

Diagnóstico nutricional foliar de feijão utilizando o método das faixas de suficiência em Montividiu, Goiás

Nutritional diagnosis of foliar beans using the sufficiency bands method in Montividiu, Goiás

Diagnóstico nutricional foliar de frijol mediante el método de bandas de suficiencia en Montividiu, Goiás

Recebido: 08/04/2021 | Revisado: 16/04/2021 | Aceito: 21/04/2021 | Publicado: 06/05/2021

Aline Sant'Anna Monqueiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2222-2160>

Grupo FMA, Brasil

E-mail: aline@grupofma.com.br

Sebastião Ferreira de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5693-912X>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: sebastiao.lima@ufms.br

Lucas Jandrey Camilo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6149-4708>

CerradinhoBio, Brasil

E-mail: luucasjandrey@hotmail.com

Juliana Akemi Kaneko

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2843-8453>

CerradinhoBio, Brasil

E-mail: juliana.akemi.kaneko@hotmail.com

Maria Gabriela de Oliveira Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3348-5150>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: gabriela13andrade@hotmail.com

Lucymara Merquides Contardi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5418-5077>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: lu_contardi@hotmail.com

Vitória Fátima Bernardo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1955-333X>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: vfbernardo@hotmail.com

Mariele Silva Abreu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4719-3375>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: marielesabreu@gmail.com

Resumo

A avaliação nutricional pela análise foliar possibilita verificar a capacidade da cultura de absorver os nutrientes, permitindo, com isso, diagnosticar os fatores nutricionais limitantes para a produção. Dessa forma, o feijoeiro que apresenta ciclo reduzido e sistema radicular predominante nas camadas superficiais do solo, pode ser beneficiado por esse diagnóstico, tornando-se uma importante ferramenta para os demais ciclos de cultivo, com informações estritamente locais. Assim, o objetivo do trabalho foi diagnosticar os nutrientes e interações mais limitantes no feijoeiro pela metodologia das faixas de suficiência. O experimento foi conduzido no município de Montividiu-GO, utilizando a cultivar BRSMG Madrepérola com semeadura no início de outubro. Foram realizadas 49 amostragens, uma amostra composta formada por 30 subamostras, sendo amostrada a primeira folha totalmente expandida na época do florescimento. Na interpretação dos resultados foliares pelo método de faixas de suficiência, os valores foram submetidos a teste de estatística univariada, distribuição de frequência e correlação linear de Pearson entre os teores de nutrientes. Constatou-se que o enxofre foi o elemento com menor absorção no feijoeiro, com 98% das amostras enquadrando como deficiente para a cultura. Os nutrientes, fósforo, potássio e manganês, em 100% das amostras foram classificados em excesso. Verificou-se que nitrogênio, cálcio e zinco se encontravam em excesso, em 51%, 85,7% e 98% das amostras, respectivamente. Conclui-se que a metodologia das faixas de suficiência é eficiente para interpretação dos resultados foliares com o interesse de adequação no manejo nutricional da cultura do feijão.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; Dris; Análise foliar; Amostragem foliar.

Abstract

Nutritional assessment by foliar analysis makes it possible to verify the culture's ability to absorb nutrients, thereby allowing the diagnosis of the limiting nutritional factors for production. Thus, beans with a reduced cycle and root system predominant in the superficial layers of the soil, can benefit from this diagnosis, becoming an important tool for other cultivation cycles, with strictly local information. Thus, the objective of the work was to diagnose the most limiting nutrients and interactions in beans by the sufficiency ranges methodology. The experiment was conducted in the municipality of Montividiu-GO, using the cultivar BRSMG Madrepérola with sowing in early October. It totaled 49 samplings, a composite sample was formed by 30 subsamples, the first fully expanded leaf at the time of flowering was sampled. In the interpretation of leaf results by the sufficiency range method, the values were subjected to univariate statistical test, frequency distribution and Pearson's linear correlation between nutrient levels. He found that sulfur is the element with the lowest absorption in common beans, with 98% of the samples being classified as deficient for the crop. The nutrients, phosphorus, potassium and manganese, in 100% of the samples were classified in excess. It was found that nitrogen, calcium and zinc were found in excess, in 51%, 85.7% and 98% of the samples, respectively. It is concluded that the sufficiency bands methodology is efficient for the interpretation of leaf results with the interest of adequacy in the nutritional management of the bean culture.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*; Dris; Leaf analysis; Leaf sampling.

Resumen

La evaluación nutricional mediante análisis foliar permite verificar la capacidad del cultivo para absorber nutrientes, lo que permite el diagnóstico de los factores nutricionales limitantes para la producción. Así, los frijoles con ciclo reducido y sistema radicular predominante en las capas superficiales del suelo, pueden beneficiarse de este diagnóstico, convirtiéndose en una herramienta importante para otros ciclos de cultivo, con información estrictamente local. Así, el objetivo del trabajo fue diagnosticar los nutrientes e interacciones más limitantes en el frijol mediante la metodología de rangos de suficiencia. El experimento se realizó en el municipio de Montividiu-GO, utilizando el cultivar BRSMG Madrepérola con siembra a principios de octubre. Se totalizaron 49 muestreos, se formó una muestra compuesta por 30 submuestras, retirando la primera hoja completamente expandida en el momento de la floración. En la interpretación de los resultados foliares por el método de rango de suficiencia, los valores fueron sometidos a prueba estadística univariante, distribución de frecuencias y correlación lineal de Pearson entre niveles de nutrientes. Encontró que el azufre es el elemento con menor absorción en el frijol común, con un 98% de las muestras clasificadas como deficientes para el cultivo. Los nutrientes, fósforo, potasio y manganeso, en el 100% de las muestras se clasificaron en exceso. Se encontró que nitrógeno, calcio y zinc se encontraron en exceso, en 51%, 85,7% y 98% de las muestras, respectivamente. Se concluye que la metodología de bandas de suficiencia es eficiente para la interpretación de los resultados foliares con el interés de la adecuación en el manejo nutricional del cultivo de frijol.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, Dris, Análisis foliar, Muestreo foliar.

1. Introdução

A cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é amplamente difundida no Brasil, podendo ser cultivado em três épocas, primeira safra (das águas), segunda safra (da seca) e terceira safra (de inverno), essa última encontrada principalmente em produtores com alto nível tecnológico, que utilizam obrigatoriamente a irrigação, caracterizando o Brasil como terceiro maior produtor mundial de feijão, o qual atingiu uma produção de 3,2 milhões de toneladas na safra 2019/20 (Conab, 2021), ficando atrás de Myanmar com 5,8 milhões de toneladas e Índia com 5,3 milhões de toneladas (Faostat, 2021).

O aumento da produtividade do feijoeiro está intimamente relacionado a nutrição mineral ofertada a cultura, sendo alta a exigência nutricional da cultura, justificado pelo sistema radicular pouco desenvolvido e superficial, além do ciclo curto. Dessa forma, é fundamental que o nutriente seja colocado à disposição da planta, em tempo e local adequados (Rosolem & Marubayashi, 1994). No entanto, nem sempre o manejo nutricional aplicado a cultura, resulta em produtividade esperada, sendo indicado realizar uma avaliação foliar para o acompanhamento da nutrição da planta. Para atingir esse nível de informação torna-se fundamental a coleta adequada das folhas e sua consequente análise química.

A análise química das folhas fornece um panorama da nutrição da planta em um determinado período de desenvolvimento da cultura, normalmente na época de maior necessidade nutricional, sendo, sem dúvidas uma das melhores ferramentas para avaliar a disponibilidade dos nutrientes no solo e a capacidade de absorção da planta de extrair os elementos químicos de forma eficiente (Vieira et al., 2010).

O uso da análise foliar, na diagnose do estado nutricional das plantas, tem como fundamento o fato de existir uma correlação entre sua taxa de crescimento ou de produção e o teor de nutrientes nos seus tecidos. Muitos fatores como cultivar, idade fisiológica e parte da planta a ser amostrada, podem interferir na composição das folhas. Contudo, anteriormente a amostragem do material vegetal a ser analisado, é necessário que esses fatores estejam bem definidos (Mesquita, 2013). Com a análise química foliar disponibilizada para as devidas avaliações, pode-se optar por uma metodologia de interpretação capaz de atender as necessidades locais de informações sobre a nutrição da cultura.

Os métodos mais usuais para interpretação de análises químicas em folhas pressupõem a comparação das concentrações de nutrientes encontradas, com valores de referência (Mourão Filho et al., 2002). Quando o valor padrão corresponde ao teor do nutriente a partir do qual o nível produtivo da cultura será igual ou maior que 90% da produtividade máxima, denomina-se de nível crítico (NC) ou faixas de suficiência (FS) (Kurihara et al. 2005).

Na cultura do feijoeiro, a interpretação das análises foliares e a avaliação do estado nutricional das plantas são realizadas, principalmente, pelos métodos do Nível Crítico Foliar (NC) e Faixa de Suficiência (FS). Essas técnicas apresentam facilidade na interpretação dos resultados analíticos, como também disponibilidade de valores padrões nutricionais na literatura especializada (Souza & Lobato, 2004; Creste & Echer, 2010).

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional do feijoeiro, safra 2016/17 no município de Montividiu - GO, por meio das concentrações de nutrientes determinadas por análise foliar e interpretadas pelo método das faixas de suficiência.

2. Metodologia

A estrutura experimental foi de natureza quantitativa e aplicou métodos estatísticos para a avaliação dos dados coletados (Pereira et al., 2018). O trabalho foi desenvolvido em campo aberto, em primeira safra e no período das águas, entre outubro de 2016 e janeiro de 2017, na fazenda Bom Jardim, que fica localizada no município de Montividiu (17°16'57"S e 51°19'41"O), região sudoeste goiano. A cultura estudada foi o feijão, cultivar BRSMG Madrepérola, feijão carioca com tegumento claro e longa duração de armazenamento, sem alterar a coloração. Segundo Koppen, o clima da região é caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa e quente (outubro a abril) e outra fria e seca (maio a setembro).

A cultura do feijão foi implantada dentro do sistema de rotação em plantio direto, posteriormente ao algodão safrinha. A semeadura ocorreu entre os dias 01 e 06 de outubro de 2016, com população de 211.111 mil plantas ha⁻¹, no espaçamento de 0,45 m entre linhas de semeadura.

Devido a rotação de cultura e com base na análise de solo, não houve adubação de plantio na cultura do feijão, considerando que a cultura anterior, o algodão, forneceria os nutrientes necessários para o desenvolvimento inicial do feijoeiro. Sendo assim, o manejo de adubação utilizado no algodão foi de 150 kg ha⁻¹ de MAP no plantio, 180 kg ha⁻¹ de KCl no estádio V3 (quando a quarta folha atinge 2,5 cm de comprimento) e 450 kg ha⁻¹ de ureia parcelado em três aplicações proporcionais de 150 kg no estádio vegetativo até o primeiro botão floral. Houve ainda o manejo nutricional de micronutrientes, os quais foram aplicados via foliar, sendo: 28 g ha⁻¹ de cobre, 230 g ha⁻¹ de manganês, 391 g ha⁻¹ de boro e 63 g ha⁻¹ de zinco.

Para o manejo de adubação do feijoeiro, antecipando o plantio, aplicou-se a lanço 280 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (18% P₂O₅; 18-20% Ca; 11-12% S). Na adubação em cobertura, foi utilizado 250 kg ha⁻¹ do formulado 45-00-00, sendo a primeira aplicação na dose de 150 kg ha⁻¹ no estádio V2 (abertura completa das folhas primárias, unifolioladas) e a segunda com 100 kg ha⁻¹ no estádio V4 (terceira folha trifoliolada totalmente aberta). No período de floração, foi realizada uma aplicação de manganês, com fornecimento de 26 g ha⁻¹ do nutriente.

Foram estabelecidas sete glebas para amostragem das folhas do feijão, tendo como objetivo o diagnóstico do estado nutricional. A definição de glebas partiu do preceito de que as áreas apresentavam homogeneidade do solo, palhada e desenvolvimento do feijoeiro. Em cada gleba foram coletadas sete amostras compostas, totalizando 49 pontos de amostragem com marcação das coordenadas geográficas e altitude, para facilitar a localização no momento de colheita.

Cada amostra foliar composta foi formada por 30 subamostras coletadas de forma aleatória, sendo o caminhamento entre as amostras realizado em zigzag. As amostragens foram coletadas no período do florescimento, retirando a primeira folha totalmente expandida a partir dos folíolos superiores (Malavolta et al., 1997). Após a coleta, as folhas foram colocadas em saco de papel com identificação e encaminhadas para o laboratório, para análises dos teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

O fim do ciclo da cultura culminou com a colheita mecanizada em 27 de dezembro de 2016. Os dados de produtividade do feijão não foram utilizados para a avaliação do diagnóstico foliar pelo método de faixas.

Os dados foram submetidos ao teste de estatística univariada, sendo calculadas as médias, desvio padrão, coeficientes de variação e valores máximos e mínimos. Adotou-se a análise de correlação linear simples, correlação linear de Pearson, a fim de verificar a relação entre os teores de nutrientes nas folhas, a 5%, pelo teste de t.

Para interpretação dos resultados das análises foliares foram utilizadas as concentrações adequadas para a cultura do feijão, aplicando a metodologia das faixas de suficiência, conforme disposto na Tabela 1 (Malavolta et al., 1997; Ambrosano et al., 1996).

Tabela 1. Classes de interpretação para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise foliar do feijoeiro, pelas faixas de suficiência.

N	P ¹	K ¹	Ca ¹	Mg ¹	S ¹	B ²	Cu ²	Fe ²	Mn ²	Zn ²
g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹									
30-50	2-3	20-25	15-20	4-7	5-10	30-60	10-20	100-450	30-300	20-100

Fonte: ¹Malavolta et al. (1997); ² Ambrosano et al. (1996).

3. Resultados e Discussão

Os teores médios obtidos nas amostras de folha (Tabela 2) foram comparados com os valores apresentados na Tabela 1, permitindo verificar que apenas quatro dos onze nutrientes analisados encontram-se na classe adequado, sendo: Mg, B, Cu e Fe. Já os nutrientes: N (51,59 g kg⁻¹), P (4,63 mg kg⁻¹), K (50,93 mg kg⁻¹), Ca (23,78 mg kg⁻¹), Mn (386,13 mg kg⁻¹) e Zn (133,53 mg kg⁻¹) se apresentaram em excesso no feijoeiro. Apenas o enxofre, com valor de 3,55 mg kg⁻¹, foi classificado como deficiente.

Utilizando os valores da mediana (Tabela 2) para interpretação dos resultados conforme as faixas estabelecidas (Tabela 1), verificaram-se valores próximos à média, o que indica uma distribuição com poucas variações entre as amostras. Sendo assim, os nutrientes enquadraram-se semelhantemente as médias.

Os nutrientes P, K, Mn e Zn não apresentaram alteração de classe quando avaliado o valor mínimo e máximo (Tabela 2), ambos se encontram em excesso na planta. O micronutriente Fe também não apresentou alteração na classe quando avaliado a amplitude total, sendo classificado como adequado. Os valores dos nutrientes N, Mg e B, enquadraram-se da seguinte forma, valor mínimo: adequado, e valor máximo: excesso. Somente para o elemento Ca, o valor mínimo apresentou baixo teor, enquanto o valor máximo, excesso. O S e Cu obtiveram valor mínimo e máximo classificado como: deficiente e

adequado, respectivamente. A amplitude total permite medir a dispersão dos resultados porque leva em consideração o valor mínimo e máximo de cada nutriente.

Tabela 2. Valores mínimo, máximo, média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação para os teores de macro e micronutrientes obtidos pela análise de folha em 49 amostras na cultura do feijão sequeiro no município de Montividiu, GO, 2017.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV (%)
N (g kg ⁻¹)	41,06	64,07	51,59	50,23	5,70	11,04
P (mg kg ⁻¹)	3,44	6,35	4,63	4,53	0,64	13,75
K (mg kg ⁻¹)	39,50	65,75	50,93	49,00	7,05	13,84
Ca (mg kg ⁻¹)	13,50	31,50	23,78	24,50	3,20	13,47
Mg (mg kg ⁻¹)	4,10	7,63	6,14	6,25	0,81	13,13
S (mg kg ⁻¹)	2,64	5,10	3,55	3,49	0,47	13,21
B (mg kg ⁻¹)	40,34	69,82	54,68	55,59	6,91	12,64
Cu (mg kg ⁻¹)	7,50	19,00	12,07	12,50	2,73	22,62
Fe (mg kg ⁻¹)	160,00	225,00	192,98	195,00	16,70	8,66
Mn (mg kg ⁻¹)	346,50	436,50	386,13	381,00	24,47	6,34
Zn (mg kg ⁻¹)	100,00	176,00	133,53	133,50	19,61	14,69

Fonte: Autores.

Quando se avalia separadamente cada amostra, levando em consideração os 49 valores por elemento, é possível realizar uma distribuição de frequência para todos os nutrientes (Tabela 3).

Sendo assim, foi encontrado que em 98% das amostras o teor de S está abaixo da faixa de suficiência, seguido do Cu, com 24,5%. O enxofre nas culturas leguminosas exerce um papel fundamental, maximizando a fixação biológica do N, tornando-se um elemento de extrema importância para o feijoeiro (Prado, 2008). Entretanto, no experimento foi realizado adubação para fornecimento de nitrogênio, com isso, não houve redução do teor de N, justificando os resultados encontrados nas amostras foliares.

Com base nos dados abaixo (Tabela 3), verifica-se que para os nutrientes, P, K e Mn, 100% das amostras foliares estão classificadas em excesso. Segundo Marschner (1995), o fósforo em altas concentrações pode induzir sintomas de deficiência de micronutrientes. Nesta situação, observa-se que 24,5% das amostras estão com deficiência em Cu.

Para o K, a adição de 180 kg ha⁻¹ de KCl em cobertura na cultura do algodão deve ter elevado sua concentração no solo, principalmente porque a produtividade estimada de algodão para essa adubação potássica não foi atingida, ou seja, parte do K não foi absorvido e exportado pelo algodão, ficando no solo. Segundo Leandro (1998) os produtores realizam em excesso adubação potássica, que pode, em níveis elevados, causar desbalanços nutricionais. O excesso de K aplicado pode acarretar desbalanço entre cálcio e o magnésio, contribuindo para a redução da produtividade da cultura do feijão Azuki (Mota et al., 2001; Carnicelli et al., 2000) e prejuízo no desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea da planta ocasionado pelo elevado índice salino do fertilizante (Grangeiro & Cecílio Filho, 2004).

O excesso de Mn no feijoeiro causa mais prejuízo à simbiose do que o desenvolvimento da planta em si (Dobereiner, 1966). Entretanto pode aparecer inicialmente clorose marginal, pontuações marrons que evoluem para necroses na superfície do limbo foliar, especialmente em leguminosas (Prado, 2008). No experimento não foram observados sintomas visuais do excesso de Mn. Segundo Nogueira et al. (1982), em feijão de corda, houve um crescimento acelerado antes do surgimento

visual dos sintomas, porém, quando apareceram, as plantas diminuíram sensivelmente o ritmo de crescimento, e ressaltam que as plantas não produziram flores.

Os nutrientes Zn, Ca, e N, encontram-se em excesso em mais de 50% das amostras realizadas. O excesso de zinco provoca inibição da fotossíntese pela diminuição da atividade da rubisco, o que acarreta a redução da concentração de clorofila a e b e de proteínas solúveis, desencadeando efeitos depressivos nas variáveis de crescimento da planta e deficiências no processo fotossintético (Zabini, et al., 2007; Silva et al, 2010). Segundo Epstein (1975), o excesso de cálcio pode inibir competitivamente o efeito ativador do Mg. Com o nitrogênio classificado como alto na planta, está relacionado com o desvio de carboidratos para as proteínas, promovendo o excesso de desenvolvimento vegetativo da parte aérea, quando comparado a fase reprodutiva, causando também aumento da relação da parte aérea e raiz, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular e diminuindo a capacidade de resistência das plantas em períodos de veranicos (Prado, 2008).

Tabela 3. Distribuição de frequência dos elementos químicos: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela amostragem de folha em 49 pontos avaliados, na cultura do feijão sequeiro, no município de Montividiu, GO, 2017.

Nutrientes	Critério de interpretação (%)		
	Baixo	Adequado	Alto
N	0,0	49,0	51,0
P	0,0	0,0	100,0
K	0,0	0,0	100,0
Ca	2,0	12,2	85,7
Mg	0,0	87,8	12,2
S	98,0	2,0	0,0
B	0,0	85,7	14,3
Cu	24,5	75,5	0,0
Fe	0,0	100,0	0,0
Mn	0,0	0,0	100,0
Zn	0,0	2,0	98,0

Fonte: Autores.

Com base nas correlações entre os nutrientes presentes nas folhas de feijão, verificou que aproximadamente 27% dos coeficientes de correlação linear entre os nutrientes foliares foram significativos pelo teste t ($p < 0,05$) (Tabela 4).

Dentre as correlações lineares, destacam-se as positivas e significativas ($p < 0,01$) entre: P/K, P/Ca, P/Mg, P/Cu, Ca/Mg, Mg/Cu, S/Cu. Ressalta que mesmo com teores acima do adequado, supõe que os nutrientes em questão não estão acarretando perdas ou interferências na cultura do feijão. Houve também correlação positiva e significativa a 5%, para as correlações entre os nutrientes: K/Fe, Ca/Cu, Mg/S, Cu/Mn.

Quando se avalia as correlações negativas, fica evidente que o N pode estar interferindo em praticamente todos os nutrientes, com exceção do Fe e Zn. As correlações significativas a 5% são: N/Ca, N/Mg, N/S, N/B e N/Cu, sendo apenas a N/P correlação negativa altamente significativa ($p < 0,01$). Uma vez que a adubação do feijoeiro foi realizada com fonte de ureia, pode-se vincular ao fato que, quando a planta absorve o nitrogênio, existe um efeito negativo do NH_4^+ , na absorção de outros cátions, Mg^{+2} , Ca^{+2} , em função de seu efeito acidificante no citosol e não somente pela competição pelos sítios de absorção (Prado, 2008). Na cultura do algodoeiro, também foi observado correlação negativa entre o S e N. A explicação desse

comportamento, é a de que em concentrações maiores de S nas folhas, as concentrações de N apresentaram tendência a serem reduzidas, provavelmente em decorrência da competição entre os dois elementos, durante a translocação (Neves et al., 2005). Segundo Malavolta (2006), pode existir inibição competitiva entre cobre e o NH_4^+ , justificando a interação negativa e entre o N e Cu.

Tabela 4. Correlação linear de Pearson entre os nutrientes da folha de feijão.

Var	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
N	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P	-0,4302**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-0,1916	0,4294**	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca	-0,3322*	0,4484**	0,2573	1	-	-	-	-	-	-	-
Mg	-0,3254*	0,374**	-0,0778	0,4664**	1	-	-	-	-	-	-
S	-0,3012*	0,1342	0,0491	0,0523	0,2918*	1	-	-	-	-	-
B	-0,287*	0,258	0,1937	-0,0632	-0,1892	-0,1072	1	-	-	-	-
Cu	-0,3142*	0,4828**	0,0248	0,2955*	0,4044**	0,4943**	0,0372	1	-	-	-
Fe	0,0693	0,1033	0,3135*	-0,211	-0,2671	-0,1311	0,0616	-0,1567	1	-	-
Mn	-0,0143	-0,1106	-0,1405	0,0036	0,0701	0,0831	-0,1246	0,3132*	-0,1511	1	-
Zn	0,1001	0,0206	-0,0311	-0,0945	0,2225	0,101	-0,0797	0,2	-0,3896**	-0,0906	1

* e **: significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste t. Fonte: Autores.

4. Conclusão

A metodologia de faixas de suficiência utilizada foi eficaz para interpretação dos resultados, uma vez que foi possível verificar os nutrientes que estavam fora da faixa, para excesso ou deficiência.

O enxofre foi o nutriente mais crítico na classe de deficiência, sendo o nutriente mais limitante no desenvolvimento da cultura nessa condição. Quando se avalia a classe de excesso, verifica-se que os macronutriente nitrogênio, fósforo e potássio, estão com uma porcentagem alta das amostras classificadas nesse grupo.

Recomenda-se utilizar outros métodos de avaliação para obter maior segurança em relação aos nutrientes que mais contribuem para o desequilíbrio na planta.

Referências

- Ambrosano, E. J., Tanaka, R. T., Mascarenhas, H. A. A., Van Raij, B., Quaggio, J. A. & Cantarella, H. (1996). *Leguminosas e Oleaginosas*. In: Van Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J. A. & Furlani, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 100. IAC.
- Camicelli, J. H., Pereira, P. R. G., Fontes, P. C. R & Camargos, M. I. (2000). Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. *Horticultura Brasileira*, 18, 808-810.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. (2021). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>.
- Creste, J. E. & Echer, F. R. (2010). Establishing standards for the integrated recommendation and diagnosis system (DRIS) for irrigated bean crops. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41(16), 1921-1933.
- Dobereiner, J. (1966). Manganese toxicity effects in nodulation and nitrogen fixation of beans (*Phaseolus vulgaris L.*), in acid soils. *Plant and Soil*, 24(1), 153-166.
- Epstein, E. (1975). *Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas*. Livros Técnicos e Científicos Editora.
- FAOSTAT. (2021). *Crops*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Grangeiro, L. C. & Cecílio Filho, A. B. (2004). Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. *Horticultura Brasileira*, 22(4), 740-743.
- Kurihara, C. H, Maeda, S. & Alvarez, V. V. H. (2005). *Interpretação de resultados de análise foliar*. Embrapa Agropecuária Oeste.

- Leandro, W. M. (1998). *Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a cultura da soja (Glycine max L. Merrill) na região de Rio Verde- GO*. Tese de Doutorado.
- Malavolta, E., Vitti, G. C. & Oliveira, S. A. (1997). *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Potafos.
- Malavolta, E. (2006). *Manual de nutrição mineral de plantas*. Agronômica Ceres.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic.
- Mesquita, M. A. M. (2013). *Estado nutricional e normas DRIS para o feijoeiro irrigado em Cristalina, Goiás*. Tese de Doutorado.
- Mota, J. H., Souza, R. J., Silva, E. C., Carvalho, J. G. & Yuri, J. E. (2001). Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface-americana em cultivo protegido. *Ciência e Agrotecnologia*, 25, 542-549.
- Mourão Filho, F. A. A., Azevedo, J. C. & Nick, J. A. (2002). Função e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranjeira 'Valência'. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 37(2), 185-192.
- Neves, O. S. C., Carvalho, J. G., Martins, F. A. D., Pádua, T. R. P. & Pinho, P. J. (2005). Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 40(5), 517-521.
- Nogueira, O. L., Crisóstomo, L. A. & Paiva, J. B. (1982). Deficiências de micronutrientes essenciais e toxidez de alumínio e manganês em feijão de corda. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 17(4), 559-563.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf].
- Prado, R. M. (2008). *Nutrição de plantas*. Editora UNESP.
- Rosolem, C. A. & Marubayashi, O. M. (1994). *Seja o doutor do seu feijoeiro*. Encarte do Informações Agronômicas: Potafos.
- Silva T. M. R., Prado, R. M., Vale, D. W., Avalhães, C. C., Puga, A. P. & Fonseca, I. M. (2010). Toxicidade do zinco em milho cultivado em Latossolo Vermelho Distrófico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5(3), 336-340.
- Souza, D. M. G. & Lobato, E. (2004). *Cerrado: Correção do solo e adubação*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas.
- Vieira, S. R., Guedes Filho, O., Chiba, M. K., Mellis, E. V., Dechen, S. C. F. & De Maria, I. C. (2010). Variabilidade espacial dos teores foliares de nutrientes e da produtividade da soja em dois anos de cultivo em um latossolo vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(5), 1503-1514.
- Zabini, A. V., Martinez, H. E. P., Finger, F. L. & Silva, C. A. (2007). Concentração de micronutrientes e características bioquímicas de progênies de cafeeiros (*Coffea arabica L.*) eficientes no uso de zinco. *Bioscience Journal*, 23(4), 95-103.