

USO DE CLOROFILÔMETRO PARA ESTIMAR O TEOR DE NITROGÊNIO NO FEIJOEIRO

Carlos Matheus de Souza Sobrinho

Graduando em Agronomia,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Valdir Fernandes Vieira Junior

Graduando em Agronomia,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Marcelo Rinaldi da Silva

Gestor Ambiental – FUNEC; Assistente de Suporte Acadêmico II – UNESP

Diego Gonçalves Feitosa

Mestre em Sistemas de Produção – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

O feijoeiro comum é uma das principais fontes de alimentação do brasileiro, sendo o seu cultivo praticado em praticamente todo o território nacional. No feijoeiro assim como na grande maioria das culturas, o N é um dos nutrientes mais utilizados, porém como a sua quantificação é feita prioritariamente pela análise foliar, o que muitas vezes pode inviabilizar a correção no momento e nas quantidades exatas. Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar a medição indireta de N em campo através do uso do clorofilômetro, sendo que os resultados demonstraram uma regressão com R^2 de 0,74 e uma variação média absoluta de 4,6%, o que demonstraram que o clorofilômetro se apresenta como uma alternativa interessante devido a sua praticidade.

PALAVRAS-CHAVE: clorofila; adubação nitrogenada; análise foliar.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum é para o Brasil uma das principais culturas de exploração agrícola, pois é importante fonte de renda para muitos produtores sendo um dos principais alimentos utilizado como fonte de proteína para a maioria da população e grande cultura geradora de empregos.

A adubação nitrogenada é uma das práticas culturais normalmente utilizadas pelos produtores de feijão, pois o N é fator determinante na produtividade do feijoeiro. O N é absorvido em quantidades mais elevadas pelo feijoeiro, pelo fator de aproximadamente 50-60% do N total absorvido ser exportado para os grãos, a sua deficiência é a mais frequente (OLIVEIRA et al., 1996; SORATTO et al., 2013a).

Devido à sua importância na condução da cultura o manejo do N deve ser feito da melhor forma possível, buscando sempre o melhor aproveitamento do nutriente, evitando assim as suas perdas seja por lixiviação ou por volatilização, o que representa uma maior economia ao produtor e um manejo mais sustentável ao meio ambiente.

Como a medição do teor de N é feito predominantemente por meio da análise foliar da planta, sendo a coleta na cultura do feijoeiro realizada apenas no momento do florescimento, desta forma mesmo ao demonstrar uma deficiência desse nutriente, muitas vezes, o produtor já não possui tempo hábil para fazer a correção do mesmo. Assim uma das formas de se avaliar em tempo real a condição nutricional do nitrogênio na planta é através da análise da intensidade do verde nas folhas, visto que há uma correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de N nas folhas (DWYER et al., 1995), sendo essa medição feita por do clorofilômetro.

O clorofilômetro é um equipamento amplamente utilizado para avaliação da diagnose foliar, onde se mede o índice de clorofila das plantas por meio da intensidade do verde das folhas e através de uma curva de calibração é possível associar aos respectivos valores de N foliar.

O clorofilômetro apresenta inúmeras vantagens quando da sua utilização entre elas: ser um equipamento portátil e de fácil transporte ao campo, propiciando uma rápida verificação do teor de N; de fácil manuseio e não ser destrutivo a folha onde se realizou a leitura; redução do tempo de análise, visto que é possível fazer a verificação do teor de N no local; redução do custo de análise por não precisar mandar para um laboratório de análise química. Essas inúmeras vantagens acabam por propiciar um melhor sincronismo da aplicação do nitrogênio em relação a demanda do nutriente exigida pela planta naquele momento. Barbosa Filho et al. (2009), utilizando o clorofilômetro obtiveram resultados promissores no sincronismo entre a época de fornecimento de N e a demanda da planta. Silveira et al, (2003) afirmaram ter verificado uma estreita correlação entre as leituras do clorofilômetro com os incrementos das doses de nitrogênio em relação a produtividade do feijoeiro.

Porém para se obter sucesso no uso do clorofilômetro como parâmetro na determinação do teor de N foliar deve-se fazer uma curva de calibração através de valores reais de N obtidos em análises laboratoriais, afim de poder estimar de forma

satisfatória o valor lido pelo clorofilômetro. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi estimar o teor de N foliar a partir dos valores dos índices de clorofila obtidos por um clorofilômetro, por meio de uma curva de calibração obtida através das análises de laboratório de N foliar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Feijoeiro

O feijoeiro comum é para o Brasil uma das principais culturas de exploração agrícola, pois é importante fonte de renda para muitos produtores, principal alimento utilizado como fonte de proteína para a maioria da população e grande cultura geradora de empregos. É importante na composição de sistemas agrícolas para a região Centro-Sul do Brasil. Essa cultura apresenta ciclos que variam de 65-100 dias, dependendo da cultivar e da temperatura ambiente (AIDAR, 2007).

O sistema de produção do feijoeiro vem se desenvolvendo rapidamente, o que tem proporcionando avanços tecnológicos com relação ao aproveitamento do potencial produtivo das culturas possibilitando a colocação do fertilizante, das sementes e produtos agroquímicos em locais específicos, no qual, visa possíveis soluções para uma agricultura sustentável, produção de alimentos a custos competitivos e menores impactos ao ambiente. Com esses avanços na tecnologia do sistema de produção do feijoeiro comum, busca-se obter bom desenvolvimento das plantas e elevadas produtividades, porém, isso só é possível se as tecnologias apropriadas forem empregadas, onde uma das que mais se destaca, é a suplementação adequada de nitrogênio (N).

2.2 Utilização da Adubação Nitrogenada

A adubação nitrogenada é uma prática cultura normalmente utilizada pelos produtores de feijão, pois o N é fator determinante na produtividade do feijoeiro. O N é o nutriente absorvido em quantidades mais elevadas pelo feijoeiro e pelo fator de aproximadamente 50-60% do N total absorvido ser exportado para os grãos, a sua deficiência é a mais frequente (OLIVEIRA et al., 1996; SORATTO et al., 2013a).

O N é componente da molécula de clorofila, sendo assim, a sua deficiência é imediatamente refletida em baixa concentração desse composto, as quais podem ser registradas por baixos valores de leituras obtidas com clorofilômetro portátil. O

clorofilômetro e um aparelho portátil que permite obtenção de um índice relativo da clorofila (IRC), com base na intensidade da coloração verde das folhas, o qual se correlaciona com o teor de clorofila e o de N foliar (FURLANI JÚNIOR et al., 1996;). Assim, a determinação do IRC, por meio do clorofilômetro portátil, pode ser uma interessante alternativa a utilizada como indicativo do estado nutricional de N.

Contudo, além da disponibilidade de N, a idade da folha pode influenciar o teor de clorofila nela contido, refletindo nas leituras de IRC. Como o N é um nutriente muito móvel na planta, sob deficiência a planta degrada a molécula de clorofila das folhas mais velhas, retranslocando o N para regiões de crescimento ativo, sendo que as folhas mais velhas tornam-se de coloração verde pálido a amarela.

Segundo Barbosa filho et al. (2008, 2009), o clorofilômetro portátil, no monitoramento do N para as plantas, tem sido usado com sucesso por vários pesquisadores para a determinação da época mais adequada de aplicação de N em diversas culturas e também na cultura do feijoeiro.

Como alternativa, a utilização de *Azospirillum* spp. juntamente com *Rhizobium* spp. pode melhorar o desempenho do *Rhizobium* spp. na inoculação do feijoeiro. Na literatura existem vários trabalhos confirmados que o *Azospirillum* spp. produz fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes de diversas espécies de plantas (BURDMAN et al., 1996; HUNGRIA, 2011), e ainda pode fixar N e disponibilizá-lo ao feijoeiro. As respostas positivas da inoculação com *Azospirillum* spp. E *Rhizobium* spp., em relação ao desenvolvimento e crescimento das plantas, podem ser atribuídas à nodulação precoce, ao aumento no número de nódulos e melhora geral no desenvolvimento do sistema radicular (VOLPI; KAPULNIK, 1994).

A inoculação a campo com bactérias do gênero *Azospirillum* spp., além da fixação biológica do N, promove ganhos em produtividade e no aumento da superfície da absorção das raízes da planta, decorrente das modificações morfológicas do sistema radicular, alterando o número de radículas e o diâmetro médio das raízes laterais (IKEDA, 2010).

A utilização de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), para o aumento da produção agrícola, será provavelmente uma das técnicas mais importantes para a atualidade no mundo (FIGUEIREDO et al., 2010).

3 METODOLOGIA

O experimento foi instalado nas Faculdades Integradas de Três Lagoas – AEMS, no município de Três Lagoas/MS, sendo conduzido em uma casa de vegetação com cultivo protegido. As unidades experimentais se constituíram em vasos de 10 L onde foram semeadas cinco sementes de feijão do cultivar BRS ESTILO, sendo que após a germinação foram mantidas apenas duas plantas por vaso.

O delineamento experimental se constituiu em um fatorial 4 x 4, composto por quatro tipos de inoculação: Inoculação 1 = sem inoculação, Inoculação 2 = Rhizobium, Inoculação 3 = Azospirillum e Inoculação 4 = Rhizobium + Azospirillum e quatro doses de adubação nitrogenada: Adubação 1 = 0 Kg ha⁻¹, Adubação 2 = 10 Kg ha⁻¹ na semeadura + 70 Kg ha⁻¹ de cobertura (1/3 da dose recomendada), Adubação 3 = 20 Kg ha⁻¹ na semeadura + 140 Kg ha⁻¹ de cobertura (2/3 da dose recomendada) e Adubação 4 = 30 Kg ha⁻¹ na semeadura + 210 Kg ha⁻¹ de cobertura (dose recomendada).

Todos os tratamentos receberam ainda no momento da semeadura uma adubação com 150 Kg ha⁻¹ de K e 270 Kg ha⁻¹, além de 910 Kg ha⁻¹ de calcário. A adubação foi feita com base na recomendação do Boletim 100 (citar o boletim), sendo essas doses triplicadas por se tratar de um experimento conduzido em vasos, o uso de doses de adubação três vezes maiores que as recomendadas para campo. A irrigação dos vasos foi feita manualmente com o auxílio de uma mangueira e o controle de pragas e doenças foi feito preventivamente por meio de aplicações quinzenais de óleo de Nim.

A avaliação dos teores de N foliar foi realizada por meio da leitura de um clorofiLOG da marca Falker, sendo essa medição realizada no florescimento pleno, medindo-se a terceira folha composta totalmente formada contada no sentido da ápice para base, onde as folhas medidas foram coletadas logo após a medição e enviadas para o laboratório para realização da análise do teor de N foliar, porém com a análise laboratorial demanda um número maior de folhar para a análise de N, as unidades experimentais foram agrupadas de acordo com os tratamentos, gerando um total de 16 amostras avaliadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se correlacionar os valores de índice de clorofila com os teores de N foliares (Tabela1), observa-se que os mesmos apresentaram um valor de R^2 de 0,74; valor este considerado satisfatório, o que demonstra que o ClorofiLOG apresenta um grande potencial para substituir a análise laboratorial do N foliar.

Tabela 1. Valores da leitura do Índice de Clorofila, Teor de N analisado em laboratório, Teor de N calculado e Variação do N calculado em relação ao N analisado em %

Tratamentos	Índice de Clorofila	N Analisado (g/Kg)	N Calculado (g/Kg)	Variação (%)
T1	42,7	27,7	27,1	-2,2
T2	42,4	25,2	26,3	4,2
T3	42,6	25,3	26,8	6,1
T4	42,3	26,3	26,1	-0,5
T5	43,0	30,7	28,1	-8,5
T6	44,1	30,2	31,0	2,5
T7	44,6	30,5	32,4	6,3
T8	44,5	33,5	32,2	-4,0
T9	44,2	27,2	31,2	15,0
T10	45,3	33,4	34,4	2,9
T11	43,0	28,4	28,0	-1,1
T12	44,3	33,8	31,5	-6,7
T13	45,5	34,7	34,9	0,5
T14	44,6	31,6	32,2	2,0
T15	44,5	35,3	31,9	-9,5
T16	45,7	35,8	35,3	-1,5
Valor Máximo				15,0
Valor Mínimo				-9,5
Valor Médio Absoluto				4,6
Variação				15,5
Desvio Padrão				3,9

Analisando-se a variação dos valores de N calculados a partir da equação de calibração (Tabela 1), observa-se apenas um tratamento, o que representa 6,25% do total avaliado apresentou uma diferença entre os valores de N foliar calculados e analisados acima de 10% enquanto que a variação média absoluta foi de 4,6%, sendo que dos 16 tratamentos analisados, 8 tratamentos apresentaram valores superestimados com uma média de 4,9% acima dos valores obtidos em laboratório, sendo que o maior valor superestimado foi de 15% e o menor de 0,5%.

Já os 8 tratamentos restantes apresentaram valores subestimados com uma média de 4,2%, sendo o maior valor subestimado ficando em 9,5% e o menor em 0,5%.

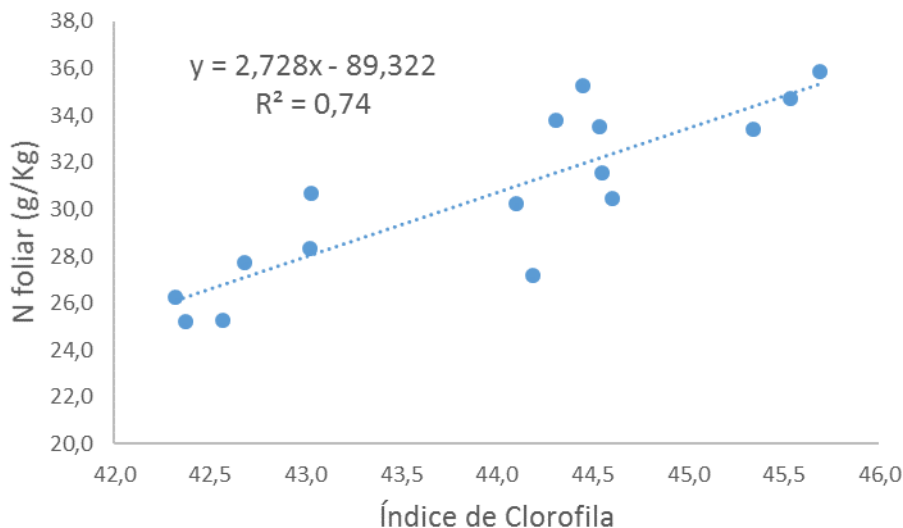


Gráfico 1. Correlação entre os valores de N foliar e o Índice de clorofia medido pelo ClorofiLOG.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que o clorofilômetro apresentou bons resultados podendo ser utilizado juntamente com uma curva de calibração como uma interessante ferramenta no auxílio para avaliação dos teores de nitrogênio foliar da planta do feijoeiro.

Para melhores resultados recomenda-se uma nova calibração para a cultura a nível de campo.

REFERÊNCIAS

AIDAR, H. Características da cultura. In: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Cultivo do feijoeiro comum (Sistema de Produção). 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 20/09/2016.

BARBOSA FILHO, M. P. et al. Determinação da necessidade de adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado com auxílio do clorofilômetro portátil. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, p. 1843-1848, 2008.

BARBOSA FILHO, M. P. et al. Época de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado monitorada com auxílio de sensor portátil. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, p. 425-431, 2009.

BURDMAN, S.; VOLPIN, H.; KIGEL, J.; KAPULNIK, Y.; OKON, Y. Promotion of nod Gene Inducers and Nodulation in Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Roots inoculated with *Azospirillum brasiliense* Cd. *Applied and environmental microbiology*, American Society for Microbiology, Washington, v. 62, n. 8- 18, p. 3030 – 3033, 1996.

DWYER, L. M.; ANDERSON, A. M.; MA, B. L.; STEWART, D. W.; TOLLENAAR, M.; GREGORICH, E. Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration. *Canadian Journal of Plant Science*, n. 75, p. 179 - 182, 1995.

FIGUEIREDO, M. V. B.; SOBRAL, J. K.; STAMFORD, T. L. M.; ARAÚJO J. M. Bactérias promotoras do crescimento de plantas: estratégia para uma agricultura sustentável. In: FIGUEIREDO, M. V. B.; BURITY, H. A.; OLIVEIRA, J. P.; SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P. (Ed.). *Biotecnologia aplicada à agricultura: textos de apoio e protocolos experimentais*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2010. 761 p.

FURLANI JUNIOR, E. et al. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. *Bragantia*, Campinas, v. 55, p. 171-175, 1996.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. – (Embrapa Soja, 325). Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/doc325.pdf>>. Acessado em: 20 agost 2016.

IKEDA, A. C. Caracterização morfofisiológica e genética de bactérias Endofíticas isoladas de raízes de diferentes genótipos de milho (*Zea mays* L.). 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Eds.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 169-221.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)

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, DF, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.

SORATTO, R. P. et al. Épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro cultivado após milho solteiro ou consorciado com braquiária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 48, p. 1351-1359, 2013b.

VOLPIN, H.; KAPULNIK, Y. Interaction of Azospirillum with beneficial soil microorganisms. In: OKON, Y (Ed.), Azospirillum/plant associations. Boca Raton: CRC, 1994. p. 111-118