



Índices de Clorofila da Cebola Fertirrigada sob Diferentes Doses de Nitrogênio como parâmetro de suficiência ⁽¹⁾.

Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior⁽²⁾; João Vieira Neto⁽³⁾; Paulo Antonio de Souza Gonçalves⁽³⁾; Claudinei Kurtz⁽³⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina.

⁽²⁾ Pesquisador; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; Ituporanga, SC; franciscomenezes@epagri.sc.gov.br; ⁽³⁾ Pesquisador; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; Ituporanga, SC.

RESUMO: O monitoramento do estado de nitrogênio nas plantas e sua correção são de fundamental importância para a maximização da produtividade. O trabalho tem por objetivo propor parâmetros para definir suficiência de nitrogênio com o uso de clorofilômetro. Foram conduzidos quatro experimentos a campo na Epagri – Estação Experimental de Ituporanga, de 2011 a 2014, sobre um Cambissolo Háplico Distrófico de textura média. Os tratamentos corresponderam a quatro densidades de plantas (300, 400, 500 e 600 mil plantas ha⁻¹) submetidas a cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N), distribuídas semanalmente ao longo do ciclo vegetativo da cultura via fertirrigação. A partir de 10 dias após o transplante foram realizadas, em intervalos aproximados de 20 dias, leituras do índice de clorofila (IC) nas folhas de três plantas aleatorizadas de cada parcela útil. As medições dos IC's foram realizadas, com auxílio de um clorofilômetro. Determinou-se, produtividade comercial total (PCT) considerando a biomassa fresca de bulbos de diâmetro transversal igual ou superior a 35 mm. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à regressão e correlação. Para a cultura da cebola: a dose de 150 kg ha⁻¹ pode ser utilizada como um marco referencial de suficiência (MRS) para produtividade média de 47 t ha⁻¹; índices de clorofila lidos ao longo do ciclo de cultivo permitem estabelecer parâmetros de suficiência de nitrogênio; e leituras do índice de clorofila devem ser realizadas de 60 a 113 dias após o transplante.

Termos de indexação: *Allium cepa*, clorofilômetro, nutrição.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um dos nutrientes vegetais que mais afetam o rendimento da cultura da cebola. O acompanhamento do estado de nitrogênio nas plantas e sua correção são de fundamental importância para a maximização da produtividade. O método tradicional de avaliação do estado

nutricional conhecido por diagnose foliar é um método oneroso, demorado e que necessita de pessoas qualificadas (Vidigal & Moreira, 2009; Fontes, 2011). Além disso, segundo Aldrich (1973), citado por Malavolta (2006), especialmente para cultivos anuais, a diagnose foliar é um método que dificilmente permite que técnicos intervenham a tempo de corrigir problemas nutricionais no mesmo ano agrícola. Em geral, devido ser usualmente um diagnóstico *post mortem*, os dados serão úteis para corrigir problemas futuros. Diversos métodos têm sido desenvolvidos para a avaliação do estado do nitrogênio da planta em tempo real (ENTR), sendo o clorofilômetro o equipamento mais utilizado para a avaliação indireta do ENTR (Fontes, 2011). Os medidores portáteis de clorofila têm sido indicados para a avaliação da deficiência de N em algumas culturas e até para indicar a quantidade desse nutriente a ser aplicada em cobertura (Santos et al., 2005). Apesar disso, para a maioria das espécies não existem calibrações que indiquem índices de clorofila adequados ao longo do ciclo da cultura. Ao considerar esse aspecto, este trabalho teve por objetivo propor parâmetros para definir suficiência de nitrogênio com o uso de clorofilômetro e definir períodos de maior correlação entre os dados fornecidos pelo equipamento e a produtividade na cultura da cebola.

MATERIAL E MÉTODOS

Na Epagri, Estação Experimental de Ituporanga, SC, foram conduzidos quatro experimentos a campo, de 2011 a 2014, sobre um Cambissolo Háplico Distrófico de textura média (Embrapa, 2006), cultivado em sistema de plantio direto. Em cada ano, antes do plantio da cebola, foram cultivados como planta de cobertura no final de dezembro o milheto (*Pennisetum glaucum*), e em abril o consórcio centeio (*Secale cereale*) / nabo forrageiro (*Raphanus sativus*).

Os tratamentos corresponderam a quatro densidades de plantas (300, 400, 500 e 600 mil plantas ha⁻¹) submetidas a cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N), distribuídas



semanalmente ao longo do ciclo vegetativo da cultura via fertirrigação. A dose total de nitrogênio (nitrato de amônio) de cada tratamento foi parcelada após sete dias do transplante semanalmente conforme a percentagem de absorção do nutriente (0,9; 0,9; 2,6; 4,1; 6,1; 8,6; 11,1; 13,1; 13,6; 12,5; 10,2; 7,6; 5,3 e 3,5%). Enquanto que a dose total de potássio (cloreto de potássio) de 90 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizada para todos os tratamentos foi aplicada juntamente com o N, considerando percentagem de absorção do nutriente (0,6; 0,6; 1,8; 2,9; 4,4; 6,6; 9,0; 11,7; 13,5; 13,9; 12,5; 10,1; 7,4 e 5,1%). Em ambos os casos, tendo por base a curva de absorção da cultivar Epagri 362 - Crioula Alto Vale determinada por Fayad & Mondardo (2004), adaptada ao ciclo da cultivar Bola Precoce. Para todos os tratamentos o fósforo (superfosfato simples) foi aplicado no solo antes do plantio na dose 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Enquanto o boro (bórax) e o zinco (sulfato de zinco) foram aplicados via fertirrigação na dose de 10 kg ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. A área total de cada parcela experimental foi de 7,5 m² (2,5 x 3,0 m), tendo como área útil 3,0 m². O transplante das mudas de cebola, cultivar EMPASC 352-Bola Precoce, foi realizado em julho e a colheita dos bulbos em novembro de cada ano agrícola.

A partir de 10 dias do transplante foram realizadas, em intervalos aproximados de 20 dias, leituras do índice de clorofila (IC) de três plantas aleatorizadas de cada parcela útil. As medições dos IC's foram realizadas, com auxílio de um clorofilômetro (Clorofilog-CFL1030 - Falker®), na porção central da primeira folha totalmente expandida e de maior comprimento, em dia ensolarado.

A colheita foi realizada quando as plantas apresentavam mais de 70% de tombamento. A classificação dos bulbos foi feita com base em seu diâmetro transversal, conforme as normas estabelecidas para a cultura (Brasil, 1995). A produtividade comercial total (PCT) foi determinada pela biomassa fresca de bulbos de diâmetro transversal igual ou superior a 35 mm,

Modelos de regressão foram ajustados aos dados para verificar o efeito de doses de N sobre a produtividade e para a determinação de curvas de suficiência de N de acordo com a produtividade. O programa estatístico utilizado foi o SANEST (Zonta & Machado, 1984).

A correlação entre índices de clorofila e produtividade foi determinada pelo coeficiente de correlação de Pearson (r) para cada população de

plantas com o programa Excel®. Em todas as análises foi adotado o valor de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos de regressão ajustados às densidades de plantas para verificar o efeito de doses de N sobre a produtividade indicaram 143 kg de nitrogênio ha⁻¹ para se atingir uma produtividade de 47 t ha⁻¹. Ao considerar a semi-amplitude e o intervalo de confiança para a média (P<0,05), pode-se considerar que doses entre 132 e 153 kg N ha⁻¹ não limitam a produtividade (Tabela 1). Portanto, a dose de 150 kg ha⁻¹ (para a qual foram realizados registros periódicos de índices de clorofila no presente trabalho), pode ser utilizada como um marco referencial de suficiência (MRS) às densidades populacionais para uma produtividade média de 47 t ha⁻¹.

A partir desse MRS foram estabelecidas as curvas de regressão do índice de clorofila para cada uma das populações no tempo (Figura 1). Houve o aumento do índice de clorofila com o desenvolvimento das plantas e seu declínio após a fase de maturação dos bulbos e senescência foliar (Figura 1).

A metodologia proposta sugere que índices de clorofila (IC) abaixo da curva de regressão em cada população de plantas indicam insuficiência de nitrogênio. Portanto, para IC abaixo deste limite haveria a necessidade de reposição do nutriente para que não haja a redução da produtividade. Essa afirmação tem por base a relação existente entre o índice de clorofila lido no clorofilômetro com a análise foliar de N e produtividade dos cultivos. Várias pesquisas têm demonstrado que o conteúdo de clorofila medido nas folhas correlaciona-se com a concentração de N na planta. Portanto, os medidores de clorofila têm a capacidade de indicar o aumento do teor de clorofila conforme se eleva o fornecimento de nitrogênio às plantas. Desta forma, a leitura do índice de clorofila se correlaciona com o teor de nitrogênio e produtividade de diversas espécies vegetais. Sendo assim, estes aparelhos podem ser utilizados como ferramenta auxiliar na decisão sobre a adubação nitrogenada da cultura a campo (Vale & Prado, 2009; Vidigal & Moreira, 2009; Amaral et al., 2014; Menezes Júnior et al., 2014).

Os valores do coeficiente de correlação entre os índices de clorofila mensurados pelo clorofilômetro ao longo do ciclo de cultivo e a produtividade foram significativos, acima do valor crítico de r= 0,878 (P>0,05), entre os 60 DAT (dias após o transplante) aos 113 DAT, variando entre r= 0,88 a r= 0,99. Isso



indica que para a cultura da cebola, como parâmetro, as leituras do clorofilômetro devam ser realizadas nesse período, uma vez que melhor representam a produtividade.

CONCLUSÕES

A dose de 150 kg ha⁻¹ pode ser utilizada como um marco referencial de suficiência (MRS) às densidades populacionais em estudo para uma produtividade média de 47 t ha⁻¹.

Índices de clorofila lidos ao longo do ciclo de cultivo com o auxílio do clorofilômetro permitem estabelecer parâmetros de suficiência de nitrogênio para a cultura da cebola.

As leituras do índice de clorofila para a cultura da cebola devem ser realizadas de 60 aos 113 dias após o transplante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESC o financiamento do trabalho e ao Técnico Agrícola Marcelo Pitz e auxiliares de campo Odair Justen, Olindo André, Pedro de Freitas, Marcio Schwartz pelo auxílio na condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L.R. ; PORTZ, G. ; FARIA, T.F. ; MOLIN, J.P. Comparação de clorofilômetros como indicadores de suficiência de nitrogênio em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO. 2010. Anais. Ribeirão Preto: ESALQ, 2010. CD-ROM

FAYAD, JA; MONDARDO, M. Determinação das taxas diárias de absorção de nutrientes pela cebola, cv. Crioula, cultivada no sistema de plantio direto de hortaliças. Florianópolis: Epagri. 8p. (Boletim Técnico, 5). 2004.

FONTES, P.C.R. Nutrição mineral de plantas: avaliação e diagnose. Viçosa: Arka Editora, 2011. 296p.

MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; GONÇALVES, P.A.S.; VIEIRA NETO, J. Produtividade da cebola em cultivo mínimo no sistema convencional e orgânico com biofertilizantes, Horticultura Brasileira, 32:475-481, 2014.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 2006. 638p.

SANTOS, D.M.A.; FURLANI JUNIOR, E.; SANTOS, M.L.; FERRARI, S.; FELTRIN, E.B. Utilização do medidor portátil de clorofila para a recomendação de adubação nitrogenada em cobertura em algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO. 5., 2005. Anais. Salvador: Embrapa, 2005. CD-ROM

VALE, D.W. & PRADO, R.M. Adubação com NPK e o estado nutricional de 'citrumelo' por medida indireta de clorofila. Revista Ciência Agronômica, 40:266-271, 2009.

VIDIGAL, S.M. & MOREIRA, M.A. Diagnóstico de nitrogênio por medidores portáteis para uso na cultura da cebola. Belo Horizonte: Epamig. 5p. (Circular Técnica, 52). 2009.

Tabela 1 – Modelos de regressão ajustados às densidades de plantas para verificar o efeito de doses de N sobre a produtividade e determinação de curvas de suficiência de N de acordo com a produtividade.

Densidade de plantas (plantas ha ⁻¹)	Modelos de Regressão	R ²	Máxima dose de N (kg ha ⁻¹)	Máxima produtividade (kg ha ⁻¹)
300.000	$y = -0,0008x^2 + 0,2342x + 27,454$	0,9773	146,37	44,59
400.000	$y = -0,0009x^2 + 0,2631x + 27,390$	0,9680	146,17	46,62
500.000	$y = -0,0009x^2 + 0,2477x + 30,033$	0,9305	137,61	47,08
600.000	$y = -0,0012x^2 + 0,3387x + 25,718$	0,9551	141,12	49,62
Média			142,82	46,98
SA*			10,53	5,13
IC**			(132,29; 153,35)	(41,85; 52,11)

* Semi-amplitude do intervalo de confiança para a média com base na distribuição de t de Student com 95% de confiança.

** Intervalo de confiança para a média com base na distribuição de t de Student com 95% de confiança.

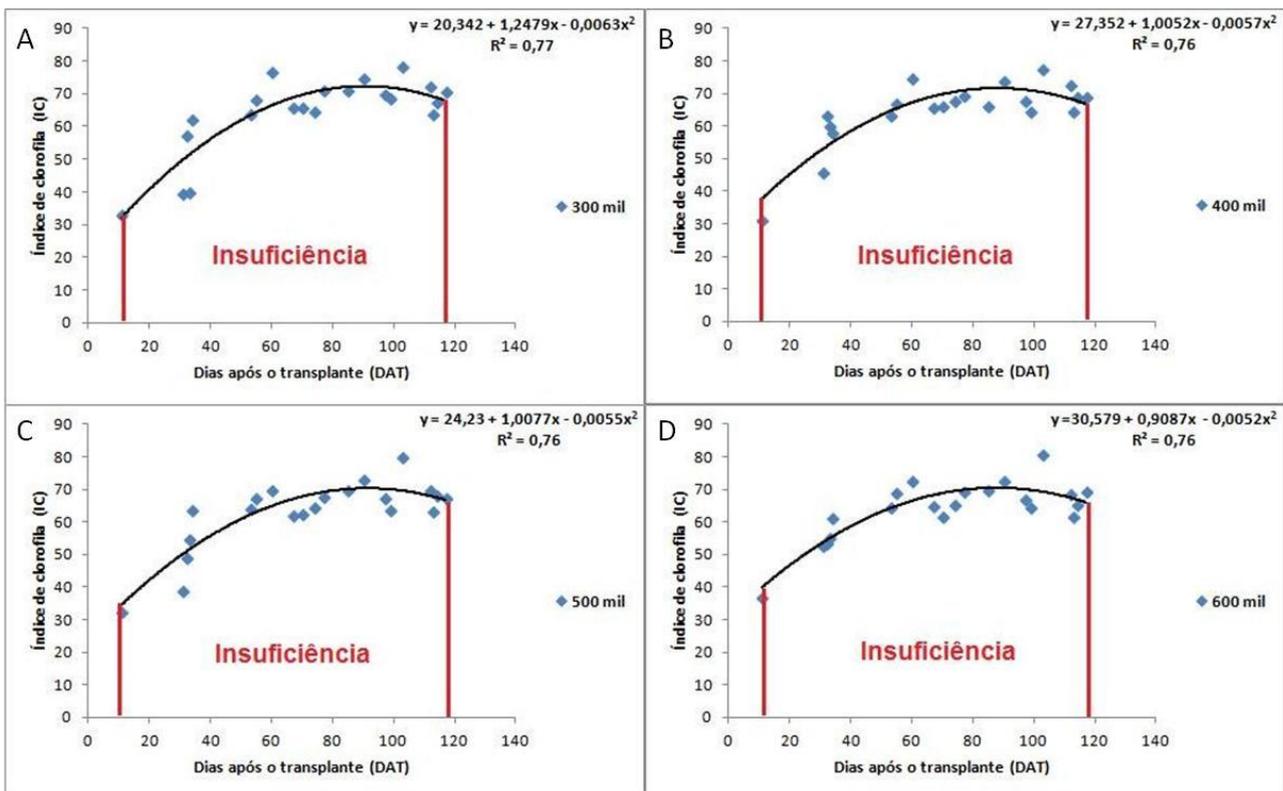


Figura 1 – Relação entre o índice de clorofila (IC) e ciclo de cultivo (dias após o transplante - DAT) para as densidades populacionais de 300 mil plantas ha⁻¹ (A), 400 mil plantas ha⁻¹ (B), 500 mil plantas ha⁻¹ (C) e 600 mil plantas ha⁻¹ (D), relativas à produtividade de 47 t ha⁻¹ (MRS = 150 kg N ha⁻¹), para o estabelecimento de níveis de suficiência de nitrogênio.