

CIRCULAR TÉCNICA

n. 52 - maio - 2009

ISSN 0103-4413



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova - 31170-000
Belo Horizonte - MG - site: www.epamig.br - e-mail: faleconosco@epamig.br



Diagnóstico de nitrogênio por medidores portáteis para uso na cultura da cebola¹

*Sanzio Mollica Vidigal²
Marialva Alvarenga Moreira³*

INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é considerada a terceira olerícola de maior importância econômica no Brasil e uma das espécies de maior relevância para os estados de Santa Catarina, Bahia, Pernambuco, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Para obter altas produtividades e máximo retorno econômico, esta cultura necessita de quantidades adequadas de nutrientes, dentre os quais se destaca o nitrogênio (N), pela quantidade exigida e pelas funções que exerce na planta. A fertilização com N aumenta a produção de cebola (VIDIGAL, 2000; MAY et al., 2007; RESENDE; COSTA, 2008; VIDIGAL et al., 2008).

Existem diversos métodos para avaliar o estado de N na planta com procedimentos analíticos, que cobrem ampla faixa de análise laboratorial quantitativa, até testes rápidos semiquantitativos executados no próprio campo, como análise de nitrato (N-NO_3^-) na seiva e a medição do verde da planta com clorofilômetro portátil ou via sensoriamento remoto. Esses são os mais promissores, por permitirem o ajuste instantâneo na aplicação de N (OLFS et al., 2005). O critério mais comumente usado para monitorar o estado de N na planta é a análise química em laboratório, a qual utiliza a matéria seca (MS) da folha jovem completamente desenvolvida (MAIER et al., 1992), para avaliar os teores de N e de N-NO_3^- (FONTES; ARAÚJO, 2007). Tais análises são onerosas, demoradas e realizadas por pessoas qualificadas.

O teor de N-NO_3^- na seiva também é um critério que pode ser utilizado no diagnóstico do estado de N na planta, em determinado momento do ciclo da cultura, desde que seja padronizada a época da amostragem, pois o nitrato tende a diminuir ao longo do ciclo (ERREBHI et al., 1998). Mais recentemente, foram publicados estudos, utilizando-se a análise do teor de N-NO_3^- na seiva para diversas olerícolas (GUIMARÃES, 1998; WESTERVELD et al., 2003, 2004) e a intensidade do verde da planta. Essa última, representada pelo teor de clorofila nas folhas, é possível de ser medida por clorofilômetro portátil, que proporciona leitura instantânea, de maneira não destrutiva e surge como alternativa de indicação do estado de N na planta (FONTES; ARAÚJO, 2007). Várias pesquisas têm demonstrado que o conteúdo de clorofila medido nas folhas correlaciona-se com a concentração de N na planta e também com o rendimento de diversas espécies, podendo ser usado como ferramenta auxiliar na decisão sobre adubação nitrogenada da cultura no campo.

¹Circular Técnica produzida pela Unidade Regional EPAMIG Zona da Mata (U.R. EPAMIG ZM). Tel.: (31) 3891-2646. Correio eletrônico: ctzm@epamig.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. U.R. EPAMIG ZM/Bolsista BIPDT FAPEMIG, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: sanziomv@epamig.ufv.br

³Eng^a Agr^a, Pós-Doutoranda, Bolsista FAPEMIG/U.R. EPAMIG ZM, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: mam@vicosa.ufv.br

A análise do teor de N-NO_3^- na seiva e o conteúdo de clorofila medido nas folhas são testes rápidos, que podem ser feitos no campo e permitem o sensoriamento em tempo real do estado nutricional de N na planta (FONTES; ARAÚJO, 2007). Podem, ainda, tornar-se alternativa viável para o sistema de produção de cebola. No entanto, em qualquer metodologia usada para avaliar ou interpretar o valor obtido na análise, é necessário que haja o valor ou o índice considerado referencial ou crítico em determinado estágio fisiológico da planta.

USO DO MEDIDOR DE CLOROFILA MINOLTA SPAD-502

O medidor de clorofila Minolta SPAD-502 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 associada com o potencial da atividade fotossintética, assim como o estado nutricional das plantas, em geral, está associado diretamente 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, transmitida pela folha. A quantificação de luz vermelha absorvida indica a quantidade de clorofila, enquanto que a quantidade de luz absorvida 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 (Fig. 1).

Na literatura, existem 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.

USO DO MEDIDOR DE NITRATO NA SEIVA C-141 CARDY NITRATE METER, HORIBA

O Cardy Meter, fabricado pela Horiba Instruments (Japão), é um medidor compacto de íons encontrado no mercado brasileiro há algum tempo e que pode facilitar o monitoramento da adubação e, consequentemente, do estado nutricional das culturas, pela praticidade de uso e custo, quando comparado às análises laboratoriais.

O Cardy (Fig. 2) é um aparelho que pode realizar a quantificação dos íons existentes na seiva da planta. O teor de N-NO_3^- na seiva, determinado por diferentes métodos de campo, tem sido correlacionado com a concentração de N-NO_3^- na massa da MS analisada em laboratório (DELGADO; FOLLETT, 1998).



Figura 1 - Medidor de clorofila Minolta SPAD-502



Figura 2 - Medidor de nitrato seiva - C 141 Cardy Nitrate Meter, Horiba

CALIBRAÇÃO PARA USO NA CULTURA DA CEBOLA

Para a cultura da cebola, foi realizado um estudo em solo arenoso (Neossolo quartzarênico) e outro em solo argiloso (Argissolo Vermelho-Amarelo), no período de maio a outubro de 2007, com o híbrido Superex. Em ambos os experimentos avaliaram-se cinco doses de N (0; 80; 160; 240 e 320 kg/ha), aplicadas em co-

bertura na forma de ureia, em três parcelas, aos 65, 79 e 107 dias após a semeadura (DAS). O transplante ocorreu aos 50 DAS, no espaçamento de 0,07 x 0,25 m. Os tratamentos culturais, irrigação por microaspersão, controle de pragas e doenças foram realizados de acordo com as necessidades e recomendações para a cultura (VIDIGAL et al., 2007).

Aos 114 DAS foram coletadas quatro plantas em cada tratamento. Na folha jovem totalmente desenvolvida (FJTD), de acordo com Maier et al. (1992), foi determinado o índice Soil Plant Analysis Development (SPAD) em duas partes da folha, no meio (terço médio da folha) e no ápice (5 cm da extremidade da folha). Essa determinação foi feita com o medidor portátil de clorofila denominado SPAD-502, entre 9 h e 10h30. Posteriormente, cada planta colhida foi separada em folhas, bulbos e raízes.

A FJTD foi seccionada na base, a 4 cm acima da bainha e após o maceramento em “espremedor” de alho, a seiva foi coletada com o auxílio de uma micropipeta. Na seiva, foi medido o teor de nitrato pelo medidor portátil – C-141 - Cardy Nitrate Meter, Horiba –, equipado com microeletrodo sensível ao nitrato (GUIMARÃES, 1998).

A colheita foi realizada aos 147 DAS, quando mais de 60% das plantas encontravam-se estaladas, permanecendo cinco dias no campo para a cura. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Foi estimado o coeficiente de correlação linear entre cada variável em estudo e a produção comercial de bulbos, além de correlação com o teor de N-NO_3^- na seiva e teor de N nas folhas da cebola. Significativo e alto coeficiente de correlação e grau de facilidade de determinação foram os critérios usados para selecionar os índices para o diagnóstico do estado de N na planta.

O nível crítico (NC) foi estimado associando-se os valores de cada característica com a dose de N, que propiciou a produção comercial máxima dos bulbos (FONTES, 2001). O valor do NC de cada índice selecionado foi estimado com a dose de N, associada à produção comercial máxima dos bulbos, introduzida no modelo previamente estabelecido.

Houve efeito significativo da aplicação de N nos dois experimentos. No solo arenoso, o valor máximo da produção comercial de bulbos, igual a 62.087 kg/ha, foi estimado com a dose de 213 kg/ha de N. No solo argiloso, o valor máximo da produção comercial de bulbos, igual a 57.291 kg/ha, foi estimado com a dose de 204 kg/ha de N (Quadro 1).

QUADRO 1 - Equações ajustadas para a produção comercial de bulbos (PCB), o índice SPAD em duas partes da folha, no meio (M) e no ápice (A), teor de nitrato na seiva, aos 114 DAS, em função de doses de nitrogênio (N), em Neossolo quartzarênico e Argissolo Vermelho-Amarelo, os respectivos coeficientes de determinação e estimativas do coeficiente de correlação linear simples (r) entre as variáveis e a produção comercial de bulbos - U.R. EPAMIG ZM, 2007

Variáveis	Equações ajustadas	Coeficiente de determinação (R^2/r^2)	Coeficiente de correlação linear (r)
Neossolo quartzarênico (arenoso)			
PCB	$\hat{Y} = 24.524,4 + 352,383^{**}N - 0,826447^{**}N^2$	0,9810	
SPAD M	$\hat{Y} = 49,5688 + 0,0924464^{**}N - 0,0000736607^{**}N^2$	0,9954	0,81*
SPAD A	$\hat{Y} = 49,494 + 0,103906^{**}N - 0,000169519^{**}N^2$	0,9017	0,88*
NO_3^- (mg/L)	$\hat{Y} = 419,611 + 8,0316^{**}N$	0,9376	0,76*
Argissolo Vermelho-Amarelo (argiloso)			
PCB	$\hat{Y} = 32.776,8 + 240,418^{**}N - 0,589451^{**}N^2$	0,9506	-
SPAD M	$\hat{Y} = 52,5401 + 0,137221^{**}N - 0,000259952^{**}N^2$	0,9143	0,91*
SPAD A	$\hat{Y} = 52,2629 + 0,135391^{**}N - 0,000268229^{**}N^2$	0,9405	0,93**
NO_3^- (mg/L)	$\hat{Y} = 317,5 + 3,40339^{**}N$	0,8799	0,70*

°, *, ** - Significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

As avaliações na FJTD responderam de forma diferenciada ao incremento de doses de N (Quadro 1). Os índices SPAD no meio (SPAD M) e no ápice (SPAD A) correlacionaram-se significativamente com a produção comercial de bulbos.

O índice SPAD na FJTD alcançou o valor crítico estimado entre 63,93 e 69,72 (Quadro 2), sendo os maiores valores observados no solo argiloso. Westerveld et al. (2004) citam que os valores do índice SPAD podem variar com a época do ano, cultivar, data de determinação e ambiente, dentre outros fatores.

O índice SPAD apresentou correlação significativa positiva com o teor de N-NO_3^- na seiva de FJTD. As maiores correlações significativas foram observadas entre o índice SPAD M e SPAD A com o teor de N-NO_3^- na seiva no solo arenoso.

QUADRO 2 - Valor crítico das variáveis índice SPAD, teor de nitrato na seiva da folha e estimativas do coeficiente de correlação linear simples (r) entre as variáveis e o teor de N-NO_3^- na seiva da folha, aos 114 DAS, em Neossolo quartzarênico e Argissolo Vermelho-Amarelo - U.R. EPAMIG ZM, 2007

Variáveis	Valor crítico	Coefficiente de correlação linear (r)
Neossolo quartzarênico (arenoso)		
SPAD M na FJTD (unidades SPAD)	65,92	0,97**
SPAD A na FJTD (unidades SPAD)	63,93	0,96**
Teor de nitrato na seiva (mg/L)	2.130,34	1,00
Argissolo Vermelho-Amarelo (argiloso)		
SPAD M na FJTD (unidades SPAD)	69,72	0,74*
SPAD A na FJTD (unidades SPAD)	68,72	0,72*
Teor de nitrato na seiva (mg/L)	1.011,79	1,00

*, ** - Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

O valor crítico de N-NO_3^- na seiva do pecíolo foi de 2.130,34 e 1.011,79 mg/L em solo arenoso e solo argiloso, respectivamente (Quadro 2), sendo obtido em FJTD coletadas aos 114 DAS. O teste de N-NO_3^- na seiva tem sido proposto como ferramenta auxiliar no manejo do fertilizante nitrogenado em hortaliças. O medidor de N-NO_3^- , além de propiciar rapidez de análise, é utilizado no campo e determina com precisão a concentração de N-NO_3^- na seiva no momento da medição. Assim, a deficiência de N 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.

O índice intensidade do verde determinada pelo SPAD e teor de N-NO_3^- na seiva da folha de cebola são influenciados por doses de N aplicadas. Os valores críticos alcançados foram: índice SPAD no meio e no ápice da folha – 65,92 e 63,93, solo arenoso – e – 69,72 e 68,72, solo argiloso (Fig. 3) –, respectivamente, o teor N-NO_3^- na seiva – 2.130,34 e 1.011,79 mg/L – solo arenoso e solo argiloso, respectivamente. Portanto, esses índices podem ser utilizados para o diagnóstico do estado de N em cebola, auxiliando no manejo da fertilização nitrogenada na cultura.



Figura 3 - Vista parcial dos experimentos, solo argiloso à esquerda e solo arenoso à direita - U.R. EPAMIG ZM, 2007

REFERÊNCIAS

- DELGADO, J.A.; FOLLETT, R.F. Sap test to determine nitrate-nitrogen concentrations in aboveground biomass of winter cover crops. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.29, n.5, p.545-559, Mar. 1998.
- ERREBHI, M.; ROSEN, C.J.; GUPTA, S.C.; BIRONG, D.E. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, v.90, p.10-15, 1998.
- FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 122p.
- _____; ARAÚJO, C. de. **Adubação nitrogenada de hortaliças: princípios e práticas com o tomateiro**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 148p.
- GUIMARÃES, T.G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio**. 1998. 184f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MAIER, N.A.; DAHLENBURG, A.P.; TWIGDEN, T.K. The use of total nitrogen in youngest fully expanded blades for assessing the nitrogen status of onion (*Allium cepa* L.) crops. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.32, n.2, p.245-249, 1992.
- MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; PORTO, D.R. de Q.; VARGAS, P.F.; BARBOSA, J.C. Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.25, n.1, p.53-59, jan./mar. 2007.
- OLFS, H.W.; BLANKENAU, K.; BRENTROP, F.; JASPER, J.; LINK, A.; LAMMEL, J. Soil-and plant-based nitrogen-fertilizer recommendations in arable farming. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**. v.168, n.4, p.414-431, Aug. 2005.
- RESENDE, G.M. de; COSTA, N.D. Épocas de plantio e doses de nitrogênio e potássio na produtividade e armazenamento da cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.2, p.221-226, fev. 2008.
- VIDIGAL, S.M. **Adubação nitrogenada de cebola irrigada cultivada no verão - Projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais**. 2000. 136f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.
- _____; COSTA, E.L. da; CIOCIOLA JUNIOR, A.I. Cebola (*Allium cepa* L.). In: PAULA JÚNIOR, T.J. de; VENZON, M. (Coord.). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p.243-252.
- _____; RIBEIRO, R.R.; RAMOS, R.S.; SILVA, T.A.O.; REIGADO, F.R.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; SANTOS, M.R.; PACHECO, D.D.; PEREIRA, P.R.G. Efeito de doses de nitrogênio sobre a produção de cebola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., 2008, Maringá. **Resumos...** Campinas: Associação Brasileira de Horticultura, 2008. 1 CD-ROM. Acesso em: maio 2009. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br>>. Acesso em: maio 2009.
- WESTERVELD, S.M.; MCKEOWN, A.W.; MACDONALD, M.R.; SCOTT-DUPREE, C.D. Assessment of chlorophyll and nitrate meters as field tissue nitrogen tests for cabbage, onions and carrots. **HortTechnology**, v.14, p.179-188, Apr./June 2004.
- _____; _____. Chlorophyll and nitrate meters as nitrogen monitoring tools for selected vegetables in southern Ontario. **Acta Horticulturae**, v.627, p.259-266, 2003.