



Diagnose do estado de nitrogênio em folhas feijão caupi por meio de imagem digital ⁽¹⁾.

Márcia Masson Mendes dos Santos ⁽²⁾; Liliane Ribeiro Nunes ⁽²⁾; Gustavo Gurgel Moreira ⁽²⁾; Ester de Paiva Alves ⁽²⁾; Fabrício de Oliveira Reis ⁽³⁾; Heder Braun ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica; Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, Maranhão. E-mail: marciamassonuema@gmail.com; liliane_nunes2@hotmail.com; gustavomoreira26@gmail.com; ester Alvesuema@gmail.com

⁽³⁾ Professor, UEMA, São Luís, Maranhão, E-mail: fareoli@gmail.com; hederbraun@gmail.com.

RESUMO: O processamento de imagens digitais destaca-se como uma ferramenta com potencial para avaliação do estado de nitrogênio (N) em plantas. Objetivou-se avaliar o uso da imagem digital utilizando o AFSOft[®] na diagnose do estado de N em folhas do feijão caupi. Foram avaliadas cinco doses de N (0; 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 g/vaso de N), na cultivar BRS Guariba. Aos 45 dias após emergência (DAE), determinou-se o índice de SPAD por meio do clorofilômetro, os trifólios destas folhas foram digitalizados e salvos em formato JPEG e determinado o teor foliar de N total. Nas imagens, foi atribuída uma nota com o programa AFSOft[®], baseada na área ocupada por padrões de verde. A nota AFSOft[®] correlacionou positivamente com o teor de N na folha de feijão caupi, o que evidencia a sua utilização como método rápido para a avaliação do estado de N em plantas de feijão caupi.

Termos de indexação: agricultura de precisão, imagem digital, AFSOft[®].

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o nutriente mais absorvido e o mais exportado (Braun et al., 2011), por isso deve ser fornecido de maneira adequada às plantas, quando aplicado de forma empírica, o excesso provoca contaminações ambientais (Fontes, 2001).

A resposta planta é uma das alternativas para avaliar a disponibilidade de nitrogênio (N) no solo. Porém, somente é possível diagnosticar visualmente a deficiência de N na planta quando esta ocorre de forma aguda, isto é, quando provavelmente, parte significativa da produção já estiver comprometida (Fontes, 2001).

Com base nesta premissa, buscam-se métodos rápidos e práticos para diagnosticar o estado de N nas plantas. O uso de imagem digital fornece potencial para a obtenção de índices que expressem a cor verde da planta (Backes et al., 2010), tais como o AFSOft[®] (Haim et al., 2012).

O AFSOft[®] é um programa de análise foliar através de imagens digitais, que possui a grande

vantagem de possuir licença gratuita de utilização pela Embrapa (Jorge & Silva, 2009).

Devido a carência de estudos sobre a avaliação do estado de N por meio de imagens digitais na região do trópico úmido, objetivou-se avaliar o uso da análise digital de imagens utilizando o AFSOft[®] para diagnosticar o estado de N na cultura do feijão caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação, localizada na área experimental da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís/MA em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, com a cultivar BRS Guariba.

Foram utilizadas cinco doses de N (0; 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 g/vaso de N), tendo como fonte de N, a ureia (45%). Cada parcela experimental foi constituída por um vaso com capacidade para 6 litros. Para o plantio foram adicionados 200 mg kg⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples, 18% P₂O₅) e 150 mg kg⁻¹ de K₂O (KCl, 60% K₂O), por vaso.

Foram semeadas seis sementes, deixando apenas três plantas por vaso, após o desbaste. Aos 45 DAE, foram realizadas as leituras do índice SPAD com o clorofilômetro SPAD-502, na segunda folha trifoliada, em duas plantas por vaso. Estas folhas foram destacadas da planta e higienizadas com hipoclorito de sódio e posteriormente, digitalizada em scanner e os arquivos foram salvos em JPEG.

Com o programa AFSOft[®], foram determinados seis padrões de cores na folha. Após a definição do padrão, as imagens foram classificadas quanto à proporção de área ocupada em cada padrão. Depois da determinação da cada padrão, foi atribuída uma escala de nota que variou de 0 (amarelo) a 5 (verde escuro), conforme descrição em Haim et al. (2012).

A proporção de ocorrência de cada padrão foi multiplicada pela escala correspondente, que forneceu a nota de cada padrão. A nota do AFSOft[®] de cada planta foi calculada pelo somatório das



notas de cada padrão. Após essa etapa, as folhas foram secadas em estufa, moídas e submetidas à digestão sulfúrica, para a determinação do teor de N pelo método Kjeldahl, conforme descrito em Tedesco et al. (1995).

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e regressão. As variáveis foram submetidas à análise de correlação simples de Pearson (r).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das doses de N para o teor de N, índice SPAD e nota AFSOft[®], com comportamento quadrático em função das doses de N. (**Tabela 1 e Figura 1**).

A dose de N que proporcionou a máxima nota AFSOft[®] foi 1,87 g/vaso e a máxima nota AFSOft[®] obtida com esta dose foi 4,04. A dose de N que proporcionou o máximo teor de N e índice SPAD foi 2,04 g/vaso e 2,11 g/vaso e o máximo teor de N e índice SPAD obtidos com estas doses foram 47,24 g kg⁻¹ e 44,69 unidade SPAD.

As doses ótimas de N (DON) e seus valores máximos obtidos com a respectiva DON estão apresentados na **Tabela 1**. O presente trabalho está em conformidade com os resultados de Coelho et al., (2010), onde relataram efeito das doses de N sobre o teor de N nas folhas e do índice SPAD.

O uso do clorofilômetro SPAD para avaliação do estado de N torna-se vantajoso, devido apresentar baixa sensibilidade ao consumo de luxo de N pelas plantas (Fontes, 2001). Isto é favorecido pela forma com que este nutriente se acumula na folha, já que, quando o N é absorvido em excesso, acumula-se como nitrato, no vacúolo (Fontes, 2001).

Houve relação quadrática no teor de N com o índice SPAD e nota AFSOft[®]; e entre o índice SPAD e nota AFSOft[®] (**Tabela 2**). Estas relações apresentaram coeficiente de correlação de 0,87*; 0,82* e 0,92*, respectivamente (**Tabela 2**). Coelho et al. (2010) também confirmaram os resultados do presente experimento, onde encontraram correlação significativa entre o teor de N e índice SPAD.

Com relação às correlações entre o teor de N com a nota AFSOft[®] e índice SPAD com a nota AFSOft[®], Haim et al. (2012) encontraram correlações significativas para todas as cultivares, exceto para a cultivar Carioca, em que a correlação entre teor de N e nota AFSOft[®] foi 0,47NS.

Estes autores concluíram que devido a correlação existente entre o teor de N e nota AFSOft[®] ser significativa evidencia que a análise digital de imagens pode estimar adequadamente o grau de esverdeamento das folhas do feijoeiro.

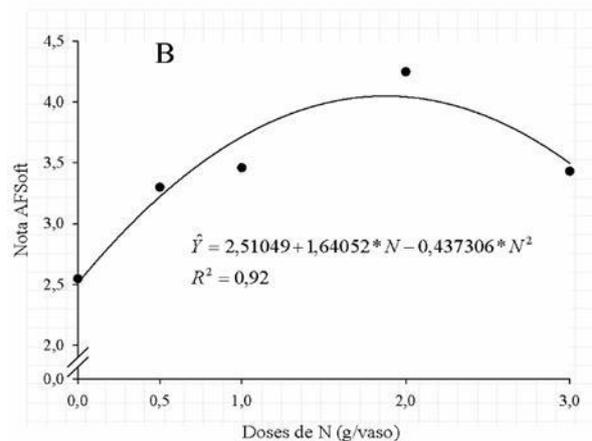


Figura 1. Nota AFSOft em função de doses de N (g/vaso).

** e *: significativos ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

CONCLUSÕES

As doses de N influenciam positivamente o teor de N, índice SPAD e nota AFSOft[®]. A nota AFSOft[®] correlaciona positivamente com o teor de N na folha de feijão caupi, o que evidencia a sua utilização como método rápido para a avaliação do estado de N em plantas de feijão caupi.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à FAPEMA e à UEMA pelas bolsas concedidas para a execução do projeto.

REFERÊNCIAS

BACKES, C.; BÔAS, R. L. V.; LIMA, C. P. de; GODOY, L. J. G. de; BÜLL, L. T.; SANTOS, A. J. M.



Estado nutricional em nitrogênio da grama esmeralda avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto. *Bragantia*, 69:661-668, 2010.

BRAUN, H.; FONTES, P. C. R.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Teor e exportação de macro e micronutrientes nos tubérculos de cultivares de batata em função do nitrogênio. *Bragantia*, 70:50-57, 2011.

COELHO, F. S.; FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M.; NEVES, J. C. L.; SILVA, M. C. de C. Dose de nitrogênio associada à produtividade de batata e índices do estado de nitrogênio na folha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34:1175-1183, 2010.

FONTES, P. C. R. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 122 p, 2001.

HAIM, P. G., ZOFFOLI, B. C., ZONTA, E.; ARAÚJO, A. P. Diagnose nutricional de nitrogênio em folhas de feijoeiro pela análise digital de imagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47:1546-1549, 2012.

JORGE, L. A. de C.; SILVA, D. J. da C. B. AFSOFT: manual de utilização. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 20p, 2009.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5).

Tabela 1. Teor de N e índice SPAD em função de doses de N (g/vaso) e, dose ótima de N (DON, g/vaso) e valor máximo (VM) obtido com a DON, para a cultivar.

Variáveis	Equações ajustadas	r ² /R ²	DON	VM
Teor de N (g kg ⁻¹)	$\hat{Y} = 39,1264 + 4,98192^{\circ}N - 1,22161^{\circ}N^2$	0,89	2,04	47,24
Índice SPAD	$\hat{Y} = 35,0013 + 6,01503^{\circ}N - 1,42484^{\circ}N^2$	0,84	2,11	44,69

** , * e °: significativos ao nível de 1%, 5% e 10% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 2. Equações ajustadas com seus respectivos coeficientes de determinação (r²) e os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os parâmetros analisados em folhas de feijão caupi.

Variável dependente	Variável independente	Equação ajustada	r ²	r
Teor de N (g kg ⁻¹)	Índice SPAD	$\hat{Y} = 14,4720 + 0,7133^*$	0,87	0,93*
Teor de N (g kg ⁻¹)	Nota AFsoft	$\hat{Y} = 31,4901 + 3,1297^*$	0,82	0,90*
Índice SPAD	Nota AFsoft	$\hat{Y} = 24,1125 + 4,3121^{**}$	0,92	0,96*

** , * e °: significativos ao nível de 1%, 5% e 10% de probabilidade, respectivamente.