

## RELAÇÃO DO TEOR DE CLOROFILA EM FEJJOEIRO IRRIGADO COM VARIÁVEIS DE SOLO E DE FOLHA

MARCOS ANTÔNIO MACHADO MESQUITA<sup>1</sup>, PEDRO MARQUES DA SILVEIRA<sup>2</sup>, TATIELY GOMES BERNARDES<sup>1</sup>, AUGUSTO CESAR DE OLIVEIRA GONZAGA<sup>2</sup>

**INTRODUÇÃO:** O Brasil é o maior produtor e o maior consumidor mundial de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), com uma produtividade média de 910 kg ha<sup>-1</sup>, considerada baixa, uma vez que em monocultivo com alta tecnologia tem-se obtido, em experimentos, mais de 4.000 kg ha<sup>-1</sup>. A nutrição mineral adequada é uma das formas de se aumentar a produtividade das culturas, por meio de programas de adubação que atendam além da quantidade fornecida de fertilizante, o balanço entre os nutrientes requeridos, associado à disponibilidade hídrica. Na nutrição de plantas as interações de nutrientes são comuns, podendo ocorrer tanto na solução do solo como nas plantas. Na cinética de absorção, a velocidade de dado elemento pode ser aumentada, diminuída, ou não ser influenciada pela presença de outro íon, havendo, nesses casos, ocorrência de antagonismos, inibição competitiva ou não e sinergismos (MALAVOLTA et al., 1997). Os métodos de diagnose do estado nutricional das culturas mais empregados atualmente têm sido as análises de solo e de folha, que são interpretados a partir de níveis críticos. Considerando que a fertilidade do solo é um atributo químico que influencia diretamente no crescimento das plantas, o conhecimento dos níveis de fertilidade do solo é importante não apenas em relação ao correto suprimento nutricional das culturas, mas também em relação à obtenção de máxima eficiência dos insumos e todo sistema operacional envolvido no processo de produção. A análise foliar tem sido uma importante ferramenta na avaliação do estado nutricional das plantas, porém, esta técnica como qualquer outra avaliação destrutiva, necessita de um determinado período de tempo para aquisição dos resultados, o que em muitos dos casos, esse tempo impossibilita a adequação da adubação no momento necessário. Já com a utilização de aparelhos portáteis que efetuam a medida indireta do teor de clorofila, é possível obter a quantidade de N presente na folha, no momento da análise, assim, proporcionando dados necessários para a adequação da adubação nitrogenada de forma imediata. Além disso, é um método barato e preciso na determinação do estado nutricional de plantas, não requerendo aquisição de reagentes químicos para a análise. A maior limitação da utilização do clorofilômetro (SPAD), como indicador do nível de N, é que ele não prediz com precisão a quantidade de N suplementar que deverá ser aplicada. Por outro lado, os indicadores de solo não predizem com segurança quando este nutriente deverá ser aplicado. Assim, evidencia-se a necessidade de se integrar o uso de indicadores do nível de N, do solo e da planta para aumentar a precisão da recomendação de adubação nitrogenada. O teor de clorofila nas folhas é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos, estando diretamente relacionado com o potencial de atividade fotossintética das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Existem alguns fatores que podem afetar a precisão do diagnóstico de N pelo método do clorofilômetro, tais como a interferência na intensidade da cor verde da folha, leitura SPAD, idade e teor de água na planta, densidade da planta, cultivar, disponibilidade de outros nutrientes e estresse ambiental. Neste sentido, há carência de trabalhos correlacionando unidades SPAD e os níveis de fertilidade e o estado nutricional das culturas. O objetivo do presente trabalho foi correlacionar os teores de nutrientes de solo e de folha com os teores de clorofila das folhas do feijoeiro irrigado no município de Cristalina, GO.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido em áreas de lavouras comerciais irrigadas de feijão da cultivar “Pérola” localizadas no município de Cristalina, Goiás, situado na região Leste, a 47°36’ O e 16°45’ S, com altitude média de 850 m. O clima predominante na região é do tipo Cwa, mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão, inverno seco e verões quentes, segundo classificação de Köppen. Os indicadores climáticos médios são 1.600 mm de precipitação pluvial

<sup>1</sup> Doutorandos, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – UFG, Goiânia, GO, marcos\_a\_mesquita@yahoo.com.br, tatielygb@gmail.com

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, pmarques@cpaf.embrapa.br

<sup>3</sup> Analista, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, augustocesar@cpaf.embrapa.br

anual, temperatura média de 22°C e 73% de umidade relativa do ar, caracterizando-se como uma região subtropical em que a temperatura média dos meses mais frios (junho e julho) situa-se em torno de 16°C. Os solos da região são classificados como Latossolo Vermelho eutroférico e Nitossolo Vermelho eutroférico de textura muito argilosa e relevo plano a ondulado. Foram selecionadas 18 áreas diferentes no município, sob pivô central, de produção comercial irrigada de feijão, nas quais foram estabelecidas 86 glebas para o desenvolvimento deste trabalho. Para a definição das glebas foi observada a homogeneidade da área com base no estágio de desenvolvimento da cultura do feijão, existência e intensidade de palhada, presença e intensidade de concreções, relevo e cor do solo. Cada gleba foi marcada com uma estaca e tomada as coordenadas geográficas e altitude. As amostras de solo foram coletadas de forma aleatória sendo compostas de 20 subamostras, seguindo um encaminhamento em zigue-zague, em área aproximada de 1 hectare, posteriormente as amostras foram encaminhadas para análise química de nutrientes conforme metodologia Embrapa (1997). Por ocasião do início de florescimento, no estágio R6, realizou-se a leitura indireta de clorofila, no próprio campo, com o aparelho Minolta SPAD-502, na primeira folha completamente desenvolvida. Após a leitura as folhas foram imediatamente destacadas e acondicionadas em sacos de papel e secadas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas, moídas e submetidas à análise laboratorial para a determinação dos teores dos nutrientes. As amostras de folha foram coletadas de forma aleatória sendo compostas de 20 subamostras. Para a avaliação estatística, foi estabelecido um procedimento que permitisse identificar variáveis do solo e de folha que relacionassem com o teor de clorofila, para tal, foi aplicado o coeficiente de correlação de Pearson (r). As variáveis do solo e de folha foram analisadas estatisticamente gerando-se uma matriz de correlação, coeficiente de Pearson, através deles, as variáveis foram selecionadas pelo nível de significância menor ou igual a 5%. Para análise estatística foi utilizado procedimento *univariate* do programa estatístico *Statistical Analysis System* – SAS.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 podemos observar que houve correlações significativas e positivas entre os nutrientes P, Ca, Cu, Zn e Fe no solo e o teor de clorofila (leitura SPAD) nas folhas de feijoeiro. Esta correlação positiva entre o teor de P no solo e teor de clorofila nas folhas pode ser atribuída a maior absorção de N, ao fato do P ser integrante do ATP, composto que libera energia para o processo ativo de absorção do N (TAIZ; ZEIGER, 2009), com reflexos na leitura SPAD. Prado & Vale (2008) não obtiveram correlação entre o teor de P no solo e teor de clorofila nas folhas de limoeiro cravo, entretanto, o efeito do N na leitura SPAD foi influenciado pela aplicação de P. Os mesmos autores ressaltam o efeito quadrático à adubação fosfatada na concentração de N.

**Tabela 1.** Análise de Correlação de Pearson entre os nutrientes no solo e na folha e leituras SPAD de folhas de feijoeiro irrigado, Cristalina, GO, 2010

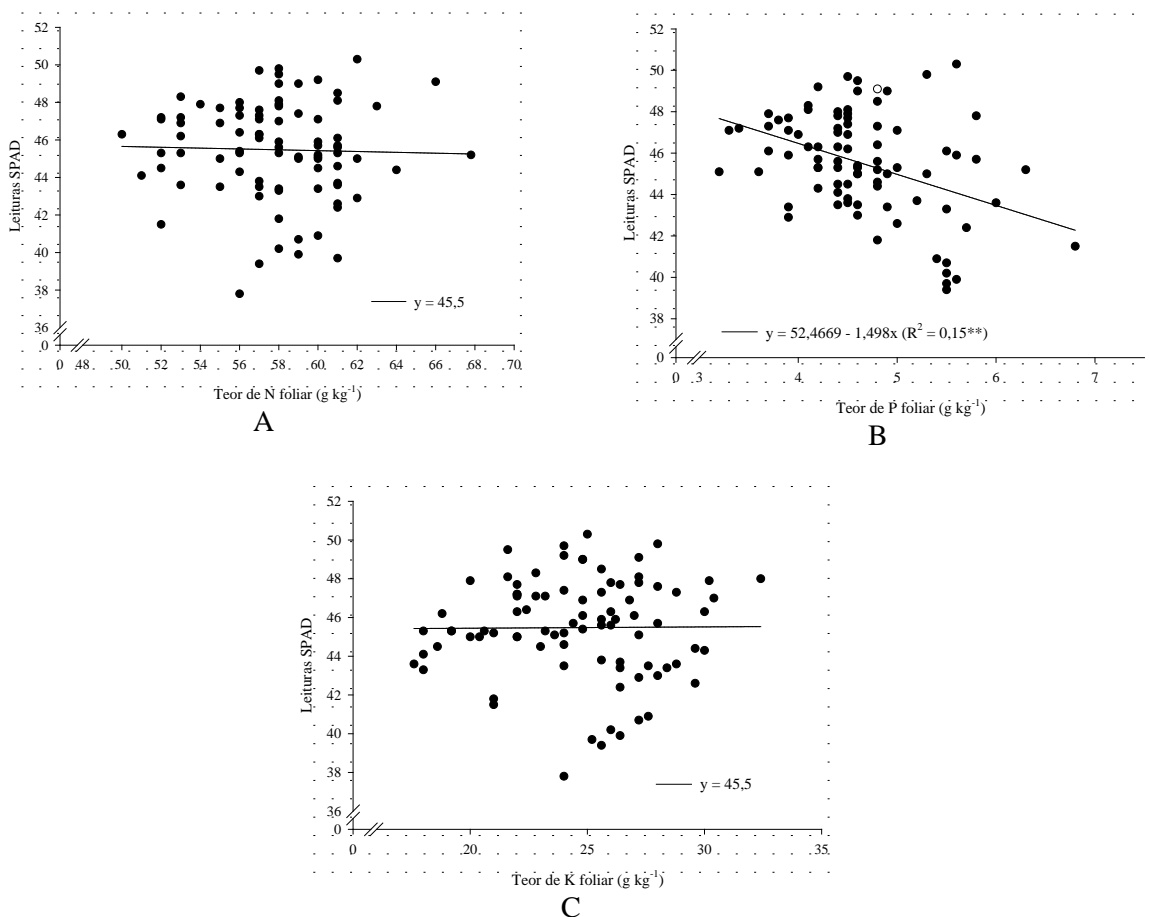
Variável	Nutrientes no solo					Nutriente na folha		
	P	Ca	Cu	Zn	Fe	N	P	K
Leitura SPAD <sup>(1)</sup>	0,35*	0,26*	0,22*	0,35*	0,24*	ns	-0,39*	ns

<sup>(1)</sup> Leitura efetuada com medidor portátil de clorofila. <sup>ns</sup> Não significativo. \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A correlação significativa do teor de Cu no solo com as leituras SPAD ocorreu, provavelmente, devido as folhas apresentam 70% do Cu nos cloroplastos como proteínas complexas representadas pela plastocianina. A correlação do Zn no solo com a leitura SPAD foi significativa e positiva (Tabela 1), e pode ser compreendida, visto que, o Zn é componente de muitas enzimas, tais como: desidrogenases, proteinases, peptidases e fosfohidrolases. Assim, indiretamente, ele também está relacionado com o mecanismo fotossintético das plantas, e, dessa maneira, problemas que limitam sua disponibilização para a planta podem certamente refletir na fotossíntese, pois esse elemento pode ser exigido para a biossíntese de clorofila. Houve correlação entre o teor de Fe no solo e a leitura SPAD, significativa e positiva, o ferro é necessário para a síntese de alguns dos complexos constituídos por clorofila e proteínas no cloroplasto (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Não houve correlação significativa entre teor de N e teor de clorofila nas folhas do feijoeiro (Figura 1A). Resultado contraditório aos encontrados na literatura, em que há relatos da correlação significativa e positiva entre o teor de N e o teor de clorofila (SILVEIRA et al., 2003), isto se justifica

segundo Chapman e Barreto, 1997, pelo fato que 50 a 70% do N serem integrantes do conteúdo de clorofila das folhas. Entretanto, deve-se destacar neste trabalho que os teores de N foliar variaram de 50 a 67,8 g N kg<sup>-1</sup> de massa de matéria seca, valores considerados altos conforme Malavolta et al. (1997), sendo assim, a planta está consumido N acima do adequado, ou seja, consumo de luxo. Estes resultados corroboram com Blackmer e Schepers (1994) em que concluíram que o teor relativo de clorofila na folha não está associado com o consumo de luxo de N, estando este sob a forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), forma na qual esse nutriente em excesso se acumula, assim, não sendo quantificado pelo medidor de clorofila.



**Figura 1.** Correlação entre teor de clorofila na folha (leituras SPAD) do feijoeiro e teor de N (A), de P (B) e de K (C) foliar. Cristalina, Goiás, 2010

Os teores de P na folha do feijoeiro variaram de 3,2 a 6,8 g P kg<sup>-1</sup> massa seca (Figura 1B). Este influenciou negativamente no teor de clorofila da folha, sendo que, os valores se ajustaram à equação de regressão linear ( $y = 52,4669 - 1,498x$ ). A importância do P na nutrição das plantas, como citado acima, deve-se a este ser componente do ATP, fornecendo energia ao processo ativo de absorção do N. No entanto, Prado & Valle (2008) obtiveram que a leitura SPAD diminuiu com a aplicação de doses de P acima de 50 kg ha<sup>-1</sup>, segundo os autores este resultado justifica devido às plantas deficientes em P apresentarem um tom verde-azulado (Malavolta et al., 1997), confundindo a leitura SPAD. Resultado este que justifica o encontrado no presente trabalho. Não houve influência significativa dos teores de K na folha no teor de clorofila (Figura 1C). Corroborando com Pereira (2001) que também não verificou efeito de doses de K, em forrageiras, na leitura SPAD.

**CONCLUSÕES:** Os nutrientes P, Ca, Cu, Zn e Fe do solo correlacionaram positivamente com as leituras SPAD. Não houve correlação entre teor de N foliar e teor de clorofila nas folhas do feijoeiro,

devido ao alto teor de N nas folhas. O teor de P nas folhas correlacionou negativamente com o teor de clorofila nas folhas.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor, a Embrapa Arroz e Feijão pelo auxílio financeiro, e a Cooperativa Agrícola Serra dos Cristais (COACRIS) pelo apoio financeiro concedido ao desenvolvimento deste trabalho e a interlocução junto aos produtores do município que disponibilizaram as áreas para a pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

- BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 9/10, p. 1791-1800, 1994.
- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n.1, p. 557-562, 1997.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1997. 212 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- PEREIRA, W. L. M. **Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para capim-mombaça**. 2001. 124 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001
- PRADO, R. de M.; VALE, D. W. do. Nitrogênio, fósforo e potássio na leitura SPAD em porta-enxerto de limoeiro cravo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 227-232, out./dez. 2008
- SILVEIRA, P. M. da; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1083-1087, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.