

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
BACHARELADO EM AGRONOMIA

SUELLEN ROBERTA VASCONCELOS DA SILVA

SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS)
NA CANA-DE-AÇÚCAR

RECIFE

2018

Suellen Roberta Vasconcelos da Silva

Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na cana-de-açúcar

Relatório do Estágio Supervisionado Obrigatório entregue à Coordenação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Fernando José Freire

Recife

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586s Silva, Suellen Roberta Vasconcelos da.
Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na
cana-de-açúcar / Suellen Roberta Vasconcelos da Silva. – Recife,
2018.
13 f.: il.

Orientador: Fernando José Freire.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de
Agronomia, Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências.

1. Saccharum officinarum 2. DRIS 3. Adubação I. Freire,
Fernando José, orient. II. Título

CDD 630

SUELLEN ROBERTA VASCONCELOS DA SILVA

Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na cana-de-açúcar

Relatório do Estágio Supervisionado Obrigatório entregue à Coordenação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Prof. Dr. Fernando José Freire

Orientador

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Nathalia Sobral Bezerra

Supervisora

Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e minha irmã pelo incentivo e suporte nas minhas escolhas, sempre ajudando na superação de obstáculos e acreditando nos meus objetivos. Agradeço também aos meus professores de todo o período da graduação, que me ajudaram na construção do meu conhecimento, em evolução constante. Agradeço especialmente ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando José Freire, pela receptividade desde o início e transmissão de conhecimento, expandindo minha visão sobre pesquisa e oportunidades. À supervisora, Nathalia Sobral Bezerra, pela paciência e suporte durante o trabalho. Aos meus amigos, sou grata por tornarem o ambiente acadêmico mais leve e divertido.

“Grandes batalhas são entregues a grandes guerreiros”.

Mahatma Gandhi

Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na cana-de-açúcar

RESUMO

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) é um dos métodos utilizados para interpretação da análise foliar, desenvolvido por Beaufils (1973), em que são feitas comparações entre relações binárias dos nutrientes das amostras avaliadas, de forma direta e inversa, com as relações binárias de uma população de alta produtividade. A determinação do índice DRIS fornece o diagnóstico da deficiência, do equilíbrio ou do excesso dos elementos, independentemente dos seus níveis críticos. Assim, o trabalho teve como objetivo determinar os índices DRIS para a cana-de-açúcar para os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn, B. As amostras foram provenientes de plantio comercial em Santa Rita, PB. Foi coletada a folha +3, segundo o sistema de Kuijper, e as amostras foram tratadas e foram determinados os teores dos nutrientes avaliados. As normas DRIS utilizadas foram as obtidas para o estado de Alagoas para a cana-de-açúcar. A interpretação dos índices DRIS foi feita de acordo com o potencial de resposta à adubação. Observou-se, para maior parte dos nutrientes, a relação de equilíbrio. O Ca e o Fe foram os elementos mais desbalanceados, estando em excesso e em deficiência, respectivamente. Isso pode ter acontecido devido as suas relações de inibição da absorção entre as amostras, onde o Fe está mais livre em solução, com a redução do Ca, o qual atua no transporte e na integridade da membrana celular. Dessa forma, é importante saber identificar os critérios mais adequados para a determinação das normas DRIS, bem como o método de cálculo do índice DRIS que melhor represente cada situação, sendo ideal a determinação de normas DRIS para a região estudada.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*. DRIS. Potencial de resposta à adubação.

Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) in sugarcane

ABSTRACT

Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) is one of the various methods used for interpreting leaf analysis, developed by Beaufils (1973), in which direct and inversely comparisons are made between binary ratio of nutrients in samples evaluated and ratio of nutrients in a high productivity population. DRIS indices determination allows the diagnosis of plant nutrient status, whether it is deficient, balanced or excessive, independently of its critical concentration. Thus, this study aimed to establish DRIS indices to sugarcane for the following elements: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn, B. Samples were collected from a commercial farming located in Santa Rita, PB. It was collected leaf +3, according to Kuijper system. Then samples were treated and determinate their nutrient content. DRIS norms used were developed for Alagoas to sugarcane. DRIS indices calculated provided a prediction of response to additional fertilizer. For most nutrients it was verified balanced ratios. Ca and Fe were the most unbalanced elements, where the first was classified as excessive and the second, deficient. That may happen because of the mutual effect of both elements, inhibiting uptake. For example, Fe has higher concentration with less Ca in solution, which acts in transportation of molecules and in cell membrane integrity. With Ca deficiency, cell membrane has more permeability, increasing Fe content in plant. Therefore, it is important to identify the most accurate criterion for DRIS norms determination, being preferred the use of specific DRIS norms instead of universal ones. Also the method used to calculate DRIS indices can interfere in the results.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
3. METODOLOGIA	4
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
5. CONCLUSÃO	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

1. INTRODUÇÃO

A busca atual por geração de energia limpa e renovável tem aumentado a importância da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) como uma alternativa viável de reduzir a emissão de carbono na atmosfera, através do uso do etanol como biocombustível substituto ao petróleo e outros combustíveis fósseis. Como consequência, estima-se que a produção de etanol mundial crescerá 14% no período de 2016 a 2026 (FAO, 2017). Além disso, seus vários usos como a produção de açúcar, de energia elétrica e de seus subprodutos, a tornam uma planta diversificada para a indústria.

Devido à sua grande importância no cenário agrícola mundial, pesquisas têm sido realizadas objetivando-se estabelecer técnicas de manejo as quais resultem em maior produtividade, especialmente aquelas relacionadas à adubação, por sua relação com os altos custos de produção, representando cerca de 30% das despesas (ZAMBELLO Jr. et al., 1981). Portanto, a adubação deve ter sua eficiência melhorada, principalmente em solos tropicais, os quais são altamente intemperizados, ácidos, tendo a disponibilidade dos nutrientes reduzida.

A produção pode ser aumentada elevando-se a área de cultivo ou a produtividade, a qual pode ser definida como a produção por área cultivada. Como cada vez mais as fronteiras agrícolas têm sido reduzidas, o aumento da produtividade tem sido o desafio da agricultura atualmente. Assim, para que se obtenha maior produtividade, o investimento em tecnologias é fundamental para assegurar produções elevadas e alta eficiência do manejo adotado.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo grande destaque mundial na exportação dessa commodity, já que há busca crescente por alternativas renováveis de combustível e geração de energia. Segundo a Conab (2018), a estimativa da safra 2018/2019 da cana-de-açúcar no Brasil é de 625,96 milhões de toneladas, com uma queda de 1,2% em relação à safra anterior, reflexo da diminuição da área colhida. Contudo, apenas a produção de açúcar e de etanol hidratado reduzirá, não sendo afetada a produção de etanol, nem a de etanol anidro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os solos tropicais geralmente são ácidos devido à lixiviação de bases, promovida pela precipitação abundante, e à ausência de minerais ricos em bases (VITTI; PROCHNOW, 1996). Essa condição reduz a capacidade do solo em adsorver bases trocáveis e reduz a disponibilização dos nutrientes, sendo a faixa de pH ideal para a maioria dos nutrientes entre 5,5 e 6,5. Além disso, a ação do homem sob o ambiente intensifica a acidificação do solo, através da aplicação excessiva de adubos orgânicos e inorgânicos. Outros fatores como a extração de nutrientes pelas culturas, a erosão, a retirada da área ou queima dos restos culturais também podem reduzir a fertilidade do solo (SILVA; MENEZES, 2010).

A maior parte dos solos cultivados do Brasil ofertam quantidades suficientes de micronutrientes para a cana-de-açúcar, sem que haja necessidade de suplementação com adubos químicos. Porém, o intenso uso do solo, a utilização de variedades altamente produtivas, as elevadas taxas de exportação associadas a solos arenosos, altamente intemperizados, tem provocado a baixa disponibilidade de micronutrientes, refletindo em baixos teores extraídos nas folhas (OLIVEIRA et al., 2011).

Um dos diversos métodos de avaliação nutricional é o DRIS, tradução do inglês, Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação, o qual é um sistema de interpretação de resultados de análise de tecido vegetal desenvolvido por Beaufils (1973). Essa metodologia faz múltiplas comparações entre as relações dos teores de um determinado nutriente e dos demais nutrientes de uma amostra (N/P, P/N, N/K, K/N, etc) com as relações desse mesmo nutriente em uma população de alta produtividade, a qual fornece valores de referência (Normas DRIS). O índice DRIS de um nutriente é a média dos desvios das relações que contêm esse nutriente em relação aos seus respectivos valores ótimos (BAILEY et al., 1997; WALWORTH et al., 1986). Quando o índice DRIS tem seu valor positivo significa que o nutriente está em excesso, enquanto o índice negativo representa deficiência. Já quando o índice tem valor zero indica que o nutriente está no seu valor ótimo, em equilíbrio (WADT et al., 2012).

As relações duais utilizadas no DRIS permitem maior precisão na indicação do estado nutricional das plantas, pois sofrem menos interferência da concentração e da diluição da matéria seca do que a análise dos nutrientes isoladamente (WADT, 1999).

Como vantagens do sistema podem ser destacadas: a possibilidade de identificação de desequilíbrio nutricional, prejudicando a produção, mesmo que os valores de um ou mais nutrientes não estejam abaixo dos seus níveis críticos; a ordenação dos nutrientes do mais deficiente para o mais excessivo; a escala de interpretação é de fácil entendimento; e o Índice de Balanço Nutricional (IBN) mede os efeitos combinados dos nutrientes. Já como desvantagens podem ser citadas: a dependência dos índices entre si; a falta de estimativa da resposta à adição do elemento limitante (BALDOCK & SCHULTE, 1996; HALLMARK & BEVERLY, 1991). O somatório dos índices em valores absolutos representa o Índice de Equilíbrio Nutricional (IEN), o qual expressa o equilíbrio nutricional da lavoura. Quanto menor for esse valor, maior é o equilíbrio entre os nutrientes (SNYDER & KRETSCHMER, 1988).

Em pesquisa feita por Reis Jr. & Monnerat (2002) constatou-se que a definição de critérios regionais é a melhor maneira de conferir mais confiabilidade na diagnose nutricional da cana-de-açúcar e não apenas utilizar como base para as comparações do sistema os dados dos teores médios considerados adequados pela literatura. Já outros autores afirmam que o índice DRIS determinado para uma determinada cultura pode ser utilizado e assegurado em qualquer região e para qualquer variedade (SUMNER, 1979; WALWORTH & SUMMER, 1987; PAYNE et al., 1990).

O índice DRIS de um determinado nutriente corresponde à média aritmética das funções de todas as relações que contém o nutriente, permitindo estimar o desvio do valor de um nutriente com relação à população de referência, indicando sua deficiência ou excesso (WALWORTH; SUMNER, 1987).

Alguns métodos são empregados na determinação das funções das razões dos nutrientes como o método original de Beaufils (1973), o método de Jones (1981), o método de Elwali e Gasho (ELWALI; GASHO, 1984). O método de Jones desconsidera variações nas relações dos valores da amostra e da população de referência e utiliza o desvio padrão para ponderar a variabilidade das relações. Já no método de Elwali e Gasho considera o desvio padrão como sendo a faixa da norma, onde os nutrientes estão balanceados se a relação das concentrações das amostras e da população de referência estiver dentro dessa faixa (SALDANHA, 2014).

Wadt (1996) propôs um método para aprimorar a interpretação do índice DRIS chamado de Potencial de Resposta à Adubação (PRA). Esse método consiste na comparação entre o índice DRIS calculado para cada nutriente e o índice de balanço nutricional médio (IBNm), sendo a razão do IBN pelo número de nutrientes considerados na diagnose. Dessa forma são definidas cinco classes de probabilidade de resposta à adubação (SALDANHA, 2014).

3. METODOLOGIA

No trabalho foram amostradas folhas de cana-de-açúcar na safra de 2017/2018 em Santa Rita, PB. O município de Santa Rita pertence à Mesorregião da Zona da Mata paraibana, na Microrregião de João Pessoa. A região tem clima tropical úmido correspondente ao clima As', segundo a classificação de Köppen. A precipitação pluviométrica tem média anual entre 1800 a 2000 mm e a temperatura varia de 30 °C, nos meses mais quentes, à 27 °C, nos meses mais frios. O solo predominante é o Argissolo Vermelho-Amarelo. A unidade de relevo da região de estudo é Baixo Planalto Costeiro, sendo levemente suavemente aplainado (EMBRAPA; MORAIS, 2011; SANTOS, 2013).

Foram coletadas a folha +3 das amostras, de acordo com o sistema de Kuijper, utilizando-se os 20 cm medianos, excluindo a nervura central (MALAVOLTA et al., 1997; SILVA, 2009). As amostras então foram secadas em estufa a 65 °C e trituradas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 mesh. Foram analisados os seguintes nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), enxofre (S), cobre (Cu), molibdênio (Mo), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e boro (B). O N foi mineralizado em digestão sulfúrica e determinado através do método micro Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997). Todos os outros nutrientes foram mineralizados em digestão nitroperclórica. Os extratos foram quantificados de acordo com métodos específicos para cada elemento: o P foi analisado colorimetricamente pelo método do molibdato; o K por fotometria de chama; o Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mo, B e Mn por espectrofotometria de absorção atômica; o S por turbidimetria; o B por digestão via seca pelo método da incineração.

As normas DRIS utilizadas foram estabelecidas em trabalho de Silva (2011), em lavouras comerciais de cana-de-açúcar em Alagoas, onde já foram determinadas as relações mais adequadas para cada nutriente, através do estabelecimento das normas, de acordo com os seguintes critérios: C1 – relação com maior razão de variância; C2 – relações com maior razão de variância e menor coeficiente de assimetria com transformação parcial de Box e Cox (1964); C3 – transformação logarítmica neperiana das relações; C4 – relações com maior razão de variância e menor coeficiente de assimetria com transformação Box e Cox (1964) para todas as relações.

As relações binárias entre os nutrientes avaliados foram calculadas para determinação do índice DRIS e do IBNm, possibilitando o agrupamento dos nutrientes em classes de estado nutricional.

O cálculo do índice DRIS foi de acordo com a fórmula proposta por Beaufils (1973) atualizada por Maia (1999), em que A/B é referente a amostra e a/b, a população de referência:

I) Para $A/B > a/b$:

$$f(A/B) = \left(\frac{(A/B) - (a/b)}{s(a/b)} \right) k$$

II) Para $A/B = a/b$:

$$f(A/B) = 0$$

III) Para $A/B < a/b$:

$$f(A/B) = \left(\frac{(A/B) - (a/b)}{s(a/b)} \right) k \left(\frac{(a/b)}{(A/B)} \right)$$

sendo,

$f(A/B)$ – função da relação entre nutrientes;

A/B – relação entre os nutrientes A e B da amostra;

a/b – relação entre os nutrientes a e b da população de referência;

s – desvio-padrão da relação entre os nutrientes da população de referência;

k – constante de sensibilidade de valor igual a 10.

Após o cálculo da relação para cada nutriente da amostra e da população de referência foi utilizada a fórmula do índice DRIS:

$$\text{Índice } A = \frac{\sum_{i=1}^n f(A/Bi) - \sum_{i=1}^m f(Bi/A)}{n + m}$$

sendo,

Índice A – índice DRIS do nutriente A;

$\sum_{i=1}^n f(A/Bi)$ – somatório das funções das relações do nutriente A presente no numerador;

$\sum_{i=1}^m f(Bi/A)$ – somatório das funções das relações do nutriente A presente no denominador;

n – quantidade de funções em que o nutriente A está no numerador da relação;

m – quantidade de funções em que o nutriente A está no denominador da relação.

Após o estabelecimento do índice DRIS de cada nutriente foi utilizada a seguinte fórmula para o cálculo do IBNm, o qual é determinado pelo somatório dos valores absolutos dos índices DRIS dividido pelo número de nutrientes que compõem o IBNm (z):

$$IBNm = \frac{1}{z} \sum_{i=1}^z |\text{índice } Ai|$$

Os índices DRIS foram interpretados seguindo o método de potencial de resposta à adubação (PRA), dividindo em cinco classes (WADT, 2005), onde é feita a comparação do módulo do índice DRIS de cada nutriente (índice N) com o IBNm (WADT et al., 1998). A interpretação segue os critérios definidos na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Interpretação do índice DRIS seguindo critérios específicos de acordo com o método do potencial de resposta à adubação (PRA).

Estado nutricional	Potencial de resposta à adubação	Critério
Deficiente e limitante	Positiva, com alta probabilidade (P)	1. índice $N < 0$ 2. $ \text{índice } N > \text{IBNm}$ 3. índice N é o índice de menor valor
Provavelmente deficiente	Positiva ou nula, com baixa probabilidade (PZ)	1. índice $N < 0$ 2. $ \text{índice } N > \text{IBNm}$
Equilibrado	Nula (Z)	1. $ \text{índice } N \leq \text{IBNm}$
Provavelmente excessivo	Negativa, com baixa probabilidade (NP)	1. índice $N > 0$ 2. $ \text{índice } N > \text{IBNm}$
Excessivo	Negativa, com alta probabilidade (N)	1. índice $N > 0$ 2. $ \text{índice } N > \text{IBNm}$ 3. índice N é o índice de maior valor

Em seguida foi estimada, em percentagem, a quantidade de relações em que os índices DRIS dos nutrientes se enquadraram nas classes do PRA, conferindo uma noção geral do estado nutricional das plantas com relação aos nutrientes analisados nesse estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão as relações binárias utilizadas, seguindo aquelas recomendadas por Silva (2011), juntamente com as informações necessárias para o cálculo dos índices DRIS de cada nutriente (Tabela 3). Podem ser observadas as relações entre os nutrientes da população de baixa produtividade (A/B) e da população de referência (a/b) e suas respectivas funções de relação f(A/B).

Tabela 2: Desvio padrão (s), relação entre os nutrientes das populações de baixa produtividade (A/B) e da população de referência (a/b) e funções DRIS relacionando essas populações determinadas segundo critérios propostos por Beaufils (1973), atualizados por Maia (1999).

Relação	s	A/B	a/b	f(A/B)	Relação	s	A/B	a/b	f(A/B)
N/P	1,722	26,849	13,000	80,427	S/Ca	0,693	0,640	0,327	4,510
K/N	1,076	0,209	0,178	0,282	Cu/Ca	3,576	3,574	3,722	-0,414
N/Ca	1,393	15,092	11,180	28,080	Fe/Ca	0,265	37,710	21,797	600,519
Mg/N	4,387	0,054	0,050	0,008	Zn/Ca	0,104	12,018	10,898	107,622
N/S	5,126	23,580	34,142	-20,605	B/Ca	0,675	5,014	3,776	18,344
Cu/N	4,859	0,237	0,333	-0,198	Ca/Mn	2,037	0,097	0,261	-0,805
N/Fe	7,181	0,400	0,513	-0,157	Mg/S	0,623	1,271	1,723	-7,255
Zn/N	2,600	0,796	0,975	-0,686	Cu/Mg	6,221	4,395	6,599	-3,542
N/B	3,711	3,010	2,961	0,132	Fe/Mg	0,520	46,369	38,639	148,653
N/Mn	1,221	1,457	2,913	-11,931	Zn/Mg	0,270	14,777	19,320	-168,247
P/K	2,931	0,178	0,431	-0,863	B/Mg	0,254	6,166	6,694	-20,798
P/Ca	0,317	0,562	0,860	-9,399	Mg/Mn	2,562	0,079	0,147	-0,267
P/Mg	2,806	0,691	1,525	-2,970	Cu/S	9,436	5,585	11,367	-6,128
P/S	6,515	0,878	2,626	-2,683	Fe/S	0,257	58,921	66,563	-297,340
Cu/P	5,921	6,359	4,328	3,430	Zn/S	1,074	18,777	33,281	-135,049
Fe/P	7,400	67,090	25,344	56,413	B/S	0,878	7,835	11,531	-42,104
P/Zn	29,790	0,047	0,079	-0,011	Mn/S	1,387	16,187	11,719	32,216
B/P	1,021	8,921	4,391	44,370	Cu/Fe	2,176	0,095	0,171	-0,349
P/Mn	1,018	0,054	0,224	-1,669	Zn/Cu	0,138	3,362	2,928	31,484
K/Ca	1,404	3,150	1,994	8,232	Cu/B	12,093	0,713	0,986	-0,226
Mg/K	0,534	0,258	0,283	-0,463	Cu/Mn	1,169	0,345	0,970	-5,346
K/S	0,564	4,921	6,089	-20,707	Fe/Zn	9,213	3,138	2,000	1,235
Cu/K	11,323	1,135	1,867	-0,647	Fe/B	1,641	7,521	5,772	10,654
Fe/K	1,263	11,973	10,932	8,245	Fe/Mn	1,278	3,640	5,680	-15,962
Zn/K	4,281	3,816	5,466	-3,855	B/Zn	1,688	0,417	0,346	0,419
K/B	23,061	0,628	0,528	0,043	Zn/Mn	0,58	1,160	2,840	-28,966
K/Mn	0,698	0,304	0,520	-3,089	B/Mn	1,198	0,484	0,984	-4,174
Mg/Ca	1,808	0,813	0,564	1,378					

Observa-se nos valores encontrados dos índices DRIS, nos extremos para os nutrientes Ca e Fe, valor muito negativo e valor muito positivo, respectivamente. Ca e Fe são nutrientes que podem ter comportamento inibidor com relação ao outro. De acordo com estudos, percebeu-se que a calagem reduz a absorção de Fe. O Ca compõe a estrutura celular e atua

nos transportadores, regulando a integridade da membrana celular e a absorção ou inibição de nutrientes. Além disso, ocorre uma competição entre os nutrientes no sítio de absorção, regulando a absorção excessiva de um determinado elemento. Nesse caso específico, a deficiência de cálcio gerou um desequilíbrio na disponibilidade de Fe, resultando na sua absorção excessiva (MOORE & PATRICK, 1989; VAHL, 1991; VAHL & LOPES, 1998)

Tabela 3: Índices DRIS de cada nutriente e índice de balanço nutricional médio (IBNm).

Elemento	Soma f(A/Bi)	Soma f(Bi/A)	Índice
N	75,947	-0,594	7,654
P	-22,960	184,640	-20,760
K	-15,238	2,419	-1,766
Ca	0,261	758,871	-75,861
Mg	-6,599	-46,904	4,031
S	4,510	-499,655	50,416
Cu	-13,421	31,484	-4,491
Fe	528,380	-0,506	58,765
Zn	-197,696	1,644	-19,934
Mn	32,216	-72,208	10,442
B	-3,943	10,603	-1,455
		IBNm	28,985

O índice de balanço nutricional (IBN) indica o equilíbrio nutricional da lavoura, sendo calculado a partir do somatório dos valores dos índices DRIS de todos os nutrientes, em módulo. Na Tabela 3 tem o IBNm, o qual é o IBN dividido pelo número de nutrientes considerados (11 nutrientes). Assim, o IBN nesse caso é de 318,84. Quanto mais próximo de zero é o valor do IBN, menor é o desequilíbrio nutricional das plantas amostradas e maior será a produtividade da cultura, pois apresenta correlação negativa com a produtividade (LEITE, 1993; BALDOCK; SCHULTE, 1996). Observa-se, contudo, uma contradição no resultado obtido, pois o IBN calculado possui um valor elevado e, como está explícito na Figura 1, 73% dos nutrientes avaliados foram classificados como equilibrado. Isso pode ser devido ao uso de normas DRIS não desenvolvidas no local de estudo, demonstrando possivelmente uma certa imprecisão na avaliação nutricional feita dessa maneira.

A Figura 1 apresenta as percentagens das frequências da classificação dos nutrientes nas classes do método de potencial de resposta à adubação (PRA), uma das formas de interpretação dos índices DRIS. Segundo os resultados obtidos, o diagnóstico geral dos nutrientes encontra-se na faixa de equilíbrio, sem excesso ou deficiência

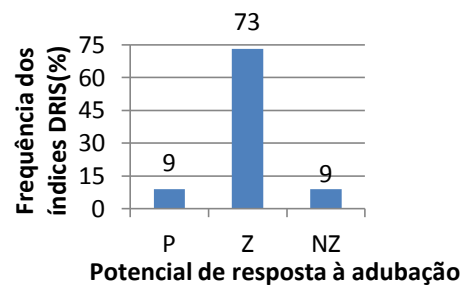


Figura 1: Gráfico evidenciando a frequência com que os índices DRIS de todos os nutrientes foram enquadrados nas cinco classes de potencial de resposta à adubação (PRA), onde P significa deficiente, equilibrado (Z) e excessivo (NZ).

5. CONCLUSÃO

A análise dos tecidos vegetais é um instrumento útil para a determinação das doses de adubos ideais, aliada à análise do solo, sem que haja aplicação em excesso, resultando em maior custo de produção, prejuízos aos ecossistemas e risco de causar toxidez às plantas, ou ainda aplicação de doses insuficientes para as exigências nutricionais das plantas.

Nesse sentido, a utilização do DRIS como método de avaliação nutricional, especialmente com padrões de índices próprios da região cultivada, é uma forma de maximizar a eficiência da adubação, elevando a produtividade. Além disso, os critérios de escolha da relação binária mais representativa influencia no resultado da interpretação dos índices DRIS dos nutrientes, podendo subestimar ou superestimar a avaliação do estado nutricional, devendo ser analisada quais critérios são mais adequados para cada situação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, J.S.; BEATTIE, J.A.M. & KILPATRICK, D.J. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards: I Model establishment. **Plant Soil**, 197:127-135, 1997.
- BALDOCK, J.O. & SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agron. J.**, 88:448-456, 1996.
- BEAUFILS, E.R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (**Soil Science Bulletin**, 1).
- BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformation. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v.26, p.211-252, 1964.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Brasília: Conab, v. 5, n.1, 2018. p. 1-62.
- ELWALI, A.M.O., GASCHO, G.J. Sugarcane response to P, K, and DRIS corrective treatments on Florida histosols. **Agronomy Journal**, v.75, p.79-83, 1983.
- EMBRAPA. Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado da Paraíba, 1972. **Mapa exploratório - reconhecimento de solos do município de Santa Rita, PB**.
- HALLMARK, W.B. & BEVERLY, R.B. Review - an update in the use of the Diagnosis and Recommendation Integrated System. **J. Fertil.**, 8:74-88, 1991.
- JONES, C. A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. **Communications Soil Science Plant Analysis**, 12:785-794, 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**) Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípio e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MORAIS, L. S. de. **Degradação ambiental do Rio Preto na cidade de Santa Rita – PB**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Humanas.
- OLIVEIRA, M.W., MAGRINI, J.L., LYRA, F.E.V., VALDUGA, G.R., PEREIRA, M.G., TENORIO, C.J.M., ARISTIDES, E.V.S. Produção da RB867515 influenciada pela aplicação de substâncias húmicas, aminoácidos e extrato de algas marinhas. **STAB. Açúcar, Álcool & Subprodutos**, v.30, p.30-33, 2011.

PAYNE, G. G.; RECHCIGL, J. E.; STEPHENSON, R. L. Development of diagnosis and recommendation integrated system norms for bahiagrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, p. 930-934, 1990.

MOORE, P.A.; PATRICK, W.H. Iron availability and uptake by rice in acid sulfate soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.53, p.471-476, 1989.

REIS Jr, R. A.; MONNERAT, P. H. Diagnose nutricional da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 26, n. 2, 2002. p. 367-372.

SALDANHA, E. C. M. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação do estado nutricional da cultura do coqueiro híbrido. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) – Campus Capitão Poço, Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço.

SANTOS, C. L. dos. **Aspectos físicos e o uso do solo na microbacia do Rio da Ribeira, município de Santa Rita – PB**. 2013. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas em solos, plantas e fertilizantes**./editor técnico: Fábio Cesar da Silva, 2ª ed.rev.ampl. -Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SILVA T. O. DA & MENEZES R. S. C. Disponibilidade de micronutrientes catiônicos em solo arenoso após adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p.328-335, 2010.

SILVA, L. C. da. **Diagnose nutricional e potencial de resposta a adubação em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Tabuleiros Costeiros em Alagoas**. 2011. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SNYDER, G.H. & KRETSCHMER Jr., A.E. A DRIS analysis for Bahiagrass pastures. **Soil Crop Sci. Soc. Florida Proc.**,47:56-59, 1988.

SUMNER, M. E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, p. 343-348, 1979.

VAHL, L.C. Toxidez de ferro em genótipos de arroz irrigado por alagamento. 1991. 173f. Tese (**Doutorado em Agronomia**) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

VAHL, L.C.; LOPES, S.I.G. Nutrição de plantas. In: PESQUE, S.T. et al. (Eds). **Produção de arroz irrigado**. Pelotas : UFPel, 1998. p.149-206.

VITTI, G.C.; PROCHNOW, L.I. **Curso de nutrição mineral de plantas**. Brasília: ABEAS, 1996. 58p. (ABEAS. Curso de Especialização por Tutoria à Distância. Módulo 3: Corretivos - calcário e gesso: características, métodos de recomendação e uso; Módulo 4: Adubos: obtenção, características e uso.).

WADT, P. G. S. Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucaliptos. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 123p. (**Tese de Doutorado**).

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 de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.661-666, 1998.

WADT, P. G. S. Loucos em terras de doidos. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 24:15-19, 1999. (**Boletim Informativo**). B. Inf. SBSC, 24: 15-19, 1999.

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

WADT, P.G.S.; DIAS, J.R.M.; PEREZ, D.V. & LEMOS, C.O. Interpretação de índices DRIS para a cultura do cupuaçu. **R. Bras. Ci. Solo**, 36:125-135, 2012.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Sciences**, New York, v. 6, p. 149-188, 1987.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E.; ISAAC, R. A.; PLANK, C. O. Preliminary DRIS norms for alfalfa in the Southeastern United States and a comparison with the Midwest norms. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, p. 1046-1052, 1986.

ZAMBELLO Jr., E.; HAAG, H.P. & ORLANDO FILHO, J. **Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em soqueiras de cana-de-açúcar para diferentes épocas de amostragem foliar**. Piracicaba, PLANALSUCAR, 1981. p.32. (Boletim Técnico, 3)