



Efeito do horário de coleta no índice SPAD da folha da batateira ⁽¹⁾

Felipe Augusto Reis Gonçalves⁽²⁾; Luiz Henrique de Oliveira Dianin⁽²⁾; Junia Maria Clemente⁽³⁾; Luiz Paulo Dornelas dos Santos⁽⁴⁾; Luisa Bastos Domingos⁽⁴⁾; Leonardo Angelo de Aquino⁽⁵⁾ .

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Yara Fertilizantes e Produquímica

⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de Viçosa; Rio Paranaíba, Minas Gerais; felipe.a.goncalves@ufv.br; ⁽³⁾ Pós-Doutoranda; Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba; ⁽⁴⁾ Mestrando; Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba; ⁽⁵⁾ Professor Adjunto; Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba

RESUMO: A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma cultura de grande importância econômica e alimentar. Objetivou-se avaliar o efeito do horário de coleta no índice SPAD em folhas da batateira. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em esquema de parcelas subdivididas sob delineamento inteiramente ao acaso e quatro repetições. Os tratamentos foram determinados em função de três doses de N (0, 50 e 150 mg dm⁻³) e seis horários de avaliação do índice SPAD. Ao completar 40 dias após o plantio (DAP) avaliou-se o índice SPAD na segunda, terceira e quarta folha. A interação doses de N x horário de coleta foi significativa. Os maiores valores do índice SPAD, para todas as folhas analisadas foram observados nos horários das 11 e 14 horas quando aplicados 150 mg dm⁻³ de N, portanto, esses são os melhores horários para observar o efeito dos tratamentos. Os horários recomendados para efetuar a medição do índice SPAD são da antemãhã as 14 h para a cultivar de batata Atlantic. As folhas três e quatro têm melhor relação entre SPAD e N aplicado

Termos de indexação: *Solanum tuberosum* L., nutrição mineral, clorofila .

INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das olerícolas de maior valor comercial e alimentar, sendo produzida e consumida em diversos países. Estima-se que em 2014, a área plantada foi de 131 mil hectares no Brasil, com produção total de 3,7 milhões de toneladas, alcançando produtividade média de 28,3 t ha⁻¹ (IBGE, 2014). Assim como a maioria das olerícolas, a batata possui uma elevada demanda nutricional e se bem manejadas as fertilizações incrementam significativamente a produção.

O N é o segundo nutriente mais extraído e exportado pela batateira, incluindo a cultivar Atlantic (Fernandes et al., 2011). Esse nutriente está relacionado ao aumento da produção e qualidade de tubérculos (Bélanger et al., 2000; Wu et al., 2007). Porém, se aplicado em excesso pode acentuar a produção de folhagem, reduzir matéria seca e o teor de amido nos tubérculos, devido ao retardo na

maturação e prolongamento do período vegetativo (Reis Júnior, 1995). Apurado isto, deve-se conhecer a demanda da planta a fim de ajustar doses e formas de aplicação. O parcelamento da adubação nitrogenada pode aumentar sua eficiência, reduzir o efeito salino e a volatilização do N na sua forma amoniacal (Barcelos et al., 2007). O método de análise foliar permite o refinamento do ajuste de doses, entretanto, devido à demora em seu processo não permite ajustes no programa de adubação para a safra atual (Olf et al., 2005; Wu et al., 2007).

Um método alternativo para determinar o estado nutricional de N na planta é medir a atividade de clorofila, pois há relação direta entre teor de N e clorofila na folha. A relação entre clorofila e intensidade verde, na folha, também é direta, assim a medida da clorofila, a partir da intensidade verde, pode ser um ótimo diagnóstico do estado nutricional nitrogenado das plantas (Lemaire et al., 2008). Botha et al., (2006) observaram correlação positiva entre adição de N e teor de clorofila na folha da batateira. Atualmente existem os chamados clorofilômetros, que medem a intensidade verde e expressam esses valores em unidades SPAD (Gianquinto et al., 2003). Todavia, características fisiológicas da folha, como estado hídrico e estrutura celular, podem causar alterações nas propriedades óticas da mesma (Martínez & Guiamet, 2004) e, conseqüentemente nos índices SPAD. Alterações ambientais durante o dia podem provocar essas alterações fisiológicas e assim alterar a leitura do índice SPAD.

Objetivou-se determinar o efeito do horário de medição sobre o índice SPAD na folha da batateira.

MATERIAL E MÉTODOS

A condução do experimento foi realizada em casa de vegetação no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba, entre setembro e outubro de 2014. Tubérculos tipo I da cultivar Atlantic foram cultivados em vasos de 8 dm³ esperando-se a obtenção de seis a oito hastes por vaso. Visando otimizar as condições de cultivo, obteve-se um substrato resultante da mistura, de um solo classificado como



Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 1999) e areia na proporção 4:1, respectivamente.

A fertilização foi realizada conforme a seguinte análise físico-química do substrato após a mistura: $K^+ = 0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Ca^{2+} = 1,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Mg^{2+} = 0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Al^{3+} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $H+Al = 2,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $B = 0,34 \text{ mg dm}^{-3}$; $Cu = 1,4 \text{ mg dm}^{-3}$; $Fe = 40 \text{ mg dm}^{-3}$; $Mn = 2,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $Zn = 1,7 \text{ mg dm}^{-3}$; $M.O = 9,3 \text{ g kg}^{-1}$; $P \text{ (rem)} = 3,6 \text{ mg L}^{-1}$; $pH \text{ (em H}_2\text{O)} = 6,0$. Areia grossa (27%), areia fina (7%), silte (8%) e argila (58%), sendo a textura classificada como argilosa. A partir da interpretação da análise foi realizada a aplicação de 600 mg dm^{-3} de P; 48 mg dm^{-3} de Mg^{2+} ; $319,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de Ca^{2+} ; 50 mg dm^{-3} de K^+ ; $0,46 \text{ mg dm}^{-3}$ de B; $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Cu e $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$ de Zn. O potássio foi parcelado em duas aplicações e os micronutrientes aplicados via foliar. As doses de N foram definidas em função dos tratamentos e aplicadas na forma de nitrato de amônio (32% N).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três doses de N (0, 50 e 150 mg dm^{-3}) e seis horários de avaliação (antemanhã e às 08, 11, 14, 17 e 20 h).

Aos 40 dias após o plantio (DAP) realizou-se as seguintes avaliações: Índice SPAD no terço mediano do folíolo central da segunda, terceira e quarta folhas do ápice para a base, fazendo a medição com clorofilômetro portátil (Falker). Procedeu-se o corte das plantas na superfície do vaso, a fim de determinar a matéria seca da parte aérea, as quais foram lavadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C por 72 h.

Os graus de liberdade dos fatores em estudo foram desdobrados. As médias dos índices SPAD, dos horários avaliados e das doses de N, foram comparadas pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias de matéria seca da parte aérea em função das doses de N foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o software R para processamento das análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação doses de N X horário de coleta foi significativa. Os maiores valores do índice SPAD, para todas as folhas analisadas, foram observados nos horários das 11 e 14 h quando aplicados 150 mg dm^{-3} de N, sendo esses os melhores horários para observar o efeito dos tratamentos. Os índices SPAD aumentaram com a aplicação de N na

maioria dos horários de amostragem para todas as folhas amostradas (Tabela 1).

O incremento da dose de N favorece a produção de clorofila pela planta (Goffart et al., 2008). Silva et al. (2011) observaram correlação positiva entre doses de N e índice SPAD sobre medições feitas no folíolo terminal da quarta folha de batateira. Os resultados do presente trabalho sugerem que os horários em que há maior intensidade luminosa são observados também maiores valores do índice SPAD. Porém, de acordo com Martínez & Guiamet (2004) não é a diferença de irradiância entre a manhã e a tarde a principal causa dessa diferença, mas sim o conteúdo de água na folha, o qual é menor no horário em questão, propiciando maior concentração da clorofila e consequentemente maiores valores das leituras.

Assim, o índice SPAD pode ser uma ferramenta para determinar a necessidade de adubação nitrogenada (Bullock & Anderson, 2008), todavia, esse índice deve possuir valores referenciais, como aqueles determinados por Silva et al. (2009), de 42,2 e 35,2 para a cultivar de batata Monalisa, nas épocas seca e das águas, respectivamente, na região de Viçosa.

Assim como para os resultados apresentados por Silva et al. (2009) observamos a necessidade do estabelecimento de parâmetros como estágio fenológico e condições edafoclimáticas, a fim de determinar o nível crítico. Os resultados do presente trabalho indicam que o índice SPAD crítico tem forte influência do horário de medição.

CONCLUSÕES

O horário de medição influencia a medida do índice SPAD.

Recomenda-se a medição do SPAD entre antemanhã e 14 h para a cultivar de batata Atlantic, com medição na terceira ou quarta folha expandida.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig - Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, pela bolsa de pós-doutorado fornecida ao terceiro autor.

À CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de mestrado fornecida ao quarto autor.

À FUNARBE - Fundação Arthur Bernardes, pela bolsa de produtividade em pesquisa e excelência concedida ao sexto autor.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, M. D.; GARCIA, A. & MACIEL JÚNIOR, V.A. Análise de crescimento da cultura de batata submetida



ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um Latossolo vermelho-Amarelo. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 31: 21-27, 2007.

BÉLANGER, G. W.; WALSH, J. R.; RICHARDS, J. E.; MILBURN, P. H. & ZIADI, N. Critical nitrogen curve and nitrogen nutrition index for potato in Eastern Canada. *American Journal of Potato Research*, 78: 355-364, 2000.

BOTHA, E. J.; ZEBARTH, B. J. & LEBLON, B. Nondestructive estimation of potato leaf chlorophyll and protein contents from hyperspectral measurements using the PROSPECT radiative transfer model. *Canadian Journal of Plant Science*, 86: 279-291, 2006.

BULLOCK, D. G & ANDERSON, D. S. Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. *Journal of Plant Nutrition*, 21: 741-755, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P. & SILVA, B. L. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: I - macronutrientes, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35: 2039 - 2056, 2011.

GIANQUINTO, G.; SAMBO, P. & BONA, S. The use of SPAD-502 chlorophyll meter for dynamically optimizing the nitrogen supply in potato crop: A methodological Approach. *Acta Horticulturae*, 607: 197-204, 2003.

GOFFART, J. P., OLIVIER, M., & FRANKINET, M. Potato crop nitrogen status assessment to improve N fertilization management and efficiency: past–present–future. *Potato Research*, 51: 355-383, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>. Acesso em 25 fev. 2014.

LEMAIRE, G., M. H. JEUFFROY & F. GASTAL. Diagnosis tool for plantand crop N status in vegetative stage. Theory and practices for cropN management. *European Journal of Agronomy*, 28: 614–624, 2008.

MARTÍNEZ, D. E. & GUIAMET, J. J. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. *Agronomie*, 24: p. 41-46, 2004.

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, 168: 414-431, 2005.

REIS JÚNIOR, R. dos A. Produção, qualidade de tubérculos e teores de potássio no solo e no pecíolo de batateira em resposta à adubação potássica. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

SILVA, M. C. C.; FONTES, P. C. R. & MIRANDA, G. V. Índice SPAD e produção de batata, em duas épocas de plantio, em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, 27: 17-22, 2009.

SILVA, M. C. de C.; COELHO, F. S.; BRAUN, H. & FONTES, P. C. R. Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no fôliolo da batata sob fertilização nitrogenada. *Revista Ciência Agrônômica*, 42: 971 - 977, 2011.

WU, J.; WANG, D.; ROSEN, C. J. & BAUER, M. E. Comparison of petiole nitrate concentrations, SPAD chlorophyll readings, and QuickBird satellite imagery in detecting nitrogen status of potato canopies. *Field Crops Research*, 101: 96-103, 2007.



Tabela 1 – Índices SPAD avaliados em folhas de batata cultivar Atlantic, em função de horários de coleta e doses de N, Rio Paranaíba, MG (2015).

Doses de N (mg dm ⁻³)	Horários de Avaliação												
	AM*	08:00		11:00		14:00		17:00		20:00		Média	
SPAD - Folha 2 (CV = 7,7%)													
0	33,9	Ba	34,2	Ba	33,5	Ba	37,4	Ca	33,4	Ba	36,4	Ca	34,8
50	42,5	Ab	38,8	Bb	49,2	Aa	44,4	Bb	47,2	Aa	42,0	Bb	44,0
150	43,6	Ab	47,8	Ab	53,6	Aa	57,2	Aa	50,6	Ab	47,0	Ab	50,0
Média	40,0		40,3		45,4		46,4		43,7		41,8		42,9
F _{dose} = 130,48** F _{horário} = 7,91** F _{dose X horário} = 3,68**													
SPAD - Folha 3 (CV = 7,2%)													
0	33,4	Cb	34,0	Cb	30,7	Cb	37,5	Ca	32,4	Bb	37,4	Ba	34,2
50	41,1	Bb	40,1	Bb	46,0	Ba	48,9	Ba	46,2	Aa	41,5	Bb	44,0
150	45,7	Ac	45,9	Ac	53,5	Ab	56,8	Aa	45,9	Ac	50,9	Ab	49,8
Média	40,1		40,0		43,4		47,7		41,5		43,2		42,7
F _{dose} = 156,53** F _{horário} = 10,48** F _{dose X horário} = 3,64**													
SPAD - Folha 4 (CV = 7,8%)													
0	29,5	Cb	32,4	Cb	29,6	Cb	37,2	Ca	31,9	Bb	35,5	Ca	32,7
50	40,7	Ba	39,6	Ba	45,5	Ba	44,8	Ba	43,2	Aa	41,5	Ba	42,6
150	45,6	Ac	47,1	Ac	52,4	Ab	57,4	Aa	43,8	Ac	50,4	Ab	49,4
Média	38,6		39,7		42,5		46,5		39,7		42,4		41,6
F _{dose} = 162,97** F _{horário} = 9,54** F _{dose X horário} = 2,89**													
SPAD - Média (CV = 5,9%)													
0	32,3	Bb	33,5	Cb	31,3	Cb	37,3	Ca	32,6	Bb	36,4	Ca	33,9
50	41,4	Ab	39,5	Bb	46,9	Ba	46,0	Ba	45,5	Aa	41,6	Bb	43,5
150	45,0	Ac	46,9	Ac	53,2	Ab	57,1	Aa	46,8	Ac	49,4	Ac	49,7
Média	39,6		40,0		43,8		46,8		41,6		42,5		42,4
F _{dose} = 242,44** F _{horário} = 13,76** F _{dose X horário} = 4,65**													

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. ** F significativo ao nível de 1% de probabilidade. AM = antemanhã.