10.30612/agrarian.v12i43.6781

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Sistema integrado de diagnose e recomendação para soja em função das doses de níquel, cobalto e molibdênio

Diagnosis and recommendation integrated system for soybean as a function of doses of micronutrientes essentials

José Vieira Santos Neto[1], Ivaniele Nahas Duarte[2], Atalita Francis Cardoso[1], Luara Cristina de Lima[1], Regina Maria Quintão Lana[1], José Luiz Rodrigues Torres[3], Reginaldo de Camargo[1]

[1] Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Av. Amazonas, s/n, CEP: 38400-734, Uberlândia – MG. E-mail: jvstneto@gmail.com
[2] Centro Universitário de Goiatuba (UNICERRADO), Goiatuba – GO
[3]Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba – MG

Recebido em: 23/08/2017 Aceito em:13/10/2018

Resumo: Entre os métodos para diagnóstico nutricional das plantas, destaca-se o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), que utiliza o conceito do balanço de nutrientes. A pesquisa foi realizada com a cultura da soja, cultivar Monsoy 8210, semeada em área anteriormente cultivada com milho por três anos em sistema de plantio direto (SPD) localizada no Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG. O objetivo foi estabelecer padrões foliares para avaliação o estado nutricional da soja fertilizada com micronutrientes em área de SPD estabelecida na região do Cerrado, pelo método DRIS. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2 + 1 com quatro repetições, correspondente quatro doses de adubação com micronutrientes: 0, 140, 200, 240 e 280 g ha^{-1} do NiCoMo e dois modo de aplicação: tratamento de sementes e via foliar, além da testemunha. A amostragem foliar e estabelecimento dos índices DRIS foram feitos através da coleta da primeira folha madura a partir dos trifólios superiores, realizada no estádio fenológico R1. Calculou-se o índice de balanço nutricional (IBN) pelo somatório em módulo, dos índices nutricionais DRIS e do Índice de Balanço Nutricional médio (IBNm). Para a interpretação do estado nutricional, adotaram-se três classes: insuficiente, equilibrado ou excesso. Realizou-se a colheita dos grãos por parcela, estimando as produtividades em t ha^{-1}. A aplicação de micronutrientes via foliar no estádio vegetativo (V3), 24 dias após a semeadura proporciona maior equilíbrio nutricional às plantas em comparação ao tratamento de sementes, sendo que a dose de 280 g ha^{-1} do níquel, cobalto e molibdênio no tratamento vegetativo é a que resulta em maior produtividade de grãos de soja.

Palavras-chave: *Glycine max* L., índices de balanço nutricional, micronutrientes, nutrição mineral de plantas

Abstract: Among the methods for nutritional diagnosis of plants, stands the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS), which uses the concept of nutrient balance. The research was carried out with the soybean crop, cultivar Monsoy 8210, sown in an area previously cultivated with maize for three years in no-tillage system (NTS) located at the Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG. The objective was to establish leaf patterns for assessing the nutritional status of soybean fertilized with micronutrients in SPD area established in the Cerrado region, by the DRIS method. The experimental design was in randomized blocks in factorial 4 x 2 + 1, with four replications, corresponding four levels of fertilization with nutrients: 0, 140, 200, 240 and 280 g ha^{-1} of NiCoMo and two mode of application: treatment of seeds and leaves, in addition to the witness. The foliar sampling and establishment of the DRIS indices were made through the collection of the first mature leaf from the upper leaflets, held at the phenological stage R1. We calculated the nutritional balance index (IBN) by the sum in module, the nutritional indices DRIS and Nutritional Balance Index (IBNm average). For the interpretation of nutritional status, adopted three classes: insufficient, balanced or surplus. The harvest of grain per plot, estimating the yields in t ha^{-1}. The foliar app

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

lication of micronutrients in the vegetative stage (V3), 24 days after sowing provides greater nutritional balance to plants in comparison to the seed treatment, being that the dose of 280 g ha^{-1} of nickel, cobalt and molybdenum in vegetative treatment is the resulting in higher grain yield of soybean.

Keywords: cobalt, *Glycine max* L., nutritional balance indices, molybdenum, nickel

Introdução

Vários fatores influenciam a obtenção de altas produtividades na cultura da soja e dentre eles destaca-se o suprimento adequado de nutrientes. As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes extraídos durante o ciclo, assim, é necessário que estes estejam disponíveis adequadamente às plantas (Soratto et al., 2011).

A disponibilidade dos micronutrientes no solo pode ser reduzida pela extração demandada pela agricultura intensiva, tornando necessária a reposição deles via fertilização. Nas leguminosas, como a soja, níquel (Ni), cobalto (Co) e molibdênio (Mo) exercem influência direta no processo de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). O Ni é um micronutriente, por ser constituinte da metaloenzima urease, enzima que catalisa a degradação da ureia em dióxido de carbono (CO_2) e amônia (NH_3), tornando-o extremamente importante para o metabolismo do nitrogênio nas plantas, podendo aumentar a eficiência e a produtividade das culturas (Rodak et al., 2013). A importância do Co para a cultura está associada principalmente ao processo de FBN atmosférico devido ao seu papel como componente da coenzima cobamida (vitamina B12), precursora de leghemoglobina, que determina a atividade dos nódulos e, portanto, indispensável ao processo biológico. Outro micronutriente importante para a fixação biológica do nitrogênio é o Mo, que é cofator das enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e está intimamente relacionado ao transporte de elétrons durante as reações bioquímicas (Sfredo e Oliveira, 2010).

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é um sistema de manejo em que a palha e restos vegetais são deixados na superfície do solo. A eficácia do SPD está relacionada, dentre outros fatores, à quantidade e qualidade dos resíduos culturais, a recomendação de espécies de plantas de cobertura do solo, principalmente leguminosas e gramíneas, dando atenção ao manejo, a manutenção da cobertura e a persistência dos resíduos no solo, além das características físicas, químicas e hídricas do solo, e sua suscetibilidade à erosão (Pires et al., 2015). Porém devido as condições edafoclimáticas do Cerrado, como o longo período de seca, torna-se necessário o uso de espécies que possuem decomposição mais lenta, facilitando assim a sustentabilidade desse sistema neste bioma. Uma vez que no SPD não é previsto o revolvimento periódico do solo e a manutenção do equilíbrio entre os nutrientes no solo e por consequência do bom estado nutricional das plantas, é fator essencial para assegurar a sustentabilidade do sistema.

Dentre os métodos existentes para avaliar o estado nutricional das plantas, o DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação), caracteriza-se como procedimento integrado que identifica a suficiência e deficiência de cada nutriente em relações duais entre outros nutrientes na planta ao invés de considerar apenas a concentração crítica ou faixa de suficiência de cada nutriente específico. A técnica baseia-se no cálculo de um índice para cada nutriente, comparando-se as relações entre um nutriente e cada um dos demais nutrientes na amostra sob diagnose com as relações envolvendo esse mesmo nutriente em uma população de alta produtividade (Partelli et al., 2014).

Padrões nutricionais vem sendo estabelecidos em diversas culturas, como café (Partelli et al., 2016), cana-de-açúcar (Santos et al., 2013), algodão (Kurihara et al., 2013; Serra et al., 2013), laranja (Dias et al., 2013), batata (Queiroz et al., 2014), tomate (Scucuglia e Creste, 2014) e palmeira de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) (Matos et al., 2018). Diante desse contexto, objetivou-se com este trabalho estabelecer padrões foliares e avaliar o estado nutricional da soja fertilizada com Ni, Co e Mo em área de SPD já estabelecida na região do Cerrado, pelo método DRIS.

Material e Métodos

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

A pesquisa foi conduzida no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberaba-MG, localizado entre 19º39'19" de latitude Sul e 47º57'27'' de longitude Oeste, numa altitude de 795 m, no período de dezembro de 2015 a abril de 2016. O clima da região é classificado pelo método de Köppen, como Aw, tropical quente e úmido, com inverno frio e seco. A precipitação anual média é de 1606 mm e a temperatura média anual é de 21,5°C (Rolim et al., 2007). As médias das temperaturas máximas, mínimas, precipitação e umidade relativa da localização do experimento durante o período de condução encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Precipitação média - P (mm), temperatura máxima - T max (ºC), temperatura mínima - T min (ºC) e umidade relativa – UR (%), Uberaba, 2015 (INMET, 2017)

Meses	P	T max	T min	UR
Dezembro	276,20	31,40	20,23	76,85
Janeiro	315,20	29,71	21,06	82,16
Fevereiro	131,50	31,07	19,09	77,24
Março	292,0	29,94	20,25	77,72
Abril	316,45	31,16	17,67	62,40

O solo da área foi caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO escuro, de textura argilosa (Santos et al., 2013). A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH (H_2O) 5,4; 2,7 mg dm^{-3} de P Mehlich-1; 33,0 mg dm^{-3} de K^+; 1,0 $cmol_c$ dm^{-3} de Ca^{+2}; 0,4 $cmol_c$ dm^{-3} de Mg^{+2}; 0,1 $cmol_c$ dm^{-3} de Al^{+3}; 42,5 % de V. O experimento foi implantado em uma área de três anos de SPD, sendo a palhada referente ao milho, cultura antecessora.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial 5 x 2 + 1 de tratamento adicional. O primeiro fator consistiu de um produto à base de níquel (Ni), cobalto (Co) e molibdênio (Mo), denominado no presente trabalho como NiCoMo, no percentual 2,4, 1,4 e 26,0% p/p, respectivamente, nas doses de 0, 160, 200, 240 e 280 g ha^{-1}, o segundo fator foi o modo de aplicação, tratamento de sementes (TS) e tratamento foliar (TF), e o tratamento adicional com uma dose de dose de 200 g ha^{-1} de um produto a base de cobalto (Co) e molibdênio (Mo), que constituiu a aplicação semelhante ao utilizado pelo produtor.

As sementes foram tratadas com NiCoMo, juntamente com inoculante a base de bactérias do gênero *Rhizobium* na dose recomendada de 100 mL ha^{-1} e uma mistura de inseticida do grupo pirazol, e fungicidas do grupo das estrubirulinas e do grupo dos benzimidazois na dose recomendada de 50 g ha^{-1} de i.a. A semeadura da soja de tecnologia Intacta cultivar Monsoy 8210 foi realizada em 18 de dezembro de 2015, com densidade de 20 sementes por metro linear, estabelecendo parcelas de 4 m x 9 m, totalizando 44 parcelas. Realizou-se uma fertilização de NPK na semeadura 05-25-25, na dose de 300 kg ha^{-1}.

No estádio V2 da soja, foi realizado o manejo de pós-emergência das plantas espontâneas com o herbicida glifosato na dose de 2400 g ha^{-1} de i.a., juntamente com a fertilização foliar na dosagem de 200 g ha^{-1} do produto comercial quelatizado à base de manganês (Mn), sendo a aplicação realizada com pulverizador costal pressurizado por CO_2 com volume de calda proporcional a 200 L ha^{-1}. Efetuou-se três aplicações de fungicida sistêmico à base de estrobilurina e triazol, na dose de 300 mL ha^{-1} cada aplicação, para o controle de doenças, sendo a primeira pulverização realizada no estádio R1, fase de início do florescimento da soja, a segunda no estádio R4, fase em que as vagens estão completamente desenvolvidas, e a terceira no estádio R5, fase do enchimento dos grãos.

O tratamento via foliar foi realizado com o uso de bomba costal, utilizando-se volume de calda de 200 L ha^{-1}, no estádio vegetativo (V3), 24 dias após a semeadura, caracterizado pelo aparecimento do terceiro nó. A amostragem para caracterização dos teores foliares e estabelecimento dos índices DRIS foi realizada através da coleta da primeira folha madura a partir dos folíolos superiores, realizada no estádio fenológico R1 (início da floração), seguindo a metodologia de Malavolta (2006). Os métodos

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

utilizados para a determinação dos macros e micronutrientes foram: digestão sulfúrica do N (N Total), digestão nitro perclórica para fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) e incineração para boro (B) (Malavolta, 2006).

A colheita foi realizada 119 dias após a semeadura, quando as plantas se encontravam no estádio de maturação fisiológica da cultura, R8, caracterizado por apresentar a cor madura em 95% das vagens. Efetuou-se a avaliação da produtividade de grãos nas parcelas, com posterior conversão da produtividade em t ha^{-1}.

Os tratamentos com produtividade igual ou superior a 0,8 t ha^{-1} foram utilizados para o estabelecimento dos padrões nutricionais foliares, sendo considerados, no presente trabalho, como alta produtividade, devido a ser os tratamentos com menor incidência de ferrugem asiática. Os índices DRIS foram constituídas pelas médias e pelo desvio-padrão das relações bivariadas, obtidas nas formas direta e inversa, entre todos os nutrientes avaliados das lavouras de alta produtividade. Definidos os padrões nutricionais foliares, os tratamentos de baixa produtividade (inferior a 0,8 t ha^{-1}) foram diagnosticados pelo método DRIS, utilizando-se os padrões nutricionais descritos anteriormente.

Os índices nutricionais para o DRIS (IN) foram calculados conforme Jones (1981), sendo f(A/B) = (A/B - a/b)/s(a/b), em que A/B representa o valor da relação entre as concentrações de dois nutrientes da planta diagnosticada; e a/b e s(a/b), respectivamente, a média e o desvio-padrão de cada relação bivariada na população de referência. O índice DRIS (IN) foi então determinado pela expressão: IN = [Σ (f(A/Bi- a/bi/si(a/b))) + Σ (f(B/Ai- b/ai/si(b/a)))]/2n, em que i varia de 1 até n; e n corresponde ao número de nutrientes B avaliados em relação ao nutriente A. Calculou-se também, o Índice de Balanço Nutricional (IBN) baseando-se no método de Wadt (2005) pelo somatório, em módulo, dos índices nutricionais DRIS e o Índice de Balanço Nutricional médio (IBNm), obtido dividindo-se o IBN pelo número de nutrientes avaliados em cada amostra foliar. Para a interpretação do estado nutricional, adotaram-se três classes: insuficiente, equilibrado ou excesso. Nas lavouras de baixa produtividade, o nutriente foi considerado nutricionalmente equilibrado, quando o índice nutricional, em módulo, foi menor que o IBNm; insuficiente, quando seu índice nutricional, sendo negativo, foi também, em módulo, maior que o IBNm; e, em excesso nutricional, quando seu índice nutricional, sendo positivo, foi também, em módulo, maior que o IBNm.

Resultados e Discussão

A média de produtividade de grãos do grupo classificado como alta produtividade (> 0,8 t ha^{-1}) e do grupo de baixa produtividade (<0,8 t ha^{-1}), e concentrações médias de macro e micronutrientes no tecido foliar da soja são apresentados Tabela 2.

Tabela 2. Média de produtividade de grãos de soja dos grupos de alta produtividade e de baixa produtividade, e concentrações médias de macronutrientes e micronutrientes no tecido foliar da soja.

Produtividade t ha^{-1}	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg^{-1}							mg kg^{-1}		
0,85	46,4	4,70	16,56	10,00	3,57	1,66	9,5	173,66	167,33	94,26
0,71	48,80	4,70	16,93	10,38	3,40	1,74	9,41	173,00	152,66	91,60

A faixa ótima dos nutrientes pelo método DRIS em amostras de soja coletadas na região sul do estado do Mato Grosso do Sul, nos anos de 2000/2001 e 2001/2002 foi 37 a 47,2 para o N, de 2,8 a 3,2 para o P, de 21,1 a 25, 2 para o K, de 10,1 a 13,1 para o Ca, de 2,6 a 3,8 para o Mg, de 2,0 a 2,7 para S, de 7,4 a 11,3 Cu, de 75,7 a 104,4 para o Fe e 45 a 69,4 para Mn e de 43,8 a 72,5 de Zn (Urano et al, 2007). Destaca-se, entretanto, que os autores consideraram talhões de alta produtividade aqueles que apresentaram produtividade superior a 4,4 t ha^{-1}. Portanto, de acordo com estes autores, os resultados dos teores foliares de N, Ca, Mg e Cu estão adequados, os

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

teores de P, Fe, Mn e Zn estão acima dos adequados e os teores de K e S estão abaixo do adequado, tanto quanto à alta produtividade (> 0,8 t ha^{-1}) como para a baixa produtividade (<0,8 t ha^{-1}). Cabe destacar que a produtividade média obtida no presente experimento foi muito afetada por severa infecção pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* causador da ferrugem asiática.

De maneira geral, o DRIS fornece o diagnóstico do estado nutricional por meio de dois diferentes índices: o de balanço nutricional (IBN) e o de DRIS de cada nutriente. De acordo com a Tabela 3, para o grupo de alta produtividade, a maior ocorrência de desequilíbrio nutricional, no conjunto de plantas avaliado, ocorreu para a dose de 240 g ha^{-1} no tratamento de semente e, para o grupo de baixa produtividade, ocorreu na dose 0

.

Tabela 3. Índices DRIS para macronutrientes para produtividade alta (> 0,8 t ha^{-1}) e baixa (< 0,8 t ha^{-1}) para soja sob tratamento de semente em área com 3 anos de plantio direto.

Tratamento g ha^{-1} de Ni,Co e Mo	Produtividade t ha^{-1}	N	P	K	Ca	Mg	S	IBN
		Índices DRIS para grupos de alta produtividade						
160	0,94	-3,6	-6,3	5,2	-1,1	-1,8	4,3	36,79
200	0,81	0,2	3,4	-6,3	6,7	10,0	0,8	40,60
240	0,81	3,1	2,7	0,6	-6,3	-7,9	-6,1	50,34
		Índices DRIS para grupos de baixa produtividade						
280	0,80	16,9	-2,5	-8,6	-0,9	-0,8	14,3	69,89
0	0,59	3,8	-7,1	17,7	18,5	-9,6	4,2	118,72

Em relação aos micronutrientes, verifica-se que ocorreu maior desequilíbrio nutricional no tratamento testemunha e menor, com a aplicação de 160 g ha^{-1} N, no tratamento de semente (Tabela 3). A partir dos resultados de IBN, nota-se que quando as plantas foram tratadas com o NiCoMo no tratamento de sementes houve melhor índice de balanço nutricional das plantas, isto é, menores valores para IBN (Tabela 4).

Tabela 4. Índices DRIS para micronutrientes para produtividade (> 0,8 t ha^{-1}) e (< 0,8 t ha^{-1}) para soja sob tratamento de semente em área com 3 anos de plantio direto.

Dose g ha^{-1} de Ni, Co e Mo	Produtividade t ha^{-1}	Cu	Fe	Mn	Zn
		Índices DRIS para grupos de alta produtividade			
160	0,94	1,3	8,6	-1,4	-3,2
200	0,81	-1,3	-3,0	-4,4	-4,7
240	0,81	-0,2	-6,0	7,7	9,7
		Índices DRIS para grupos de baixa produtividade			
280	0,80	2,3	-6,7	-15,4	1,5
0	0,59	-8,7	5,1	-27,6	-6,4

Os teores foram praticamente idênticos (Tabelas 2 e 6), os mesmos elementos que mostraram suficiência na aplicação de Ni, Co e Mo via tratamento de semente (N, P, Ca, Mg e Fe), novamente estão em suficiência no tratamento foliar.

Em relação ao Índice de balanço nutricional (IBN), quando o tratamento foi aplicado no estádio vegetativo da soja, verificou-se que, para o grupo de baixa produtividade, a maior ocorrência de desequilíbrio nutricional dos macronutrientes (Tabela 7) bem como dos micronutrientes (Tabela 8), no conjunto de plantas avaliado, ocorreu para o tratamento testemunha. Isso demonstra a importância da aplicação de micronutrientes para a soja. Por outro lado, o efeito de se aplicar o NiCoMo via foliar do índice DRIS foi bem diferente do encontrado no tratamento de sementes, a dose que propiciou melhor equilíbrio nutricional foi o tratamento de 280 g ha^{-1}, cujo IBN foi de 37,2 (Tabela 7). Quanto ao experimento que utilizou o produto no tratamento de sementes, o melhor equilíbrio foi

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

proporcionado conforme já relatado pela dose de 280 g ha^{-1} (Tabela 3), com um IBN de 37,2

Tabela 5. Índices de deficiência e excesso para soja sob tratamento de semente em área com 3 anos de plantio direto.

Ordem	Índices de deficiência				Índices de excesso			
	>0,8 t ha^{-1}		<0,8 t ha^{-1}		>0,8 t ha^{-1}		<0,8 t ha^{-1}	
1º	P	-6,3	Mn	-15,27	Mg	10,0	Ca	18,5
2º	K	-6,3	K	-8,6	Zn	9,7	N	10,5
3º	S	-6,1	Cu	-6,55	Fe	8,6	K	9,6
4º	Mg	-4,85	Mg	-6,47	Mn	7,7	S	6,43
5º	Fe	-4,5	Zn	-6,4	Ca	6,7	Fe	5,1
6º	Zn	-3,95	Fe	-5,35	P	3,05	P	4,7
7º	Ca	-3,7	P	-4,8	K	2,9	Cu	2,3
8º	N	-3,6	Ca	-0,55	S	2,55	Zn	2,15
9º	Mn	-2,9	S	0	N	1,65	Mg	0
10º	Cu	-0,75	N	0	Cu	1,30	Mn	0

Tabela 6. Concentrações foliares de macro e micronutrientes da soja submetidas ao tratamento de vegetativo em área com 3 anos de plantio direto.

Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
t ha^{-1}	g kg^{-1}							mg kg^{-1}		
	Acima de 1,16 t ha^{-1}									
1,24	44,94	4,49	16,87	10,74	3,47	1,58	8,00	177,41	146,66	73,58
	Abaixo de 1,16 t ha^{-1}									
1,00	45,69	4,55	16,34	10,13	3,55	1,57	8,80	143,38	133,30	71,77

.

Tabela 7. Índices DRIS para macronutrientes para produtividade alta (> 1,16 t ha^{-1}) e baixa (< 1,16 t ha^{-1}) para soja sob tratamento vegetativo em área com 3 anos de plantio direto.

Tratamento g ha^{-1} de Ni, Co e Mo	Produtividade t ha^{-1}	Índice DRIS para grupo de alta produtividade > 1,16 t ha^{-1}						
		N	P	K	Ca	Mg	S	IBN
280	1,35	3,7	7,3	8,1	-2,5	0,1	-2,7	37,20
240	1,21	-1,2	0,3	-5,9	3,8	4,4	0,3	38,25
0	1,16	-3,4	-8,9	-2,3	-1,1	-5,6	1,8	54,93
		Índice DRIS para grupo de baixa produtividade < 1,16 t ha^{-1}						
200	0,98	5,6	-9,1	-4,4	-16,0	6,8	7,9	105,81
160	0,90	-0,8	13,4	-11,4	-5,5	7,0	11,1	73,01

O suprimento de Ni, Co, e Mo via foliar, ao ser comparado com o tratamento de sementes, alterou de forma expressiva a ordem dos nutrientes em deficiência e excesso (Tabelas 8 e 5). Entretanto, de forma semelhante, os grupos de menor produtividade tiveram maiores índices (valores modulares), indicando assim maior desequilíbrio, uma vez que, quanto mais longe de zero, maior é o desequilíbrio dos nutrientes na planta. Nolla et al. (2015) relatam que, em função das várias interações que ocorrem entre os íons dos nutrientes, existe uma grande dinâmica em sua disponibilidade, de modo que não é possível analisar esta quimicamente. Sendo assim, mesmo a dose dos nutrientes avaliados se mantendo constante, o fornecimento de Ni, Co e Mo, até a

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

dose de 240 g ha^{-1}, melhorou o equilíbrio e, depois, comprometeu-o ainda mais. Este ordenamento de nutrientes, desde os mais limitantes até os excessivos, deve ser analisado com cuidado, pois existe a possibilidade de falsos diagnósticos, em função das distorções provocadas por fatores não controlados (Urano et al., 2007).

.

Tabela 8. Índices DRIS para micronutrientes para produtividade (> 1,16 t ha^{-1}) e (< 1,16 t ha^{-1}) para soja sob tratamento de semente em área com 3 anos de plantio direto.

Tratamento g ha^{-1} de Ni, Co e Mo	Produtividade t ha^{-1}	Índice DRIS para grupo de alta produtividade > 1,16 t ha^{-1}			
		Cu	Fe	Mn	Zn
280	1,35	-2,2	-3,9	-6,6	-0,1
240	1,21	8,0	-5,3	3,6	-6,0
0	1,16	-7,5	12,9	4,6	6,7
		Índice DRIS para grupo de baixa produtividade < 1,16 t ha^{-1}			
200	0,98	7,9	-14,0	-8,5	15,1
160	0,90	11,1	-11,4	0,6	2,7

Tabela 9. Índices de deficiência e excesso para soja sob tratamento de semente em área com 3 anos de plantio direto.

Ordem	Índices de deficiência				Índices de excesso			
	>1,16 t ha^{-1}		<1,16 t ha^{-1}		>1,16 t ha^{-1}		<1,16 t ha^{-1}	
1º	P	-8,9	Fe	12,9	Ca	-11,5	P	10,65
2º	Mn	-6,6	K	8,1	Zn	-9,2	S	9,5
3º	Mg	-5,6	Cu	8,0	P	-9,1	Cu	9,5
4º	Cu	-4,85	Zn	6,7	Fe	-9,03	K	9,2
5º	Fe	-4,6	Mn	4,1	K	-7,9	Zn	8,9
6º	K	-4,1	P	3,8	Mn	-7,6	N	5,15
7º	Zn	-3,05	Ca	3,8	Cu	-1,9	Mg	4,76
8º	S	-2,7	N	3,7	S	-1,6	Mn	0,6
9º	N	-2,3	Mg	2,25	N	-0,8	Ca	0
10º	Ca	-1,8	S	1,05	Mg	0	Fe	0

Com base nos resultados de DRIS de cada nutriente, é possível determinar a ordem de deficiência e excesso dos macronutrientes e micronutrientes. De acordo com a Tabela 5, verifica-se, para produtividades >1,16 t ha^{-1}, a ordem de deficiência P>Mn>Mg>Cu>Fe>K>Zn>S>N>Ca e a ordem de excesso Ca>Zn>P>Fe>K>Mn>Cu>S>N>Mg. Entretanto, para produtividades <0,8 t ha^{-1}, a ordem de deficiência é Fe>K>Cu>Zn>Mn>Cu>S>Mg e a ordem de excesso para produtividade é P>S>Cu>K>Zn>N>Mg>Mn>Ca=Fe (Tabela 9).

Conclusões

A aplicação de Ni, Co e Mo via foliar no estádio vegetativo (V3), 24 dias após a semeadura proporciona maior equilíbrio nutricional às plantas em comparação ao tratamento de sementes, sendo que a dose de 280 g ha^{-1} do Ni, Co e Mo no tratamento vegetativo é a que resulta em maior produtividade de grãos de soja.

Referencias

DIAS, J. R. M.; TUCCI, C. A. F.; WADT, P. G. S.; PARTELLI, F. L.; PEREZ, D. V.; TOMIO, D.

B. Antecipação do período de diagnose foliar em laranjeira 'Pêra' no Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, p. 757-764, 2013.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2017). **Dados de precipitação para estação Uberaba**. Disponível em http://www.inmet.gov.br/ .Acesso em: 23 out. 2017.

JONES, C. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.12, p.785-794, 1981.

KURIHARA, C.H.; ALVAREZ VENEGAS, V. H.; LIMA NEVES, J. C.; FERREIRA DE NOVAIS, R.; STAUT, L. A. Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em algodão e em soja, definidas em função de índices DRIS. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 412-419, 2013.

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

MATOS, G.S.B.; FERNANDES, A.R.; WADT, P.G.S.; FRANZINI, V.I.; SOUZA, E.M.C.; RAMOS, H.M.N. Dris calculation methods for evaluating the nutritional status of oil palm in the Eastern Amazon, **Journal of Plant Nutrition**, v.41, n.10, p. 1240-1251, 2018.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I.; CASTALDO, J.H.; DA SILVA ALVES, E.O.; DA MOTA NETO, L.V.; DA SILVA, M.A.G.; MUNIZ, A.S. Disponibilidade de nutrientes e fitotoxidez de alumínio: influência da complexação por ligantes na solução do solo. **Journal of Agronomic Sciences**, v.4, n.especial, p.1-16, 2015.

PARTELLI, F. L.; DIAS, J. R. M.; VIEIRA, H. D.; WADT, P. G. S.; JÚNIOR, E. P. Avaliação nutricional de feijoeiro irrigado pelos métodos CND, DRIS e faixas de suficiência. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 3, p. 858-866, 2014.

PARTELLI, F. L.; GOMES, W. R.; OLIVEIRA, M. G. D.; DIAS, J. R. M.; ESPINDULA, M. C. (2016). Normas foliares e diagnóstico nutricional do cafeeiro conilon na pré-florada e granação, no espírito santo. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 544 - 554, out./dez. 2016

PIRES, F. R.; DE ASSIS, R. L.; DE OLIVEIRA PROCÓPIO, S.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Ceres**, v. 55, n. 2, 2015.

POLACCO, J.C.; MAZZAFERA, P.; TEZOTTO, T. Opinion Nickel and urease in plants: Still many knowledge gaps. **Plant Science**, v. 199: 79-90, 2013.

QUEIROZ, A. A.; LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, R. C. D.; FIGUEIREDO, F. C. Productivity and establishment of DRIS indices for tubers of the potato cultivar 'Agata'. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 351-360, 2014.

RODAK, B.; MORAES, M.; PASCOALINO, J.; ALVES, S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Níquel: atividade da enzima urease em soja cultivada em solos de texturas contrastantes. In: **Embrapa Soja-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., Londrina. Sistemas conservacionistas de produção e sua interação com a Ciência do Solo: resumos. Londrina: IAPAR, 2013. p. 77., 2013.

ROLIM, G. D. S.; CAMARGO, M. D.; LANIA, D. G.; MORAES, J. D. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SANTOS, E. F.; DONHA, R. M. A.; ARAÚJO, C. M. M.; JUNIOR, J. L.; CAMACHO, M. A. Faixas normais de nutrientes em cana-de-açúcar pelos métodos CHM, DRIS e CND e nível crítico pela distribuição normal reduzida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, p. 1651- 1658, 2013.

SCUCUGLIA, C. L.; CRESTE, J. E. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) of tomato in greenhouse. **Horticultura Brasileira**, Presidente Prudente, v. 32, n. 2, p. 200-204, 2014.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; ROJAS, H. P.; DE MORAIS, H. S.; DO AMARAL CONRAD, V.; GUIMARÃES, F. C. N. Estabelecimento de normas DRIS para o algodoeiro com diferentes critérios de seleção da população de referência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 48, n. 11, p. 1472-1480, nov. 2013.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. **Soja: molibdênio e cobalto**. 36 p. Londrina: Embrapa Soja, 2010. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; 322).

SORATTO, R. P.; SILVA, A. H.; CARDOSO, S. M.; MENDONÇA C. G. Doses e Fontes Alternativas de Nitrogênio no Milho sob Plantio Direto em Solo Arenoso. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 62-70, 2011.

URANO, E.O.M; KURIHARA, C.H; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos chance matemática, sistema integrado de diagnose e recomendação e diagnose da composição nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v.31 p.63-72, 2007.

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