem folhas e com o talo cortado rente a inflorescência);
- f) o nível crítico (NC) foi estimado associando-se os valores de cada característica com a dose de N que propiciou a massa da matéria fresca máxima da inflorescência (FONTES, 2011).

## Resultado das avaliações

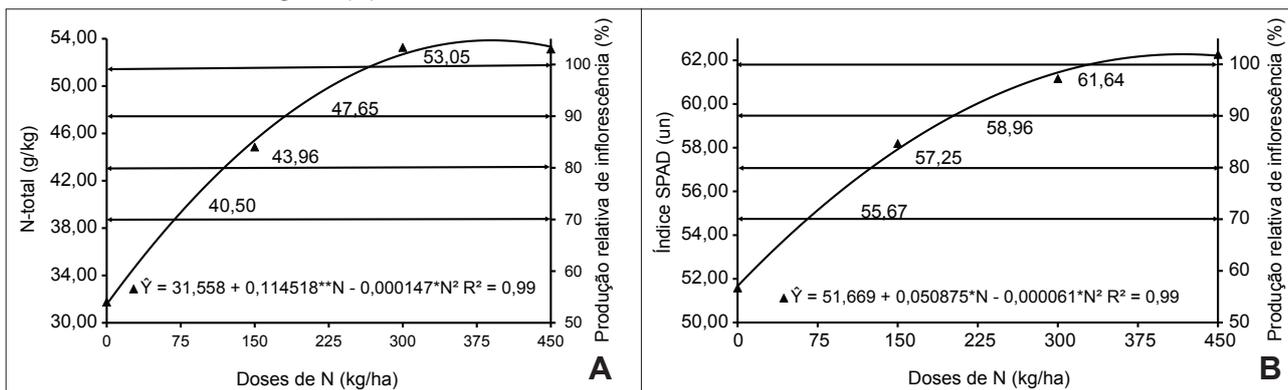
O valor do NC de cada índice selecionado foi estimado com a dose de N associada à massa da matéria fresca máxima da inflorescência na colheita final, introduzida no modelo previamente estabelecido, que neste estudo foi de 318 kg/ha de N, no qual pode-se observar:

- a) na avaliação do estado nutricional de N, aos 43 DAT, o teor foliar de N-total máximo foi de 53,32 g/kg, estimado com 450 kg/ha de N (Gráfico 1A);
- b) o índice SPAD alcançou o valor máximo estimado de 62,25 unidades SPAD (un SPAD) com 414 kg/ha de N (Gráfico 1B);
- c) no cultivo de inverno com o híbrido ‘Snow Mystique’, o índice SPAD variou

de 51,67 e 62,28 un SPAD na dose 0 e 417 kg/ha de N (Gráfico 1B).

- d) na dose 0 kg/ha de N (testemunha) foram observados sintomas característicos de deficiências de N (Fig. 2), tais como coloração roxa e seguido amarelecimento de folhas mais velhas (BIANCO; CECÍLIO FILHO; CARVALHO, 2015);

Gráfico 1 - Teor foliar de N-total (A) e índice SPAD (B) de plantas de couve-flor cultivar Snow Mystique, em função de doses de nitrogênio (N)



Fonte: Elaboração do autor.

Nota: N-total - Nitrogênio total; SPAD - Soil Plant Analysis and Development.

Figura 2 - Plantas de couve-flor na EPAMIG Sudeste - Campo Experimental do Vale do Piranga (CEVP) – Oratórios, MG, 2013



Fotos: Sanzio Mollica Vidigal

Nota: A - Área experimental; B - Couve-flor na dose de 300 kg/ha de N; C - Couve-flor com sintomas de deficiência de N; D - Couve-flor na dose 0 kg/ha de N.

- e) menor crescimento das plantas, o que levou à produção de inflorescência com baixa massa fresca, nos dois anos. A redução do crescimento é um dos principais efeitos causados pela deficiência de N em plantas (AVALHÃES *et al.*, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2010);
- f) verificou-se elevada correlação entre o índice SPAD e o teor foliar de N-total (Tabela 1);
- g) os NCs, estimados com a dose de N para a máxima massa da inflorescência fresca, foram 53,05 g/kg para o teor foliar de N-total e 61,64 un SPAD (Gráfico 1).

### Correlação índice SPAD x teor foliar de N-total

Houve correlação entre teor foliar de N-total e o índice SPAD com a produção de massa da matéria fresca da inflorescência de couve-flor (Tabela 1). Elevadas correlações entre essas características, principalmente o índice SPAD, são importantes no diagnóstico de N. Assim, a deficiência de N (Gráfico 1) pode ser detectada antes de ocorrer perda na cultura e pode assegurar que o suprimento de N está ótimo para o máximo crescimento da planta.

A medição da cor verde da planta com clorofímetro portátil é um método promissor por permitir o ajuste instantâneo na aplicação de N. A variável índice SPAD, pela praticidade e pelo grau de segurança,

pode ser utilizada para o diagnóstico do estado de N em couve-flor, auxiliando no manejo da fertilização nitrogenada na cultura. E, na avaliação do estado nutricional de N da couve-flor, sugerem-se as faixas para o teor foliar de N-total na massa da folha seca e para o índice SPAD, conforme a Tabela 2.

Portanto, indica a possibilidade de utilização do medidor portátil SPAD-502 na avaliação indireta do teor de N nas folhas para a caracterização do estado nutricional de N de plantas de couve-flor.

Para tal, foi ajustada a seguinte equação:

$$\text{Teor foliar de N-total} = -76,4319 + 2,09678 \cdot \text{SPAD},$$

$$R^2 = 0,9891.$$

Um dos fatores restritivos do índice SPAD é que a época do ano, a cultivar, a data de determinação e o ambiente, dentre outros, podem influenciar o valor do NC SPAD. Portanto, o valor do NC deve ser estabelecido para cada cultivar, local e época de cultivo.

No entanto, os valores de NC com o medidor portátil SPAD-502 são variáveis, precisando ser ajustados para cada situação, como deficiência de nutrientes, condições ambientais, variedade e estágio de crescimento da cultura (GODOY; SOUZA; VILLAS BÔAS., 2010; FONTES, 2011).

Tabela 1 - Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre o índice SPAD e o teor foliar de N-total para a cultivar de couve-flor Snow Mystique

Variáveis	Teor foliar de N-total	Índice SPAD	Massa da matéria fresca da inflorescência
Índice SPAD	r = 0,99 (p = 0,0000)	--	r = 0,96 (p = 0,0198)
Teor foliar de N-total	--	r = 0,99 (p = 0,0000)	r = 0,97 (p = 0,0139)

Fonte: Elaboração do autor.

Nota: Aos 43 dias após transplântio (DAT), com o teor foliar de N-total e a massa da matéria fresca da inflorescência em função de doses de N.

Tabela 2 - Faixa de teores foliares de N-total e de índice SPAD para a cultivar de couve-flor Snow Mystique

Variáveis	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
Teor foliar de N-total (g/kg)	≤ 40,50	40,51 a 43,96	43,97 a 47,64	47,65 a 53,05	> 53,05
Índice SPAD (un SPAD)	≤ 55,67	55,68 a 57,25	57,26 a 58,95	58,96 a 61,64	> 61,64

Fonte: Elaboração do autor.

Nota: Aos 43 dias após transplântio (DAT) para avaliação do estado nutricional de N.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elevada correlação do índice SPAD com o teor foliar de N-total na época de maior demanda por N (30 a 67 DAT) é importante no manejo da adubação nitrogenada para couve-flor, pois permite o uso do medidor de clorofila portátil SPAD-502 na avaliação do estado nutricional de N para a cultura. Considerando que o critério para monitorar os teores de N da planta é a análise química na MS da folha, feita em laboratório, a qual tem custo elevado, é demorada e requer pessoas qualificadas, o índice SPAD, que mede a cor verde da folha, representada pela quantidade de clorofila, de forma instantânea e de maneira não destrutiva, consolida-se como alternativa para avaliar o teor de N.

## AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

## REFERÊNCIAS

- ALVES, A.U. *et al.* Couve-flor cultivada em substrato: marcha de absorção de macronutrientes e micronutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.1, p.45-55, jan./fev. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n1/a05v35n1.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- AVALHÃES, C.C. *et al.* Avaliação do estado nutricional de plantas de couve-flor cultivadas em solução nutritiva suprimidas de macronutrientes. **Núcleo**, Ituverava, v.6, n.1, p.250-261, abr. 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/44035847\\_AVALIACAO\\_DO\\_ESTADO\\_NUTRICIONAL\\_DE\\_PLANTAS\\_DE\\_COUVE-FLOR\\_CULTIVADAS\\_EM\\_SOLUCAO\\_NUTRITIVA\\_SUPRIMIDAS\\_DE\\_MACRONUTRIENTES](https://www.researchgate.net/publication/44035847_AVALIACAO_DO_ESTADO_NUTRICIONAL_DE_PLANTAS_DE_COUVE-FLOR_CULTIVADAS_EM_SOLUCAO_NUTRITIVA_SUPRIMIDAS_DE_MACRONUTRIENTES). Acesso em: 20 ago. 2020.
- BIANCO, M.S.; CECÍLIO FILHO, A.B.; CARVALHO, L.B. Nutritional status of the cauliflower cultivar 'Verona' grown with omission of out added macronutrients. **Plos One**, v.10, n.4, p.1-17, Apr. 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0123500>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- CASTOLDI, R. *et al.* Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.27, n.4, p.438-446, out./dez. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hb/v27n4/07.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- FONTES, P.C.R. **Nutrição mineral de plantas: avaliação e diagnose**. Viçosa, MG: Arka, 2011. 296p.
- GODOY, L.J.G. de; SOUZA, T.R.; VILLAS BÔAS, R.L. Perspectivas de uso de métodos diagnósticos alternativos: análise da seiva e medida indireta da clorofila. *In*: PRADO, R. de M. *et al.* (ed.). **Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 2010. p.135-184.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, 2010. 782p.
- TAKEISHI, J.; CECÍLIO FILHO, A.B.; OLIVEIRA, P.R. de. Crescimento e acúmulo de nutrientes em couve-flor 'Verona'. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, n.4, p.1-10, July/Aug. 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6944>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- VIDIGAL, S.M.; PEREIRA, P.R.G. Couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. botrytis L.). *In*: PAULA JÚNIOR, T.J. de; VENZON, M. (ed.). **101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas**. 2.ed.rev. e atual. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019. p.330-333.
- VIDIGAL, S.M. *et al.* Diagnóstico visual na avaliação do estado nutricional das hortaliças. **Informe Agropecuário**. Produção de hortaliças em pequena e grande escalas, Belo Horizonte, v.40, n.308, p.41-54, 2019.
- VIDIGAL, S.M. *et al.* SPAD index in the diagnosis of nitrogen status in cauliflower as a function of nitrogen fertilization. **Científica**, Jaboticabal, v.46, n.3, p.307-314, 2018. Disponível em: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/1165>. Acesso em: 20 ago. 2020.