

TECNOLOGIA ALTERNATIVA NA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DO FEIJÃO-CAUPI NO ESTADO DO TOCANTINS

Natália Vitória Noletto Ribeiro¹, Henrique Antunes de Souza², Sérgio Alves de Souza², Marcus André Ribeiro Correia³

¹Estudante do Curso Superior de Engenharia Agrônômica do Campus Colinas do Tocantins – IFTO. Bolsista do CNPq. e-mail: natalia.ribeiro@estudante.ifto.edu.br

²Doutor em Produção Vegetal – Embrapa Meio Norte. Pesquisador Colaborador Embrapa Meio Norte; e-mail: henrique.souza@embrapa.br

²Doutor em Produção Vegetal do Campus Colinas do Tocantins – IFTO. Professor Colaborador do IFTO; e-mail: sergio.souza@ifto.edu.br

³Doutor em Solos e Nutrição de Plantas do Campus Colinas do Tocantins – IFTO. Professor Orientador; e-mail: correia@ifto.edu.br

Resumo: Feijão-caupi é uma leguminosa cujos grãos possuem alto valor alimentar e que se adapta muito bem as adversidades edafoclimática. Neste sentido objetivou-se, com este trabalho estabelecer os índices de referência DRIS para a cultura do feijão-caupi a partir de dados provenientes de monitoramento nutricional de duas lavouras comerciais, amostradas em duas regiões do estado do Tocantins nos municípios de Palmeirante e Colinas do Tocantins. Foram gerados os índices DRIS considerando a relação nutricional entre N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn. Os elementos fósforo e manganês apresentaram índices DRIS com maiores discrepâncias em relação ao Índice de Balanço Nutricional médio IBNm. Os demais elementos foram considerados adequados pelo método do Índice de Balanço Nutricional médio IBNm.

Palavras-chave: Índices DRIS, *Vigna unguiculata*, nutrição mineral

1 INTRODUÇÃO

A avaliação do estado nutricional das plantas é uma prática necessária nas principais lavouras comerciais. A garantia de métodos de avaliação que melhor expressa a eficiência nutricional das plantas refletindo em produtividade são rotineiramente pesquisados. A análise química de plantas, com critérios ajustados de amostragem, é uma ferramenta essencial para a avaliação do equilíbrio de nutrientes. A ideia de usar o teor mineral das folhas como critério para a avaliação do estado nutricional foi proposta inicialmente por Lagatu e Maume (1934), em Montpellier, na França.

A interpretação da análise foliar é realizada pela comparação da concentração dos nutrientes nas folhas e de seus valores (níveis críticos, NC) ou faixas de valores (faixas de suficiência, FS) críticos, acima dos quais não se espera acréscimo na produtividade das plantas pelo aumento na disponibilidade dos nutrientes- Malavolta (2006).

Outras ferramentas agrotecnológicas podem ser empregadas para avaliar o estado nutricional das plantas, no caso o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (-DRIS), alternativa viável cientificamente, capaz de inferir respostas rápidas e práticas no decorrer do desenvolvimento das lavouras, pois é considerado um método de interpretação holístico, menos afetado por alguns fatores que influenciam no teor de nutrientes nas plantas e, além disso, é capaz de ordenar os nutrientes em sua ordem de limitação e importância naquele momento (CRESTE, 2008). O conceito do DRIS foi introduzido por Beaufils (1973), sendo um método de diagnóstico nutricional de plantas que se baseia no

cálculo de um índice para cada nutriente, considerando sua relação com os demais, e comparando cada relação com as relações médias de uma população de referência.

Na cultura do feijão-caupi já foi desenvolvido softwares DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação) pela Embrapa em outras regiões do país, com produção dos índices DRIS para macro e micronutrientes, contudo, para a região Norte em especial o Estado do Tocantins nenhum trabalho nesta linha de pesquisa foi desenvolvido.

Apesar de haver trabalhos iniciais com o uso do DRIS para lavouras de feijão-caupi em parte das áreas de produção no Brasil, há necessidade de se expandir as ações considerando, por exemplo, algumas peculiaridades regionais a exemplo das condições edafoclimáticas. Assim objetivou-se com este estudo estabelecer os índices de referência DRIS para a cultura do feijão-caupi a partir de dados provenientes de monitoramento nutricional de duas lavouras comerciais, amostradas em duas regiões do estado do Tocantins.

3 METODOLOGIA

As amostras dos tecidos foliares para obtenção dos dados nutricionais da cultura do feijão-caupi ocorreu no ano safra 2019/2020, em duas lavouras comerciais, localizadas no estado do Tocantins, em específico, na Fazenda Colinas de São Gabriel, situada na rodovia TO 335, km 24, município de Palmeirante – TO e na Fazenda Experimental do Instituto Federal do Tocantins, Campus Colinas do Tocantins. Os solos predominantes sob os plantios foram Latossolos e Neossolos preparados no sistema de cultivo convencional. As cultivares de feijão-caupi utilizadas nas lavouras amostradas foram: Corujinha; Pingo-de-ouro e Vinagre em lavoura comercial.

Segundo a classificação de Köppen, o clima local de ambas as áreas é do tipo Aw tropical com inverno curto, moderado e seco, e verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas. A precipitação média de ambos os locais é de 1.800 mm ano⁻¹ e temperatura média de 26,5°C.

As coletas ocorreram na safra 2019/2020, sendo que foram coletadas 15 amostras em cada lavoura comercial, totalizando 30 amostras de tecidos foliares em 2 polos de produção de feijão-caupi no estado do Tocantins. Os tecidos foliares foram obtidos por meio de amostragem da folha diagnóstica do feijão-caupi (terceiro trifólio com pecíolo após o ápice, no estágio de pleno florescimento) segundo recomendação de Boaretto et al., (2009). Após coleta das folhas, as mesmas foram lavadas em água corrente, posteriormente, foram colocadas em uma estufa de circulação forçada de ar com temperatura de ($\pm 65^{\circ}\text{C}$) até atingir massa constante, e depois foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 1 mm sendo realizado no laboratório Instituto Federal do Tocantins, Campus Colinas do Tocantins.

Posteriormente, foram enviadas para análise química de macro (N, P, K, Ca e Mg) e dos micronutrientes (Cu, Fe, Mn, e Zn), conforme Myazawa et al. (2009), em que o P foram quantificados por colorimetria, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica, após digestão em uma mistura de ácidos nítrico e perclórico; o nitrogênio foi determinado por micro Kjeldahl (Myazawa et al., 2009)-

No mesmo momento da coleta da folha diagnóstica, foi coletado a amostra de solo, na camada de 0-0,2 m para análise de fertilidade do solo (pH, M.O., P, K, Ca, Mg, Na, Al, H+Al, SB, CTC, V e m) conforme Teixeira et al. (2010),-em que pH foi determinado em água, M.O. pelo método de Walkley-Black, P, K e Na pelo método do duplo ácido (Melich1), Ca, Mg e Al empregou-se o extrator KCl e H+Al (acidez potencial) utilizou-se a extração com acetato de cálcio, sendo que as demais variáveis foram calculadas (SB, CTC, V e m). Ainda, de posse das amostras de solo realizou-se análise de textura do solo (TEXEIRA Donagemma et al., 2017), pelo método da pipeta. As amostras após coletadas foram homogeneizadas e secas ao ar (TFSA), e em seguida foram tamisadas em peneiras de 2 mm.-

Tabela 1- Atributos químicos médios do solo em função dos ambientes de produção de feijão-caupi em lavouras comerciais no estado do Tocantins.

Gleba	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	SB	S	V
cm	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	-----cmol _c .dm ⁻³ -----						mg.dm ⁻³	%
0-20	5,25	0,5	1,7	0,06	1,47	0,86	1,48	3,9	2,39	2,8	61

Fonte: Ribeiro et.al. (2021) Fonte: RIBEIRO, Natália Vitória Noieto, 2021

As informações utilizadas para a formação da base de dados da tabela 1 foram os teores totais dos seguintes nutrientes (N, P, K, Ca e Mg, em g.kg⁻¹; Zn, Cu, Mn e Fe, em mg.kg⁻¹) nas folhas e a produtividade de grãos do feijão-caupi. A base de dados foi dividida em duas subpopulações: uma com produtividade acima de 600,7 kg ha⁻¹ e outra com produtividade abaixo.

Para o cálculo do DRIS seguiu-se a metodologia empregada e descrita por Beaufils (1973). O Índice de Balanço Nutricional - IBN foi calculado pelo somatório dos valores absolutos dos índices gerados para a amostra, obtidos para cada nutriente, e o Índice de Balanço Nutricional médio (IBNm) foi obtido pelo IBN de cada amostra dividido pelo número de nutrientes que participam do cálculo (Wadt, 2005). Para cada um dos nutrientes analisados, foram estabelecidas três classes nutricionais, considerando o índice DRIS do nutriente e o IBNm: deficiente, adequado e excessivo, seguindo o método proposto por Wadt (2005). O nutriente foi considerado deficiente quando apresentou índice DRIS negativo e, em módulo, mostrou valor maior que o IBNm; foi considerado adequado quando apresentou índice DRIS negativo ou positivo, porém em módulo menor que o IBNm; e excessivo quando

o índice DRIS foi positivo, e, em módulo, o valor foi maior que o IBNm.

Para o estabelecimento das normas, a base de dados foi dividida em populações de alta e de baixa produtividade. Os cálculos da média, coeficiente de variação e da variância foram realizados para o grupo de alta e de baixa produtividade, utilizando-se as relações diretas e inversas. O nosso índice de balanço nutricional (IBN) foi obtido somando-se os valores em módulo obtidos para os 9 nutrientes:

$$IBN = |IN| + |IP| + |IK| + [...] + |IFe| + |IMn| + |IZn|$$

O índice de balanço nutricional médio (IBNm) foi obtido dividindo-se o valor de IBN pelo número total de nutrientes (n):

$$IBNm = IBN/n$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores nutricionais médios das análises químicas da folha diagnóstica do feijão-caupi coletado nas lavouras comerciais são apresentados na (Tabela 2). Comparando estes valores com os considerados como adequados para a cultura segundo as literaturas observa-se que para o elemento nitrogênio (N) de acordo com Linhares (2007) os teores adequados (N) na cultura do feijão-caupi analisados na época da floração variam de 39-42 g.kg⁻¹ do elemento. Resultados diferentes são apresentados por Malavolta (1997) para o mesmo elemento com variação nos teores foliares de N entre 18 – 22 g.kg⁻¹. Assim nota se que os teores de (N) obtidos neste trabalho estão próximos dos considerados como adequados para a cultura do feijão-caupi, sendo a diferença possivelmente oriunda das diferentes cultivares analisadas.

Tabela 2- Valores médios para os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu e Mn de feijão-caupi cultivado em lavouras comerciais no Estado do Tocantins.

Teores médios				
N	P	K	Ca	Mg
-----g.kg ⁻¹ -----				
33,07	3,94	19,01	19,97	4,16
Zn	Fe	Cu	Mn	
-----mg.kg ⁻¹ -----				
19,88	120,17	4,51	43,65	

Fonte: Ribeiro et.al. (2021)

Quando a interpretação do estado nutricional é realizada pelo índice DRIS observa-se que o índice de nitrogênio IN está negativo, indicando uma interpretação de adequado, ou seja, quando apresenta índice DRIS negativo ou positivo, porém em módulo menor que o Índice de Balanço Nutricional Médio (IBNm) da população de referência (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores dos índices nutricionais, índice de balanço nutricional (IBN) e índice de balanço nutricional médio (IBNm) de lavouras comerciais de feijão-caupi no estado do Tocantins.

IN	IP	IK	ICa	IMg	IZn	IFe	IMn	ICu	IBN	IBNm
-13,96	51,813	-17,5	42,24	31,579	-20,26	-7,569	-76,05	9,7085	270,68	30,076

IN = índice de nitrogênio; IP = índice de fósforo; IK = índice de potássio; ICa = índice de cálcio; IMg = índice de magnésio; IZn = índice de zinco; IFe = índice de ferro; IMn = índice de manganês; ICu = índice de cobre; IBN = Índice de Balanço Nutricional; e IBNm = Índice de Balanço Nutricional Médio.

Fonte: Ribeiro, et.al. (-2021)

Já os teores foliares médios analisados para fósforo (P), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) superaram os teores considerados como adequado na literatura. Segundo Linhares (2007), os valores adequados de P e Ca em época de floração para cultura do feijão-caupi estão entre 2,6 - 2,9 g.kg⁻¹ do elemento para P e 13,3 – 16,4 g.kg⁻¹ do elemento para Ca, já para magnésio varia de 5,2 – 5,5 g.kg⁻¹ do elemento segundo Raij (2008). O mesmo comportamento de interpretação também foi observado quando se analisou os índices DRIS, sendo estes considerados como elementos em excesso de acordo com o método proposto por Wadt (2005). Segundo o autor o elemento é considerado em excesso quando o índice DRIS for positivo, e, em módulo, o valor for maior que o IBNm, correspondendo os observados no trabalho com índices de IP, ICa e IMg de 51,81, 42,24 e 31,57 respectivamente e IBNm de 30,07 (Tabela 3). Vale ressaltar que nas lavouras não foi observado sintomatologia de excesso nutricional dos respectivos elementos. Sugere-se que estes resultados dos altos índices interpretados pelo Sistema DRIS pode estar aliado com a ampla faixa que separa o estado nutricional dos elementos deficientes dos em excessos para estes casos.

Para o elemento potássio (K) segundo Linhares (2007), os valores adequados de K em época de floração para cultura do feijão-caupi estão entre 14,4 – 17,8 g.kg⁻¹ próximo do teor médio de 19,01 g.kg⁻¹ observados nas lavouras comerciais (Tabela 2). Os resultados observados com os teores médios coincidem com a interpretação pelo método da faixa de suficiência em relação ao índice DRIS, observando que o IK foi de -17,5 ou seja, foi considerado adequado quando apresenta índice DRIS negativo ou positivo, porém em módulo menor que o IBNm (Tabela 3).

Para os micronutrientes vale destacar os baixos teores de Zn, Mn e Cu observados nos tecidos foliares (Tabela 2), ao contrário do elemento Fe que se encontra dentro da faixa considerado adequado (Tabela 4). Utilizando a interpretação do estado nutricional realizada pelo índice DRIS observa-se que somente o índice de manganês IMn -76,05 está em deficiência, ou seja, o nutriente foi considerado deficiente quando apresenta índice DRIS negativo e, em módulo, mostrou

valor maior que o IBNm 30,07 (Tabela 3). Contudo ressalta se que no campo a sintomatologia de deficiência não chegou a ser evidenciada a nível de tecido em todas as lavouras comerciais analisadas.

Tabela 04 – Teores adequados de micronutrientes para a cultura do feijão.

Cultura	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg.kg ⁻¹ -----				
Feijão	10-50	5-15	100-300	50-400	35-100

Fonte: Malavolta (2006)

O baixo teor de Mn nos tecidos foliares possivelmente esteja relacionado com a baixa exigência das cultivares utilizadas neste ensaio experimental, haja vista, que no solo as concentrações de Mn estão elevadas de acordo com Rajj et al. (1997), ou seja, 1,2 mg.dm⁻³ no solo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação do estado nutricional por meio dos índices DRIS mostraram-se eficientes, sendo uma ferramenta a mais para diagnosticar o adequado balanço nutricional da cultura do feijão-caupi.

Novas análises com determinações de normas DRIS em populações de referência maior deve ser pesquisado, para garantir um diagnóstico cada vez mais próximo das realidades das lavouras comerciais.

6 REFERÊNCIAS

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Bloemfontein: University of Natal, 1973, p. 132. (Soil Sci. Bulletin, BEVERLY, R. B. Comparison of DRIS and alternative nutrient diagnostic methods for soybean. Journal of Plant Nutrition, v. 10, p. 901-920, 1987.

BOARETTO, A.E.; RAIJ, B.V.; SILVA, F.C.; CHITOLINA, J.C.; TEDESCO, M.J.; CARMO, C.A.F.S. Análise química do tecido vegetal. In: SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. 59-85p.

CAPORAL, F. R. Agroecologia não é um tipo de agricultura alternativa. 2005. Disponível em: www.pronaf.gov.br/dater/arquivos/0730211685.pdf>. Acesso em 15 maio 2019
RESTE, J.E. Perspectivas do DRIS em culturas de alta produtividade. In: PRADO, R.M.; ROZANE, D. E. et al. Nutrição de plantas - diagnose foliar em grandes culturas. Jabo cabal: Santa Terezinha, 2008. p.83105.

LAGATU, H.; MAUME, L. L. Le diagnostic foliaire de la pomme de terre. Annales de l'Ecole Nationale d'Agriculture, v.22 , p.50- 158, 1934a.

LINHARES, L.C.F. **Comportamento de três cultivares de caupi, submetidas à omissão de nutrientes, cultivados em amostras de Gleissolo de Várzea do rio Pará.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, 2007. 58p.

MALAVOLTA, E.-; VITTI, G.C.-; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, EURIPEDES. **Manual de nutrição mineral de plantas,** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. – 638p.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELO, W. J. ANÁLISE QUÍMICA DE TECIDO VEGETAL. In: Silva, F. C. (ed.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2009. Cap.1, p.193-233.

RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., & Furlani, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: Fundação IAC, 1997.

RAIJ, B. **van V.** **Gesso na agricultura.** Campinas, Instituto Agronômico, 2008. 233p.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; OLIVEIRA, J. P. R.; SILVA, A. G.; PELÁ, A. Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. Revista Ciência Agronômica, v.41, n.2, p.300-307, 2010.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., & TEIXEIRA, W. G., **MANUAL de métodos de análise de solo,** ed. 3, revisado e ampliado – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee plantations. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, p. 227-234, 2005.