

Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha

Mônica L Pôrto¹; Mário Puiatti¹; Paulo Cezar R Fontes¹; Paulo R Cecon²; Jailson do C Alves³; Jandeilson A de Arruda³

¹UFV-Depto. Fitotecnia, 36570-000 Viçosa-MG; monicalporto@yahoo.com.br; mpuiatti@ufv.br; pacerefo@ufv.br; ²UFV-Depto. Estatística; cecon@dpi.ufv.br; ³UFV-Depto. Solos; jailson_agro@yahoo.com.br; jandeilson_agro@hotmail.com

RESUMO

O emprego do índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio das culturas tem sido bastante estudado nos últimos anos. Entretanto, não existem trabalhos conclusivos acerca do seu emprego para a cultura da abobrinha. O objetivo do trabalho foi avaliar o emprego do índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha (cv. Caserta). O experimento, com cinco doses de N (0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha) foi conduzido a campo, no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. No início do florescimento, determinaram-se o teor de clorofila total, índice SPAD e teor de N na quarta folha completamente expandida, a partir do ápice, das plantas. O teor de clorofila total, o índice SPAD e teor de N total nas folhas aumentaram de forma quadrática com aumento das doses de N. Os níveis críticos foliares estimados de teor de clorofila total, índice SPAD e teor de N responsáveis pela máxima produtividade da cultura da abobrinha foram de 5,12 mg g⁻¹ de matéria fresca, 55,62 unidades SPAD e 3,97 dag/kg de matéria seca, respectivamente. Houve correlação linear e positiva das características avaliadas entre si. Os resultados deste trabalho indicam que o índice SPAD, determinado no final da fase vegetativa, pode ser usado no diagnóstico do estado de nitrogênio da cultura da abobrinha.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo*, clorofila, nutrição mineral.

ABSTRACT

SPAD index for nitrogen status diagnosis of zucchini plants

The employment of SPAD index for N status diagnosis of crops has been largely studied in recent years. However, conclusive studies about its usefulness in zucchini plants were not found in literature. The objective of this study was to evaluate the employment of SPAD index for N status diagnosis of zucchini plants (cv. Caserta). The experiment was carried out in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil, in a randomized block design with five rates of mineral N (0, 50, 100, 200 and 400 kg/ha), with four replications. At the early flowering stage, total chlorophyll concentration, SPAD index and total N concentration in the fourth fully expanded leaf from the apex of zucchini plants were evaluated. The total chlorophyll concentration, SPAD index and total N concentration in zucchini leaves increased following a quadratic model as a function of the N rates. The estimated critical levels of total chlorophyll concentration, SPAD index and total N concentration on zucchini leaves responsible for maximum fruit yield were 5.12 mg/g of fresh matter, 55.62 units and 3.97 dag/kg of dry matter, respectively. Significant linear and positive correlation between the evaluated characteristics was observed. The results indicate that the SPAD index can be used for N status diagnosis of zucchini plants.

Keywords: *Cucurbita pepo*, chlorophyll, mineral nutrition.

(Recebido para publicação em 18 de agosto de 2010; aceito em 9 de agosto de 2011)

(Received on August 18, 2010; accepted on August 9, 2011)

O emprego de medidas indiretas para determinar o estado nutricional das plantas tem sido objeto de pesquisas para várias culturas. Trabalhos de pesquisa têm demonstrado que, para algumas culturas, a concentração de clorofila ou o enverdecimento das folhas se correlaciona positivamente com a concentração foliar de N. Isso ocorre pelo fato de que 70% do N contido nas folhas estão nos cloroplastos, participando da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila (Marenco & Lopes, 2005). Por essa razão, o teor de clorofila no final da fase vegetativa tem sido relacionado com o estado nutricional de N de diversas culturas (Argenta *et al.*, 2001).

Não obstante, o método de extração e de determinação da clorofila em labo-

ratório (Arnon, 1949), ainda que fácil, apresenta algumas desvantagens, como grande consumo de tempo, coleta destrutiva do material vegetal, extração via maceração com acetona 80% e leitura em espectrofotômetro (Ferreira *et al.*, 2006). Por outro lado, a determinação da cor verde da folha é possível de ser realizada de maneira rápida por meio de clorofilômetro. O SPAD-502 é um clorofilômetro portátil que proporciona leitura instantânea, de maneira não destrutiva, sendo uma alternativa para avaliar o estado de N da planta em tempo real, pelo fato de haver correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de N na folha (Gil *et al.*, 2002; Fontes & Araújo, 2007).

O medidor portátil SPAD-502 avalia, quantitativamente, a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila, e a 940 nm, onde não ocorre absorção (Gil *et al.*, 2002; Ferreira *et al.*, 2006). Com estes dois valores, o equipamento calcula um número ou índice SPAD que, normalmente, é altamente correlacionado com o teor de clorofila da folha e pode identificar deficiência de N, além de ter potencial de identificar situações onde a aplicação adicional de N não seja necessária (Gil *et al.*, 2002).

Índices SPAD obtidos em folhas de diversas espécies apresentaram correlação positiva com a suficiência de N, podendo este ser considerado um índice

apropriado para avaliar o estado de N das culturas (Blackmer & Schepers, 1995; Gil *et al.*, 2002; Fontes & Araújo, 2007). O medidor portátil SPAD-502 tem sido utilizado com sucesso para diagnosticar o estado de N em algodão (Neves *et al.*, 2005), arroz (Carreres *et al.*, 2000), batata (Gil *et al.*, 2002), feijoeiro comum (Silveira *et al.*, 2003), milho (Argenta *et al.*, 2001), pimentão (Madeira *et al.*, 2003), pepino (Güler & Büyük, 2007), tomate (Guimarães *et al.*, 1999; Sandoval-Villa *et al.*, 2000; Güler & Büyük, 2007), entre outras culturas. Entretanto, em se tratando de cucurbitáceas, trabalhos dessa natureza ainda são incipientes na literatura.

Em razão do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do índice SPAD para o diagnóstico do estado de N na cultura da abobrinha (*Cucurbita pepo* cv. Caserta).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, textura Franco Argilo-Arenosa, com as seguintes características químicas (camada de 0-20 cm): pH em H₂O= 6,8; K= 148,0 mg/dm³; P= 153,4 mg/dm³; Ca= 4,1 cmol_c/dm³; Mg= 0,7 cmol_c/dm³; S= 19,8 mg/dm³; Al= 0,0 cmol_c/dm³; H + Al= 1,49 cmol_c/dm³ e matéria orgânica = 1,5 dag/kg.

As mudas de abobrinha (*Cucurbita pepo* cv. Caserta) foram produzidas em ambiente protegido, em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, utilizando-se substrato comercial Plantmax[®]. A semeadura, uma semente por célula, foi realizada em 23/09/2008, e as mudas, transplantadas para o local de cultivo em 09/10/2008, quando apresentaram duas folhas definitivas.

O experimento foi constituído de cinco doses de N (0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha), no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Utilizou-se o espaçamento de 1,0 x 0,6 m, contendo uma planta por cova. A parcela experimental foi constituída de 20 plantas, dispostas em quatro fileiras com 5 plantas cada uma. A área útil da

parcela correspondeu àquela ocupada pelas seis plantas centrais das fileiras centrais.

A adubação mineral (P, K e micronutrientes) foi determinada mediante análise química do solo e recomendações para a cultura da abobrinha no estado de Minas Gerais (Carrijo *et al.*, 1999). Foi aplicado o equivalente a 15 t/ha de esterco bovino curtido, 225 kg/ha de superfosfato simples, 100 kg/ha de cloreto de potássio, 15 kg/ha de sulfato de zinco, 10 kg/ha de bórax, 10 kg/ha de sulfato de cobre e 0,5 kg/ha de molibdato de amônio. As doses de N foram aplicadas na forma de sulfato de amônio em razão de essa ser a principal fonte de adubo nitrogenado empregada na cultura na região. Além disso, o solo da área empregada apresentava disponibilidade alta de S (Alvarez *et al.*, 1999), além de terem sido veiculados, aproximadamente, 50 kg/ha de S como elemento acompanhante do superfosfato simples, sulfato de zinco e sulfato de cobre. Portanto, essas condições são suficientes para eliminar possíveis interferências do S adicionado mediante a aplicação das doses crescentes de N na forma de sulfato de amônio.

Dez dias antes do transplante das mudas, foram aplicadas as totalidades do esterco bovino, de P e de micronutrientes, além de 40% do K e de 30% das doses de N. O restante do N e do K foi aplicado em duas coberturas: a primeira cobertura foi realizada 15 dias após o transplante e a segunda 25 dias após a primeira (Puiatti & Silva, 2005). A aplicação foi ao redor das plantas, seguida de irrigação por aspersão.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e abertura de sulcos distanciados de 1,0 m e à profundidade de 25 cm. Os adubos de plantio foram distribuídos nos sulcos, incorporados e cobertos. Durante a condução da cultura, foram realizadas capinas manuais, com auxílio de enxada, mantendo as plantas sem competição com plantas invasoras. As irrigações foram periódicas, por aspersão convencional, de acordo com as necessidades da cultura. Assim, as plantas de abobrinha não sofreram competição por plantas daninhas nem estresse hídrico durante o desenvolvimento.

No início do florescimento, 28

dias após o transplante das mudas, determinou-se o índice SPAD na quarta folha completamente expandida, a partir do ápice. As medições foram realizadas entre as 7 e 9 h, utilizando o medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltda.). Foram realizadas cinco medições do índice SPAD por folha, na região central do limbo foliar de cada planta da parcela útil, totalizando 30 medições por parcela, em cada tratamento, sendo utilizada a média para representar os tratamentos.

Imediatamente após o término das leituras, as folhas foram destacadas de cada planta, acondicionadas em sacos de plástico escuro e levadas ao laboratório, onde foram mantidas sob refrigeração. Em seguida, tomou-se uma amostra composta de 0,1 g de massa de matéria fresca das folhas que haviam sido usadas para a leitura do índice SPAD; essas amostras foram maceradas em acetona a 80%, na presença de CaCO₃. Os extratos obtidos foram filtrados através de papel-filtro rápido, sendo os eluatos coletados em balões volumétricos, completando-se o volume ao final da filtração para 50 mL. A densidade ótica dos filtrados foi lida em espectrofotômetro a 645 e 663 nm, utilizando cubetas de quartzo. A partir dessas leituras, determinou-se a concentração de clorofila nas soluções de leitura, de acordo com o proposto por Arnon (1949). Os valores das concentrações de clorofila total no limbo foliar foram expressos em base de massa (mg/g de matéria fresca).

Posteriormente, o restante das folhas foi acondicionado em sacos de papel, secos em estufa de circulação forçada de ar a 75°C, até atingirem peso constante. Depois de pesados, foram passados em moinho tipo Wiley com peneira de 20 mesh e armazenados. Nas amostras de matérias secas das folhas, após a extração com água em banho-maria a 45°C, durante uma hora, determinaram-se as concentrações de N-NO₃⁻ por colorimetria, em espectrofotômetro a 410 nm (Cataldo *et al.*, 1975). Determinaram-se, ainda, após digestão sulfúrica, os teores de N-orgânico na matéria seca das folhas por meio do reagente de Nessler (Jackson, 1982). Posteriormente, calcularam-se os valores de N-total a partir da soma dos teores de N-NO₃⁻ e

de N-orgânico.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, com desdobramento do efeito das doses de N em regressão, considerando-se até 5% de probabilidade. A escolha do modelo, além da significância do ajuste do (R^2), levou em consideração a explicação biológica do fenômeno em estudo. Também foi realizada análise de correlação de Pearson entre as características analisadas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAEG, versão 9.1 (SAEG, 2007).

A partir da dose de 331 kg/ha de N, dose responsável pela máxima produtividade de frutos de abobrinha (29,81 t/ha) (Pôrto *et al.*, 2009), foram calculados os valores dos níveis críticos do teor de clorofila total, índice SPAD e teor de N nas folhas de abobrinha, seguindo método descrito em Fontes (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de clorofila total, o índice SPAD e o teor de N total nas folhas de abobrinha foram significativamente afetados ($p < 0,01$) pelas doses de N (Figuras 1 a 3). O teor de clorofila total e índice SPAD apresentaram comportamento bastante similar, com resposta quadrática em função da elevação das doses de N (Figura 1 e 2). Esses resultados corroboram os obtidos por outros autores para as culturas da abóbora (Swiader & Moore, 2002), algodão (Neves *et al.*, 2005), batata (Gil *et al.*, 2002), feijoeiro comum (Silveira *et al.*, 2003), melão (Azia & Stewart, 2001), tomate (Ferreira *et al.*, 2006) dentre outras culturas, nos quais foram constatados aumentos nos teores de clorofila total e, ou, valores de índice SPAD nas folhas das plantas com incremento na dose de N aplicada. O N é um nutriente que participa da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila, de modo que o aumento do suprimento de N às plantas, até determinado limite, proporciona incremento no teor de clorofila e intensidade de cor verde nas folhas da planta (Fontes & Araújo, 2007).

Com o emprego da dose de 331 kg/ha de N, dose responsável pela máxima produtividade de frutos de abobrinha (Pôrto *et al.*, 2009), os valores dos níveis críticos estimados do teor de clorofila

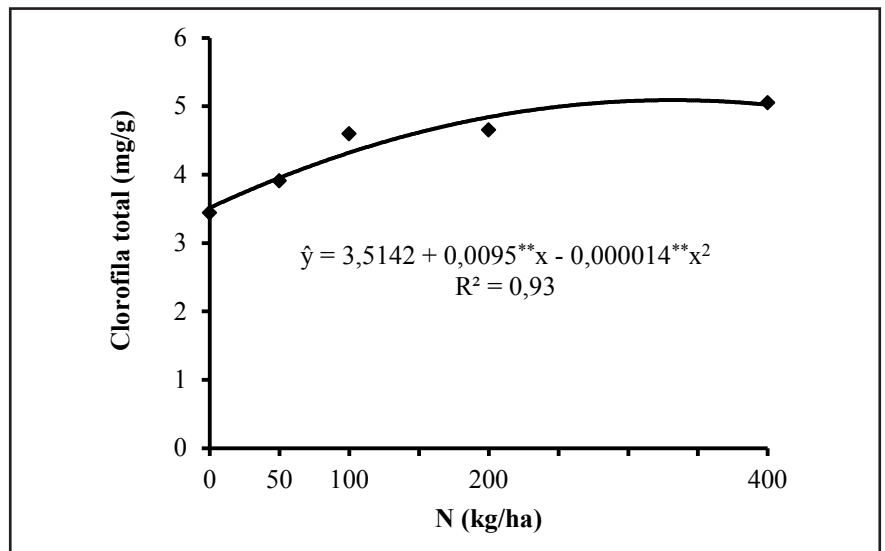


Figura 1. Teor de clorofila total na matéria fresca da quarta folha completamente expandida, a partir do ápice da abobrinha, em função de doses de N (total chlorophyll concentration in fresh matter of the fourth fully expanded leaf from the apex of zucchini plants as a function of the N rates). Viçosa, UFV, 2009.

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t (significant at 1% of probability, t test).

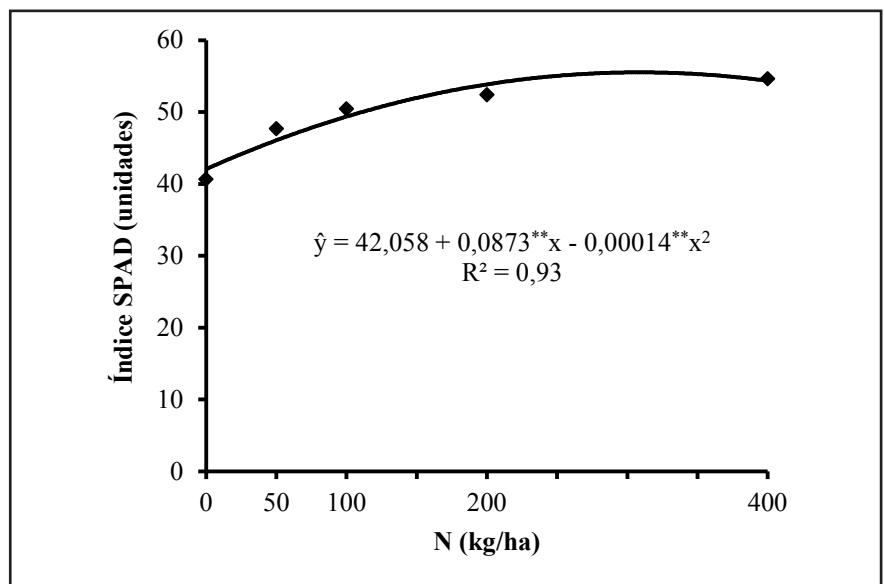


Figura 2. Índice SPAD na quarta folha completamente expandida, a partir do ápice da abobrinha, em função de doses de N (SPAD index in the fourth fully expanded leaf from the apex of zucchini plants as a function of the N rates). Viçosa, UFV, 2009.

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t (significant at 1% of probability, t test).

total e índice SPAD foram 5,12 mg/g de massa de matéria fresca e de 55,62 unidades SPAD, respectivamente. O nível crítico de índice SPAD obtido no presente trabalho para a cultura da abobrinha se encontra próximo à faixa de valores de níveis críticos de índice SPAD (associados com a máxima produtividade) relatados por Swiader &

Moore (2002) para cultura da abóbora. Esses autores encontraram valores de 56,7 e de 59,0 unidades determinados em folhas novas recentemente expandidas, durante a fase de antese, em cultivos de sequeiro e sob irrigação, em experimentos realizados em Urbana, Illinois, nos Estados Unidos.

O teor de N total na matéria seca das

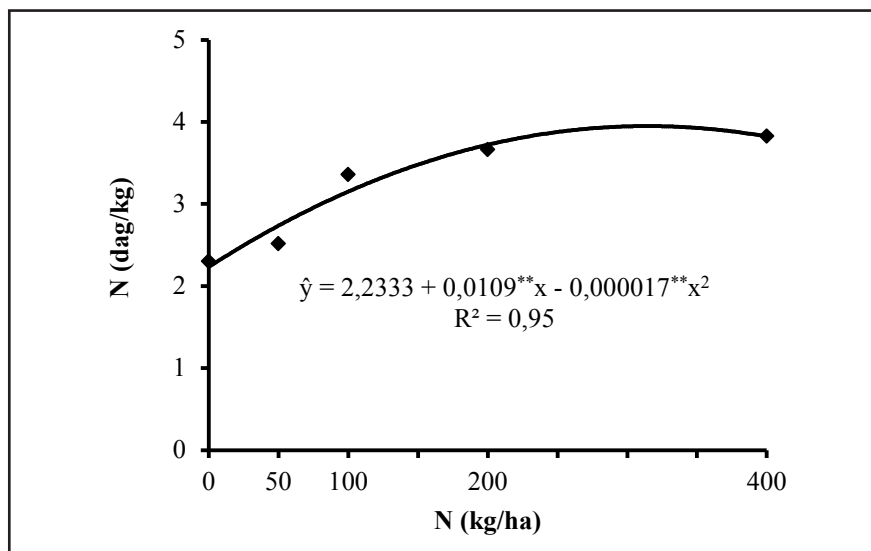


Figura 3. Teor de N total na matéria seca da quarta folha completamente expandida, a partir do ápice da abobrinha, em função de doses de N (total N content in dry matter of the fourth fully expanded leaf from the apex of zucchini plants as a function of the N rates). Viçosa, UFV, 2009. **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t (significant at 1% of probability, t test).

folhas de abobrinha também apresentou resposta quadrática em função do incremento das doses de N (Figura 3). Com o emprego da dose responsável pela máxima produtividade de frutos de abobrinha (331 kg/ha de N) (Pôrto *et al.*, 2009), o nível crítico estimado do teor de N foliar foi 3,97 dag/kg na matéria seca. Esse teor de N encontra-se muito próximo da faixa considerada suficiente por Jones Jr. *et al.* (1991) para a cultura da abobrinha, que seria de 4,0 a 6,0 dag/kg na matéria seca, diante da elevada produtividade obtida de 29,81 t/ha de frutos (Pôrto *et al.*, 2009). Essa produtividade é bastante acima da média nacional, que é de 8-10 t/ha (Filgueira, 2008); portanto, pode-se inferir que, nessas condições, as plantas apresentavam-se adequadamente nutridas quanto a esse nutriente.

Foram verificadas elevadas correlações entre as características estudadas, com correlações de $r = 0,96$ ($p < 0,001$) entre índice SPAD e teor de clorofila total, $r = 0,93$ ($p < 0,001$) entre índice SPAD e teor de N total, e $r = 0,96$ ($p < 0,001$) entre teor de clorofila total e teor de N total. Esses resultados indicam a possibilidade de utilização do medidor portátil SPAD-502 na avaliação indireta do teor de clorofila total e na caracterização do estado de N na cultura da abobrinha. Para tal fim, foram ajustadas

as seguintes equações:

Teor de clorofila total (mg/g de matéria fresca) = $-1,3807 + 0,1162^{**}$ SPAD

Teor de N total (dag/kg de matéria seca) = $-2,6417 + 0,1175^{**}$ SPAD

Vários trabalhos têm demonstrado que o conteúdo de clorofila, estimado com medidor portátil SPAD-502, correlaciona-se com a concentração de N na planta e também com o rendimento de diversas culturas, podendo ser usado como ferramenta auxiliar para caracterizar de forma indireta a necessidade de adubação nitrogenada (Blackmer & Schepers, 1995; Gil *et al.*, 2002; Ferreira *et al.*, 2006; Fontes & Araújo, 2007). Em hortaliças, o medidor portátil SPAD-502 tem sido utilizado com sucesso para diagnosticar o estado de N em batata (Gil *et al.*, 2002), pimentão (Madeira *et al.*, 2003), tomate (Guimarães *et al.*, 1999; Sandoval-Villa *et al.*, 2000; Güler & Büyük, 2007), dentre outras.

Em cucurbitáceas, em experimentos realizados nos Estados Unidos (Urbana, Illinois) com três cultivares/híbridos de abóbora (cultivar Libby-Select e híbridos '698' e '401') submetidos a cinco doses de N (0, 84, 168, 252 e 336 kg/ha), em cultivos sob regimes de sequeiro e irrigado, Swiader & Moore (2002) verificaram alta correlação linear positiva e significativa entre os valores do índice SPAD e os teores de N total, determinados em

folhas novas recentemente expandidas, em diferentes fases de desenvolvimento da cultura (antes, início da frutificação e meio da frutificação). Os autores concluíram que o índice SPAD pode ser empregado na caracterização do estado de N das plantas e como ferramenta auxiliar para o manejo da adubação nitrogenada na cultura da abóbora. Em pepino, Güler & Büyük (2007) constataram correlação de $r = 0,786$ ($p < 0,001$) entre índice SPAD e teor de N nas folhas das plantas, indicando a possibilidade de utilização do índice SPAD na caracterização do estado de N dessa cultura.

Todavia, como o equipamento (SPAD-502) fornece leitura em unidades arbitrárias (leitura SPAD de conteúdo de clorofila, na faixa de 0,0 a 99,9), recomenda-se que ele seja calibrado com as extrações de clorofilas da cultura de interesse (Amarante *et al.*, 2008), como realizado no presente estudo.

Os resultados deste trabalho indicam que o índice SPAD, determinado no final da fase vegetativa, pode ser usado com eficiência no diagnóstico do estado de N da cultura da abobrinha, a exemplo do que vem sendo observado para outras culturas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos de DS ao primeiro autor e de produtividade em pesquisa para os segundo, terceiro e quarto autores. À FAPEMIG, pelo apoio.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ VVH; NOVAIS RF; BARROS NF; CANTARUTTI RB; LOPES AS. 1999. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO AC; GUIMARES H; ALVAREZ VVH (eds). *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSEMG. p. 25-32.
- AMARANTE CVT; BISOGNIN DA; STEFFENS CA; ZANARDI OZ; ALVES EO. 2008. Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através de método colorimétrico. *Horticultura Brasileira* 26: 471-475.
- ARGENTA G; SILVA PRF; BARTOLINI CG. 2001. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. *Ciência Rural* 31: 715-722.
- ARNON DI. 1949. Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxylase in *Beta*

- vulgaris*. *Plant Physiology* 24: 1-15.
- AZIA F; STEWART KA. 2001. Relationship between extractable chlorophyll and SPAD values in muskmelon leaves. *Journal of Plant Nutrition* 24: 961-966.
- BLACKMER TM; SCHEPERS JS. 1995. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *Journal Production Agriculture* 8: 56-60.
- CARRERES R; SENDRA J; BALLESTEROS R; CUADRA JG. 2000. Effects of pre-flood nitrogen rate and midseason nitrogen timing on flooded rice. *Journal of Agricultural Science* 134: 379-390.
- CARRIJO IV; CORREIA LG; TRANI PE. 1999. Abóbora italiana. In: RIBEIRO AC; GUIMARES H; ALVAREZ VVH. (eds). *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação*. Viçosa: CFSEMG. p. 175.
- CATALDO DA; HAROON M; SCHRADER LE; YOUNES VL. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 6: 71-80.
- FERREIRA MMM; FERREIRA GB; FONTES PCR; DANTAS JP. 2006. Índice SPAD e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. *Revista Ceres* 53: 83-92.
- FILGUEIRA FAR. 2008. *Novo manual de olericultura*. 3. ed. Viçosa: UFV. 421p.
- FONTES PCR. 2001. *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa: UFV. 122p.
- FONTES PCR; ARAÚJO C. 2007. *Adubação nitrogenada de hortaliças: princípios e práticas com o tomateiro*. Viçosa: UFV. 148p.
- GIL PT; FONTES PCR; CECON PR; FERREIRA FA. 2002. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade de batata. *Horticultura Brasileira* 20: 611-615.
- GUIMARÃES TG; FONTES PCR; PEREIRA PRG; ALVAREZ VVH; MONNERAT PH. 1999. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. *Bragantia* 58: 209-216.
- GÜLER S; BÜYÜK G. 2007. Relationships among chlorophyll-meter reading value, leaf N and yield of cucumber and tomatoes. *Acta Horticulturae* 729: 307-311.
- JACKSON ML. 1982. *Análisis químico de suelos*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A. 662p.
- JONES JR JB; WOLF B; MILLS HA. 1991. *Plant analysis handbook*. Athens: Micro - Macro Publishing. 213p.
- MADEIRA AC; FERREIRA A; VARENNES A; VIEIRA MI. 2003. SPAD meter versus tristimulus colorimeter to estimate chlorophyll content and leaf color in sweet pepper. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 34: 2461-2470.
- MARENCO RA; LOPES NF. 2005. *Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. 2. ed. Viçosa: UFV. 439p.
- NEVES OSC; CARVALHO JG; MARTINS FAD; PÁDUA TRP; PINHO PJ. 2005. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40: 517-521.
- PÔRTO ML; PUIATTI M; ALVES JCA; FONTES PCR; ARRUDA JA. 2009. Produtividade da abobrinha em função da adubação nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49. *Resumos... Águas de Lindóia*: ABH. (CD ROM)
- PUIATTI M; SILVA DJH. 2005. Abóboras e morangas. In: FONTES PCR (ed). *Olericultura: teoria e prática*. Viçosa: DFT - Setor de Olericultura/UFV. p. 279-297.
- SAEG. 2007. *Sistema para análises estatísticas*. Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes.
- SANDOVAL-VILLAM; GUERTALEA; WOOD CW. 2000. Tomato leaf chlorophyll meter readings as affected by variety, nitrogen form, and nighttime nutrient solution strength. *Journal of Plant Nutrition* 23: 649-661.
- SILVEIRA PM; BRAZ AJBP; DIDONET AD. 2003. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada no feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 1083-1087.
- SWIADER JM; MOORE A. 2002. SPADchlorophyll response to nitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins. *Journal of Plant Nutrition* 25: 1089-1100.