

## ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA E O ESTADO NUTRICIONAL EM NITROGÊNIO NO CULTIVO DO TOMATEIRO ORGÂNICO EM CASA DE VEGETAÇÃO COM DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS E FORMAS DE CULTIVO

HAROLDO F. de ARAUJO<sup>1</sup>; THAIS Q. ZORZETO<sup>2</sup>; PAULO A. M. LEAL<sup>3</sup>; PÂMELA S. BETIN<sup>4</sup>; GUILHERME F. P. SERVILHA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Msc. Eng. Agr., doutorando da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP), e-mail: [haroldo.araujo@feagri.unicamp.br](mailto:haroldo.araujo@feagri.unicamp.br)

<sup>2</sup>Msc. Eng. Agríc., doutoranda da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP), Campinas.

<sup>3</sup>Dr. Eng. Agríc., professor titular, (FEAGRI/UNICAMP), Campinas.

<sup>4</sup>Graduandos em Eng. Agríc., Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP0, Campinas.

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Métodos alternativos para determinação indireta de nitrogênio nas folhas de tomateiro pode ser uma excelente fonte de informação para o gerenciamento desse nutriente ao longo de seu ciclo produtivo. Objetivou-se avaliar o índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de tomateiro cereja sob cultivo orgânico com equipamento (SPAD), em casas de vegetação com diferentes níveis tecnológicos e formas de cultivos (vasos e canteiros) e correlaciona-los a análises foliares convencionais. A pesquisa foi desenvolvida no campo experimental da FEAGRI/UNICAMP (SP) em três casas de vegetação: Casa A - com ventilação mecânica, resfriamento evaporativo e tela termorrefletora, automatizados; Casa B - com tela antiafídeo e tela termorrefletora móvel; e Casa C - com tela antiafídeo e tela termorrefletora fixa. A cultura foi conduzida no espaçamento 0,5 x 0,9 m em duas hastas com manejo da adubação orgânica e sistema de irrigação por gotejamento automatizado. As análises dos resultados mostraram alta correlação (vasos e canteiros) entre o IRC e a quantidade de nitrogênio foliar, em especial para a casa de vegetação A com controle microclimático, concluindo que esse equipamento (SPAD) pode ser utilizado para verificação indireta de nitrogênio nas folhas de tomateiro orgânico de forma rápida e precisa, auxiliando o produtor na tomada de decisão.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Solanum lycopersicum*, cultivo orgânico, SPAD.

## RELATIVE CHLOROPHYLL INDEX AND NUTRITIONAL STATUS IN NITROGEN IN GROWING ORGANIC TOMATO IN GREENHOUSE WITH DIFFERENT OF TECHNOLOGY LEVELS AND FORMS GROWING

**ABSTRACT:** Alternative methods for indirect determination of nitrogen in tomato leaves can be an excellent source for information that nutrient management throughout its production cycle. This study aimed to evaluate the relative chlorophyll index (RCI) of cherry tomato leaves under organic whit equipment (SPAD), in greenhouses with different technological levels and forms of cultivation (pots soil bed or pot) environment and correlates them to conventional leaf analysis. The research was conducted at the experimental field of FEAGRI/UNICAMP (SP) in three greenhouses: Greenhouse A – with mechanical ventilation, evaporative cooling and thermal reflector screen, automated; Greenhouse B – with antiinsect screen and movable thermal reflector screen; and Greenhouse C – with antiinsect screen and fixed thermal reflector screen. The culture was conducted in spacing of 0.5 x 0.9 m in two stems with organic fertilization management and automated drip irrigation system. Analysis of the results showed a high correlation (soil bed or pot) between the RCI and the amount of leaf nitrogen, only for a greenhouse A with microclimate control, concluding that this equipment (SPAD) can be used for indirect verification of nitrogen in leaves organic tomato quickly and with good accuracy, then helping the farmer in decision making.

**KEYWORDS:** *Solanum lycopersicum*, organic cultivation, SPAD.

**INTRODUÇÃO:** A adubação nitrogenada constitui um dos principais manejos produtivos da cultura do tomateiro. Dessa forma, métodos alternativos para determinação indireta de nitrogênio nas folhas de tomateiro pode ser uma excelente fonte de informação para o gerenciamento desse nutriente ao longo de seu ciclo produtivo. O nitrogênio (N) é um dos elementos nutrientes mais importantes para a cultura, pois favorece o desenvolvimento foliar com consequente aumento da capacidade de realizar a fotossíntese, tornando a planta capaz de aumentar a sua produtividade (ALVARENGA, 2013), no entanto o método mais utilizado para monitorar o estado nutricional da cultura ainda é a análise química das folhas, da qual para ser realizada é preciso a retirada de folhas funcionais das plantas, para realização do método. Embora os sintomas de excessos e deficiência de N sejam comumente relatados na literatura para possível identificação visual, Alvarenga (2013) relata que o uso inadequado de N, principalmente em excesso, poderá ser mais nocivo do que a sua carência, daí sua importância em manter o manejo equilibrado desse nutriente. MALAVOLTA et al. (1997) questionam que, mesmo conhecendo bem os sintomas característicos de excesso e deficiência de N nas plantas, a diagnose visual tem baixa eficácia, além de ser subjetiva. Desse modo, métodos como a determinação relativa de clorofila nas folhas de tomateiro, mesmo que indiretamente por equipamentos, pode ser uma excelente fonte de informação sobre a nutrição de N na cultura, auxiliando com informações imediatas no processo de tomada de decisão, principalmente em sistema orgânico de produção, em que há pouca informação sobre a taxa de liberação (quantidade) desse nutriente do solo para as plantas. Atualmente, o equipamento utilizado para medir o índice relativo de clorofila (IRC) nas folhas das culturas tem sido o clorofilômetro (SPAD-502 da marca Minolta), que é um aparelho portátil, que permite obtenção desse índice com base na intensidade da coloração verde das folhas, a qual se correlaciona com o teor de clorofila e o de N na folha de diversas culturas, conforme trabalhos com cafeeiro (GODOY et al., 2008), algodão (MALAVOLTA et al., 2004). Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o índice relativo de clorofila (IRC) em folhas de tomateiro cereja sob cultivo orgânico com equipamento (SPAD), em casas de vegetação com diferentes níveis tecnológicos e formas de cultivos (vasos e canteiros) e correlaciona-los a análises foliares convencionais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado em três casas de vegetação instaladas no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), localizada no município de Campinas – SP. A área está situada na latitude 22° 49' 06" S, longitude 47° 03' 40" W, altitude de 635 metros acima do nível do mar e, segundo a carta de Köppen (CEPAGRI, 2012), possui classificação climática do tipo Cwa, caracterizada pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno. As casas de vegetação estão instaladas em posições paralelas entre si e orientadas na posição norte-sul. Possuem igual forma e volume, com dimensões de 6,4 m de largura, 11,0 m de comprimento, 3,0 m de pé-direito, 4,5 m de altura total até cumeeira, uma porta com largura de 1,17 m e altura de 2,05 m. O telhado em duas águas de todas as casas foi coberto com polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 µm de espessura, tratado contra raios ultravioleta, difusor de luz, antivírus (modelo M36 Clear, da empresa Electro Plastic). A casa de vegetação 1 ou A possui as características: totalmente fechada com PEBD de 150 µm de espessura, tratado contra raios ultravioleta, difusor de luz; equipada com sistemas, com controle automático com base nas exigências da cultura, de ventilação mecânica, resfriamento evaporativo e tela termorrefletora móvel; com tela antiafídeo em todas as aberturas (exaustores e meio poroso). A ventilação mecânica consiste em um exaustor (modelo ED24, marca Euroemme® Munters), instalado acima da altura do pé direito. Um sensor de temperatura (modelo NS100 com SD100, precisão ±0,3°C e ±1,8%) foi instalado no centro geométrico a 3 m de altura do piso e a lógica de comando desse exaustor, diretamente relacionada com a leitura do sensor, sinalizava seu acionamento quando a temperatura atingisse 26°C, desligando-o em 24°C, set point 2°C. O sistema de resfriamento evaporativo compreende: (1) um meio poroso (marca CelDek® Munters), instalado na face sul, a 0,5 m de altura, com dimensões de 6,4 m de largura x 1,5 m de altura x 0,15 m de espessura, umidificado com um sistema fechado de circulação de água acionado por uma bomba centrífuga de 1,0 CV com vazão de 7.000 L h<sup>-1</sup> (modelo NXDP-4, marca Mark) interligada a um reservatório de 500 L; (2) um exaustor (modelo EM30, marca Euroemme® Munters), instalado na face norte, a 1,10 m de altura, no meio da parede frontal da casa de vegetação. Um outro sensor de temperatura e de umidade relativa (modelo

NS100 com SD100, precisão  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$  e  $\pm 1,8\%$ ) foi instalado no centro geométrico a 2 m de altura do piso e a lógica de comando desse sistema obedecia à seguinte programação: quando a temperatura de bulbo seco atingisse  $28^{\circ}\text{C}$  ou quando a umidade relativa fosse menor do que 65% era acionado o exaustor e a bomba que umidifica o meio poroso; quando a umidade relativa atingisse 75% era desligada a bomba e, posteriormente, o exaustor. Caso a umidade relativa ultrapassasse 75%, era ligado o exaustor, dotando como set point de  $2^{\circ}\text{C}$  e 10% para temperatura e umidade relativa do ar. A tela termorrefletora aluminizada possui 50% de transmissividade de ondas (modelo Aluminet, marca Polysack), foi instalada a 3 m de altura e é movimentada por um sistema de mancais e polias acionado por um motor reverso (modelo Deslizante Light, marca Peccinin). Um sensor de radiação global (modelo LI-200SA, marca LI-COR) foi instalado na altura do dossel das plantas (abaixo da tela, próximo ao terço superior da parte aérea das plantas, região de maior interceptação da radiação solar e assimilação líquida, conforme ANDRIOLO, 1999). A lógica de comando para abertura (da tela, ou seja, era esticada para reduzir a incidência da radiação solar) e fechamento (ou seja, a tela era recolhida para permitir a incidência da radiação solar) dessa tela obedecia tanto à leitura do sensor, quanto ao horário do dia: às 6 h, fechava-se a tela; e às 18 h, abria-se a tela, permanecendo aberta durante todo o período noturno; entre às 6 h e às 18 h, o acionamento era em função da radiação global, abrindo a tela caso a radiação atingisse  $300 \text{ W m}^{-2}$ .

A casa de vegetação 2 ou C caracteriza-se por: laterais revestidas apenas com tela antiafídeo (modelo Baby Citrus, cor cristal, malha de  $0,003 \times 0,008 \text{ m}$ , da empresa Equipisca), equipada com tela termorrefletora aluminizada com 50% de transmissividade de ondas (modelo Aluminet, marca Polysack), instalada a 3 m de altura e fixa. A casa de vegetação 3 ou B é idêntica à casa de vegetação 2 quanto à estrutura, diferindo apenas na mobilidade da tela termorrefletora. A programação de abertura e fechamento da tela seguiu o padrão horário: às 6 h, recolhe; às 10 h, estica; às 16 h, recolhe; às 18 h, estica e permanece esticada até às 6 h. Em dias nublados, a tela permanece recolhida para permitir a incidência da radiação, sendo seu controle feito manualmente.

A variedade de tomateiro utilizada foi do grupo Cereja, cultivar Carolina (da empresa Feltrin), com hábito de crescimento indeterminado, com mudas produzidas in loco, transplantadas em esquema de fileiras simples no espaçamento de  $0,9 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$  ( $2,2 \text{ planta m}^{-2}$ ), em canteiros e vasos preenchidos com solo selecionado de local livre de cultivos (abertura de estrada), com manejo da adubação orgânico. As plantas foram conduzidas em duas hastes, sob a forma de tutoramento simples, em fio de arame nº 14 sobre as linhas de plantio, esticado com estacas de bambu, conduzindo-as com fitilho. O cultivo foi realizado sob regime de irrigação com manejo definido com base na percolação de água em vasos específicos (6 vasos) com a cultura no mesmo sistema de condução e manejo. As plantas foram avaliadas conforme metodologia citada por SILVEIRA et al. (2003), com análise na folha do terço médio da planta, estando completamente expandida e livre de doenças e pragas, a intervalos médios de 90 dias, sendo realizadas concomitantemente as análises das folhas (IRC) e a retirada de amostras de folhas para análises.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados gerais das análises apresentados nas Figuras 01 a 06 para as diferentes casas de vegetação, mostram elevada variabilidade da correlação entre as casas de vegetação e formas de cultivo.

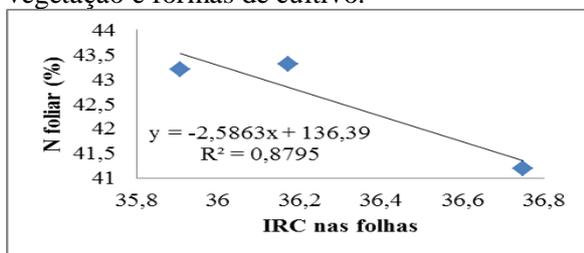


Figura 01 - Representação da relação N foliar vs IRC para nos canteiros casa A.

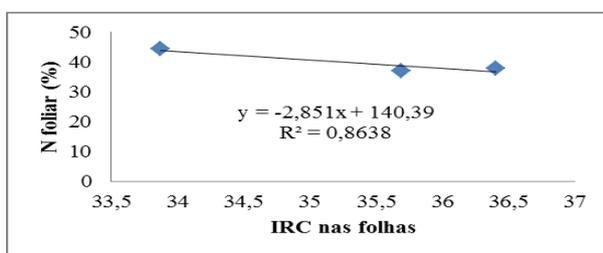


Figura 02 - Representação da relação N foliar vs IRC para nos vasos casa A.

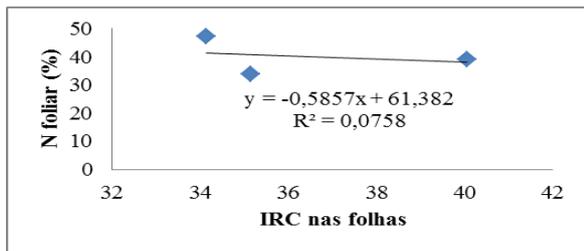


Figura 03 - Representação da relação N foliar vs IRC para nos canteiros casa B.

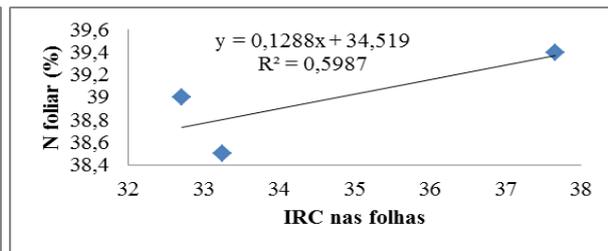


Figura 04 - Representação da relação N foliar vs IRC para nos vasos casa B.

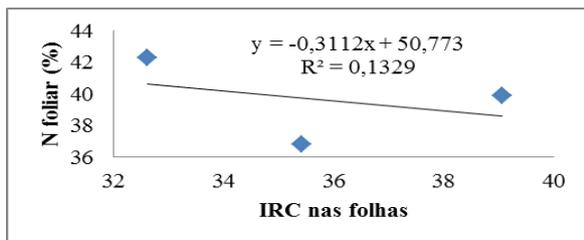


Figura 05 - Representação da relação N foliar vs IRC para nos canteiros casa C.

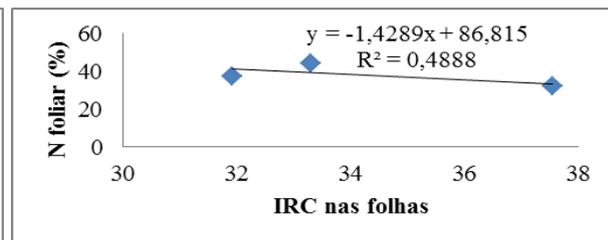


Figura 06 - Representação da relação N foliar vs IRC para nos vasos casa C.

A casa de vegetação A apresentou as melhores correlações entre as formas de análises do estádio nutricional das plantas, tanto para os vasos como para os canteiros com  $R^2 > 0,86$ , provavelmente devido ao controle microclimático eficaz obtido nesse ambiente, o que permitiu uma decomposição uniforme nas diferentes formas de cultivo. Ao contrário, as demais casas de vegetação (B e C), mostraram baixa correlação em especial nos vasos, que devido ao seu reduzido volume ha uma maior interferências das condições microclimáticas (temperatura, umidade relativa do ar e radiação) geradas nos ambientes. Todas as correlações apresentaram linha de tendência decrescente, com exceção dos dados da casa de vegetação B. Em geral, o IRC manteve-se dentro da variação (35,50 a 46,50) verificada por GUIMARÃES et al. (1999) para a cultura em sistema convencional, considerando dessa forma que a cultura esta dentro da faixa nutricional recomendado de N, pois dos dados de IRC e analises foliares de N mostram adequabilidade de níveis quando comparado na literatura.

**CONCLUSÕES:** Existem alta correlação entre os dois métodos de avaliação de N foliar das plantas de tomateiro cereja sob cultivo orgânico, em especial para as condições microclimáticas controladas. O equipamento (SPAD) pode ser utilizado para verificação indireta de nitrogênio nas folhas de tomateiro orgânico de forma rápida e precisa, auxiliando o produtor na tomada de decisão.

#### REFERÊNCIAS:

- ALVARENGA, M. A. R.; Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2.ed.rev. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455p.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria: Ed, da UFSM, 1999. 142p.
- CEPAGRI. CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. Clima dos municípios paulistas: Campinas. Disponível em: [http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_109.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_109.html). Acesso em: 14 abr. 2014.
- GODOY, L. J. G.; SANTOS, T. S.; VILLAS BÔAS, R. L.; JÚNIOR, J. B. L. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. Revista Brasileira Ciência do Solo, V.32, n.1, p. 217-226, 2008.
- GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ V., V. H.; MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com as formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. Bragantia, V.58, n.1, p. 209-216, 1999.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.
- SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, V. 38, n. 9, p. 1083-1087, set. 2003.