UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ALINE SANT'ANNA MONQUEIRO

DIAGNOSE NUTRICIONAL E NORMA DRIS PARA O FEIJOEIRO DE PRIMEIRA SAFRA EM MONTIVIDIU, GOIÁS

CHAPADÃO DO SUL – MS

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ALINE SANT' ANNA MONQUEIRO

DIAGNOSE NUTRICIONAL E NORMA DRIS PARA O FEIJOEIRO DE PRIMEIRA SAFRA EM MONTIVIDIU, GOIÁS

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS
2018

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Chapadão do Sul

CERFITICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Aline Sant' Anna Monqueiro

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Sebastião Ferreira de Lima

DIAGNOSE NUTRICIONAL E NORMA DRIS PARA O FEIJOEIRO DE PRIMEIRA SAFRA EM MONTIVIDIU - GO

Prof.(a) Dr.(a) Presidente Sebastião Ferreira de Lima

Prof.(a) Dr.(a) Rita de Cassia Felix Alvarez

Prof.(a) Dr.(a) Matildes Blanco

Chapadão do Sul, 03 de Abril de 2018.

Aos meus pais Paulo Sérgio Monqueiro e Darlete Monqueiro,
por todo o apoio e ensinamento de vida para lutar pelos nossos sonhos.
Ao meu companheiro de vida, Marcelo Rodrigues Alves Guerra,
pela ajuda, compreensão e carinho em todo momento.
Ao meu Orientador, Sebastião Ferreira de Lima,
pela amizade e auxilio.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Nessa vida não somos nada sozinho, com isso primeiramente temos que agradecer a quem nos acompanha diariamente em nossos passos, Deus. E aqueles que carregamos diariamente em nossos corações.

Aos meus pais Paulo Sérgio Monqueiro e Darlete Monqueiro por sempre me apoiarem em minhas decisões e por todo auxilio que recebi nos momentos que mais precisei.

Ao Marcelo Rodrigues Alves Guerra, por estar ao meu lado em todos os momentos e pela paciência diária em nossa vida.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul, MS e ao Programa de Pós-graduação em agronomia pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

Aos professor Sebastião e Ana Paula, pelas muitas conversas ao longo dos anos. Pela orientação, confiança e ensinamentos durante o programa do mestrado.

Aos professores Rita de Cassia Felix Alvarez e Matildes Blanco, pela participação na banca, contribuição e considerações ao trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em agronomia, pelo conhecimento transmitido e auxilio e compreensão no momento que foi necessário.

Ao Técnico da Secretaria de Pós-Graduação Sinomar Moreira Andrade, por auxiliar nos procedimentos necessários para realizar durante a pós graduação.

A Usina Cerradinho Bio, por permitir iniciar o mestrado e incentivar o crescimento profissional e pessoal.

A Fazenda Monte Alegre em permitir concluir e conduzir o trabalho em suas instalações

As minhas meninas pelo pensamento positivo e todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus agradecimentos.

“TALVEZ NÃO TENHA CONSEGUIDO FAZER O MELHOR, MAS LUTEI PARA QUE O MELHOR FOSSE FEITO. NÃO SOU O QUE DEVERIA SER, MAS GRAÇAS A DEUS, NÃO SOU O QUE ERA ANTES.”

Marthin Luther King

RESUMO

A avaliação nutricional pela analise foliar possibilita verificar a capacidade da cultura de absorver os nutrientes e diagnosticar os fatores nutricionais limitantes para a produção, evidenciando a importância para a cultura do feijão devido ao ciclo reduzido e sistema radicular nas camadas superficiais do solo. O objetivo do trabalho foi diagnosticar os nutrientes e interações mais limitantes para aumento da produtividade no feijoeiro pela metodologia das faixas de suficiência. O experimento foi conduzido no município de Montividiu-GO, utilizou-se a cultivar BRSMG Madrepérola com semeadura no início de outubro. Houve o estabelecimento de 7 glebas homogêneas, onde foram coletadas 7 amostras composta em cada, totalizando 49 amostragens. Uma amostra composta era formada por 30 subamostras, retirando a primeira folha totalmente expandida na época do florescimento. Realizou a interpretação dos resultados com método tradicional de faixas de suficiência, e também pela metodologia DRIS. Constatou se pelo metodologia de Malavolta (1997), que o enxofre (S) é o elemento com menor absorção no feijoeiro (98%), enquadrando como deficiente para a cultura. Outro problema diagnosticado foi a correlação negativa do nitrogênio com os demais nutrientes, sendo exceção do ferro e zinco. Entretanto, os resultados obtidos pelo desenvolvimento do DRIS para alguns nutrientes não foram semelhantes de Malavolta (1997). Em ambas metodologias, o nitrogênio é o nutriente com maior frequência na classe de excesso nas plantas de feijão. Porém o elemento S diferiu, enquadrando 88% das amostras como suficientes. Concluindo dessa forma a importância da diagnose nutricional regionalizada para as culturas.

PALAVRAS-CHAVES: Feijoeiro; análise foliar; estado nutricional.

ABSTRACT

The nutritional evaluation for foliar analysis makes it possible to verify the capacity of the nutrient absorption culture and to diagnose the nutritional limiting factors for the production, evidencing an importance for a bean crop due to the reduced cycle and root system in the superficial layers of the soil. The objective of this study was to diagnose the most limiting nutrients and interactions to increase the production without bean by the methodology of the ranges of sufficiency. The experiment was conducted in the county of Montividiu-GO, using BRSMG Madrepérola with sowing in early October. There were 7 homogeneous areas, where 7 samples were collected each, totaling 49 samplings. A composite sample consisted of 30 subsamples, removing a first fully expanded leaf at the time of flowering. With the data banks formed, performed the interpretation of the results using traditional method of sufficiency ranges, and also by the DRIS methodology. For the interpretation of the foliar results by the traditional methodology, the values were submitted to univariate statistical test and frequency distribution, besides performing Pearson Linear Correlation, with 5 and 1%, by the t test. It was verified that the sulfur (S) is the element with lower absorption in the bean plant (98%), being considered as deficient for the crop. Another problem diagnosed was the negative correlation of nitrogen with other nutrients, except for iron and zinc. However, the results obtained by the development of DRIS for some nutrients were not similar to the existing literature. In both methodologies, nitrogen is the nutrient most frequently in the excess class in bean plants. However the element S, there were different results, where the S would be with 88% of the samples framed as sufficient. This concludes the importance of regionalized nutritional diagnosis for crops.

KEYWORDS: Common bean; analyze leaf; nutritional status.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA **PÁGINA**

CAPÍTULO 2

1 Equação de regressão polinomial entre as produtividades (sc ha^{-1}) (Y) e índice de equilíbrio nutricional – IBN (X) e coeficiente de regressão (r2) obtidos pelos 49 pontos de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO..... 58

2 Equação de regressão polinomial entre os teores de macronutrientes da variável (Y) e o seu índice DRIS (X) na análise foliar e coeficiente de regressão (r^2) obtidos pelos 49 pontos de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO..... 59

3 Equação de regressão polinomial entre os teores de micronutrientes da variável (Y) e o seu índice DRIS (X) na análise foliar e coeficiente de regressão (r^2) obtidos pelos 49 pontos de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO..... 60

LISTA DE TABELAS

TABELA		PÁGINA
	CAPÍTULO 1	
1	Classes de interpretação para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, B, Co e Mo, obtidos pela análise foliar do feijoeiro, pela faixas de suficiência.....	23
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.....	25
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.....	27
4	Correlação linear de Pearson entre os nutrientes da folha de feijão...	29
	CAPÍTULO 2	
1	Concentração adequada de nutrientes em folhas do feijoeiro comum segundo vários autores	39
2	Normas foliares DRIS (média, desvio padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para população de baixa e alta produtividade do feijão sequeiro, no município de Montividiu, GO, safra 2016/17 (n= 49 amostras).....	44
3	Índices DRIS calculados pelo procedimento de Beauflis (1973) e Índice de Balanço Nutricional (IBN) (Beaufils, 1973; Walworth & Sumner, 1987) obtidos pelas análises foliar para cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra em 49 pontos de amostragem de folhas no município de Montividiu, GO. Safra 2016/17	51

4 Porcentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por deficiência, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidos pela análise foliar para cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra em 49 pontos de amostragem de folhas no município de Montividiu, GO. Safra 2016/17 55

5 Porcentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por excesso, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidos pela análise foliar para cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra em 49 pontos de amostragem de folhas no município de Montividiu, GO. Safra 2016/17 56

6 Ponto de equilíbrio das variáveis, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise foliar em 49 pontos de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO 61

7 Faixas de suficiência das variáveis N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pelo desenvolvimento da metodologia DRIS para a cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO 62

8 Distribuição de frequência das variáveis, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise foliar em 49 pontos de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO 63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3
2.1. O feijão comum 3
2.2. Análise foliar: método de diagnose do estado nutricional das culturas 5
2.3. Interpretação das análises foliares 7
2.3.1. Método das faixas de suficiencia (FS) 7
2.3.2 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação 8
2.3.2.1. Normas DRIS 9
2.3.2.2 Calculo e interpretação dos indices 10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 11
CAPÍTULO 1 – DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL FOLIAR DO FEIJÃO SEQUEIRO NO MUNICÍPIO DE MONTIVIDIU, GO, UTILIZANDO O MÉTODO DAS FAIXAS SUFICIÊNCIA 18
RESUMO 18
1. INTRODUÇÃO 20
2. MATERIAL E MÉTODOS 21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 24
4. CONCLUSÕES 30
5. REFERÊNCIAS 30
CAPÍTULO 2 – ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS PARA A CULTURA DO FEIJÃO SEQUEIRO PRIMEIRA SAFRA NO MUNICIPIO DE MONTIVIDIU, GO 33
RESUMO 33
1. INTRODUÇÃO 35
2. MATERIAL E MÉTODOS 37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 43
4. CONCLUSÃO 64
5. REFERÊNCIAS **64**
APÊNDICES CAPÍTULO 1 E 2 69
ANEXOS CAPITULO 1 E 2 72

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é amplamente difundida no Brasil, podendo ser distribuída em três períodos, primeira safra (das águas), segunda safra (da seca) e terceira safra (de inverno), encontrada principalmente em produtores com alta tecnologia obrigatoriamente com acesso à irrigação, caracterizando o Brasil como terceiro maior produtor mundial, atrás de Myanmar e Índia (Conab 2017). Na safra 2016/17 o Brasil atingiu uma produção total de 3,2 milhões de toneladas, sendo que o Centro-Oeste contribuiu com 14,9% deste valor, tendo o estado de Goiás com a maior produtividade brasileira, 2.507 kg ha^{-1} (Conab 2018).

O aumento da produtividade do feijoeiro está intimamente relacionado a nutrição mineral ofertada a planta, sendo a exigência nutricional da cultura alta, justificado pelo sistema radicular pouco desenvolvido e superficial, além do seu 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 correlacionar 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).

Entretanto, outras metodologias podem ser utilizadas para interpretação das análises foliares. O método Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), desenvolvido por Beaufils (1971), tem o intuito de verificar o balanço entre os nutrientes e possibilita estimar as faixas de suficiência (FS) e nível crítico (NC) no tecido foliar para cada nutriente em condições de equilíbrio nutricional, a partir de um banco de dados coletados em campo, reduzindo assim, as interferências e particularidades locais do ambiente quando comparado as metodologias tradicionais de diagnose.

Dessa forma, o método DRIS tem sido apontado como vantajoso na interpretação dos resultados de análise foliar, pois supre parte das limitações dos métodos univariados. Entretanto, para obtenção de uma base de dados representativas, é necessário uma quantidade

substancial de valores médios da concentração de nutrientes, variâncias, desvio padrão e coeficiente de variação de uma população de plantas altamente produtiva (Souza 2013).

Com a utilização do DRIS, é possível diagnosticar adequadamente o estado nutricional da cultura do feijão, consequentemente, é possível realizar corretamente o manejo de adubação, visando a diminuição dos processos agrícolas e os custo de produção, uma vez que pode ser reduzida as aplicações de fertilizantes quando a planta já estiver em equilíbrio nutricional.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional do feijoeiro, no município de Montividiu, GO, na safra 2016/17, por meio das concentrações de nutrientes determinadas por análise foliar e interpretadas pelo método das faixas de suficiência e desenvolver o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O feijão comum

Originário do México e América Central, a cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), após domesticação teve seu cultivo expandido por todo mundo, levada a outros continentes, predominantemente pelos colonizadores europeus, tornando-se a espécie mais cultivada dentro do gênero *Phaseolus* (Singh 1982; Santos & Gavilanes 2006; Papa et al. 2004).

A cultura do feijão possui grande interesse agronômico no mundo, pois representa um dos alimentos mais importantes da dieta alimentar humana (Angioi et al. 2010), principalmente para países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, por apresentar fonte barata de proteínas, ferro, cálcio, zinco, vitaminas do complexo B, carboidratos, fibras e lisina (Mesquita et al. 2007).

O feijão comum é morfologicamente diverso e apresenta variações em muitas de suas características, como o hábito de crescimento (Campos et al. 2011). A cultura pode ser classificada em quatro grupos: hábito determinado arbustivo (Tipo I), hábito indeterminado

arbustivo (Tipo II), hábito indeterminado prostrado (Tipo III) e hábito indeterminado trepador (Tipo IV) (Nassar et al. 2010a). As diferenças de hábito de crescimento estão associadas também ao ciclo da cultura, onde normalmente as cultivares do tipo I são mais precoces com ciclos próximos de 70 dias, enquanto que as do tipo II, III e IV apresentam ciclo ao redor de 90 a 100 dias, ou até maior para as do tipo IV. No Brasil a grande maioria dos cultivos é com plantas do tipo II e III (Mesquita 2013).

O fato do feijoeiro ser uma planta de ciclo curto, vem estimulando o produtor para seu cultivo em rotação com outras espécies e em grandes áreas, sendo cultivado em praticamente todos os Estados brasileiros, nas mais variadas condições edafoclimáticas, em diferentes épocas e sistemas de cultivo, variando conforme a região. (Carneiro 2002; Ramos Junior et al. 2005). Segundo Zimmermann & Teixeira (1996), a domesticação do gênero *Phaseolus* produziu perda da sensibilidade ao fotoperíodo, eliminando este entrave que comumente afeta também outras culturas da família das leguminosas. Fato esse, que, inclusive, é decisivo para o sucesso da safra de terceira época. Não menos importante, o fator temperatura assume para o feijoeiro relevância acentuada, sobretudo nos estádios de germinação e florescimento.

Além dos problemas relacionados ao fotoperíodo e temperatura, outro entrave para a cultura do feijão é o sistema radicular pouco desenvolvido, que permanece nas camadas mais superficiais do solo, dessa forma, é importante que o feijoeiro seja cultivado em solos com pH em H_2O na faixa de 6,0 a 6,5, para maior eficiência do aproveitamento da fixação simbiótica, evitando a fitotoxicidade de alumínio e prevenir a deficiência de micronutrientes, sendo ainda, de fundamental importância, o efeito da calagem no crescimento radicular, o que torna a planta mais apta a produzir, quando as condições hídricas são adversas (Rosolem 1996).

Para obter elevadas produtividades na cultura do feijão, são aspectos fundamentais a correção do solo e a adubação. Para a prescrição da adubação de base ou de semeadura, a análise de solo é a principal ferramenta, sendo, às vezes, auxiliada pelo nível de produtividade esperado

ou a respectiva extração de nutrientes pela espécie (Kikuti el al. 2006). Os solos da região do Cerrado englobam praticamente todo o Estado de Goiás, esses possuem baixa fertilidade natural devido ao material de origem e ao intemperismo (Lopes 1984). Isto exposto, somando-se ao fato de que o volume de solo explorado pelo feijoeiro é baixo, boas produtividades são obtidas com manejo adequado da correção, adubação e avaliação do estado nutricional da cultura (Paiva Junior 2011).

Contudo, a diagnose nutricional para o feijoeiro com base nos teores presentes nos tecidos vegetais pode ser mais eficiente quando comparado somente as análises de solo, pois as concentrações dos elementos minerais encontrados correlacionam entre a absorção dos nutrientes realizado pelas plantas e o manejo de adubação.

2.2 Análise foliar: método de diagnose do estado nutricional das culturas

Com o crescente interesse de otimizar a produção vegetal pelos produtores, visando não somente o ambiente como também a rentabilidade financeira, a nutrição das plantas pode estar alinhada diretamente ao aumento na produtividade das culturas. Constitui uma ferramenta onde é possível monitorar o fornecimento dos nutrientes e a estratificação feita pelas plantas com as adubações realizadas na lavoura. Com base nos principais métodos de diagnose nutricional, a análise foliar ganha destaque por possibilitar a quantificação dos nutrientes no período de maior necessidade da planta.

A análise química foliar detecta respostas em diversas culturas, aos vários tipos de manejo, possibilitando interpretar de maneira mais eficiente, as relações entre os nutrientes na planta, e também interferir no sistema adotado, elevando as possibilidades de melhores resultados produtivos (Farnezi et al. 2010). Quando usada corretamente, a análise foliar pode ser eficaz para o planejamento e monitoramento agrícola, com vista nos projetos de correção e

adubação, tanto para culturas perenes como, atualmente, para as de ciclo anual (Parent 2011; Dias et al. 2013).

A concentração foliar do nutriente utilizado como critério de diagnóstico é baseado na premissa de que existe uma relação significativa entre o suprimento de nutrientes e seus respectivos níveis, e que aumentos ou decréscimos nas concentrações estão relacionados a produções mais altas ou mais baixas, respectivamente (Paiva Junior 2011). Segundo Raij (1991), é fácil imaginar que, sendo os nutrientes constituintes essenciais das plantas, deve existir relação entre seus conteúdos e o desenvolvimento vegetal.

As folhas são utilizadas para realização das análises foliares pois são órgãos de grande atividade química, constituindo um instrumento eficiente para detectar desequilíbrios nutricionais (Malavolta 1992; Teixeira, et al. 2007). A diagnose foliar exige maior rigor na amostragem do que é realizado normalmente para solo, devido principalmente às classes de fertilidade do solo admitirem variações que as vezes ultrapassam 100% com fins de adubação. Como a composição de diferentes partes das plantas difere e também o estádio de crescimento influi na concentração de nutrientes, com isso, há uma maior necessidade de padronização na amostragem (Malavolta et al. 1997).

A amostragem foliar constitui-se em um processo importante, podendo acarretar erros na interpretação dos resultados analíticos e na identificação das limitações nutricionais. Em geral, é a etapa em que ocorrem falhas com maior frequência. Para garantir resultados que reflitam o estado nutricional da cultura, a amostra coletada deve ser representativa da população, possibilitando assim, melhor interpretação. Durante essa fase, devem ser observadas as instruções específicas da parte da planta a ser coletada, o estádio de desenvolvimento e a quantidade de material a ser coletado, uma vez que os resultados obtidos pela análise química serão comparados com valores padrões estabelecidos (valores críticos ou faixas de suficiência), para então serem interpretados (Osaki 1991; Malavolta et al. 1997; Carmo et al. 1998).

De acordo com Malavolta et al. (1997) para avaliação dos teores foliares de plantas de feijão, devem ser coletadas 30 folhas por área uniforme de 1 a 50 ha. A folha deve ser a primeira folha totalmente desenvolvida a partir dos folíolos superiores, estando a cultura no estádio fenológico caracterizado como R5 (início de floração). Após realização da amostragem, a análise química das folhas é feita em duas etapas, sendo a primeira a moagem do material após lavagem em água destilada e seco a 65ºC em estufa por um período de 48 horas. Posteriormente realiza-se a pesagem das amostras homogeneizadas (Raij 1991). Já a segunda etapa é a destruição da matéria orgânica para liberação dos nutrientes minerais, podendo ser feito por via úmida, utilizando combinações de ácido nítrico, perclórico ou sulfúrico, ou por incineração do material em mufla e posteriormente dissolver em ácido clorídrico. Em seguida obtêm-se extratos que visam a determinação de teores totais de nutrientes (Raij 1991). É recomendado que as análises sejam feitas regularmente para cada cultura, pois constitui em um panorama momentâneo da situação nutricional das plantas presentes na lavoura.

2.3 Interpretação das análises foliar

Baseada na interpretação de resultados de análise foliar, a avaliação do estado nutricional de espécies vegetais tem sido amplamente utilizada e discutida, com o intuito de possibilitar intervenções mais precisas em sistemas de produção vegetal, por meio das práticas de manejo e adubação (URANO et al. 2006).

2.3.1 Método das faixas de suficiência (FS)

Os resultados de análises químicas de plantas são interpretados por diversos métodos. Tradicionalmente, utiliza-se o nível crítico ou as faixas de suficiência, os quais possuem valores definidos na literatura (Camacho et al. 2012). De acordo com Serra et al. (2010), esses são, pela praticidade na interpretação e por possibilitar informações claras em relação à tomada de

decisão da recomendação nutricional, os mais difundidos como métodos de interpretação. Os métodos consideram cada elemento contido na amostra de forma univariada (Nível crítico e faixas de suficiência) sem levar em consideração as relações e as interações entre os nutrientes.

Na cultura do feijoeiro, a interpretação da análise química foliar e a avaliação do estado nutricional das plantas são realizadas, principalmente, pelos métodos do Nível Crítico Foliar (NC) e Faixa de Suficiência (FS) (Partelli et al. 2014)

Quando comparado o método de faixas de suficiência com o nível crítico, faixa de suficiência apresenta uma vantagem adicional, pois considera um intervalo entre valores adequados e não um valor pontual (Camacho et al. 2012). Dessa forma, FS consiste em avaliar o limite mínimo e máximo de um determinado nutriente, onde abaixo desses valores a planta apresenta deficiência, acima desta apresenta consumo em luxo ou mesmo toxidez e os valores da faixa estariam em níveis adequados (Faquim 2002).

O método de faixas de suficiência (Macy 1936) tem sido o mais amplamente adotado para a interpretação do estado nutricional da cultura, dada à facilidade de sua interpretação (Wadt et al. 2013).

Entretanto apresenta como desvantagem poucas categorias de diagnostico, indefinição quanto à severidade da deficiência, aguda ou não, e indefinição do nutriente quanto a sua ordem de limitação.

2.3.2 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

Com o avanço da agricultura as normas referenciais para interpretação dos resultados das análises química foliar, estão sendo atualizadas em nível mais regionalizado de forma a permitir um avanço no aprimoramento do acompanhamento nutricional das lavouras e das recomendações de fertilizantes (Rocha et al. 2007).

Entre os métodos de interpretação dos resultados das análises químicas foliares, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) tem lugar de destaque, pois o método é baseado em um índice gerado para cada nutriente, o qual permite determinar a disponibilidade relativa de cada nutriente. Esse índice é obtido comparando-se as relações na forma de quociente entre um nutriente e cada um dos demais presentes na amostra sob diagnose, comparando esse valor com valores de referência envolvendo as mesmas relações em populações sadias e produtivas, denominada de população de referência (Castamann et al. 2012).

O DRIS, além de ferramenta para diagnóstico, possibilita estimar o nível crítico no tecido foliar para cada nutriente em condições de equilíbrio nutricional a partir de um banco de dados coletados em campo, como demonstraram Needham et al. (1990).

2.3.2.1 Normas DRIS

Para execução do sistema é necessária coleta de uma quantidade significativa de amostras foliares para formação dos bancos de dados, a fim de que sejam estabelecidas normas ou padrões. As normas são valores médios de teores de nutrientes e das relações desses nutrientes, com as respectivas variâncias, para um grande número de casos, representando culturas em boas condições nutricionais (Beaulfis 1971, 1973; Walworth & Sumner 1987; Malavolta et al. 1989; Raij 1991). É necessária a particularização da população de referência quanto as condições edafo-climáticas, material genético, época de amostragem, parte da planta amostrada etc. (Beaufils 1973). Quando as relações entre nutrientes são comparadas entre si e com as normas, determinam se os nutrientes estão deficientes, adequados ou em níveis de consumo de luxo (Malavolta 2006).

O cálculo dos índices DRIS depende, inicialmente, do estabelecimento de valores padrão ou normas de referência. Para isto, é necessário selecionar uma população de alta

produtividade (população de referência), partindo-se da premissa de que existe relação significativa entre o suprimento de nutrientes e seus teores na planta, de modo que aumentos ou decréscimos em suas concentrações proporcionam variação na produção (Nachtigall; Dechen 2010).

A média, o desvio padrão e o coeficiente de variação de cada subgrupo são calculados para todas as relações de nutrientes possíveis (Beaufils 1971, 1973). Segundo Reis Júnior (1999), a escolha da forma de expressão da relação entre dois nutrientes (ex: N/P ou P/N) ao utilizar DRIS é objeto de várias discussões. Apenas um tipo de expressão é utilizado para relacionar cada par de nutrientes. O critério mais utilizado tem sido o da maior relação de variâncias entre a população de baixa e de alta produtividade, este critério foi chamado de "Fator F" (Letzsch 1985; Walworth & Summer 1987; Nick 1998). Malavolta et al. (1997) e Raij (1991) também recomendam para uso no método aquelas relações que apresentam maior quociente entre as variâncias das populações de alta e baixa produtividade. Dessa forma, é possível ter maior capacidade de diferenciar amostras de lavouras nutricionalmente equilibradas daquelas desequilibradas (Wadt 1996).

2.3.2.2 Cálculo e interpretação dos índices

No cálculo do índice, as relações normais reduzidas têm valores positivos, se o nutriente estiver no numerador, negativos, se estiver no denominador, e zero, na ausência deste (Rezende 2014). Segundo Beaufils (1973), as relações diretas ou inversas entre dois nutrientes a serem empregadas no cálculo do índice são as que apresentam maior relação de variância entre os dois subgrupos (variância do subgrupo de baixa produtividade, sob variância do subgrupo de alta produtividade). No cálculo das funções reduzidas impõe restrições quando a relação na amostra é maior ou menor que a relação média da população. Em ambas as situações, são calculadas os valores reduzidos pela formula Z, conforme Beaufils (1971;1973) e Oliveira (1998).

Quando encontrado índice DRIS negativo de um nutriente indica que o somatório da relação deste nutriente com todos os demais, comparados com as mesmas relações do padrão, apresenta desvio residual negativo e, portanto, este nutriente pode estar deficiente. Por outro lado, quando o índice DRIS de um nutriente é positivo, indica que o somatório da relação deste com todos os demais, comparados com as mesmas relações do padrão, apresenta desvio residual positivo e, dessa forma, este pode estar em excesso. Assim, quanto mais próximo de zero for o índice, melhor será o equilíbrio nutricional relativo ao nutriente.

O método DRIS é o principal método bivariado utilizado (Serra et al. 2010), tem como padrão nutricional uma população de referência, estabelecida com base em plantas de alta produtividade, obtendo-se o índice de balanço nutricional (IBN), que consiste na soma de valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, os quais indicam o estado nutricional de cada área analisada (Beaufils 1973). A soma modular dos índices DRIS define o IBN (Índice de Balanço Nutricional), que estima o equilíbrio nutricional da lavoura. Quanto menor o IBN, melhor o equilíbrio nutricional (Costa 1999).

Desde sua concepção em 1973, DRIS tem sido destacadamente voltado para diagnose, e minimamente para recomendação. O que se viu desde então foi o refinamento de um poderoso sistema de diagnose e certo descaso com a recomendação. Entretanto, Wadt (1996) apresentou o critério de Potencial de Resposta a Adubação (PRA) para contemplar essa falha. Este método compara o valor modular do índice DRIS de cada nutriente com o IBN médio, como forma de confrontar o desequilíbrio atribuído a um nutriente com o proporcionado pela média dos nutrientes.

3 REFERÊNCIAS

ANGIOI, S.A. et al. Beans in Europe: origin and structure of the European landraces of Phaseolus vulgaris L. *Theoretical and Applied Genetics*, v.121, p.829-843, 2010.

BEAUFILS, E. R. *Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition***.** University of Natal: Soil Science. 1973. 132 p.

BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. *Fertilizer Society of South African Journal*, v. 1, n. 1, p. 1-30, 1971.

CAMACHO, M. A. et al. Faixas normais de nutrientes pelos métodos ChM, DRIS e CND e nível crítico pelo método de distribuição normal reduzida para laranjeira-pera. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 2012. 46 v. 193-200 p.

CAMPOS, T et al. Inheritanve of growth habit detected by genetic linkage analisysis using microsatellites in the commom bean (Phaseolus vulgaris L.). *Molecular Breeding*, v. 27, p. 549-560, 2011.

CARMO, C. A. F. S. et al. Tecidos vegetais. In: NOGUEIRA, A. R. A.; MACHADO, P. L. O.; CARMO, C. A. F. S. do; FERREIRA, J. R. (Ed.) *Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. 1. Coleta, acondicionamento e preparo de amostras.* EMBRAPA - Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, 1998. 32-42 p.

CARNEIRO, J. E. S. Alternativas para obtenção e escolha de populações segregantes no feijoeiro. *Curso de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras (UFV)*, Tese (Doutorado em Agronomia), 134 f, 2002.

CASTAMANN, A. et al. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) of soybean oil content. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2012. 36 v. 1820-1827 p.

CONAB | Acompanhamento da safra brasileira de grãos | v. 4 - Safra 2016/17, n.12 - Décimo segundo levantamento, setembro 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_09_01_56_boletim_graos_setembro_2017.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

CONAB | Acompanhamento da safra brasileira de grãos | v. 5 - Safra 2017/18, n.5 - Quinto segundo levantamento, fevereiro 2018. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_02_08_17_09_36_fevereiro_2018.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.

COSTA, A. N. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). In: DRIS: *Um aliado no diagnostico nutricional de plantas,* 24., 1999, Viçosa. Boletim Informativo... Viçosa: SBCS, 1999. 13-15 p.

CRESTE, J. E.; ECHER, F. R. Establishing standards for the integrated recommendation and diagnosis system (DRIS) for irrigated bean crops. Commun. *Soil Science and Plant Analysis*, v. 41, n. 16, p. 1921-1933, 2010.

DIAS, J. R. M. et al. Normas DRIS multivariadas para avaliação do estado nutricional de laranjeira 'Pera' no estado do Amazonas. *Revista Ciência Agronômica*, 2013. 44 v. 251-259 p.

FAQUIM, V. *Diagnose do Estado Nutricional das plantas*. Ed. UFLA/FAEPE, 2002.77 p.

FARNEZI, M. M. M. et al. Levantamento da qualidade da bebida do café e avaliação do estado nutricional dos cafeeiros do Alto Jequitinhonha, Minas Gerais, através do DRIS. *Ciência e Agrotecnologia*, 2010. 34 v. 1191- 1198 p.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2003. 38 v. 6 n. 703-713 p.

KIKUTI, et al. Terores de macronutrientes na parte aérea do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. *Bragantia*, 2006. 65 v. 2 n.347-354 p.

KURIHARA, C. H. et al. Interpretação de resultados de análise foliar. *Documentos 74*. Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Florestas, p. 42, 2005.

LETZSCH, W.S. Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Communications in Soil Science and Plant Analysis***,** 1985. 16 v. 339-347 p.

LOPES, A. S. *Solos sob "cerrado": Características, propriedades e manejo. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato*. 2ªEd. 1984.

MACY, P. The quantitative mineral nutrient requirements of plants. *Plant Physiology*, 1936. 11 v. 4 n. 749-764 p.

MALAVOLTA, E. *ABC da análise de solos e folhas*. Ceres, 1992. 124p.

MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações*. 2ª ED. POTAFOS, p. 319, 1997.

MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. POTAFOS, 1997. 201 p.

MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações*. Potafos, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. Agronômica Ceres, p. 638, 2006.

MESQUITA, M. A. M. Estado nutricional e normas DRIS para o feijoeiro irrigado em Cristalina, Goiás. *Escola de Agronomia – Universidade Federal de Goias*. Tese de Doutorado em Agronomia, f. 105, 2013.

MESQUITA, R. F. et al. Linhagens de feijão (Phaseolus vulgaris L.): Composição química e digestibilidade protéica. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, n.2, p.1114-1121, 2007.

MOURÃO FILHO, F. A. A. et al. Função e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranjeira 'Valência'. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 37, n. 2, p. 185-192, 2002.

NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. DRIS como método diagnóstico de nutrição mineral de plantas. In: PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R.; PUGA, A. P. *Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças*, 2010. 185-198 p.

NASSAR, R. M. A. et al. Botanical studies on Phaseolus vulgaris L. I-Morphology of Vegetative and Reproductive Growth. *International Journal of Bonaty*, v. 6, p. 323-333, 2010a.

NEEDHAM, T. D. et al. Relationship between diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) optima and foliar nutrient critical levels. *Soil Science Society of America Journal*, 1990. 54 v. 883-886 p.

NICK, J. A**.** *DRIS para cafeeiros podados*. USP/ESALQ, 1998. Dissertação – Mestrado, 86 f..

OLIVEIRA, S. A. Avaliação do balanço nutricional no sistema solo - planta pelo DRIS. In: *Simposio sobre fertilidade do solo em plantio direto,* 1997. EMBRAPA-CPAO (Documentos, 22). 1998. 81-87 p.

OSAKI, F. *Calagem e adubação*. 2ª Ed. Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991. 503 p.

PAIVA JÚNIOR, E. F. *Padrões foliares e de solo para a cultura do feijoeiro comum no vale do Rio dos Bois, Goiás*. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Dissertação (Mestrado em Agronomia) 2011.79 p.

PAPA, R. et al. The evolution of genetic diversity in Phaseolus vulgaris L. In: MOTLEY, T.J. *Darwin's harvest : new approaches to the origins, evolution, and conservation of crop*. p.121-142, 2004.

PARENT, L. E. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2011. 33v. 321-334 p.

PARTELLI, F. L. et al. Avaliação nutricional de feijoeiro irrigado pelos métodos CND, DRIS e faixas de suficiência. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 2014. 38 v. 3 n. 858-866 p.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Editora Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

RAMOS JUNIOR, E. U. et al. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. *Bragantia*, v. 64, n. 1, p. 75-82, 2005.

REIS JUNIOR, R. A. *Diagnose nutricional da cana-de-açúcar com o uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).* Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1999. 141p. (Tese de Doutorado)

REZENDE, C. F. A. *Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) em produção de mudas de citrus*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 2014.

ROCHA, A. C. et al. Normas DRIS para cultura do milho semeado em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia, GO, Brasil. *Bioscience Journal*, 2007. 23 v. 50-60 p.

ROSOLEM, C. A. Calagem e adubação mineral. In: ARAUJO, R. S., RAVA, C. A., STONE, L. F., ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). Cultura do feijoeiro comum no Brasil. *Potafos*, 1996, 353-385p.

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. *Encarte do Informações Agronômicas*. 1994, .68n., 16p.

SANTOS, J. B.; GAVILANNES, M. L. Botânica. In: Vieira, C.; Paula Júnior, T. J.; Borém, A. (Ed.). *Feijão*. 2.Ed. p. 41-65, 2006.

SERRA, A. P. et al. Desenvolvimento de normas DRIS e CND e avaliação do estado nutricional da cultura do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2010. 34 v. 97-104 p.

SINGH, B. B. Sixty-day cowpea varieties. *Agronomy Abstracts*, p.83, 1982.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2ª Ed. Embrapa Informações Tecnológicas, p. 416, 2004.

SOUZA, R. F. Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a cultura da soja convencional e transgênica na região sudeste de Goiás. 2013. *Universidade Federal de Goiás*,119 f. Tese (Doutorado em Agronomia), 2013.

TEIXEIRA, L. A. J. et al. Avaliação do estado nutricional de bananeiras do subgrupo Cavendish no estado de São Paulo: normas DRIS e níveis críticos de nutrientes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2007. 29v. 3 n. 613-620 p.

URANO, E. O. M. Avaliação do estado nutricional da soja. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 2006. 41 v. 9 n. 1421-1428 p.

VIEIRA, S. R. et al. Variabilidade espacial dos teores foliares de nutrientes e da produtividade da soja em dois anos de cultivo em um latossolo vermelho. *Revista Brasileira Cientifica do Solo*, v. 34, n. 5, p. 1503-1514, 2010.

WADT, P. G. S. et al. Padrões nutricionais para lavouras arrozeiras irrigadas por inundação pelos métodos da CND e Chance Matemática. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2013. 37 v. 145-156 p.

WADT, P. G. S. *Os métodos da chance matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto*. Universidade Federal de Viçosa, 1996. Tese (Doutorado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas). 23 f.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation system (DRIS). Adv. *Soil Science*, 1987. 6 v. 149-188 p.

ZIMMERMANN, M. J. O.; TEIXEIRA, M. G. Origem e Evolução. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Potafos*, 1996, 57-68p.

CAPITULO 01 – DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL FOLIAR DO FEIJÃO PRIMEIRA SAFRA, NO MUNICÍPIO DE MONTIVIDIU, GO, UTILIZANDO O MÉTODO DAS FAIXAS DE SUFICIÊNCIA.

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. Totalizou 49 amostragens, uma amostra composta era formada por 30 subamostras, retirando 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 que o enxofre é o elemento com menor absorção no feijoeiro, com 98% das amostras enquadrando como deficiente para a cultura. Os nutrientes, fosforo, 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.

CHAPTER 01 - NUTRITIONAL FOLIAR DIAGNOSIS OF THE FIRST SAFRA BEAN, IN THE MUNICIPALITY OF MONTIVIDIU, GO, USING THE SUFFICIENCY METHOD.

ABSTRACT

The nutritional evaluation by foliar analysis makes it possible to verify the ability of the crop to absorb nutrients, thus allowing the diagnosis of the nutritional limiting factors for the production. Thus, bean plants that present reduced cycle and predominant root system in the superficial layers of the soil, can be benefited by this diagnosis, becoming an important tool for the other crop cycles, with strictly local information. Thus, the objective of this work was to diagnose the most limiting nutrients and interactions in common bean by the methodology of the ranges of sufficiency. The experiment was conducted in the municipality of Montividiu-GO, using the cultivar BRSMG Madrepérola with sowing at the beginning of October. A total of 49 samples were taken, a composite sample consisting of 30 subsamples, removing the first fully expanded leaf at the time of flowering. In the interpretation of the foliar results by the method of sufficiency ranges, the values were submitted to univariate statistical test, frequency distribution and linear correlation of Pearson among the contents of nutrients. It was verified that sulfur is the element with lower absorption in the bean, with 98% of the samples being classified as deficient for the culture. The nutrients, phosphorus, potassium and manganese in 100% of the samples were classified in excess. Nitrogen, calcium and zinc were found to be in excess in 51%, 85.7% and 98% of the samples, respectively. It was concluded that the methodology of the ranges of sufficiency is efficient for interpretation of the foliar results with the interest of adequation in the nutritional management of the bean culture.

Keywords: Phaseolus vulgaris, dris, leaf analysis

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é amplamente difundida no Brasil, podendo ser distribuída em três períodos, primeira safra (das águas), segunda safra (da seca) e terceira safra (de inverno), encontrada principalmente em produtores com alta tecnologia obrigatoriamente à irrigação, caracterizando o Brasil como terceiro maior produtor mundial, atrás de Myanmar e Índia (Conab 2017). Na safra 2016/17 o Brasil atingiu uma produção total de 3,2 milhões de toneladas, sendo que o Centro-Oeste contribuiu com 14,9% deste valor, tendo o estado de Goiás com a maior produtividade brasileira, 2.507 kg ha^{-1} (Conab 2018).

O aumento da produtividade do feijoeiro está intimamente relacionado a nutrição mineral ofertada a planta, sendo a exigência nutricional da cultura alta, justificado pelo sistema radicular pouco desenvolvido e superficial, além do seu 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 próprios 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. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido entre outubro de 2016 e janeiro de 2017, na fazenda Bom Jardim, localizado no município de Montividiu (17º16’57”S e 51º19’41”O), região sudoeste goiano, com a cultura do feijão comum, cultivar BRSMG Madrepérola, feijão carioca com tegumento claro e longa duração de armazenamento, sem alterar a coloração. Segundo Koppen (1948), 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 por hectare, no espaçamento de 0,45m 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, no caso 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 e 450 kg ha^{-1} de ureia parcelado em três aplicações proporcionais de 150 kg no estádio vegetativo até o primeiro botão floral. Houve também manejo nutricional de micronutrientes, onde foi aplicado, via foliar: 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, antecipando o plantio, realizou a lanço 280 kg ha^{-1} de superfosfato simples (18% P_2O_5; 18-20% Ca; 11-12% S). Na adubação em cobertura, utilizou 250 kg ha^{-1} do formulado 45-00-00, sendo a primeira aplicação na dose de 150 kg ha^{-1} no estádio V2 e a segunda com 100 kg ha^{-1} no estádio V4. No período de floração, foi realizada uma aplicação de manganês, com fornecimento de 26g ha^{-1} do nutriente.

Foram estabelecidas 7 glebas para amostragem das folhas do feijão com o objetivo de diagnosticar o 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 7 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 ziguezague. As amostragens foram coletadas no período do florescimento, retirando a primeira folha totalmente expandida

a partir dos folíolos superiores. 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, fosforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

A colheita mecanizada iniciou no dia 27 de dezembro de 2016, no mesmo realizou a amostragem de produtividade manual, em cada ponto amostral foram coletadas 3 metros lineares de plantas de feijão, composta por 3 subamostras de 1 metro. Essas plantas foram arrancadas e armazenadas em sacos plásticos para transporte até o local de secagem, as amostras foram distribuídas individualmente em ambiente aberto para diminuição da umidade para realização da trilha manual, posteriormente foram pesadas e determinadas a umidade por meio do medidor de umidade de grãos, com finalidade de estimar produtividade em cada ponto amostral.

Foi aplicado teste de estatística univariada, sendo calculadas as médias, desvio padrão, coeficientes de variação e valores máximos e mínimos. Utilizou-se a análise de correlação linear simples, Correlação Linear de Pearson, para verificar a relação entre os teores de nutrientes nas folhas, a 5 e 1%, 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 Tabela 1 (Malavolta et al. 1997; Ambrosano et al. 1996).

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

N^1	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

[1]Malavolta et al. (1997); [2]Ambrosano et al. (1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios encontrados no experimento foram submetidos à avaliação do estado nutricional pela metodologia de faixa de suficiência com base na literatura, Malavolta et al. (1997) e Ambrosano et al. (1996) (Tabela 3). Os teores médios obtidos nas amostras de folha (Tabela 4) foram comparados de tal modo que foi possível verificar que apenas quatro dos onze nutrientes analisados encontram-se na classe adequado, são eles: Mg, B, Cu e Fe. Já os nutrientes: N (51,59 g kg^{-1}), P (4,63 g kg^{-1}), K (50,93 g kg^{-1}), Ca (23,78 g kg^{-1}), Mn (386,13 g kg^{-1}) e Zn (133,53 g kg^{-1}) se apresentam em excesso no feijoeiro. Apenas o enxofre, com valor de 3,55 g kg^{-1}, foi classificado como deficiente.

Utilizando os valores da mediana 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.

Outro modo de medir a dispersão dos resultados é pela amplitude total, que leva em consideração o valor mínimo e máximo de cada nutriente (Tabela 2). Dessa forma, os nutrientes P, K, Mn e Zn não apresentaram alteração de classe quando avaliado o valor mínimo e máximo, 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.

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 (g kg^{-1})	3,44	6,35	4,63	4,53	0,64	13,75
K (g kg^{-1})	39,50	65,75	50,93	49,00	7,05	13,84
Ca (g kg^{-1})	13,50	31,50	23,78	24,50	3,20	13,47
Mg (g kg^{-1})	4,10	7,63	6,14	6,25	0,81	13,13
S (g kg^{-1})	2,64	5,10	3,55	3,49	0,47	13,21
B (g kg^{-1})	40,34	69,82	54,68	55,59	6,91	12,64
Cu (g kg^{-1})	7,50	19,00	12,07	12,50	2,73	22,62
Fe (g kg^{-1})	160,00	225,00	192,98	195,00	16,70	8,66
Mn (g kg^{-1})	346,50	436,50	386,13	381,00	24,47	6,34
Zn (g kg^{-1})	100,00	176,00	133,53	133,50	19,61	14,69

Quando avalia-se separadamente cada amostra, levando em consideração aos 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 30,6%. 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 queda no 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 classificados 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.

Nota-se que a quantidade de potássio no solo está alta, oriunda da rica adubação de potássio para a cultura anterior, no caso o algodão, onde a produtividade estimada não foi semelhante a produtividade final da área, acarretando disponibilidades de nutrientes já que não houve absorção e exportação dos nutrientes. Segundo Leandro (1998) os produtores realizam em excesso adubação de potássica, podendo 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). 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, apresentam 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 área 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

Variância	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

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 altamente 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 avaliamos as correlações negativas, fica evidente que o N pode estar interferindo a 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 em ureia, podemos 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.

Variáveis	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.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a metodologia de faixas de suficiência utilizada foi eficaz para interpretação dos resultados, uma vez que foi possível encontrar quais nutrientes estavam fora da faixa, para excesso ou deficiência.

Atenta-se que o enxofre foi nutriente mais crítico na classe de deficiente, podendo haver perdas na produtividade. Quando se avalia a classe de excesso, verifica-se que a maioria dos macronutriente: nitrogênio, fósforo e potássio, estão com uma porcentagem alta das amostras classificadas nesse grupo.

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

5. REFERENCIAS

AMBROSANO, E. J.; et al. Leguminosas e Oleaginosas. In: RAIJ B. V. et al. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Boletim 100, 1996. 189-191 p.

CARNICELLI, J. H. et al. Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. *Horticultura Brasileira*, 2000. 18 v. 808-810 p.

CONAB | Acompanhamento da safra brasileira de grãos | v. 4 - Safra 2016/17, n.12 - Décimo segundo levantamento, setembro 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_09_01_56_boletim_graos_setembro_2017.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

CONAB | Acompanhamento da safra brasileira de grãos | v. 5 - Safra 2017/18, n.5 - Quinto segundo levantamento, fevereiro 2018. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_02_08_17_09_36_fevereiro_2018.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.

Corrêa JB, Reis Júnior R dos A, Carvalho JG, Guimãraes PTG (2001). Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do Sul de Minas Gerais. Ciência e Agrotecnologia, 25:1279-1286.

CRESTE, J. E.; ECHER, F. R. Establishing standards for the integrated recommendation and diagnosis system (DRIS) for irrigated bean crops. Commun. *Soil Science and Plant Analysis*, v. 41, n. 16, p. 1921-1933, 2010.

DOBEREINER, J. Manganese toxicity effects ln asodulation and nitrogeo fixation of beans (*Pheseolsis vulgaris L.*), in acid soils. *Plant and Soil*, 1966. 14 v. 153-166 p.

EPSTEIN, E. *Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas*. Livros Técnicos e Científicos Editora, 1975. 344 p.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. *Horticultura Brasileira*, v. 22, p.740-743, 2004.

KURIHARA, C. H. et al. Interpretação de resultados de análise foliar. *Documentos 74*. Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Florestas, p. 42, 2005.

LEANDRO, W. M. *Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a cultura da soja (Glycine max L. Merril) na região de Rio Verde- GO*. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998. Tese (Doutorado em Agronomia) 190 f.

MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.* Potafos, 1997. 201 p.

MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. Agronômica Ceres, p. 638, 2006.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic, 1995. 889 p.

MESQUITA, M. A. M. Estado nutricional e normas DRIS para o feijoeiro irrigado em Cristalina, Goiás. *Escola de Agronomia – Universidade Federal de Goias*. Tese de Doutorado em Agronomia, f. 105, 2013.

MOTA, J. H. et al., Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface-americana em cultivo protegido. *Ciência e Agrotecnologia*, 2001. 25 v. 542-549 p.

MOURÃO FILHO, F. A. A. et al. Função e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranjeira 'Valência'. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 37, n. 2, p. 185-192, 2002.

NEVES, O. S. C. et al. Uso do SPAD-502 na avaliação dos terrores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 2005. 40 v. 5 n. 517-521 p.

NOGUEIRA, et al. Deficiências de micronutrientes essenciais e toxidez de alumínio e manganês em feijão de corda. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 1982. 17 v. 559-563 p.

PRADO, R. M. *Nutrição de plantas*. Editora UNESP, p. 82-271, 2008.

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. *Encarte do Informações Agronômicas*, 1994. 68 n. 16 p.

SILVA T. M. R. et al. Toxicidade do zinco em milheto cultivado em Latossolo Vermelho Distrófico. *Revista Brasileira de Ciências. Agrárias*, 2010. 5 v. 3 n. 336-340 p.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2ª Ed. Embrapa Informações Tecnológicas, p. 416, 2004.

VIEIRA, S. R. et al. Variabilidade espacial dos teores foliares de nutrientes e da produtividade da soja em dois anos de cultivo em um latossolo vermelho. *Revista Brasileira Cientifica do Solo*, 2010. 34 v. 5 n. 1503-1514 p.

ZABINI, A. V.; et al. Concentração de micronutrientes e características bioquímicas de progênies de cafeeiros (*Coffea arabica L.*) eficientes no uso de zinco. *Bioscience Journal*, 2007. 23 v. 4 n. 95-103 p.

CAPITULO 02 – ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS PARA A CULTURA DO FEIJÃO PRIMEIRA SAFRA NO MUNICIPIO DE MONTIVIDIU, GOIAS

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 para aumento da produtividade 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. Houve o estabelecimento de 7 glebas homogêneas, onde foram coletadas 7 amostras composta em cada, totalizando 49 amostragens. Uma amostra composta era formada por 30 subamostras, retirando a primeira folha totalmente expandida na época do florescimento. Com os bancos de dados formado, realizou a interpretação dos resultados pela metodologia DRIS. Os resultados obtidos pelo desenvolvimento do DRIS para maioria dos nutrientes não foram semelhantes a literatura já existente. O nitrogênio é o nutriente com maior frequência na classe de excesso nas plantas de feijão. Enquanto o elemento S está com 88% das amostradas enquadradas como suficientes. Foi possível chegar à conclusão que o DRIS possibilita um maior conhecimento nutricional da região estudada.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, dris, análise foliar.

CHAPTER 02 - ESTABLISHMENT OF DRIS STANDARDS FOR THE CULTURE OF THE FIRST SAFRA BEAN IN THE MUNICIPALITY OF MONTIVIDIU, GOIAS.

ABSTRACT

The nutritional evaluation through the foliar analysis allows to verify the capacity of absorption of nutrients, allowing, with this, to diagnose the nutritional limiting factors for the production. Thus, bean plants that present reduced cycle and root system predominant in the superficial layers of the soil, can be benefited by this diagnosis, becoming an important tool for the cultivation of large quantities, with the best local information. Thus, the objective of the study was to diagnose the nutrients and the most limiting interactions for the increase of productivity without the use of militancy of the ranges of sufficiency. The experiment was conducted in the municipality of Montividiu-GO, using a cultivar BRSMG Madrepérola with sowing in early October. There were collected the 7 homogeneous vegetables, where they were collected. 7 samples composed in each, totaling 49 samples. A composite sample was formed by 30 subsamples, removing a first fully expanded leaf at the time of flowering. With the databases formed, an analysis of the results was carried out at the level of the DRIS methodology. The results obtained by the DRIS project for most of the supports were not similar to an existing literature. Nitrogen is the nutrient with higher frequency and greater capacity in bean plants. While element S is with 88% of the samples registered as sufficient. The DRIS allowed a great nutritional knowledge of the studied region.

Keywords: Phaseolus vulgaris, dris, leaf analysis

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) está distribuída em todo o território nacional brasileiro, podendo ser cultivada em três diferentes períodos, primeira safra (das águas), segunda safra (da seca) e terceira safra (de inverno), encontrada principalmente em produtores com alta tecnologia obrigatoriamente à irrigação. Dessa forma o Brasil ocupa a posição de terceiro maior produtor mundial de feijão, atrás apenas de Myanmar e Índia (Conab 2017). Na safra 2016/17 o Brasil atingiu uma produção total de 3,2 milhões de toneladas, sendo que o Centro-Oeste contribuiu com 14,9% deste valor, tendo o estado de Goiás com a maior produtividade brasileira, 2.507 kg ha^{-1} (Conab 2018).

Para obter elevadas produtividades na cultura do feijão a nutrição mineral ofertada a planta tem que estar de acordo com a necessidade da cultura justificado pelo volume de solo explorado pelo feijoeiro ser baixo. 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.

A diagnose nutricional para o feijoeiro com base nos teores presentes nos tecidos vegetais pode ser mais eficiente quando comparado somente as análises de solo, pois as concentrações dos elementos minerais encontrados correlacionam entre a absorção dos nutrientes realizado pelas plantas e o manejo de adubação.

A análise química foliar detecta respostas em diversas culturas, aos vários tipos de manejo, possibilitando interpretar de maneira mais eficiente, as relações entre os nutrientes na planta, e também interferir no sistema adotado, elevando as possibilidades de melhores resultados produtivos (Farnezi et al. 2010). Normalmente é realizada 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 próprios elementos químicos de forma eficiente (Vieira et al. 2010).

A correta interpretação de resultados de análises foliares, proporciona informações que favorecem o uso racional de insumos, evita desperdício, melhora o equilíbrio nutricional das plantas e, consequentemente, proporciona aumento da produtividade. Portanto, preconiza-se a utilização de métodos que disponibilizam subsídios para um diagnóstico nutricional eficiente e prático, a partir de resultados analíticos das folhas de uma planta e/ou lavoura (Partelli 2004).

Entre os métodos de interpretação dos resultados das análises químicas foliares, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) tem lugar de destaque, pois o método é baseado em um índice gerado para cada nutriente, o qual permite determinar a disponibilidade relativa de cada nutriente. Esse índice é obtido comparando-se as relações na forma de quociente entre um nutriente e cada um dos demais presentes na amostra sob diagnose, comparando esse valor com valores de referência envolvendo as mesmas relações em populações sadias e produtivas, denominada de população de referência (Castamann et al. 2012).

O DRIS, além de ferramenta para diagnóstico, possibilita estimar o nível crítico no tecido foliar para cada nutriente em condições de equilíbrio nutricional a partir de um banco de dados coletados em campo, como demonstraram Needham et al. (1990).

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional do feijoeiro e definir as faixas de suficiência para o município de Montividiu, GO, safra 2016/17, por meio das concentrações de nutrientes determinadas por análise foliar e interpretadas pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido entre outubro de 2016 e janeiro de 2017, na fazenda Bom Jardim, localizado no município de Montividiu (17º16'57"S e 51º19'41"O), região sudoeste goiano, com a cultura do feijão comum, cultivar BRSMG Madrepérola, feijão carioca com tegumento claro e de longa duração. Segundo Koppen (1948), 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 por hectare, no espaçamento de 0,45m 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, no caso 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 e 450 kg ha^{-1} de ureia parcelado em três aplicações proporcionais de150 kg no estádio vegetativo até o primeiro botão floral. Houve também manejo nutricional de micronutrientes, onde foi aplicado: 28g ha^{-1} de cobre, 230g ha^{-1} de manganês, 391g ha^{-1} de boro e 63 g ha^{-1} de zinco.

Para o manejo de adubação, antecipando o plantio, realizou a lanço 280 kg ha^{-1} de superfosfato simples (18% P_2O_5; 18-20% Ca; 11-12% S). Na adubação em cobertura, utilizou 250 kg ha^{-1} do formulado 45-00-00, sendo a primeira aplicação na dose de 150 kg ha^{-1} no estádio V2 e a segunda com 100 kg ha^{-1} no estádio V4. No período de floração, foi realizada uma aplicação de manganês, com fornecimento de 26g ha^{-1} do nutriente.

Foram estabelecidas 7 glebas para amostragem das folhas do feijão com o objetivo de diagnosticar o 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 7 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 ziguezague. As amostragens foram coletadas no período do florescimento, retirando a primeira folha madura a partir dos folíolos superiores. Após a coleta, as folhas foram colocadas em saco de papel com identificação e encaminhadas para o laboratório, onde foram secas, moídas e submetidas a análises dos teores totais de nitrogênio, fosforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

A colheita mecanizada iniciou no dia 27 de dezembro de 2016, no mesmo realizou a amostragem de produtividade manual, em cada ponto amostral foram coletadas 3 metros lineares de plantas de feijão, composta por 3 subamostras de 1 metro. Essas plantas foram arrancadas e armazenadas em sacos plásticos para transporte até o local de secagem, as amostras foram distribuídas individualmente em ambiente aberto para diminuição da umidade para realização da trilha manual, posteriormente foram pesadas e retiradas umidade por meio do medidor de umidade de grãos, com finalidade de estimar produtividade em cada ponto amostral.

Para utilização do método Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), os resultados obtidos das análises foliares e suas respectivas produtividades foram utilizados para compor um banco de dados. O banco de dados foi dividido em dois subgrupos, de acordo com o critério de produtividade: amostras advindas de talhões de alta (população de referência) e de baixa produtividade (população de não referência), sendo consideradas de alta produtividade os talhões com produtividade acima da média mais 2/3 de desvio padrão (Serra et al. 2013). A

partir da população de referência foram obtidas as normas DRIS, calculando a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação, dos teores dos nutrientes da análise foliar e das relações binárias possíveis, relações dois a dois destes teores (Beaufils 1971, 1973).

Com os valores das médias definidas, tanto para população referência quanto a população de baixa produtividade, realizou o comparativo dos resultados encontrados no presente experimento com a interpretação dos resultados de outros autores (Tabela 1)

Tabela 1. Concentração adequada de nutrientes em folhas do feijoeiro comum segundo vários autores.

Variável		Autores							
		1	2	3	4	5	6	7	8
N	dag kg^{-1}	1,5-2,6	3-3,5	2,5	3,0-5,0	3,0-3,5	3	4,4-5,8	4,11-4,37
P	dag kg^{-1}	0,1-0,4	0,4-0,7	0,33	0,2-0,3	0,4-0,7	0,3	0,43-0,55	0,36-0,44
K	dag kg^{-1}	0,9-4,5	2,7-3,5	2,8	2-2,5	2,7-3,5	2	2,3-2,8	1,63-1,85
Ca	dag kg^{-1}	0,4-4,0	2,5-3,5	2,5	1,5-2,0	2,5-3,5	2,5	1,0-1,55	1,14-1,40
Mg	dag kg^{-1}	0,5-0,9	0,3-0,6	0,45	0,4-0,7	0,3-0,6	0,5	0,33-0,46	0,39-0,45
S	dag kg^{-1}	0,7-0,8	0,15-0,20	-	0,5-1,0	0,15-0,20	0,2	0,24-0,4	0,17-0,22
B	mg kg^{-1}	-	100-150	32	30-60	100-150	20	33,7-62	55,13-69,17
Cu	mg kg^{-1}	-	-	8	10-20	8-10	8	8,6-36	5,19-8,71
Fe	mg kg^{-1}	-	300-500	626	100-450	300-500	-	13-281	237,1-284,7
Mn	mg kg^{-1}	-	200-300	122	30-300	200-300	-	46-108	144,2-187
Zn	mg kg^{-1}	-	-	51	20-100	45-55	30	45-74	39,97-51,53

(1) 1:Cobra Neto et al., (1971); 2: Hiroce et al. (1970); 3: Feitosa et al. (1980); 4: Malavolta et al. (1997); 5: Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais (2004); 6: Raij (1991); 7: Creste e Echer (2010); 8: Paiva Junior (2011).

Os valores médios das concentrações dos nutrientes e das relações das entre os nutrientes, com suas respectivas variâncias da população de referência, representam culturas em boas condições nutricionais (Beaufils 1971, 1973, Walworth & Sumner 1987, Malavolta et al. 1989, Raij 1991). Dessa forma, no presente experimento a população de alta produtividade foi constituída por 11 normas, onde essas normas foram comparadas as normas da população de baixa produtividade.

Foram calculadas a média e o coeficiente de variação das relações bivariadas entre todos os nutrientes, considerando as relações diretas e inversas (ex.: A/B ou B/A), tanto para as populações de referência quanto de não referência. Para determinar quais relações, diretas ou inversas (A/B ou B/A), que compuseram cada norma foi utilizado o método das razões das variâncias (valor F) (Jones 1981, Letzsch 1985). Para tanto, foram calculadas as variâncias das relações bivariadas entre nutrientes nas populações de referência e não referência, sendo escolhidas aquelas que apresentavam a maior razão de variâncias, conforme o seguinte exemplo:

Se, $\left[\left(\frac{S^2\left(\frac{A}{B}\right)baixa\ produtividade}{S^2\left(\frac{A}{B}\right)alta\ produtividade}\right) > \left(\frac{S^2\left(\frac{B}{A}\right)baixa\ produtividade}{S^2\left(\frac{B}{A}\right)alta\ produtividade}\right)\right]$, então: a relação utilizada para compor as normas será A/B, do contrário, será B/A. Sendo: S^2 = variância da relação dual entre nutrientes.

Para o cálculo dos índices DRIS dos nutrientes, foi necessário anteriormente realizar as transformações dos dados obtidos das relações através das funções reduzidas. As funções reduzidas foram calculadas conforme Beaufils (1971, 1973) e Oliveira (1998), pela formula Z, descritos pelas equações 1, 2 e 3, que levam em consideração se a relação dos nutrientes da amostra em questão é maior ou não que a relação dos nutrientes da população de referência.

$$\text{Se A/B} < \text{a/b: } Z\left(\frac{A}{B}\right) = \left[1 - \frac{a/b}{A/B}\right] \cdot \frac{Kt}{CV_{a/b}}; \quad (1)$$

$$\text{Se A/B} = \text{a/b: } 0; \quad (2)$$

Se A/B > a/b: $Z\left(\frac{A}{B}\right) = \left[\frac{a/b}{A/B} - 1\right] \cdot \frac{Kt}{CV_{a/b}}$; (3)

Onde: A/B: é o quociente da relação bivariada da amostra em análise e einterpretação; a/b: é a média da relação bivariada da população de referência; $CV_{a/b}$: é o coenficiente de variação da razão dos nutrientes A e B da população de alta produtividade; Kt: é o coeficiente de sensibilidade que tem valor arbitrário, e foi utilizado o valor 100.

Após o cálculo das funções reduzidas, o procedimento para calcular os valores dos índices DRIS de cada nutriente foram determinados conforme proposto por Beaufils (1973), equação 4:

$$\text{Índice DRIS A} = \frac{\sum f\left(\frac{A}{B}\right) - \sum f\left(\frac{B}{A}\right)}{n+m} \quad (4)$$

Em que: A/B são as relações normais reduzidas diretas; B/A são as relações normais reduzidas inversas; n: é o número de funções DRIS calculadas utilizando a relação direta (A/B); m: é o número de funções DRIS calculadas utilizando a relação inversa (B/A).

Os índices DRIS foram interpretados empregando o procedimento padrão proposto por Beaufils (1971). Valores negativos significam deficiência do elemento em relação aos demais; valores positivos indicam um excesso e, quando mais próximos de zero estiverem esses índices, mais próxima estará a planta do equilíbrio nutricional. Obteve-se também a porcentagem de ocorrência na primeira, segunda e terceira ordem que correspondem ao primeiro, segundo, e terceiro índice mais negativo e mais positivo, respectivamente, em cada ponto de amostragem. Em seguida calculou-se a média das três ordens, mais negativo e mais positivo.

Complementando a interpretação dos índices DRIS, também foi realizada o procedimento proposto por Leandro (1998), onde considera a porcentagem de ocorrência dos nutrientes classificados como: primeiro, segundo e terceiro índice mais negativo (deficiência) do ponto de amostragem. Obteve também a porcentagem de ocorrência para os índices

classificados como os mais positivos (excesso). Em seguida calculou -se média das três ordens, tanto para os mais negativos quanto para os mais positivos.

O Índice de Balanço Nutricional (IBN) foi calculado pela soma, em módulo, dos índices DRIS para cada variável da análise foliar em cada ponto de amostragem. Quanto menor for o IBN, mais próxima a amostra estará do equilíbrio nutricional (Beaufils 1973; Walworth & Sumner 1987), conforme seguinte equação (5).

$$IBN = \sum |\mathrm{X}\ indice\ DRIS| \quad (5)$$

Com o propósito de avaliar a eficácia das normas obtidas, os valores de IBN (índice de balanço nutricional) obtidos com cada uma das normas foram relacionados com as produtividades das 49 amostras, por meio de regressão polinomial.

Foram obtidas as Faixas de Beaufils para interpretação de análises de folhas, foram calculados os ajustes de equações polinomiais entre os teores dos nutrientes (variável independente - Y), e os índices DRIS (variável dependente - X) nas análises de folha (Oliveira & Souza 1988; Oliveira 1993). Após essa análise, foi estabelecido, utilizando as equações geradas, o teor ótimo de cada nutriente com base na norma escolhida. Esse teor, definido como ponto de equilíbrio nutricional, é aquele em que o índice de balanço nutricional é nulo, ou seja, é o teor em que o nutriente é considerado não limitante por falta ou excesso. Em seguida, para cada nutriente, foram definidas cinco classes de teores foliares, elencadas com base em seus valores de índices DRIS, de acordo com os seguintes intervalos dados em unidades de desvio padrão (s): menor que - 4/3s = deficiente; entre - 4/3 e 2/3s = tendência à deficiência; entre - 2/3 e 2/3s = suficiente; entre 2/3 e 4/3s = tendência à excessiva; maior que 4/3 s = excessiva (Beaufils, 1973).

Com as faixas de suficiência regionalizada definidas para o experimento, foi realizado o quando de distribuição de frequência, com o objetivo de quantificar a interpretação dos resultados obtidos nas análises foliares.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Normas foliares para feijão

Quando avaliado a média de um determinado nutriente com diversas referências (Tabela 1), podemos notar uma variação entre as faixas de suficiência muito grande, onde o teor pode ser enquadrado em diferentes classes, apenas alterando o autor. O nitrogênio, enquadrou para sete referências como excesso, tanto para a população alta quanto baixa. Segundo Malavolta (1997), o teor de N da população baixa classifica como excesso, já a população alta estaria adequada. Somente para Creste e Echer (2010), a concentração estaria como adequada.

Os valores encontrados, justificando o excesso para maioria das referências, se deve as novas tecnologias e manejo empregado atualmente nas culturas, ocorrendo aplicação de adubos foliares contendo o elemento (Paiva Junior 2011). Adicionalmente, no presente experimento, houve também aplicação de nutriente na adubação de cobertura, nos estádios V2 e V4.

Na comparação com outros autores (Tabela 1), a média de fósforo da população alta e baixa estão em excesso na cultura do feijão, para três autores estão em quantidade adequada para a planta e apenas para Malavolta (1997), a concentração de fósforo para a população baixa está em excesso e adequado para a população alta.

Nota-se uma concordância entre todas as referências para o nutriente potássio, uma vez que estaria em excesso em ambas populações. Ocorrem também para a concentração dos micronutrientes: manganês e zinco

A média do teor de enxofre (S) para a produção baixa, para os autores Cobra Neto (1971), Malavolta (1997) estaria classificada como deficiência. Para os autores: Hiroce (1970), Comissão de fertilidade do solo de Minas Gerais (2004), Raij (1991) e Paiva Junior (2011), o teor de enxofre se enquadraria em excesso. Apenas para Creste e Echer (2010) a média de enxofre seria adequado. Com base nessas diferenças, é possível notar a importância da

formação de faixas de suficiência regionalizada, uma vez que as condições edafoclimáticas e entre outros podem interferir na nutrição das plantas de feijão.

Dessa forma, o desenvolvimento do sistema de diagnose nutricional integrado (DRIS), se torna uma ferramenta de grande importância por apresentar de maneira rápida e prática os valores de referência, faixas de suficiência (FS), para interpretação dos resultados das análises foliares.

As médias das relações entre os nutrientes interferem na elaboração das faixas de suficiência, pois é necessário optar pela interação entre os nutrientes que apresentar maior valor. Escolhida a relação, os índices de cada elemento podem se alterar, caso o nutriente esteja como numerador ou divisor (Tabela 2). Como exemplo do nitrogênio, foi possível verificar que em nove das dez relações o elemento N está como numerador, e apenas uma relação o N apresenta como divisor.

Tabela 2. Normas foliares DRIS (média, desvio padrão e coeficiente de variação) para os nutrientes e suas relações dois a dois, para população de baixa e alta produtividade do feijão sequeiro, no município de Montividiu, GO, safra 2016/17 (n= 49 amostras)

Variável	---População Baixa----			----População Alta----		
	Média	Desvio Padrão	CV%	Média	Desvio Padrão	CV%
N	51,731	5,780	11,173	48,525	11,101	22,876
P	4,588	0,616	13,422	4,659	1,841	39,515
K	49,691	6,865	13,815	48,723	11,184	22,955
Ca	23,428	3,315	14,148	22,551	4,969	22,036
Mg	6,076	0,877	14,434	6,110	1,987	32,513
S	3,493	0,481	13,775	3,700	1,891	51,119

Variável	---População Baixa----			----População Alta----		
	Média	Desvio Padrão	CV%	Média	Desvio Padrão	CV%
B	54,769	6,977	12,740	51,111	11,640	22,774
Cu	11,829	2,810	23,759	12,346	3,554	28,789
Fe	193,842	17,241	8,894	185,600	47,175	25,418
Mn	386,724	24,371	6,302	373,415	94,446	25,292
Zn	134,868	20,623	15,291	132,665	58,108	43,801
N/P	11,552	2,437	21,100	10,871	1,790	16,462
P/N	0,090	0,019	21,215	0,095	0,019	19,805
N/K	1,062	0,189	17,755	0,939	0,160	17,063
K/N	0,975	0,193	19,788	1,097	0,189	17,192
N/Ca	2,278	0,562	24,690	2,066	0,291	14,067
Ca/N	0,461	0,091	19,767	0,496	0,087	17,478
N/Mg	8,782	2,126	24,204	8,069	0,861	10,676
Mg/N	0,120	0,024	20,331	0,125	0,014	11,135
N/S	15,127	2,934	19,397	13,795	2,412	17,482
S/N	0,069	0,013	19,125	0,075	0,014	18,973
N/B	0,963	0,181	18,823	0,959	0,182	18,964
B/N	1,075	0,202	18,794	1,085	0,227	20,912
N/Cu	4,693	1,546	32,935	4,089	0,864	21,135
Cu/N	0,233	0,065	27,922	0,257	0,061	23,834
N/Fe	0,269	0,039	14,650	0,270	0,034	12,486
Fe/N	3,791	0,516	13,617	3,758	0,454	12,081
N/Mn	0,134	0,018	13,352	0,133	0,013	9,629

Variável	---População Baixa----			----População Alta----		
	Média	Desvio Padrão	CV%	Média	Desvio Padrão	CV%
Mn/N	7,573	1,009	13,325	7,584	0,759	10,011
N/Zn	0,393	0,076	19,285	0,399	0,041	10,296
Zn/N	2,638	0,490	18,590	2,534	0,254	10,019
P/K	0,093	0,013	14,183	0,087	0,012	14,042
K/P	10,936	1,595	14,590	11,693	1,684	14,399
P/Ca	0,199	0,032	15,993	0,192	0,023	11,893
Ca/P	5,151	0,770	14,953	5,280	0,642	12,159
P/Mg	0,766	0,121	15,845	0,756	0,103	13,681
Mg/P	1,336	0,196	14,709	1,347	0,178	13,222
P/S	1,331	0,219	16,424	1,288	0,227	17,588
S/P	0,771	0,124	16,047	0,802	0,148	18,466
P/B	0,085	0,013	15,670	0,089	0,014	15,293
B/P	12,099	2,015	16,652	11,518	1,810	15,710
P/Cu	0,404	0,080	19,848	0,376	0,049	13,038
Cu/P	2,586	0,593	22,937	2,700	0,314	11,623
P/Fe	0,024	0,004	15,688	0,025	0,003	12,670
Fe/P	42,953	6,708	15,618	40,199	4,473	11,126
P/Mn	0,012	0,002	15,768	0,013	0,002	16,365
Mn/P	85,723	11,849	13,822	81,764	12,261	14,995
P/Zn	0,035	0,007	19,036	0,038	0,009	23,556
Zn/P	29,783	5,322	17,868	27,591	5,496	19,920
K/Ca	2,160	0,394	18,241	2,233	0,339	15,165

Variável	---População Baixa----			----População Alta----		
	Média	Desvio Padrão	CV%	Média	Desvio Padrão	CV%
Ca/K	0,478	0,082	17,206	0,458	0,067	14,650
K/Mg	8,405	1,946	23,156	8,740	1,089	12,461
Mg/K	0,125	0,026	21,085	0,116	0,014	12,146
K/S	14,479	2,686	18,547	14,840	2,227	15,005
S/K	0,072	0,015	20,428	0,069	0,010	14,471
K/B	0,921	0,170	18,460	1,024	0,115	11,197
B/K	1,121	0,200	17,835	0,989	0,113	11,419
K/Cu	4,457	1,244	27,916	4,389	0,776	17,683
Cu/K	0,243	0,072	29,722	0,235	0,043	18,432
K/Fe	0,257	0,034	13,366	0,291	0,026	8,816
Fe/K	3,956	0,532	13,455	3,464	0,319	9,213
K/Mn	0,129	0,021	16,261	0,144	0,017	11,872
Mn/K	7,934	1,212	15,274	7,031	0,854	12,149
K/Zn	0,377	0,078	20,574	0,436	0,079	18,137
Zn/K	2,760	0,537	19,453	2,369	0,422	17,829
Ca/Mg	3,901	0,565	14,485	3,942	0,337	8,549
Mg/Ca	0,263	0,046	17,644	0,256	0,022	8,519
Ca/S	6,817	1,288	18,895	6,704	0,856	12,772
S/Ca	0,152	0,032	20,859	0,152	0,021	13,925
Ca/B	0,435	0,080	18,402	0,466	0,069	14,751
B/Ca	2,402	0,598	24,896	2,200	0,378	17,183
Ca/Cu	2,071	0,465	22,458	1,981	0,329	16,596

Variável	---População Baixa----			----População Alta----		
	Média	Desvio Padrão	CV%	Média	Desvio Padrão	CV%
Cu/Ca	0,511	0,135	26,368	0,517	0,076	14,605
Ca/Fe	0,122	0,020	16,604	0,132	0,018	13,848
Fe/Ca	8,472	1,598	18,857	7,681	0,947	12,335
Ca/Mn	0,061	0,009	15,351	0,065	0,008	11,509
Mn/Ca	16,909	3,079	18,210	15,515	1,791	11,545
Ca/Zn	0,178	0,038	21,167	0,198	0,039	19,542
Zn/Ca	5,896	1,362	23,103	5,230	0,877	16,772
Mg/S	1,756	0,270	15,397	1,710	0,238	13,905
S/Mg	0,583	0,090	15,450	0,597	0,091	15,274
Mg/B	0,113	0,023	19,927	0,119	0,018	14,961
B/Mg	9,249	2,036	22,017	8,641	1,475	17,066
Mg/Cu	0,534	0,111	20,757	0,506	0,094	18,555
Cu/Mg	1,957	0,423	21,620	2,040	0,353	17,291
Mg/Fe	0,032	0,006	18,457	0,034	0,003	9,427
Fe/Mg	32,859	7,420	22,582	30,051	2,791	9,286
Mg/Mn	0,016	0,002	15,705	0,017	0,001	7,240
Mn/Mg	65,148	11,236	17,247	60,700	4,434	7,304
Mg/Zn	0,046	0,008	18,507	0,050	0,007	13,278
Zn/Mg	22,547	3,987	17,685	20,396	2,628	12,885
S/B	0,065	0,013	20,137	0,070	0,008	11,336
B/S	16,021	3,301	20,606	14,513	1,516	10,447
S/CU	0,308	0,062	20,243	0,299	0,056	18,713

Variável	---População Baixa----			----População Alta----		
	Média	Desvio Padrão	CV%	Média	Desvio Padrão	CV%
Cu/S	3,390	0,698	20,595	3,452	0,603	17,478
S/Fe	0,018	0,003	16,433	0,020	0,003	14,673
Fe/S	56,546	9,564	16,914	51,167	7,364	14,393
S/Mn	0,009	0,001	13,993	0,010	0,001	13,680
Mn/S	112,499	14,827	13,180	103,256	12,498	12,104
S/Zn	0,026	0,005	18,822	0,030	0,005	16,022
Zn/S	39,129	6,927	17,702	34,610	5,028	14,527
B/Cu	4,919	1,468	29,849	4,311	0,759	17,601
Cu/B	0,219	0,057	26,016	0,239	0,041	16,981
B/Fe	0,285	0,046	16,291	0,287	0,036	12,624
Fe/B	3,598	0,559	15,536	3,536	0,438	12,376
B/Mn	0,142	0,021	15,068	0,143	0,023	15,810
Mn/B	7,180	1,020	14,207	7,177	1,030	14,352
B/Zn	0,416	0,086	20,578	0,429	0,080	18,538
Zn/B	2,506	0,511	20,407	2,415	0,469	19,402
Cu/Fe	0,062	0,016	26,504	0,068	0,014	19,853
Fe/Cu	17,436	4,895	28,072	15,189	3,017	19,865
Cu/Mn	0,031	0,007	22,268	0,034	0,006	18,164
Mn/Cu	34,463	7,984	23,167	30,610	5,301	17,316
Cu/Zn	0,089	0,021	23,132	0,102	0,025	24,523
Zn/Cu	11,950	3,038	25,426	10,300	2,063	20,033
Fe/Mn	0,504	0,058	11,499	0,497	0,054	10,816

Variável	---População Baixa----			----População Alta----		
	Média	Desvio Padrão	CV%	Média	Desvio Padrão	CV%
Mn/Fe	2,013	0,235	11,677	2,036	0,231	11,368
Fe/Zn	1,481	0,315	21,279	1,498	0,236	15,722
Zn/Fe	0,705	0,143	20,246	0,685	0,113	16,572
Mn/Zn	2,943	0,528	17,947	3,006	0,278	9,262
Zn/Mn	0,351	0,063	18,009	0,335	0,031	9,135

1008

1009 3.2 Interpretação dos Índices DRIS

1010 Os índices DRIS para cada nutriente e o Índice de Balanço Nutricional (IBN) em cada
1011 ponto de amostragem no município de Montividiu, GO, está representado na Tabela 3.
1012 Complementando a tabela, também foi expressa a ordem de limitação, de forma decrescente,
1013 do nutriente mais deficiente ao mais excessivo.

1014

1015

Tabela 3 Índices DRIS calculados pelo procedimento de Beauflis (1973) e Índice de Balanço Nutricional (IBN) (Beaufils, 1973; Walworth & Sumner, 1987) obtidos pelas análises foliar para cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra em 49 pontos de amostragem de folhas no município de Montividiu, GO. Safra 2016/17.

Ponto	Prod. (sc ha^{-1})	Índices											IBN	Ordem de Limitação
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
1	72,8	3	0	-1	-2	0	-1	-2	1	-2	-1	1	15	Ca=B=Fe>K=S=Mn>P=Mg>Cu=Zn>N
2	66,2	0	0	0	-1	1	0	0	0	-1	0	0	5	Ca=Fe>N=P=K=S=B=Cu=Mn=Zn>Mg
3	63,5	1	-1	-1	0	0	1	0	0	0	-1	1	7	P=K=Mn>Ca=Mg=B=Cu=Fe>N=S=Zn
4	68,4	0	-1	-4	-3	0	2	0	2	-1	-1	1	17	K>Ca>P=Fe=Mn>N=Mg=B>Zn>S>Cu
5	42,6	2	-1	-3	-1	-1	0	-1	1	0	-1	1	11	K>P=Ca=Mg=B=Mn>S=Fe>Cu=Zn>N
6	64,5	2	-1	-2	-1	-1	-1	0	1	-1	-3	3	16	Mn>K>P=Ca=Mg=S=Fe>B>Cu>N>Zn
7	67,0	1	0	-2	0	-1	-1	-1	-1	-1	-3	3	13	Mn>K>Mg=S=B=Cu=Fe>P=Ca>N>Zn
8	73,1	1	0	0	-1	1	1	-1	-1	-2	-1	1	10	Fe>Ca=B=Cu=Mn>P=K>N=Mg=S=Zn
9	71,2	1	1	-1	0	0	-1	1	-1	-1	-1	1	8	K=S=Cu=Fe=Mn>Ca=Mg>N=P=B=Zn
10	89,5	2	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	5	K=B>P=Ca=Mg=S=Cu=Fe=Mn=Zn>N
11	81,1	2	0	0	0	1	-1	0	0	0	-1	1	7	S=Mn>P=K=Ca=B=Cu=Fe>Mg=Zn>N

Ponto	Prod.	Índices											IBN	Ordem de Limitação
	(sc ha^{-1})	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
12	71,8	2	0	-1	0	1	1	-2	0	1	0	0	8	B>K>P=Ca=Cu=Mn=Zn>Mg=S=Fe>N
13	73,8	2	0	0	0	-1	1	0	-2	0	1	-1	9	Cu>Mg=Zn>P=K=Ca=B=Fe>S=Mn>N
14	59,0	2	1	-1	0	-1	1	-1	-1	-1	-3	3	15	Mn>K=Mg=B=Cu=Fe>Ca>P>S>N>Zn
15	57,4	2	-1	-1	1	0	0	0	-2	0	3	-3	14	Zn>Cu>P=K>Mg=S=B=Fe>Ca>N>Mn
16	67,3	2	0	0	1	0	1	-2	0	0	-2	2	11	B=Mn>P=K=Mg=Cu=Fe>Ca=S>N=Zn
17	92,6	2	0	-1	0	0	1	-1	0	-2	0	0	7	Fe>K=B>P=Ca=Mg=Cu=Mn=Zn>S>N
18	77,4	2	-1	-1	0	0	1	-2	0	-2	-1	1	11	B=Fe>P=K=Mn>Ca=Mg=Cu>S=Zn>N
19	79,9	2	0	0	1	0	0	0	-2	0	0	0	6	Cu>P=K=Mg=S=B=Fe=Mn=Zn>Ca>N
20	61,1	2	0	1	0	0	1	-1	-2	0	-3	3	14	Mn>Cu>B>P=Ca=Mg=Fe>K=S>N>Zn
21	62,7	2	-1	-1	0	0	-1	-1	0	1	1	-1	9	P=K=S=B=Zn>Ca=Mg=Cu>Fe=Mn>N
22	70,0	1	0	-2	0	1	-1	-1	0	0	-1	1	9	K>S=B=Mn>P=Ca=Cu=Fe>N=Mg=Zn
23	77,7	2	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	6	S>P=Ca=Mg=B=Cu=Fe=Mn=Zn>K>N
24	73,0	1	2	0	-1	0	-1	0	0	-1	-5	5	16	Mn>Ca>S>Fe>K=Mg=B=Cu>N>P>Zn
25	51,3	0	2	1	0	0	-1	1	1	1	-1	1	8	S=Mn>N=Ca=Mg>K=B=Cu=Fe=Zn>P

Ponto	Prod.	Índices											IBN	Ordem de Limitação
	(sc ha^{-1})	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
26	89,2	1	2	1	0	1	0	-1	1	2	2	-2	11	Zn>B>Ca=S>N=K=Mg=Cu>P=Fe=Mn
27	85,3	-1	1	-1	2	1	0	1	3	0	2	-2	13	Zn>N=K>S=Fe>P=Mg=B>Ca=Mn>Cu
28	72,6	0	2	-1	2	1	-2	2	1	0	1	-1	13	S>K=Zn>N=Fe>Mg=Cu=Mn>P=Ca=B
29	55,2	1	0	0	1	-1	-3	2	-1	1	0	0	12	S>Mg=Cu>P=K=Mn=Zn>N=Ca=Fe>B
30	64,1	0	0	1	1	-1	-2	2	-1	-1	-4	4	19	Mn>S>Mg=Cu=Fe>N=P>K=Ca>B>Zn
31	70,4	1	0	-1	-3	-3	-1	0	-1	1	2	-2	15	Ca=Mg>Zn>K=S=Cu>P=B>N=Fe>Mn
32	85,7	1	0	1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	0	7	Ca=Mg=S=Fe>P=B=Cu=Mn=Zn>N=K
33	90,4	0	0	0	-1	-1	1	2	1	1	-2	2	10	Mn>Ca=Mg>N=P=K>S=Cu=Fe>B=Zn
34	67,2	0	0	1	-1	-1	1	0	0	1	4	-4	13	Zn>Ca=Mg>N=P=B=Cu>K=S=Fe>Mn
35	25,7	-1	1	1	-1	-1	-1	0	1	0	-2	2	10	Mn>N=Ca=Mg=S>B=Fe>P=K=Cu>Zn
36	64,6	1	0	-1	0	0	-2	0	0	-2	0	0	7	S=Fe>K>P=Ca=Mg=B=Cu=Mn=Zn>N
37	63,4	0	0	-2	1	0	-1	0	0	-1	1	-1	8	K>S=Fe=Zn>N=P=Mg=B=Cu>Ca=Mn
38	62,8	0	0	-2	0	1	-1	0	0	-2	1	-1	8	K=Fe>S=Zn>N=P=Ca=B=Cu>Mg=Mn
39	70,7	1	0	-1	0	1	0	1	0	0	4	-4	13	Zn>K>P=Ca=S=Cu=Fe>N=Mg=B>Mn

Ponto	Prod.	Índices											IBN	Ordem de Limitação
	(sc ha^{-1})	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
40	60,7	0	0	-1	0	1	-1	0	-2	0	-5	5	15	Mn>Cu>K=S>N=P=Ca=B=Fe>Mg>Zn
41	66,3	2	0	-3	0	0	0	1	-1	2	2	-2	14	K>Zn>Cu>P=Ca=Mg=S>B>N=Fe=Mn
42	77,7	0	-1	1	0	0	2	1	-1	1	1	-1	10	P=Cu=Zn>N=Ca>K=B=Fe=Mn>N=S
43	62,7	4	0	-1	-6	-1	-1	3	-3	-2	-3	3	26	Ca>Cu=Mn>Fe>K=Mg=S>P>B=Zn>N
44	71,9	3	-1	2	2	-2	-1	0	-2	2	1	-1	17	Mg=Cu>P=S=Zn>B>Mn>K=Ca=Fe>N
45	19,1	5	-1	0	0	-2	-2	1	-4	-2	-2	2	20	Cu>Mg=S=Fe=Mn>P>K=Ca>B>Zn>N
46	51,5	5	1	2	-1	-4	-1	2	-3	2	2	-2	24	Mg>Cu>Zn>Ca=S>P>K=B=Fe=Mn>N
47	76,4	4	-1	0	0	-3	-2	2	-3	3	1	-1	22	Mg=Cu>S>P=Zn>K=Ca>Mn>B>Fe>N
48	72,7	3	0	-1	-2	-3	-1	0	-3	1	3	-3	19	Mg=Cu=Zn>Ca>K=S>P=B>Fe>N=Mn
49	74,1	2	0	1	-1	-2	-1	-1	-1	1	1	-1	12	Mg>Ca=S=B=Cu=Zn>P>K=Fe=Mn>N

1019

Quando levamos em consideração aos índices dos nutrientes, verificamos que em cada ponto amostral o nutriente se portou de uma forma, variando de deficiente, equilíbrio e excesso. Para verificar em quais ordens os nutrientes predominam, foi realizado a distribuição de frequência dos índices, que podem ser observadas para primeira, segunda e terceira ordem. Essa distribuição permite interpretar quais os nutrientes mais limitantes por deficiência e excesso (Tabela 4 e 5).

A ordem de limitação por deficiência dos índices DRIS mais negativos (1ªordem) para os teores de nutrientes foi: Mn>K>S=Fe>Zn>B>Ca>P. Avaliando as três ordens da limitação por deficiência, calculou-se a média total, chegando a seguinte ordenação: Mn>S>K>Zn=Fe>Ca=B>Cu>P=Mg>N. Com a distribuição dos nutrientes, verificou resultados semelhantes ao de Mesquita (2013), onde o autor também encontrou que o nitrogênio é o elemento que menos se apresentou na classe de deficiente.

Para a ordenação da limitação por excesso dos índices DRIS mais positivos, para a ocorrência dos nutrientes de mais excessivos obteve a seguinte sequência: N>Zn>Mn>P=Mg=S=B>Ca>Cu>Fe. Verificando a média dos elementos mais excessivos encontramos a seguinte ordenação: N>Zn>Mn>Fe>K>Mg>S>B>Cu>>Ca>P.

Tabela 4. Porcentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por deficiência, diagnosticados pelos índices DRIS, obtidos pela análise foliar dos 49 pontos de amostragem de folhas no município de Montividiu, GO. Safra 2016/17

Variável	% de Ocorrência1			
	1ª Ordem	2ª Ordem	3ª Ordem	Média
N	-	4%	-	1,33%
P	6%	6%	10%	7,33%

Variável	% de Ocorrência1			
	1ª Ordem	2ª Ordem	3ª Ordem	Média
K	20%	22%	8%	16,67%
Ca	10%	18%	2%	10%
Mg	-	16%	6%	7,33%
S	18%	24%	10%	17,33%
B	12%	14%	4%	10%
Cu	-	18%	8%	8,67%
Fe	18%	8%	10%	12%
Mn	29%	14%	2%	22,50%
Zn	16%	16%	4%	12%

1040

1041 Tabela 5. Porcentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por excesso, diagnosticados
1042 pelos índices DRIS, obtidos pela análise foliar para cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra
1043 em 49 pontos de amostragem de folhas no município de Montividiu, GO. Safra 2016/17

Variável	% de Ocorrência			
	1ª Ordem	2ª Ordem	3ª Ordem	Média
N	53%	18,4%	2%	24,47%
P	8%	-	4%	4%
K	-	18%	4%	7,33%
Ca	4%	10%	-	4,67%
Mg	8%	10%	2%	6,67%
S	8%	12%	-	6,67%
B	8%	12%	-	6,67%

Variável	% de Ocorrência			
	1ª Ordem	2ª Ordem	3ª Ordem	Média
Cu	4%	14%	2%	6,67%
Fe	4%	27%	-	10,33%
Mn	18%	14%	-	10,67%
Zn	29%	16%	-	15%

O índice de balanço nutricional (IBN) auxilia verificar se há um equilíbrio entre os nutrientes. Quando maior o IBN melhor será o equilíbrio nutricional global da planta, quanto maior o índice mais interferências podem ocorrer entre os nutrientes. Os pontos de amostragem apresentaram IBN elevado, acima de zero, com variação entre 5 a 26 (Tabela 3).

A relação entre o índice de balanço e produtividade das amostragens de feijão foi apresentada na Figura 1. Nota-se que a distribuição das amostras de maiores produtividades está na zona de IBN inferior a 15, posteriormente, a produtividade tende a cair. Para amostragem de maior produtividade, 90,4, apresentou IBN igual a 10, enquanto a de menor produtividade, 19,1 sc ha^{-1}, apresentou índice de balanço nutricional igual a 20. Os menores valores de IBN indicam maior equilíbrio nutricional o que é condição necessária à obtenção de elevadas produtividades, embora outros fatores possam também alterar as respostas das plantas (Marschner 1995)

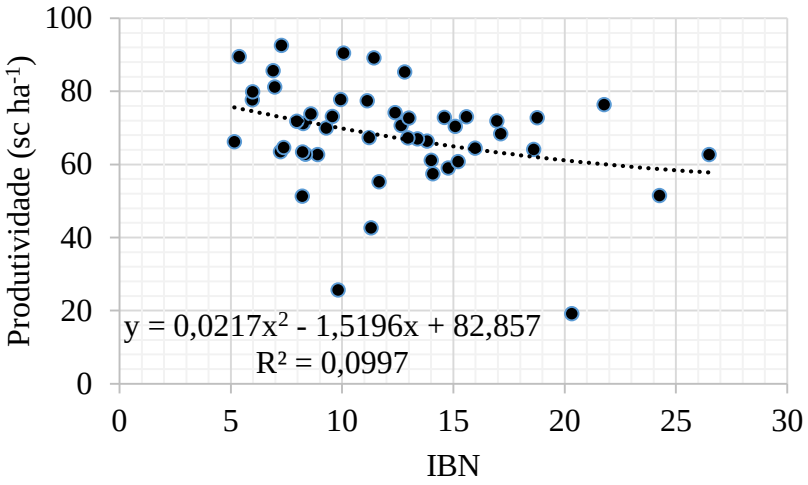
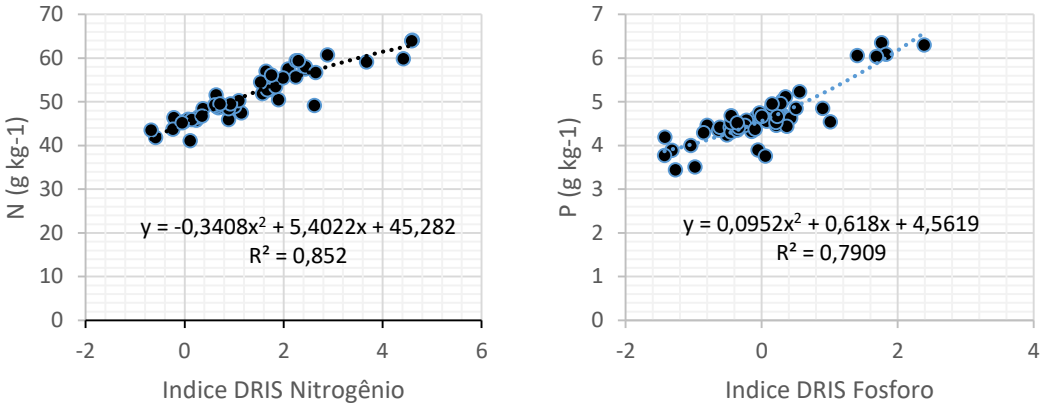


Figura 1. Equação de regressão polinomial entre as produtividades (sc ha^{-1}) (Y) e índice de equilíbrio nutricional – IBN (X) e coeficiente de regressão (r^2) obtidos pelos 49 pontos de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO.

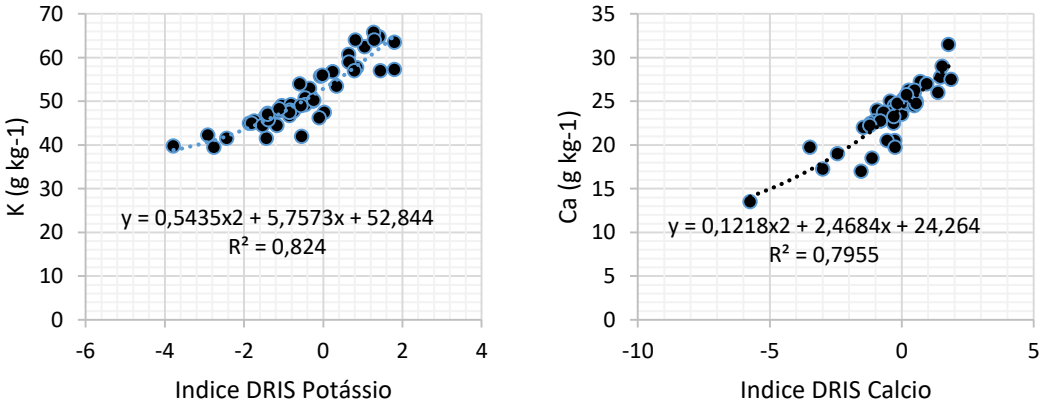
3.3 Desenvolvimento e validação das faixas de Beaufils

O relacionamento entre os índices DRIS de um nutriente e seus respectivos teores foliares podem indica maior confiabilidade nas normas DRIS (Guimarães 2014). Para maioria dos nutrientes avaliados a relação entre índice DRIS e concentração foliares foi positiva, oito dos onzes elementos apresentaram esse resultado, dessa forma o aumento do teor de foliar de nutrientes há também aumento do valor do índice DRIS (Figura 2 e 3). Apenas para o nutriente Fe a equação que melhor se enquadrou foi a linear, para os demais nutrientes a melhor equação foi a de segundo grau.

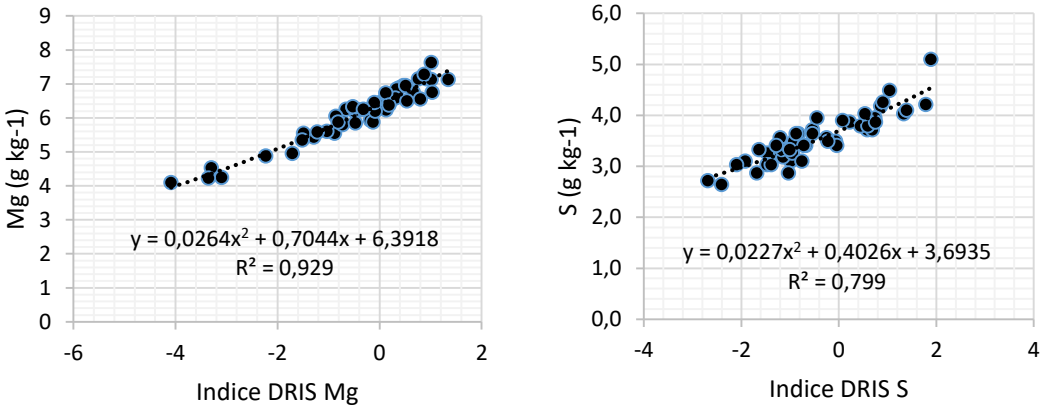
Avaliando o R^2, para maioria dos nutrientes, os valores foram superiores a 0,77, os altos coeficientes de regressão aumentam a confiabilidade nos resultados, e também no desenvolvimento posterior das faixas de suficiência regional para as variáveis nas análises foliares (Mesquita 2013). Somente, o manganês apresentou baixo valor de R^2, Rezende (2014), também observou menor valor para Mn. Esse tipo de resultado pode indicar que outros fatores estão influenciando os índices DRIS desses nutrientes (Serra 2010).



1076



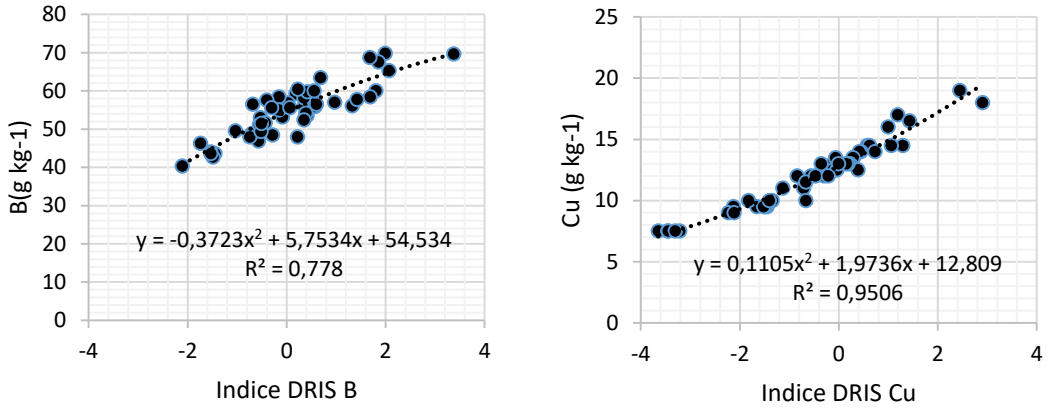
1077



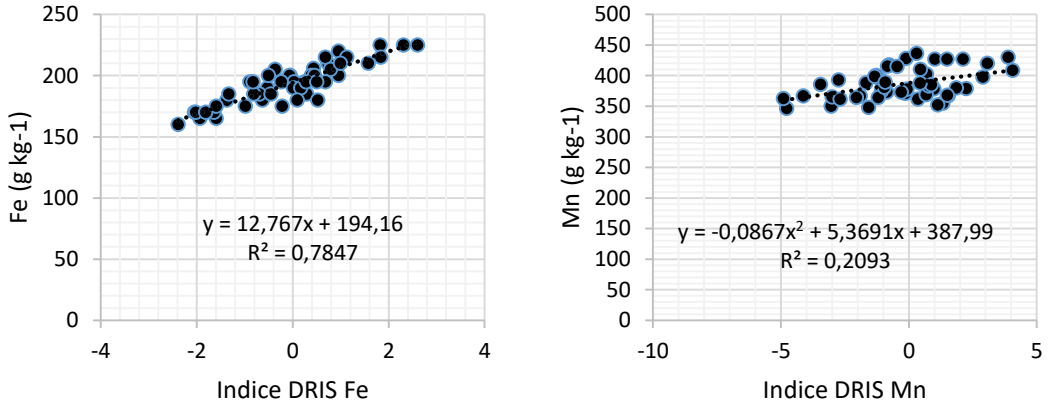
1078

1079 Figura 2. Equação de regressão polinomial entre os teores de macronutrientes da variável (Y) e
1080 o seu índice DRIS (X) na análise foliar e coeficiente de regressão (r^2) obtidos pelos 49 pontos
1081 de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO

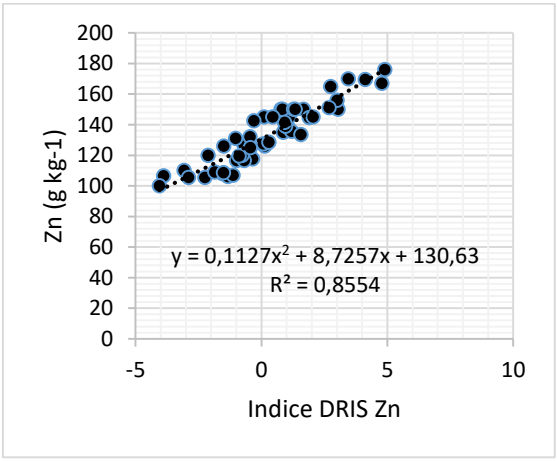
1082



1083



1084



1085

1086 Figura 3. Equação de regressão polinomial entre os teores de micronutrientes da variável (Y) e
1087 o seu índice DRIS (X) na análise foliar e coeficiente de regressão (r^2) obtidos pelos 49 pontos
1088 de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu,
1089 GO.

1090

Os critérios definidos por Beaufils (1973), quando o índice DRIS for nulo significa que o nutriente avaliado é considerado nutricionalmente equilibrado nas lavouras. Com base nas relações entre os índices DRIS e os teores de nutrientes na folha, foi possível obter equações que, a partir dela é possível encontrar o ponto de equilíbrio nutricional para cada nutriente definido (Tabela 6).

Os teores ótimos obtidos no presente trabalho foram maiores que os determinados por Mesquita (2013), com exceção do N, P e Fe. Essas diferenças, evidenciam a importância do desenvolvimento de normas específicas para diagnóstico nutricional de plantas, o que, em muitos casos, pode melhorar os diagnósticos obtidos (Dias et al. 2010). Contudo, é necessário avaliar ainda as faixas de teores obtidas para cada nutriente, conjuntamente às demais análises realizadas, considerando que a avaliação pontual dada pelo teor ótimo pode gerar erros, principalmente quando a variabilidade do teor do nutriente for elevada (Guimarães 2014).

Tabela 6. Ponto de equilíbrio das variáveis, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise foliar em 49 pontos de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO

Nutrientes	Ponto de equilíbrio nutricional
N (g kg^{-1})	48,282
P (g kg^{-1})	4,5619
K (g kg^{-1})	52,844
Ca (g kg-1)	24,264
Mg (g kg-1)	6,3918
S (g kg-1)	3,6935
B (mg kg-1)	54,534
Cu (mg kg-1)	12,809

Nutrientes	Ponto de equilíbrio nutricional
Fe (mg kg-1)	194,16
Mn (mg kg-1)	387,99
Zn (mg kg-1)	130,63

As faixas de suficiência com base na metodologia de Beaufils, foram desenvolvidas para a cultura do feijão no município de Montividiu, apresentadas na Tabela 7. A partir dessas faixas, foram realizadas a interpretação das análises foliares e diagnosticadas os pontos amostrais, sendo que a distribuição de frequência para cada classe foi apresentada na Tabela 8.

Tabela 7. Faixas de suficiência das variáveis N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pelo desenvolvimento da metodologia DRIS para a cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO

Nutriente	Deficiência	Tendência à deficiência	Suficiente	Tendência à excesso	Excesso
N (g kg-1)	<46,6	46,6 - 47,44	47,44 - 49,12	49,12 - 49,96	>49,96
P (g kg-1)	<3,46	3,46 - 4,01	4,01 - 5,11	5,11 - 5,66	>5,66
K (g kg-1)	<51,2	51,20 - 52,02	52,02 - 53,67	53,67 - 54,49	>54,49
Ca (g kg-1)	<22,5	22,50 - 23,38	23,38 - 25,15	25,15 - 26,03	>26,03
Mg (g kg-1)	<4,79	4,79 - 5,59	5,59 - 7,19	7,19 - 7,99	>7,99
S (g kg-1)	<2,26	2,26 - 2,98	2,98 - 4,41	4,41 - 5,13	>5,13
B (mg kg-1)	<53,06	53,06 - 53,79	53,79 - 55,27	55,27 - 56,01	>56,01
Cu (mg kg-1)	<10,87	10,87 - 11,84	11,84 - 13,78	13,78 - 14,75	>14,75
Fe (mg kg-1)	<192,61	192,61 - 193,39	193,39 - 194,93	194,93 - 195,71	>195,71
Mn (mg kg-1)	<385,25	385,25 - 386,62	386,62 - 389,36	389,36 - 390,73	>390,73
Zn (mg kg-1)	<127,89	127,89 - 129,26	129,26 - 132,00	132,00 - 133,37	>133,37

Tabela 8. Distribuição de frequência das variáveis, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos pela análise foliar em 49 pontos de amostragem, na cultura do feijoeiro sequeiro primeira safra no município de Montividiu, GO

Nutriente	Deficiência	Tendência à deficiência	Suficiente	Tendência à Excesso	Excesso
N	24%	2%	14%	8%	51%
P	4%	12%	69%	4%	10%
K	63%	0%	2%	2%	33%
Ca	22%	12%	35%	14%	16%
Mg	10%	16%	65%	4%	4%
S	0%	8%	88%	4%	0%
B	41%	4%	4%	6%	45%
Cu	37%	4%	27%	14%	18%
Fe	55%	0%	0%	8%	37%
Mn	55%	2%	4%	0%	39%
Zn	76%	0%	0%	0%	24%

Com base na distribuição de frequência dos nutrientes, verifica-se que em 88% das amostras o teor de enxofre no feijão está suficiente, o que contrapõe o resultado obtido quando interpretado pela literatura de Malavolta (1997), que seria de 98% das amostras, estariam com deficiência de enxofre para a cultura do feijão.

Os nutrientes que apresentaram maior distribuição nas classes de deficiência foram: potássio e zinco, 63% e 76% respectivamente. Já os nutrientes que estão interferindo no equilíbrio nutricional das plantas de feijão devido estar em níveis acima que a suficiência são: nitrogênio e boro. Isso se deve as consecutivas aplicações com os nutrientes em questão, ambas aplicações em cobertura. Nesse caso, a operação agrícola de aplicação poderia ser economizada

visto que os teores já estão altos nas plantas, evidenciando a importância das faixas de suficiência regionalizada.

4. CONCLUSÕES

O DRIS estabelece critérios regionais de faixas de suficiência para a cultura do feijão semeado na primeira safra de forma eficiente;

As faixas de suficiência estabelecidas pelo DRIS se diferem das faixas de suficiência já presentes na literatura, constituindo uma ferramenta de grande importância para avaliação do estado nutricional do feijão.

O DRIS permite identificar quais são os nutrientes que estão causando maior desequilíbrio na cultura e dessa forma buscar formas de minimizar os danos nutricionais.

5. REFERENCIAS

BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. *Fertilizer Society of South African Journal*, 1971. 1 v. 1 n. 1-30 p.

BEAUFILS, E.R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. *Soil Science bulletin*, 1973. 132 p..

CASTAMANN, A. et al. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) of soybean oil content. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2012. 36 v. 1820-1827 p.

COBRA NETO, A. et al. *Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro*. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1971. 28 v. 257-274 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*, 1999. 359p. (5ª aproximação).

CONAB | Acompanhamento da safra brasileira de grãos | v. 4 - Safra 2016/17, n.12 - Décimo segundo levantamento, setembro 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_09_01_56_boletim_graos_setembro_2017.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

CONAB | Acompanhamento da safra brasileira de grãos | v. 5 - Safra 2017/18, n.5 - Quinto segundo levantamento, fevereiro 2018. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_02_08_17_09_36_fevereiro_2018.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.

COSTA, A. N. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). In: DRIS: *Um aliado no diagnostico nutricional de plantas*, 24., 1999, Viçosa. Boletim Informativo... Viçosa: SBCS, 1999. 13-15 p.

CRESTE, J. E.; ECHER, F. R. Establishing standards for the integrated recommendation and diagnosis system (DRIS) for irrigated bean crops. Commun. *Soil Science and Plant Analysis*, 2010. 41 v. 16 n. 1921-1933 p.

DIAS, J. R. M. et al. Normas DRIS para cupuaçuzeiro cultivado em monocultivo e em sistemas agroflorestais. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 2010. 45 v. 1 n. 64-71 p.

GUIMARÃES, F. C. N. *Normas DRIS e diagnóstico nutricional de cana sola na região sul de Goiás.* Teses (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2003. 38 v. 6 n. 703-713 p.

HIROCE, R. et al. Análise foliar em feijoeiro. *Bragantia*,, 1970. 29 v. 3 n. 7-12 p.

JONES, W. W. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1981. 12 v. 20 n. 785-794 p.

LEANDRO, W. M. *Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a cultura da soja (Glycine max L. Merril) na região de Rio Verde- GO*. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998. Tese (Doutorado em Agronomia) 190 f.

LETZSCH, W.S. Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). C*ommunications in Soil Science and Plant Analysis*, 1985. 16 v. 339-347 p.

MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Potafos, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. et al. *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações*. Potafos, 1989. 201 p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic, 1995. 889 p.

MESQUITA, M. A. M. Estado nutricional e normas DRIS para o feijoeiro irrigado em Cristalina, Goiás. Escola de Agronomia – Universidade Federal de Goias. Tese de Doutorado em Agronomia, f. 105, 2013.

NEEDHAM, T. D. et al. Relationship between diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) optima and foliar nutrient critical levels. *Soil Science Society of America Journal*, 1990. 54 v. 883-886 p.

OLIVEIRA, S. A. Avaliação do balanço nutricional no sistema solo - planta pelo DRIS. In: *Simposio sobre fertilidade do solo em plantio direto,* 1997. EMBRAPA-CPAO (Documentos, 22). 1998. 81-87 p.

OLIVEIRA, S. A. Avaliação do balanço nutricional no sistema solo-planta. *In: Congresso brasileiro de ciência do solo*, 24.,1993. **Anais...**Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 243-264p.

OLIVEIRA, S. A., SOUSA, D. M. G. Interpretação de análise de solo pelo método DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação). In: *Reunião brasileira de fertilizadade do solo, 18.,* 1988. **Anais...** Guarapari: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. 47-48 p.

PAIVA JÚNIOR, E. F. *Padrões foliares e de solo para a cultura do feijoeiro comum no vale do Rio dos Bois, Goiás*. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Dissertação (Mestrado em Agronomia) 2011.79 p.

PARTELLI, F. L. et al. Avaliação nutricional de feijoeiro irrigado pelos métodos CND, DRIS e faixas de suficiência. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 2014. 38 v. 3 n. 858-866 p.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Editora Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. Editora Agronômica Ceres, 1991. 343 p

REZENDE, C. F. A. *Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) em produção de mudas de citrus*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 2014.

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. *Encarte do Informações Agronômicas,* 1994. 68 n. 16 p.

SERRA, A. P. er al. Establishing DRIS norms for cotton with different selection criteria for the reference population. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2013. 48 v. 1472-1480 p.

SERRA, A. P. et al. Desenvolvimento de normas DRIS e CND e avaliação do estado nutricional da cultura do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo,* 2010. 34 v. 97-104 p.

VIEIRA, S. R. et al. Variabilidade espacial dos teores foliares de nutrientes e da produtividade da soja em dois anos de cultivo em um latossolo vermelho. *Revista Brasileira Cientifica do Solo*, 2010. 34 v. 5 n. 1503-1514 p.

1225 WALWORTH, J. .L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation system (DRIS).
1226 Adv. *Soil Science*, 1987. 6 v. 149-188 p.
1227

APÊNDICES

Apêndice A: Valores da análise de solo na profundidade de 0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m para pH, macronutrientes e micronutrientes das glebas formadas para o experimento no município de Montividiu, GO, 2017. 70

Apêndice B: Classes de interpretação para pH, V, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe, obtidos pela análise de solo..... 71

Apêndice A. Valores da análise de solo na profundidade de 0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m para pH, macronutrientes e micronutrientes das glebas formadas para o experimento no município de Montividiu, GO, 2017.

Gleba	Prof. (cm)	pH	P Resina	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		(CaCl2)	------mg dm-³-----		----------cmolc dm-³----------					----------mg dm-³----------				
6	0-20	4,70	42,20	19,00	0,44	3,50	1,10	0,00	3,00	0,47	1,36	40,00	22,20	3,71
6	20-40	4,80	24,60	66,00	0,27	3,20	0,80	0,00	4,00	0,32	0,70	28,00	7,30	18,56
4	0-20	4,80	64,00	49,00	0,59	2,80	0,50	0,17	3,30	0,56	1,20	35,00	24,70	2,69
4	20-40	4,80	16,80	176,00	0,47	3,30	0,50	0,00	2,80	0,35	0,70	21,00	10,80	12,55
5	0-20	4,90	74,00	23,00	0,38	3,50	0,60	0,00	3,20	0,49	1,10	19,00	30,90	3,80
5	20-40	4,80	23,90	121,00	0,18	3,30	0,30	0,00	3,60	0,39	0,70	17,00	17,00	15,49
1	0-20	4,40	68,40	77,00	0,28	3,60	1,00	0,16	4,30	0,60	1,81	27,00	11,93	2,35
1	20-40	4,90	16,00	163,00	0,18	2,60	0,50	0,00	4,10	0,51	0,94	14,00	3,57	1,17
2	0-20	4,70	46,90	18,00	0,18	3,70	0,70	0,00	3,00	0,32	0,79	34,00	4,57	2,16
2	20-40	5,00	18,50	36,00	0,15	2,50	0,40	0,00	3,50	0,41	0,80	26,00	3,10	8,07
3	0-20	5,20	29,90	29,00	0,24	3,70	0,70	0,00	3,20	0,36	0,85	25,00	7,55	2,77
3	20-40	5,10	21,30	38,00	0,20	2,60	0,50	0,00	2,10	0,34	0,73	20,00	3,74	15,24
7	0-20	4,40	47,10	27,00	0,14	1,80	0,30	0,21	6,10	0,20	1,02	17,00	11,83	1,30
7	20-40	4,10	6,90	83,00	0,10	0,70	0,10	0,21	4,50	0,17	0,96	20,00	9,18	0,12

Apêndice B. Classes de interpretação para pH, V, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe, obtidos pela análise de solo.

	Classes de Interpretação				
Variável	Baixa	Média	Adequada	Alta	Muito Alto
pH (H_2O)[1]	< 5,1	5,2-5,5	5,6-6,3	6,4-6,6	≥ 6,7
V[1]	≤ 20	21-35	36-60	61-70	≥ 71
Ca (cmolc dm^{-3})[1]	< 1,5	-	1,5-7,0	> 7,0	-
Mg (cmolc dm^{-3})[1]	< 0,5	-	0,5-2,0	> 2,0	-
S (mg dm^{-3})[1]	≤ 4,0	5,0-9,0	-	≥ 10,0	-
B (mg dm^{-3})[1]	< 0,2	0,3-0,5	-	> 0,5	-
Cu (mg dm^{-3})[1]	< 0,4	0,5-0,8	-	> 0,8	-
Mn (mg dm^{-3})[1]	< 1,9	2,0-5,0	-	> 5,0	-
Zn (mg dm^{-3})[1]	< 1,0	1,1-1,6	-	> 1,6	-
Fe (mg dm^{-3})[2]	< 0,5	0,5-12,0	-	> 12,0	-

1 Souza & Lobato (2004); 2 Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988).

ANEXOS – CAPÍTULO 1 e 2

REVISTA PESQUISA AGROPECUARIA TROPICAL (PAT)

Diretrizes para Autores

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT) é o periódico científico trimestral editado pela Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, em versão eletrônica (*e*-ISSN 1983-4063). Destina-se à publicação de Artigos Científicos cuja temática tenha aplicação direta na agricultura tropical. Logo, a vinculação indireta do objeto de estudo com essa temática não é razão suficiente para que uma submissão seja aprovada para seguir no processo editorial deste periódico. Notas Técnicas, Comunicações Científicas e Artigos de Revisão somente são publicados a convite do Conselho Editorial.

A submissão de trabalhos é gratuita e deve ser feita exclusivamente via sistema eletrônico, acessível por meio do endereço www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat. Os autores devem manifestar, por meio de documento (**ver sugestão de modelo**) assinado por todos, escaneado e inserido no sistema como documento suplementar, anuência acerca da submissão e do conhecimento da política editorial e diretrizes para publicação na revista PAT (caso os autores morem em cidades diferentes, mais de um documento suplementar pode ser inserido no sistema, pelo autor correspondente).

A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada ao Conselho Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção "Agradecimentos" é mais apropriada que a autoria).

Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade e ineditismo do trabalho (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados), a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave – em Português e Inglês) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos autores).

Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa.

Os trabalhos podem ser escritos em Português ou Inglês, entretanto, **serão publicados apenas em Inglês**. Logo, em caso de submissão em Português e aprovação para publicação, a versão final do manuscrito deverá ser traduzida por especialista em Língua Inglesa (preferencialmente falante nativo), sendo que a tradução ficará a cargo dos autores, sem qualquer ônus para a revista.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas, com linhas numeradas. O texto deve ser editado em *Word for Windows* (tamanho máximo de 2MB, versão .doc) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento

duplo entre as linhas (inclusive para tabelas, cabeçalhos e rodapés). A fonte tipográfica deve ser *Times New Roman*, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Todas as páginas devem ser numeradas. Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: *título*(máximo de 20 palavras); *resumo*(máximo de 250 palavras; um bom resumo primeiro apresenta o problema para, depois, apresentar os objetivos do trabalho); *palavras-chave*(no mínimo, três palavras, e, no máximo, cinco, separadas por ponto-e-vírgula); *Introdução*; *Material e Métodos*; *Resultados e Discussão*; *Conclusões*;*Agradecimentos*(se necessário, em parágrafo único) e *Referências*. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos autores,com suas afiliações e endereços (incluindo *e-mail*) em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema "autor-data". Apenas a inicial do sobrenome do autor deve ser maiúscula e a separação entre autor e ano é feita somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo "&" deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, "et al.". Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utiliza-se somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de *sites*particulares na Internet.

3. As referências devem ser organizadas em ordem alfabética, pelos sobrenomes dos autores, de acordo com a norma NBR 6023:2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a seguinte adequação: não é necessária a inclusaão da cidade após os títulos de periódicos. Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

4. As tabelas (também com corpo 12 e espaçamento duplo) e figuras (dispostas no decorrer do texto) devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*). As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.

5. A consulta a trabalhos recentemente publicados na revista PAT (www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat) é uma recomendação do corpo de editores, para dirimir dúvidas sobre estas instruções e, consequentemente, agilizar a publicação.

6. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

7. Endereço e contatos:

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT) Escola de Agronomia Universidade Federal de Goiás Caixa Postal 131 - Campus II (Samambaia) CEP 74.001-970 - Goiânia, GO – Brasil *E-mail*: gilsonrevistaufg@gmail.com Telefone: (62) 3521-1552 *Homepage*: http://www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat