

## Estabelecimento de Norma DRIS para Cana-de-Açúcar na Usina Paise em Penedo-Alagoas<sup>(1)</sup>

**Leila Cruz da Silva<sup>(2)</sup>; Gilson Moura Filho<sup>(3)</sup>; Adriano Barboza Moura<sup>(4)</sup>;  
Vincent Amadeus Barboza Moura<sup>(4)</sup>; Deni Rafaela Silva Barros<sup>(4)</sup>;  
Manoel dos Santos Oliveira Filho<sup>(4)</sup>**

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

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

**RESUMO:** A diagnose foliar foi substituída pelas relações duais entre os nutrientes. O objetivo do trabalho foi estabelecer norma DRIS para diagnóstico do estado nutricional da cana-de-açúcar na região de Penedo, 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 dessas áreas. 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 16 amostras, sendo correspondente a área de alta produtividade. O grupo de alta produtividade foi utilizado como referência para gerar a norma DRIS. O uso da transformação logaritmo neperiano proporcionou ganhos de normalidade para o conjunto de dados. Sendo assim, foram geradas norma específica para a cultura da cana-de-açúcar na região de Penedo, em Alagoas

**Termos de indexação:** Análise foliar, relação binária, DRIS

### INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das culturas agrícolas mais importante para o estado de Alagoas. O sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) é uma outra ferramenta de interpretação dos resultados de análise foliar, em que se utiliza as relações entre nutrientes, comparados dois a dois, o sistema fundamenta-se na premissa de que as relações entre nutrientes podem influenciar na disponibilidade de um nutriente em relação aos outros (Beaufils, 1973).

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 Penedo 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 (Usina Paise), localizada na região de Penedo. 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 ( $\geq 80 \text{ t ha}^{-1}$  para Usina Paisa). O banco de dados foi composto por diversas amostras ( 16 ) 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

Os valores referentes aos CV obtidos para os teores de nutrientes nas folhas ficaram todos abaixo de 35% (Tabela 1). 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. 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 a Usina Paisa em Alagoas pelo critério de transformação logarítmica neperiana para todas as relações de nutrientes.
2. A norma DRIS apresentam diagnósticos diferentes, a norma DRIS tem que ser estabelecida localmente.

## 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 laranjeira '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 na Usina Paísa

Relação	Md	s	CV	Assim	Curt	Relação	Md	s	CV	Assim	Curt
N/P	2.305	0.136	5.9	0.486	-0.675	K/Mn <sup>(2)</sup>	3.274	0.186	5.7	0.188	-0.858
P/N <sup>(2)</sup>	2.301	0.136	5.9	-0.486	-0.675	Mn/K <sup>(1)</sup>	3.634	0.186	5.1	-0.191	-0.860
N/K <sup>(1)</sup>	2.853	0.094	3.3	0.167	-0.118	K/Cu <sup>(1)</sup>	2.716	0.312	11.5	0.842	0.826
K/N <sup>(1)</sup>	1.752	0.094	5.4	-0.167	-0.118	Cu/K <sup>(2)</sup>	4.192	0.312	7.4	-0.839	0.819
N/Ca	1.929	0.202	10.5	0.263	-1.164	K/B <sup>(2)</sup>	4.086	0.249	6.1	0.036	0.169
Ca/N <sup>(2)</sup>	2.677	0.202	7.5	-0.261	-1.166	B/K <sup>(1)</sup>	2.822	0.249	8.8	-0.034	0.172
N/Mg	2.481	0.203	8.2	0.958	2.344	Ca/Mg <sup>(1)</sup>	2.855	0.217	7.6	-0.107	-0.947
Mg/N <sup>(2)</sup>	2.125	0.203	9.6	-0.953	2.334	Mg/Ca <sup>(1)</sup>	1.750	0.217	12.4	0.108	-0.946
N/S	2.731	0.109	4.0	-0.496	0.034	Ca/S <sup>(1)</sup>	3.105	0.153	4.9	0.256	-1.579
S/N <sup>(2)</sup>	1.875	0.109	5.8	0.499	0.032	S/Ca <sup>(2)</sup>	3.803	0.153	4.0	-0.256	-1.579
N/Zn <sup>(2)</sup>	4.669	0.257	5.5	1.521	3.023	Ca/Zn <sup>(2)</sup>	2.740	0.297	10.8	0.705	0.102
Zn/N <sup>(1)</sup>	2.239	0.257	11.5	-1.523	3.028	Zn/Ca <sup>(1)</sup>	4.168	0.297	7.1	-0.704	0.098
N/Fe <sup>(2)</sup>	3.036	0.133	4.4	-0.195	-1.221	Ca/Fe <sup>(3)</sup>	3.410	0.245	7.2	-0.478	-0.056
Fe/N <sup>(1)</sup>	3.872	0.133	3.4	0.194	-1.223	Fe/Ca	3.498	0.245	7.0	0.478	-0.051
N/Mn <sup>(2)</sup>	3.825	0.174	4.5	0.754	-0.336	Ca/Mn <sup>(3)</sup>	4.199	0.285	6.8	-0.320	-0.277
Mn/N <sup>(1)</sup>	3.083	0.173	5.6	-0.752	-0.339	Mn/Ca <sup>(1)</sup>	5.012	0.285	5.7	0.319	-0.277
N/Cu <sup>(1)</sup>	3.266	0.275	8.4	1.113	0.822	Ca/Cu <sup>(2)</sup>	3.641	0.365	10.0	1.364	1.665
Cu/N <sup>(2)</sup>	3.641	0.275	7.6	-1.112	0.820	Cu/Ca <sup>(1)</sup>	3.267	0.365	11.2	-1.366	1.664
N/B <sup>(1)</sup>	2.334	0.184	7.9	0.278	-0.124	Ca/B <sup>(2)</sup>	2.708	0.316	11.7	-0.010	-0.921
B/N <sup>(1)</sup>	2.271	0.185	8.1	-0.276	-0.120	B/Ca <sup>(1)</sup>	4.200	0.315	7.5	0.009	-0.923
P/K <sup>(2)</sup>	2.852	0.152	5.3	0.547	-1.040	Mg/S <sup>(1)</sup>	2.553	0.166	6.5	-0.683	1.129
K/P	1.754	0.152	8.7	-0.549	-1.039	S/Mg <sup>(2)</sup>	4.355	0.166	3.8	0.679	1.122
P/Ca <sup>(1)</sup>	1.927	0.242	12.6	0.152	-0.710	Mg/Zn <sup>(3)</sup>	4.490	0.216	4.8	0.256	1.129
Ca/P <sup>(1)</sup>	2.679	0.242	9.0	-0.152	-0.709	Zn/Mg	2.417	0.216	8.9	-0.252	1.124
P/Mg <sup>(1)</sup>	2.479	0.166	6.7	0.317	-1.168	Mg/Fe <sup>(3)</sup>	2.858	0.197	6.9	-0.492	-0.463
Mg/P <sup>(1)</sup>	2.126	0.166	7.8	-0.317	-1.170	Fe/Mg	4.050	0.197	4.9	0.495	-0.461
P/S <sup>(1)</sup>	2.729	0.139	5.1	0.022	-0.881	Mg/Mn <sup>(3)</sup>	3.647	0.317	8.7	-0.396	0.794
S/P <sup>(1)</sup>	1.877	0.139	7.4	-0.019	-0.876	Mn/Mg <sup>(1)</sup>	5.564	0.317	5.7	0.395	0.793
P/Zn <sup>(3)</sup>	4.667	0.193	4.1	0.719	0.312	Mg/Cu <sup>(2)</sup>	3.089	0.347	11.2	1.328	1.401
Zn/P	2.241	0.193	8.6	-0.718	0.315	Cu/Mg <sup>(1)</sup>	3.820	0.347	9.1	-1.328	1.401
P/Fe <sup>(3)</sup>	3.034	0.158	5.2	-0.080	-0.544	Mg/B <sup>(2)</sup>	2.156	0.287	13.3	-0.643	-0.653
Fe/P	3.874	0.158	4.1	0.080	-0.538	B/Mg	2.449	0.287	11.7	0.643	-0.652
P/Mn <sup>(3)</sup>	3.823	0.242	6.3	0.348	0.164	S/Zn <sup>(3)</sup>	4.240	0.233	5.5	1.163	1.240
Mn/P	3.085	0.242	7.8	-0.346	0.165	Zn/S	2.667	0.234	8.8	-1.163	1.246
P/Cu <sup>(2)</sup>	3.265	0.306	9.4	0.745	0.309	S/Fe <sup>(3)</sup>	2.608	0.168	6.4	-0.447	-0.857
Cu/P <sup>(1)</sup>	3.643	0.306	8.4	-0.743	0.307	Fe/10S	1.998	0.168	8.4	0.448	-0.856
P/B <sup>(2)</sup>	2.332	0.202	8.7	0.100	-1.035	S/Mn <sup>(3)</sup>	3.397	0.227	6.7	-0.007	-1.331
B/P	2.273	0.202	8.9	-0.100	-1.035	Mn/S	3.511	0.226	6.4	0.008	-1.332
K/Ca <sup>(1)</sup>	3.680	0.211	5.7	0.616	-0.515	S/Cu <sup>(2)</sup>	2.838	0.266	9.4	1.357	1.997
Ca/K <sup>(2)</sup>	3.228	0.211	6.5	-0.617	-0.512	Cu/S <sup>(1)</sup>	4.069	0.266	6.5	-1.355	1.991
K/Mg	1.930	0.208	10.8	0.248	0.111	S/B <sup>(3)</sup>	4.208	0.199	4.7	-0.238	-1.041
Mg/K <sup>(2)</sup>	2.675	0.208	7.8	-0.248	0.110	B/S	2.699	0.199	7.4	0.239	-1.039
K/S	2.180	0.148	6.8	-0.432	0.008	Zn/Fe <sup>(2)</sup>	2.972	0.284	9.6	-0.880	0.028
S/K <sup>(2)</sup>	2.425	0.148	6.1	0.436	0.011	Fe/Zn <sup>(1)</sup>	3.936	0.284	7.2	0.879	0.028
K/Zn <sup>(2)</sup>	4.118	0.268	6.5	0.401	0.708	Zn/Mn <sup>(1)</sup>	1.459	0.362	24.8	-0.605	1.457
Zn/K <sup>(1)</sup>	2.790	0.268	9.6	-0.402	0.705	Mn/Zn <sup>(1)</sup>	3.146	0.362	11.5	0.603	1.453
K/Fe <sup>(2)</sup>	2.485	0.174	7.0	0.475	-0.335	Zn/Cu <sup>(1)</sup>	3.203	0.288	9.0	0.532	1.607
Fe/K	2.121	0.174	8.2	-0.475	-0.337	Cu/Zn <sup>(2)</sup>	3.705	0.288	7.8	-0.535	1.607
Zn/B <sup>(1)</sup>	2.271	0.262	11.5	-1.455	4.134	B/Fe <sup>(2)</sup>	3.004	0.210	7.0	-0.783	1.741
B/Zn <sup>(1)</sup>	2.335	0.262	11.2	1.454	4.134	Mn/Cu <sup>(1)</sup>	4.047	0.333	8.2	0.682	-0.889
Fe/Mn <sup>(1)</sup>	3.092	0.237	7.7	0.599	-0.312	Cu/Mn <sup>(2)</sup>	2.861	0.334	11.7	-0.682	-0.887
Mn/Fe <sup>(2)</sup>	3.816	0.237	6.2	-0.603	-0.303	Mn/B <sup>(1)</sup>	3.114	0.275	8.8	-0.067	-0.515
Fe/Cu	2.534	0.348	13.7	0.924	0.572	B/Mn <sup>(2)</sup>	3.793	0.275	7.3	0.065	-0.514
Cu/Fe <sup>(2)</sup>	2.072	0.348	16.8	-0.925	0.578	Cu/B <sup>(2)</sup>	3.673	0.290	7.9	-0.167	-0.192
Fe/B	1.601	0.210	13.1	0.780	1.730	B/Cu <sup>(1)</sup>	3.235	0.290	9.0	0.166	-0.190

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