AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO MEDIDOR DE CLOROFILA SPAD NA IDENTIFICAÇÃO DO STATUS NUTRICIONAL DO FEJJOEIRO (PHASEOLUS VULGARIS L.).

MURILO MESQUITA BAESSO¹, FRANCISCO DE ASSIS DE CARVALHO PINTO², JOSEPH KALIL KHOURY JUNIOR³, DANIEL MARÇAL DE QUEIROZ².

¹ Eng^o Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - UFV/DEA, Fone (0xx31) 3891.5328, murilo@vicosa.ufv.br.

² Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto, Bolsista do CNPq, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

³ Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto, Departamento de Engenharia, UFRuralRJ, Seropédica-RJ,

Escrito para apresentação no

XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola

31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a possibilidade de utilização do medidor de clorofila na determinação do status de nitrogênio (N) no feijoeiro. O trabalho foi conduzido na cidade de Viçosa, com coordenadas geográficas de 20°45'54'' latitude sul e 45°52'54'' de longitude oeste. O experimento, conduzido em vasos de 8 dm³, teve 5 tratamentos (0, 50, 100, 150 e 200 kg de N.ha⁻¹), com 10 repetições. Foram feitas 10 leituras por vaso aos 30, 40 e 50 DAE (dias após emergência). Pode-se observar que as diferentes doses de nitrogênio aplicado influenciaram os valores SPAD, porém a classificação com os mesmos só foi favorável aos 50 DAE.

PALAVRAS-CHAVE: SENSORIAMENTO REMOTO E AGRICULTURA DE PRECISÃO.

EVALUATION OF THE USE OF THE CHLOROPHYLL METER SPAD ON IDENTIFICATION OF THE NUTRITIONAL STATUS OF NITROGEN IN BEAN PLANTS (PHASEOLUS VULGARIS L.).

ABSTRACT: The objective of this work was examine the possibility to use a chlorophyll meter in the detection of status nitrogen (N) deficiency. the work was conduced in the city of Viçosa, with geographical coordinates of 20°45'54'' south latitude and 45°52'54'' of west longitude. The experiment was in pots with 8dm³ of soil, 5 treatments (0, 50, 100, 150 and 200 kg of N.ha⁻¹) with 10 repetitions. They were made 10 readings by vase to the 30, 40 and 50 DAE (days after emergency). It was observed that different applied nitrogen doses influences the SPAD values, however the classification was favorable only at 50 DAE.

KEYWORDS: REMOTE SENSING AND PRECISION FARMING.

INTRODUÇÃO: Nutrientes como o fósforo e o potássio são recomendados em função da análise do solo, considerando as tabelas de recomendação de adubação, já para o nitrogênio a análise de solo não proporciona dados precisos de necessidade de adubação. Normalmente a recomendação de nitrogênio é baseada na produtividade esperada e no potencial de resposta da cultura associado ao histórico de uso da área, o que dificulta o processo de adubação deste macronutriente. A determinação do teor de clorofila pelo clorofilômetro apresenta algumas vantagens sobre o método de extração de clorofila.

Dentre essas, destacam-se: o resultado imediato do teor de clorofila na folha e indiretamente o de nitrogênio e o fato do aparelho ter custo mínimo de manutenção (PIEKIELEK & FOX, 1992). Visto que não há necessidade de envio de amostras para o laboratório, com economia de tempo e dinheiro, e podem ser realizadas quantas amostras forem necessárias, sem implicar na destruição de folhas (MALAVOLTA et al., 1997). Dessa forma, este trabalho teve como objetivo: Avaliar a possibilidade de utilização do medidor de clorofila na determinação da deficiência de N.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, na cidade de Viçosa-MG, localizada a uma altitude de aproximadamente 650m, com coordenadas geográficas de 20°45'54'' latitude sul e 45°52'54'' de longitude oeste. O trabalho teve cinco tratamentos (0, 50, 100, 150 e 200 kg de N ha⁻¹), com dez repetições, totalizando cinquenta vasos com oito dm³ de material de solo retirado do horizonte C de um solo classificado como latossolo vermelho distrófico. O cultivo foi realizado em vasos para que houvesse um melhor controle das quantidades aplicadas de nutrientes. Foram semeadas cinco sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) da cultivar BRSMG Talismã por vaso. Aos 20 dias após a emergência (DAE), procedeu-se o desbaste, deixando-se três plantas por vaso. Como o nitrogênio é um nutriente de alta mobilidade no solo, a dose foi aplicada em duas etapas: um terço do total no ato do plantio e o restante aos 20 (DAE). Os demais nutrientes foram misturados de maneira uniforme em todos os vasos com o material de solo, de acordo com os resultados da análise de solo, ficando apenas o nitrogênio como limitante na produção do feijão. Foi feita uma irrigação diária para que não houvesse nenhuma influência do déficit hídrico no desenvolvimento das plantas. Para validação do nível de deficiência de nitrogênio na planta, foram feitas análises foliares em todos os vasos de cada tratamento aos 50 DAE. Os vasos foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida no tempo, sendo as doses alocadas nas parcelas e a época, nas subparcelas. Foi utilizado o medidor de clorofila SPAD 502 (Minolta Câmera Co, Ltd., Osaka, Japan). Foram feitas dez leituras por vaso aos 30, 40 e 50 DAE. As leituras foram tomadas sempre nas folhas mais jovens completamente expandidas. Os valores SPAD foram correlacionados com as doses de nitrogênio e usados como vetor de entrada dos classificadores para avaliar o status do N na folha. No presente trabalho, para tentar identificar os diferentes status de deficiência de nitrogênio na cultura do feijoeiro com base nos valores SPAD, foi testado um classificador estatístico descrito por GONZALES e WOODS (1992), no qual cinco classes de estresse nutricional serão identificadas por cinco funções discriminantes:

$$d_j(X) = -\frac{1}{2} \ln(\det C_j) - \frac{1}{2} \left[(X - m_j)^T C_j^{-1} (X - m_j) \right] \quad (1)$$

em que,

j	= classe de estresse nutricional (1 a 5);
d _j	= função discriminante da classe j;
C _j	= matriz de covariância da classe j;
det C _j	= determinante da matriz de covariância da classe j;
X	= vetor de características;
m _j	= vetor de características médio da classe j; e
T	= símbolo que representa a transposta de uma matriz.

Foram desenvolvidas cinco funções discriminantes, uma para cada classe de estresse nutricional, de forma que o vetor desconhecido X é atribuído à classe j que apresentou o maior valor da função discriminante d_j(X). A avaliação do desempenho dos classificadores foi determinada pelo coeficiente Kappa. Por fim, para definir os melhores classificadores, foi feito um teste Z a 5% para testar a diferença entre os dois coeficientes Kappas (CONGALTON e MEAD, 1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 é apresentada a correlação entre a análise foliar e os valores SPAD. O coeficiente de correlação estimado entre a análise de N nas folhas e os valores SPAD obtidos aos 50 DAE foi de 0,72. Resultados semelhantes foram encontrados por FURLANI JÚNIOR et al. (1996), que encontraram uma correlação positiva entre as leituras do aparelho SPAD aos 40 DAE e os teores de N nas folhas do feijoeiro ($R = 0,75$). A Tabela 2 apresenta o resultado da análise da discriminação de diferentes doses de nitrogênio aplicado utilizando clorofilômetro portátil.

Tabela 1. Coeficientes de correlação entre os valores SPAD e os teores de N nas folhas

Correlação	Pr > F
0,72	0,0004*

*significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 2. Análise de variância em esquema de parcela subdividida no tempo para variável SPAD

FV	GL	SQ	QM	Valor-P
Doses	4	2676,87	669,21	0,0001
Resíduo A	45	151,05	3,35	
Época	2	629,34	314,67	0,0001
Dose*Época	8	76,94	9,61	0,0001
Resíduo B	90	113,37	1,25	
Total	149	3647,59		

FV= fator variável; GL= grau de liberdade; SQ= soma de quadrados; QM= quadrado médio; Valor P= significância.

Os efeitos de doses e de épocas foram significativos ($P < 0,0001$), mostrando que pelo menos uma das doses é estatisticamente diferente das demais. Portanto, a procura de um classificador para discriminar os diferentes níveis de N pode ser justificada (REGAZZI, 2000). De modo geral, os valores SPAD aumentaram até as doses de 150 kg de N ha⁻¹ e com o avanço do estágio de desenvolvimento da planta. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por outros pesquisadores (SILVEIRA et al., 2003; FURLANI JÚNIOR et al., 1996). Isso pode ser explicado devido ao aumento gradual no consumo de nitrogênio pelo feijoeiro até a fase do florescimento, que ocorreu aproximadamente aos 50 DAE. Na Tabela 3, estão os resultados do desempenho das funções discriminantes para as diferentes épocas, tendo como entrada os valores mostrados pelo clorofilômetro portátil.

Tabela 3. Resultados do desempenho de classificação das funções discriminantes para os valores SPAD adquiridos aos 30, 40 e 50 dias após a emergência (DAE)

DAE	Kappa
30	0,32 ^{*a}
40	0,47 ^{*a}
50	0,67 ^{*b}

* Valor do coeficiente Kappa diferente significativamente de zero (Teste Z a 5%); Os coeficientes Kappa seguidos da mesma letra não diferem significativamente pelo teste Z a 5% de probabilidade.

Apesar dos desempenhos superiores a de uma classificação aleatório para as funções discriminantes aos 30 e 40 DAE, apresentaram desempenho razoável e bom respectivamente, segundo os critérios sugeridos por Landis e Koch (1977), citados por ADAMI et al. (2002). A classificação aos 50 DAE foi muito boa segundo o mesmo autor, acertando 67% mais amostras, quando comparado com uma classificação ao acaso. Acredita-se que quando a adubação nitrogenada é realizada em estádios iniciais do feijoeiro (30 e 40 DAE), a resposta a nível foliar seja mais demorada. Sendo assim, nos dois primeiros períodos de obtenção dos valores SPAD (30 e 40 DAE), a planta pode ainda não ter respondido totalmente à adubação nitrogenada. Segundo OLIVEIRA e FAGERIA (2003), as doses de nitrogênio recomendadas variam entre 40 e 100 kg de N ha⁻¹, desta maneira há necessidade que sejam realizadas pesquisas adicionais para verificar a variação do teor de N nas folhas ao longo do ciclo da cultura, visando estimar as doses e época adequadas a serem aplicadas para corrigir possíveis deficiências.

CONCLUSÕES: Neste trabalho, foram testadas técnicas de sensoriamento remoto para identificação do status de nitrogênio no feijoeiro utilizando um medidor portátil de clorofila. Nas condições em que o trabalho foi realizado concluiu-se que: O medidor de clorofila SPAD foi capaz de determinar a deficiência de N e o classificador estatístico foi capaz de avaliar o status do N no feijoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ADAMI, M.; PINHEIRO, E. S.; MOREIRA, M. A. Aplicação de diferentes algoritmos para a classificação de imagens ETM+/Landsat- 7 no mapeamento agrícola. in: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL, 10., Cochabamba. **Anais...** Bolívia, 2002.

CONGALTON, R.G.; MEAD, R.A. A quantitative method to test for consistency and correctness in photo interpretation. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v.49, n.1, p.69-74, 1983.

FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L. J.; MOREIRA, J. A. A.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 171-175, 1996.

GONZALEZ, R.C., WOODS, R.E. **Digital image processing**. Reading Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 716p, 1992.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba : POTAFÓS, 1997. 319p.

OLIVEIRA, I.P. de; FAGERIA, N.K. IV. Calagem e Adubação. In: MOREIRA, J.A.A.; Stone, L.f.; Biava, M. **Feijão: o produtor pergunta a Embrapa responde**. p. 39-53, 2003.

PIEKIELEK, W.P. e FOX, R.H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, 84:59-65, 1992.

REGAZZI, A.J. **Modelos de regressão não linear e aplicações utilizando o SAS (PROC NLIN)** Viçosa: UFV. 2 ed., p. 131, 2000.

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**, v. 38, n. 9, p. 1083-1A087, set. 2003.