

Norma DRIS para Cana-de-Açúcar no Grupo Luiz Jatobá em São Miguel dos Campos-Alagoas⁽¹⁾

**Gilson Moura Filho⁽²⁾; Leila Cruz da Silva⁽³⁾; Adriano Barboza Moura⁽⁴⁾;
Vincent Amadeus Barboza Moura⁽⁴⁾; Deni Rafaela Silva Barros⁽⁴⁾;
Abel Washington de Albuquerque⁽²⁾**

(1) Trabalho executado com recursos da FAPEAL/BOLSISTA DCR

(2) Professor Associado; CECA/Universidade Federal de Alagoas, CEP 57100-00, Rio Largo, AL, gmf.ufal@yahoo.com.br; (3) Bolsista DCR/FAPEAL/UFAL; leila.ufal@yahoo.com.br; (4) Grupo de Solos e Nutrição de Plantas CECA/Universidade Federal de Alagoas, CEP 57100-00, Rio Largo, AL.

RESUMO: O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) é um método que baseia-se no cálculo de índices para cada nutriente, considerando sua relação com os demais. O objetivo desse trabalho foi estabelecer norma DRIS para diagnóstico do estado nutricional da cana-de-açúcar na região de São Miguel dos Campos, em Alagoas. A coleta das amostras de folha foi realizada em 30 talhões de área comercial de cana-de-açúcar na safra 2011/2012, registrando-se também o rendimento agrícola. Foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn e B, perfazendo 110 relações nutricionais. O banco de dados foi composto por 20 amostras, sendo correspondente a área de alta produtividade (TCH \geq 80 t ha⁻¹). O uso da transformação logaritmo neperiano proporcionou ganhos de normalidade para o conjunto de dados, no entanto, algumas relações ainda apresentaram-se assimétricas, mesmo após a transformação. Sendo assim, foram selecionadas relações como norma específica para a cultura da cana-de-açúcar

Termos de indexação: Análise foliar, relação binária, DRIS

INTRODUÇÃO

O método DRIS possibilita realizar o diagnóstico nutricional de qualquer cultura. Ele se baseia no cálculo de índices para cada nutriente, que é avaliado em função da relação das razões dos teores de cada nutriente com os demais, comparando-os, dois a dois, com outras relações-padrão, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas altamente produtivas. De acordo com Reis Jr. (1999) e Reis Jr & Monnerat (2003), as normas DRIS são mais exatas e oferecem maior confiança na avaliação do estado nutricional das culturas quando desenvolvidas localmente. O diagnóstico nutricional através dos índices DRIS fornece também o Índice de Balanço Nutricional - IBN (Sumner, 1977), que possibilita verificar o equilíbrio nutricional da cultura agrícola,

indicando que, quanto menor o seu valor, menor é o desequilíbrio nutricional da lavoura amostrada (Leite, 1993; Baldock & Schulte, 1996). Para estabelecer normas DRIS, que efetivamente contribuam para um programa de monitoramento do estado nutricional, é necessário avaliar diferentes critérios para o estabelecimento dessas normas, posteriormente, indicá-las. Estas avaliações foram realizadas para algumas culturas no Brasil, como é o caso da seringueira (Bataglia & Santos, 1990), eucalipto (Wadt et al., 1998) e citros (Mourão Filho et al., 2002), dentre outras.

Assim, o objetivo deste trabalho foi estabelecer norma DRIS específicas para cana-de-açúcar na região de São Miguel dos Campos em Alagoas por meio da seleção de relações nutricionais adequadas e referenciadas por uma população de plantas altamente produtivas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento para determinação da norma DRIS foi conduzida na empresa da região de Alagoas (Grupo Luiz Jatobá), localizada na região de São Miguel dos campos. Amostras foliares de 30 talhões de alta produtividade de cana-de-açúcar (em diversos ciclos de cultivo), na região em estudo, foram coletadas e analisadas durante a safra 2011/2012. A metodologia de amostragens das folhas seguiu as recomendações de Silva (2011). As análises foliares seguiram os procedimentos descritos por Malavolta et al. (1997). Foram utilizadas todas as relações diretas e inversas de nutrientes da população de alta produtividade com transformação logarítmica neperiana, de acordo com Beverly (1987), Alvarez V. & Leite (1999) e Silva (2011). Foram calculados as funções DRIS e os índices conforme fórmulas propostas por Beaufils (1973). A constante de sensibilidade (k) usada no cálculo do DRIS foi igual a 10. Os dados pertencentes à população de alta produtividade constituíram as normas de referência (Normas DRIS) para estudos de validação, calibração da adubação nas regiões em estudo. Os dados foram analisados em rotinas desenvolvidas em Excel



2007, em linguagem VBA (Visual Basic for Applications). Após a obtenção dos dados de rendimento agrícola (TCH) da área em que foi determinado os teores foliares, montou-se um banco de dados de alta produtividade ($\geq 80 \text{ t ha}^{-1}$). O banco de dados foi composto por diversas amostras (20) correspondentes as áreas de alta produtividade (população de referência) para a empresa em estudo. Foi determinado os valores mínimos (Min), máximos (Max), mediana (Med), média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficiente de assimetria (Asim) e coeficiente de curtose (Curt) para o dado de produtividade agrícola e teores de nutrientes no grupo de alta produtividade (Beiguelman, 2002). Dado de produtividade foi registrado no local amostrado, quando a cana-de-açúcar atingiu o ponto de colheita, que, juntamente com seus respectivos teores foliares de nutrientes, formaram um banco de dados que foi utilizado para gerar as normas DRIS para a cana-de-açúcar, conforme descrito por Jones (1981) e Reis Jr. (1999). Calculou-se todas as relações binárias entre os nutrientes para obtenção da média, desvio-padrão, coeficiente de variação, variância, coeficiente de assimetria, coeficiente de curtose.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 os valores referentes aos CV obtidos para os teores de nutrientes nas folhas, ficaram todos abaixo de 35%. A normalidade das relações de nutrientes na escolha da seleção da relação mais adequada foi utilizada por Rathfon & Burger (1991) e por Ramakrishna et al. (2009), que selecionaram as relações de nutrientes que apresentaram além da relação das variâncias $> 1,0$, coeficiente de assimetria $< 1,0$ e coeficiente de variação menor ou igual a 35%. Esse comportamento foi constatado por Rathfon & Burger (1991), que tinham funções com pequeno CV (13%), e, no entanto, não constataram diferenças de variância entre as populações de alta e baixa produtividade. Por outro lado, tinham funções com CV mais alto (28%), apresentando diferenças significativas entre as variâncias nas populações. Beverly (1987), ao propor o uso da transformação dos dados em logaritmo neperiano, com o objetivo de reduzir os valores de assimetria e normalizar os dados, também encontrou em uma das relações apresentadas no trabalho, valores de assimetria > 1 , mesmo após a transformação, no entanto, não comentou sobre a significância do mesmo. Nos trabalhos apresentados sobre DRIS, normalmente pouca importância tem-se dado a normalidade dos dados, resumindo seus resultados a apresentação dos valores de média e CV. Todas as relações

diretas e inversas da população de alta produtividade foram transformadas por função logarítmica neperiana (Beverly, 1987; Alvarez V. & Leite, 1999). O uso da transformação logaritmo neperiano proporcionou ganhos de normalidade para o conjunto de dados, no entanto, algumas relações ainda apresentaram-se assimétricas, mesmo após a transformação (Tabela 1). Esse mesmo comportamento foi constatado por Urano et al. (2006), apesar de trabalhar com teste de normalidade lillifors.

CONCLUSÕES

1. Foi estabelecida norma DRIS específica para a cultura da cana-de-açúcar para o Grupo Luiz Jatobá em Alagoas pelo critério de transformação logarítmica neperiana para todas as relações de nutrientes.
2. A norma DRIS tem que ser estabelecida localmente.

AGRADECIMENTOS

A FAPEAL pela bolsa concedida, a UFAL pelo apoio de professor voluntário, a Equipe de Solos e Nutrição de plantas

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V., V.H.; LEITE, R.A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculo dos índices DRIS. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, 9.20-25, 1999.
- BALDOCK, J.O.; SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, p.448-456, 1996.
- BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.339-344, 1990.
- BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).
- BEIGUELMAN, B. **Curso prático de bioestatística**. 5.ed.rev. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002. 272p.



BEVERLY, R.B. Comparison of DRIS and alternative nutrient diagnostic methods for soybean. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.10, p.901-920, 1987.

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

LEITE, R.A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar**. 1993. 87f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1993.

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

MOURÃO FILHO, F.A.A.; AZEVEDO, J.C.; NICK, J.A. Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.185-192, 2002.

RAMAKRISHNA, A.; BAILEY, J.S.; KIRCHHOF, G. A preliminary diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) model for diagnosing the nutrient status of sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Plant and Soil**, New York, v.316, p.107-116, 2009.

RATHFON, R.A.; BURGER, J.A. Diagnosis and recommendation integrated system modifications for Frase Fir Christmas Trees. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.55, p.1026-1031, 1991.

REIS JR., R.A. **Diagnose nutricional da cana-de-açúcar com o uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)**. 1999. 141f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1999.

REIS JR., R.A.; MONNERAT, P.H. Norms establishment of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.277-282, 2003.

SILVA, L.C. **Diagnose nutricional e Potencial de Resposta à Adubação em cana-de-açúcar na**

Região de Tabuleiros Costeiros em Alagoas. Recife-Pe: UFRPE, 2011. Exame de Qualificação (Doutorado em Solos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SUMNER, M.E. Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.8, p.251-268, 1977.

URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Avaliação do estado nutricional da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.1421-1428, 2006.

WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; FONSECA, S.; BARROS, N.F.; DIAS, L.E. Três métodos de cálculo do DRIS para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.661-666, 1998.

Tabela 1– Média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), de assimetria (Asim) e de curtose (Curt) das relações entre os nutrientes selecionadas como normas DRIS, obtidas pelo critério de transformação logarítmica neperiana para todas as relações de nutrientes, para cana-de-açúcar, na safra 20011/2012 no Grupo Luiz Jatobá

Relação	Md	s	CV	Assim	Curt	Relação	Md	s	CV	Assim	Curt
N/P	2.390	0.084	3.5	-0.778	0.792	K/Mn ⁽²⁾	3.213	0.233	7.3	1.041	0.921
P/N ⁽²⁾	2.216	0.084	3.8	0.788	0.814	Mn/K ⁽¹⁾	3.694	0.233	6.3	-1.040	0.921
N/K ⁽¹⁾	2.803	0.132	4.7	0.300	-0.339	K/Cu ⁽¹⁾	3.048	0.194	6.4	0.044	-1.181
K/N ⁽¹⁾	1.802	0.132	7.3	-0.303	-0.337	Cu/K ⁽²⁾	3.860	0.195	5.1	-0.044	-1.175
N/Ca	1.681	0.159	9.5	0.117	0.030	K/B ⁽²⁾	4.855	0.335	6.9	0.426	-1.058
Ca/N ⁽²⁾	2.924	0.159	5.4	-0.118	0.031	B/K ⁽¹⁾	2.052	0.335	16.3	-0.425	-1.058
N/Mg	2.687	0.116	4.3	0.344	-0.866	Ca/Mg ⁽¹⁾	3.309	0.151	4.6	0.282	-0.081
Mg/N ⁽²⁾	1.918	0.116	6.0	-0.346	-0.863	Mg/Ca ⁽¹⁾	1.297	0.151	11.6	-0.282	-0.082
N/S	2.522	0.052	2.1	-0.610	-0.442	Ca/S ⁽¹⁾	3.144	0.144	4.6	-0.437	-0.663
S/N ⁽²⁾	2.083	0.052	2.5	0.605	-0.450	S/Ca ⁽²⁾	3.764	0.144	3.8	0.437	-0.663
N/Zn ⁽²⁾	4.781	0.142	3.0	-1.107	2.071	Ca/Zn ⁽²⁾	3.100	0.222	7.2	-0.059	-0.180
Zn/N ⁽¹⁾	2.127	0.142	6.7	1.110	2.080	Zn/Ca ⁽¹⁾	3.808	0.222	5.8	0.059	-0.176
N/Fe ⁽²⁾	2.741	0.202	7.4	-0.824	0.688	Ca/Fe ⁽³⁾	3.363	0.232	6.9	-0.541	0.537
Fe/N ⁽¹⁾	4.167	0.202	4.8	0.825	0.690	Fe/Ca	3.545	0.232	6.5	0.541	0.541
N/Mn ⁽²⁾	3.714	0.232	6.2	0.956	0.142	Ca/Mn ⁽³⁾	4.335	0.304	7.0	0.716	0.730
Mn/N ⁽¹⁾	3.194	0.232	7.3	-0.956	0.144	Mn/Ca ⁽¹⁾	4.876	0.304	6.2	-0.713	0.723
N/Cu ⁽¹⁾	3.548	0.175	4.9	-0.002	-0.259	Ca/Cu ⁽²⁾	4.169	0.216	5.2	0.335	-0.344
Cu/N ⁽²⁾	3.360	0.175	5.2	0.000	-0.254	Cu/Ca ⁽¹⁾	2.739	0.216	7.9	-0.337	-0.337
N/B ⁽¹⁾	3.053	0.268	8.8	0.553	-1.050	Ca/B ⁽²⁾	3.674	0.251	6.8	-0.504	-0.589
B/N ⁽¹⁾	1.552	0.268	17.3	-0.554	-1.049	B/Ca ⁽¹⁾	3.234	0.251	7.8	0.505	-0.584
P/K ⁽²⁾	2.715	0.115	4.2	0.839	0.663	Mg/S ⁽¹⁾	2.138	0.124	5.8	-0.350	-1.040
K/P	1.890	0.115	6.1	-0.840	0.664	S/Mg ⁽²⁾	4.770	0.124	2.6	0.352	-1.035
P/Ca ⁽¹⁾	1.594	0.164	10.3	0.526	-0.745	Mg/Zn ⁽³⁾	4.397	0.196	4.5	-0.646	0.282
Ca/P ⁽¹⁾	3.011	0.164	5.4	-0.526	-0.743	Zn/Mg	2.511	0.196	7.8	0.645	0.285
P/Mg ⁽¹⁾	2.600	0.132	5.1	0.130	-1.230	Mg/Fe ⁽³⁾	2.357	0.183	7.8	-2.177	6.642
Mg/P ⁽¹⁾	2.005	0.131	6.5	-0.127	-1.232	Fe/Mg	4.551	0.183	4.0	2.175	6.633
P/S ⁽¹⁾	2.435	0.098	4.0	0.659	2.725	Mg/Mn ⁽³⁾	3.329	0.287	8.6	0.490	-0.705
S/P ⁽¹⁾	2.170	0.098	4.5	-0.662	2.721	Mn/Mg ⁽¹⁾	5.881	0.286	4.9	-0.490	-0.704
P/Zn ⁽³⁾	4.694	0.161	3.4	-0.906	1.779	Mg/Cu ⁽²⁾	3.163	0.244	7.7	-0.040	-0.738
Zn/P	2.214	0.161	7.3	0.904	1.764	Cu/Mg ⁽¹⁾	3.745	0.244	6.5	0.041	-0.735
P/Fe ⁽³⁾	2.654	0.195	7.3	-0.632	0.103	Mg/B ⁽²⁾	2.668	0.268	10.0	-0.015	-1.097
Fe/P	4.254	0.195	4.6	0.634	0.110	B/Mg	1.937	0.268	13.8	0.014	-1.100
P/Mn ⁽³⁾	3.626	0.268	7.4	1.243	0.873	S/Zn ⁽³⁾	4.562	0.153	3.4	-1.114	1.634
Mn/P	3.281	0.268	8.2	-1.241	0.869	Zn/S	2.346	0.153	6.5	1.115	1.636
P/Cu ⁽²⁾	3.461	0.163	4.7	-0.215	-0.918	S/Fe ⁽³⁾	2.522	0.184	7.3	-0.740	0.446
Cu/P ⁽¹⁾	3.447	0.164	4.8	0.214	-0.918	Fe/10S	2.084	0.184	8.8	0.741	0.446
P/B ⁽²⁾	2.966	0.315	10.6	0.437	-1.261	S/Mn ⁽³⁾	3.494	0.233	6.7	1.026	0.729
B/P	1.640	0.316	19.3	-0.438	-1.261	Mn/S	3.414	0.233	6.8	-1.027	0.730
K/Ca ⁽¹⁾	3.484	0.191	5.5	0.684	-0.366	S/Cu ⁽²⁾	3.328	0.175	5.3	-0.093	-0.423
Ca/K ⁽²⁾	3.424	0.191	5.6	-0.682	-0.375	Cu/S ⁽¹⁾	3.580	0.175	4.9	0.091	-0.417
K/Mg	2.187	0.189	8.6	-0.233	0.512	S/B ⁽³⁾	5.136	0.259	5.0	0.598	-0.821
Mg/K ⁽²⁾	2.418	0.189	7.8	0.238	0.526	B/S	1.772	0.259	14.6	-0.597	-0.826
K/S	2.022	0.126	6.2	-0.644	0.001	Zn/Fe ⁽²⁾	2.565	0.205	8.0	0.322	-0.652
S/K ⁽²⁾	2.583	0.126	4.9	0.640	-0.012	Fe/Zn ⁽¹⁾	4.343	0.205	4.7	-0.323	-0.653
K/Zn ⁽²⁾	4.281	0.206	4.8	-0.467	0.829	Zn/Mn ⁽¹⁾	1.235	0.308	24.9	1.322	1.546
Zn/K ⁽¹⁾	2.627	0.206	7.8	0.468	0.834	Mn/Zn ⁽¹⁾	3.370	0.308	9.1	-1.323	1.552
K/Fe ⁽²⁾	2.241	0.203	9.1	0.032	-1.184	Zn/Cu ⁽¹⁾	3.371	0.160	4.7	0.479	3.032
Fe/K	2.364	0.203	8.6	-0.032	-1.183	Cu/Zn ⁽²⁾	3.536	0.160	4.5	-0.477	3.040
Zn/B ⁽¹⁾	2.876	0.266	9.2	0.296	-1.239	B/Fe ⁽²⁾	1.991	0.284	14.3	-0.251	-1.400
B/Zn ⁽¹⁾	1.729	0.266	15.4	-0.296	-1.237	Mn/Cu ⁽¹⁾	4.439	0.309	7.0	-0.871	-0.132
Fe/Mn ⁽¹⁾	3.275	0.299	9.1	0.822	0.313	Cu/Mn ⁽²⁾	2.468	0.309	12.5	0.871	-0.133
Mn/Fe ⁽²⁾	3.633	0.299	8.2	-0.822	0.314	Mn/B ⁽¹⁾	3.944	0.353	9.0	0.199	-0.422
Fe/Cu	3.109	0.246	7.9	-0.387	-1.033	B/Mn ⁽²⁾	2.963	0.353	11.9	-0.200	-0.421
Cu/Fe ⁽²⁾	1.496	0.246	16.4	0.386	-1.033	Cu/B ⁽²⁾	4.110	0.291	7.1	-0.269	-0.543
Fe/B	2.614	0.284	10.9	0.250	-1.401	B/Cu ⁽¹⁾	2.798	0.291	10.4	0.269	-0.542

(1) Relação multiplicada por 10; (2) Relação multiplicada por 100; (3) Relação multiplicada por 1000. *, ** e Δ Significativo pelo teste t a 5, 1 e 10% de probabilidade, respectivamente.