

APLICAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO
PARA DIFERENTES SOLOS E ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM FOLIAR
EM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*)*

E. ZAMBELLO JR. **

H.P. HAAG ***

J. ORLANDO FILHO **

RESUMO

Com o objetivo de se estudar a aplicação do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) em cana-de-açúcar, confrontou-se esta metodologia com a técnica da diagnose foliar baseada no nível crítico. Desse modo, observou-se o efeito de diferentes épocas de amostragem foliar de soqueiras cultivadas em 4 Grandes Grupos de Solos e, num deles, dois regimes hídricos: irrigado e não irrigado.

Os ensaios se basearam no esquema fatorial N x P x K x L, onde L = localização dos fertilizantes em superfície e em pro

* Parte da Dissertação defendida pelo primeiro autor na E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP. Entregue para publicação em 18/07/1980.

** IIA, Planalsucar, Piracicaba, SP.

*** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

fundidade, com as dosagens 0 - 60 - 120 - 180 kg N/ha, 0-45 kg P₂O₅/ha e 0-90 - 180 kg K₂O/ha. Os solos utilizados foram Latossol Roxo (LR), Podzólico Vermelho Amarelo variação Laras (PVls), Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa (LVa) e o Latossol Vermelho Escuro-orto (LE) não controlado e sob irrigação por aspersão.

A variedade empregada foi a CB 41-76 e coletou-se a folha +3 aos 3, 4, 5 e 6 meses de idade da cana-soca.

As parcelas eram constituídas por 3 linhas úteis, 2 linhas de bordadura interna e 2 de bordadura externa, num total de 7 linhas com 10 m de comprimento e 1,5 m de espaçamento, ocupando uma área de 105 m². Os dados mostraram que a localização dos fertilizantes em profundidade não proporcionou efeito positivo nas produtividades agrícolas e de açúcar por área, com exceção ao solo PVls. De modo geral, o nitrogênio e o potássio aumentaram de forma linear os rendimentos da cana-de-açúcar, salvo para o potássio no solo LR. O fósforo elevou a produção agrícola para os solos LE, LR e PVls e provocou aumento da produção de açúcar por área para os dois primeiros solos. A irrigação não indicou benefício para a soqueira em solo LE. Foi possível o estabelecimento dos níveis críticos de N e K apenas para algumas épocas de amostragem foliar, enquanto para o fósforo os mesmos não foram viáveis para nenhuma época de coleta da folha +3. A época de coleta do tecido vegetal e o tipo de solo afetaram os níveis críticos de N e K. Por outro lado, o DRIS mostrou ser metodologia adequada para o diagnóstico de N, P e K em soqueiras de cana-de-açúcar e a interpretação

dos índices transformados é praticamente inalterada com a época de amostragem foliar. Possuindo também, a propriedade de ter sua aplicação para diferentes tipos de solos.

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar vem obtendo destaque dentro da agricultura nacional, onde é meta governamental a produção de $10,7 \times 10^9$ l de álcool para o ano de 1985. Este, virá substituir parte das importações de petróleo pois será utilizado como carburante e na indústria álcool-química.

Para a obtenção do volume acima mencionado e mais um montante em açúcar, deverá ser ampliada em muito a fronteira agrícola da cultura, além de melhorado o atual rendimento agrícola médio do Brasil (50 t cana/ha). Como na região centro-sul os solos mais produtivos já estão tradicionalmente ocupados com cana-de-açúcar ou outras culturas, áreas de menor fertilidade, como as de cerrado, tenderão a ser exploradas.

A adubação participa atualmente com cerca de 20 a 25 % dos custos de produção e tanto para o aumento da produtividade como na possível exploração do cerrado, os fertilizantes terão um papel fundamental para o sucesso da cultura. Caso este insumo não seja utilizado de maneira racional, poderiam ocorrer elevações no custo de produção, o que afetaria a sua rentabilidade.

Das considerações anteriores infere-se que a cana-de-açúcar, principalmente no caso das soqueiras, as quais são responsáveis por 70 a 80% da produção total, exige especial atenção quando se pretende fornecer os nutrientes necessários para seu bom desenvolvimento e produtividade. A análise de tecido vegetal surge assim naturalmente como metodologia mais viável para a cana-soca, visto que a análise de solo sofre certas interferências da adubação anterior, quando do procedimento das amostragens e também, muitas vezes, não define a real necessidade nutricional da planta.

A técnica do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendações (DRIS)*, foi desenvolvida por Beaufils, primeiramente com o nome de Diagnose Fisiológica e através do estudo de aspectos nutricionais de seringueiras (*Hevea brasiliensis*), cultivadas no Vietnã e no Camboja. BEAUFILS (1956) já propõe as relações N/P, N/K e K/P bem como o diagrama para interpretação do balanço nutricional de N, P e K em seringueiras baseado em um conjunto de reações de equilíbrio dos constituintes das folhas, assim estabelecidos:

- Toda variação do teor de um elemento mineral, num dado momento, correlaciona-se positiva ou negativamente com um ou vários outros elementos, seja qual for sua importância ponderal relativa.

- A relação de dois elementos antagônicos K e Ca pode ser considerada como reflexo, dentro de certos limites, do conjunto de equilíbrios químicos ao nível das folhas, pois variações de N, S, P, Fe e Cu são relacionadas àquelas do potássio e variações de Mg e Mn são relacionadas às do cálcio.

- Os elementos citados do 1º Grupo (K) são ligados ao sistema aquoso das folhas; os elementos do 2º Grupo (Ca) estão presente na matéria seca.

- As variações da relação K/Ca estão em correlação inversa altamente negativas com as variações da relação Mn/Cu. Essa constatação constitui um dos critérios sobre os quais se baseiam o diagnóstico.

- Os elementos do "grupo potássio" que são relativamente mais importantes durante o estágio de crescimento, têm em seguida tendência a migrar à medida que os elementos do "grupo cálcio" se acumulam até a hibernação das seringueiras. O caso do magnésio, que é constituinte da clorofila, requer atenção especial, pois ele ocorre igualmente nas folhas sob uma forma ionizada e susceptível de migrar. A hipótese é que essa parte ionizada é deslocada progressivamente pelo ion

* DRIS = Diagnosis and Recommendations Integrated System.

Ca^{+2} , à medida que a assimilação desse último produz particularmente o oxalato de cálcio mais insolúvel que o magnésio.

- Os elementos N, P e K das folhas podem ser relacionados entre si por uma fórmula geral aplicada a todas as seringueiras, sob a condição de que o solo, independentemente de sua origem possa responder às suas necessidades.

- A relação geral que se tem é:

$$N \approx aK \approx a^2P$$

O coeficiente de assimilação "a" admite certa possibilidade de variação entre os limites que de maneira geral vão de 3, 4 a 4, 3, para as seringueiras.

Esse valor do coeficiente "a" varia dentro de certos limites amplos, só no caso de carências minerais ou de desequilíbrios fisiológicos provocados por uma exploração intensa, fenômeno que pode ser passageiro ou permanente, segundo os recursos minerais do solo.

BEAUFILS (1971), na África do Sul, observa a possibilidade da utilização da diagnose fisiológica para cultura do milho, tendo na oportunidade trabalhado com 21.536 observações onde o pesquisador utilizou-se de dados publicados em diferentes revistas científicas, inclusive com resultados obtidos no Brasil, dividindo as observações em 2 categorias:

- plantas não anormais, isto é, plantas que não foram afetadas por condições anormais.

- plantas anormais, isto é, plantas que foram afetadas por condições anormais.

Por convenção, as plantas não anormais poderiam ser chamadas de plantas normais e seriam as que possuem produtividade de acima de 3.200 kg/ha.

Neste trabalho, o autor introduz os índices primários de N, P e K; estes índices representam numericamente o balan

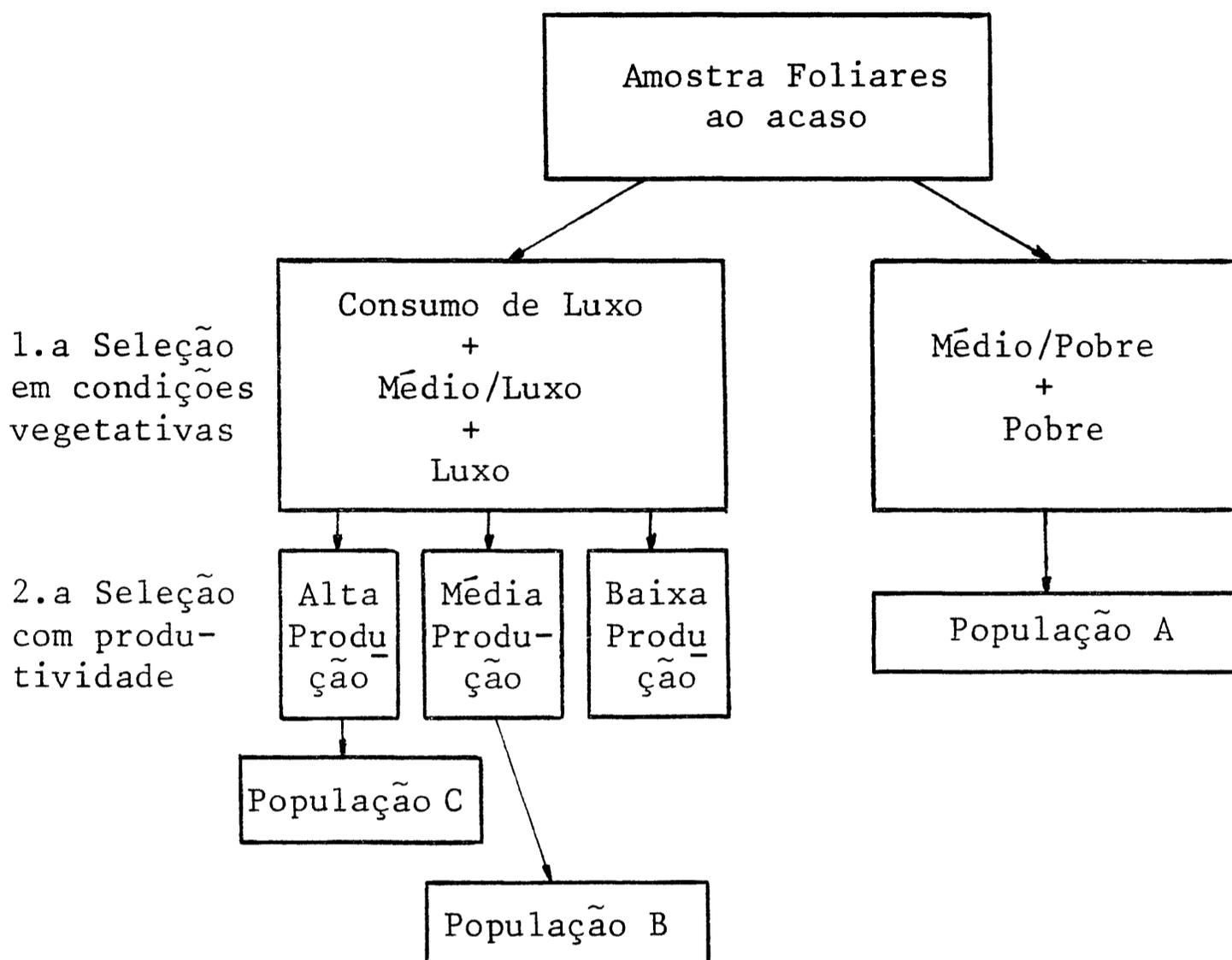
ço nutricional, substituindo as setas do diagrama interpretativo, valores negativos significam deficiência do elemento em relação aos demais, valores positivos indicam um excesso e quanto mais próximos do zero estiverem estes índices mais próxima estará a planta do equilíbrio nutricional. Outra vantagem dos índices primários é quando se utilizam de mais de 3 elementos (por exemplo N, P, K e Zn) onde a representação gráfica do balanço nutricional iria requerer uma forma especial, dificultando a visualização do problema.

Observa ainda que a relação existente entre a produtividade e a composição química do tecido analisado é uma manipulação da Lei do Mínimo (Lei de Liebig) e que a particular vantagem da diagnose fisiológica é que esta técnica não é afetada pelos fatores de variabilidade que mascaram a interpretação dos teores dos nutrientes, podendo ser aplicada em qualquer tempo e sob diferentes condições. BEAUFILS (1971) alerta que a diagnose fisiológica não é uma solução automática para o problema e que são exigidas características subjetivas, tais como, conhecimento-experiência-perspicácia, de quem vai interpretar e recomendar as correções.

BEAUFILS (1973) formulou uma revisão sobre sua técnica e anuncia o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) em substituição à Diagnose Fisiológica. O autor considera que a produtividade e a qualidade do produto de uma cultura particular constituem a resposta da planta a vários estímulos do ambiente e não só diretamente do estímulo provocado.

BEAUFILS (1973) observa que a relação da população considerada normal é de grande importância para o sucesso do DRIS e orienta esta escolha (conforme diagrama da página seguinte).

A população B deve ser a escolhida, e segue-se o teste da normalidade desta distribuição podendo-se lançar mão do teste do qui-quadrado. Para o caso do milho BEAUFILS, (1971), a população foi selecionada mediante o rendimento médio do USA que, na época, era de 3.200 kg/ha.



BEAUFILS (1973) apresenta os índices transformados, os quais possuem a propriedade de não alterarem o diagnóstico oferecido pelos índices primários e podem ser usados irrestritamente em qualquer análise estatística.

MEYER (1975) trabalhando com cana-de-açúcar na África do Sul, observou efeito significativo da posição da folha na planta, da idade e da época de coleta das amostras (4º, 8º, 10º e 12º mês) e o efeito varietal sobre o DRIS. Por outro lado, encontrou um diagnóstico da deficiência de P quando analisou, através das relações N/P, K/P e dos índices de Beaufils, do que simplesmente pelo teor de P na matéria seca.

SUMNER & BEAUFILS (1975), em ensaios desenvolvidos na África do Sul com cana-de-açúcar, observaram que o DRIS pode

ria ser aplicado independente da idade da cultura, da flutuação sazonal e do regime interno de umidade, já que a ordem de necessidade em nutrientes do 1º ao 10º mês de idade permaneceu inalterado e foi a seguinte $P > K > N$. Quanto ao efeito sazonal, encontraram mensalmente, de agosto a abril, o fósforo como elemento mais deficiente. Estudaram também a cultura da cana-de-açúcar sob diferentes regimes de irrigação e o diagnóstico foi o mesmo para os diversos estados internos de umidade.

Ainda neste trabalho, SUMNER & BEAUFILS (1975) encontraram certa independência do DRIS com relação à variedade como pode ser observado:

Variedade	Teor foliar			Índ. transf.		
	%N	%P	+K	N	P	K
Co 1001	1,92	0,172	1,56	12	-100	100
NCo 376	1,82	0,170	1,46	6	- 88	88
N 52-219	1,78	0,140	1,58	36	-156	156
M 31-45	1,77	0,165	1,70	-30	-132	132
Co 462	1,74	0,162	1,49	2	-104	104
Pindas	1,66	0,170	1,58	-45	-107	107
CB40-77	1,54	0,155	1,80	-93	-167	167
N 55-805	1,73	0,172	1,43	- 9	- 81	81

onde, para todas as variedades, o P foi o elemento mais deficiente.

Quando SUMNER & BEAUFILS (1975) compararam uma possível correção, tanto pelo DRIS como pela diagnose no nível crítico para 2 ensaios fatoriais 3^3 em soqueiras, encontraram para o DRIS, 38 observações positivas e 20 para o diagnóstico com o nível crítico, sendo responsáveis por uma somatória de 458,51 t cana/ha, em oposição a 341,66 t cana/ha pelo método do nível crítico.

BEAUFILS & SUMNER (1976) utilizaram o DRIS para a variedade NCo 376 em vasos, através dos teores de N, P, K, Ca e

Mg na planta e de P, K, Ca e Mg no solo, sendo observada a validade da aplicação da referida técnica tanto para solo como para planta.

Os autores concluíram que o conceito de balanço dos nutrientes ocorre também no solo aumentando assim o campo de atuação do DRIS.

BEAUFILS & SUMNER (1977) estudaram o efeito da época de amostragem da 3.ª folha da variedade NCo 376 em um fatorial 3^4 de N, P, K e calagem. As épocas de amostragem foram aos 3, 6, 12 e 18 meses de idade e para todas as épocas o magnésio foi o elemento mais deficiente (com exceção para as parcelas 0001 e 1002). Os autores concordaram que a ordem de deficiência de nutrientes é mais importante que o valor real do índice.

Para o caso do solo:

Nutriente Aplicado	----- Aplicação do DRIS -----		
	Nº respostas positivas	Nº total Recomendado	Aumento Acumulado de produção (g)
N	6	8	+1387
P	0	0	-
K	36	38	+9786
Ca	0	0	-
Mg	31	32	+6608
Total	73	78	+17781

No Brasil, ZAMBELLO JR. & ORLANDO Fº (1978) aplicaram pela primeira vez a metodologia do DRIS para a cultura da cana-de-açúcar. Estudaram sua validade para soqueiras cultivadas em solo Terra Roxa Estruturada no Estado de São Paulo, onde encontraram o nitrogênio como elemento mais deficiente e o equilíbrio nutricional ocorreu em torno da dose de 150 kg N/ha para as 3 variedades estudadas. Os autores também verificaram o efeito varietal e alertaram sobre a perda de sensibilidade do método quando estudaram conjuntamente a CB41-76, a CB46-47 e CB47-355.

ZAMBELLO JR. & ORLANDO Fº (1979a) concluíram que o DRIS poderia ser aplicado independente do estado de umidade em que se encontrava a cana-planta, variedade CB41-76, pois esta técnica adaptou-se tanto para a cultura sob regime de irrigação como quando sob as condições normais de precipitação.

ZAMBELLO JR. & ORLANDO Fº (1979b) estudaram o DRIS através da folha +3 e do 8º ao 10º internódio e para ambos os tecidos coletados a metodologia proposta por Beaufils pode ser aplicada com sucesso.

MATERIAIS E MÉTODOS

A variedade utilizada foi a CB41-76 proveniente de talhões comerciais, sob o controle de raquitismo, representando, na safra de 74/75, cerca de 45% da área de corte do Estado de São Paulo (PLANALSUCAR, 1975).

Foram selecionados 4 Grandes Grupos de Solos a saber: Latossol Vermelho Escuro - orto - LE (SEITEC, 1973), localizado na Estação Central-Sul do PLANALSUCAR em Araras, Latossol Vermelho Amarelo - fase arenosa - LVa (FRANÇA e FREIRE 1976), na Usina São José em Macatuba, Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras - PVls (BRASIL - Comissão de Solos - Bol. 12, 1960) na Usina Rafard e Latossol Roxo - LR (BRASIL - Divisão de Pesquisa Pedológica - Bol. 16, 1971), na Usina Bandeirantes, em Brandeirantes.

No ensaio irrigado - LE (I)*, as aplicações de água foram efetuadas através de sistema de irrigação por aspersão e o controle realizado de acordo com o método gravimétrico (SLAYTER, 1967).

Realizaram-se as irrigações quando 60% da água disponível do solo foi evapotranspirada ou a uma umidade limite de 25,5%, sendo considerado uma profundidade de 40 cm com uma eficiência de aplicação de água entre 70-80%.

A partir de abril/77 as irrigações foram suspensas para que as condições de amadurecimento natural da planta não fossem prejudicadas.

Os solos foram preparados de forma convencional (SOU-SA, 1976), sendo, durante os meses de janeiro, fevereiro e março/75, instalada em cada local 48 parcelas, possuindo cada uma 7 ruas com 10 m de comprimento e 1,5 m de espaçamento, as quais receberam, por ocasião do plantio, o equivalente a 60-100-120 kg/ha de N - P₂O₅ - K₂O na forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

Após 18 meses de ciclo da cana-planta, portanto em julho/76, para os solos LE(I) e LE, agosto/76 para o LVa e setembro/76 para os PVIs e LR, procedeu-se à colheita da cana-planta, sendo a despalha realizada a fogo, e tanto os colmos como o palhiço residual foram removidos manualmente das parcelas, a fim de se evitar efeitos secundários na mesma.

Instalaram-se os ensaios fatoriais com uma repetição 4 x 2 x 3 x 2 em N x P x K x L, onde L significa a localização do adubo. As doses foram 0 - 60 - 120 - 180 kg/ha, 0 - 45 kg P₂O₅/ha e 0 - 90 - 180 kg K₂O /ha, obtidos através do emprego de quantidades equivalentes de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

Dentro dos níveis utilizados englobam doses de nutrientes bem superiores às recomendações feitas por ORLANDO F^o (1975), de 60-30-90 kg N-P₂O₅-K₂O/ha e maiores que as preconizadas por PINAZZA *et alii* (1979).

As duas localizações estudadas foram: "em superfície", sendo o adubo colocado de ambos os lados da linha de cana e a seguir coberto superficialmente com enxadas; em "em profundidade", com pequenos sulcos abertos a 15-20 cm de profundidade em ambos os lados da linha de cana e distantes desta cerca de 40 cm. O adubo depois de localizado no sulco foi coberto, conforme metodologia descrita por ORLANDO F^o *et alii* (1977).

As parcelas assim constituídas possuíam 03 linhas úteis, 2 linhas de bordaduras internas e 2 linhas de bordaduras externas, num total de 7 linhas com 10 m de comprimento e 1,5 m de espaçamento, ocupando uma área de 105 m².

As amostras foliares foram obtidas a partir da coleta

dos 20 cm centrais, sem a nervura principal das folhas +3 (GALLO *et alii*, 1962), em número de 5 por rua útil e num total de 15 folhas +3/parcela. As épocas de amostragens foram aos 3, 4, 5 e 6 meses de idade da cana-soca.

Essas amostras coletadas até às 10:00 horas da manhã, secas em estufa de circulação forçada de ar a 60-70°C até peso constante, foram submetidas a moinho tipo Wiley e analisadas quimicamente para determinação de N, P, K, segundo técnicas indicadas por SARRUGE & HAAG (1974).

Será empregado neste trabalho o termo "diagnose foliar baseada no nível crítico", para descrever a metodologia que se emprega as seguintes premissas:

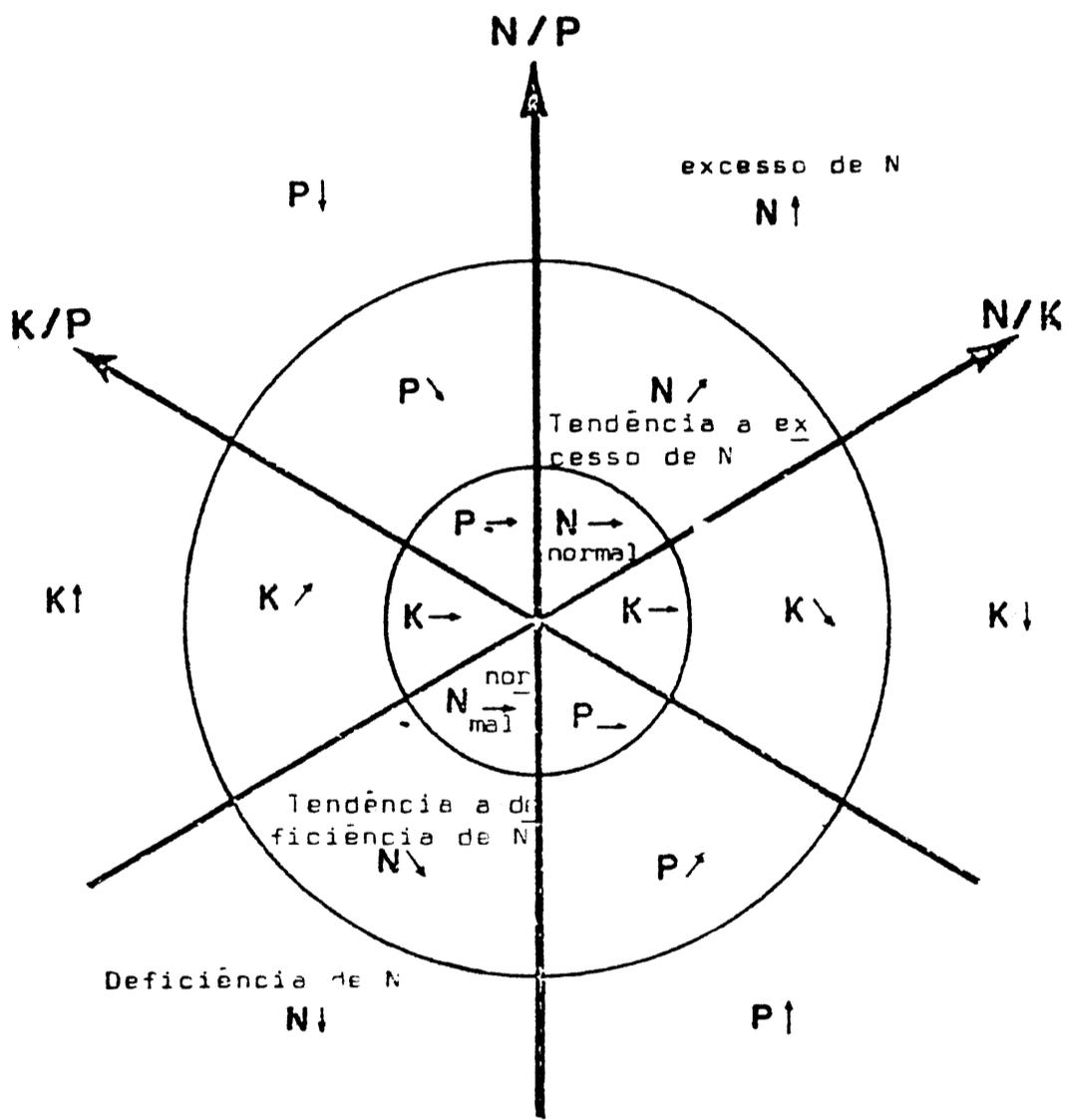
- Dentro de certos limites há uma relação direta entre teor do elemento no solo (ou dose de adubo adicionada) e produção obtida.

- Dentro de limites há uma relação direta entre teor do elemento no solo (ou dose de adubo adicionada) e sua concentração na folha.

- Dentro de limites há uma relação direta entre concentração do elemento na folha e produção obtida, desde que, como foi visto, as duas premissas anteriores sejam corretas.

Para o cálculo do diagrama interpretativo do balanço nutricional obtido pelo DRIS, foram selecionadas as parcelas que possuíam produtividade entre 80 a 100% da colheita relativa e seus teores de N, P e K, tomados cada um em relação aos demais (N/P, N/K e K/P).

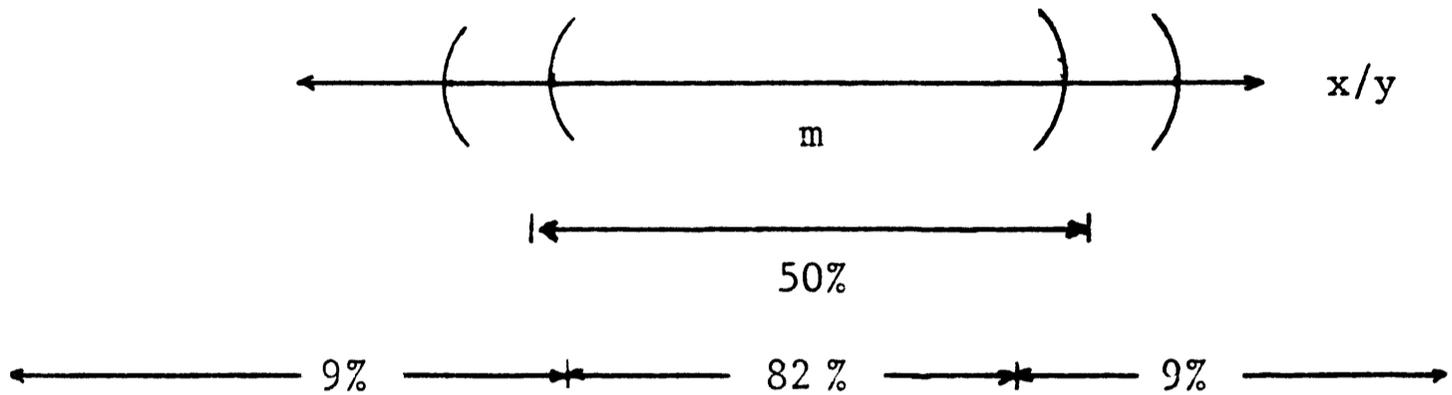
Estas populações (não anormais) assim selecionadas foram analisadas pelo teste de Lilliefors (CONOVER, 1971), para verificar se seguiam a Distribuição Normal e separadas, segundo BEAUFILS (1971), em faixas:



$$m \pm \frac{2}{3} s \approx 50\% \text{ da população.}$$

$$m \pm \frac{4}{3} s \approx 82\% \text{ da população.}$$

s = desvio padrão.

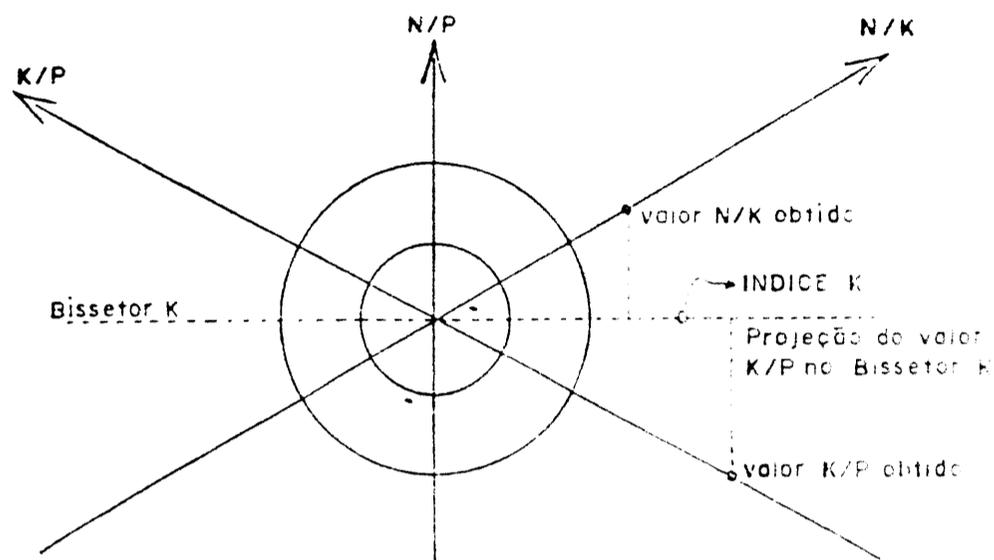


A faixa central dada pelo diâmetro "4/3 s" compreende uma zona de relativo equilíbrio e é representada por uma seta horizontal (→). As zonas compreendidas entre os círculos concêntricos, dados pelos diâmetros "4/3 s" e "8/3 s", denotam um desequilíbrio de ligeiro a moderado, sendo representadas por setas que fazem 45° com a horizontal (↗, ↘). Por fim, as zonas externas ao maior círculo oferecem um notável desequilíbrio e são representadas por setas verticais (↑, ↓).

BEAUFILS (1973) menciona a possibilidade de interpretação pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação por "índices primários" obtidos segundo a fórmula:

$$X_{\text{índice}} = \frac{\left\{ \sum \left[f \frac{X}{A} \frac{K}{CV_{(X/A)}} + \dots + f \frac{X}{Z} \frac{K}{CV_{(X/Z)}} \right] \right\} - \left\{ \sum \left[F \frac{O}{X} \frac{K}{CV_{(O/X)}} + \dots + f \frac{Z}{X} \frac{K}{CV_{(Z/X)}} \right] \right\}}{n + m}$$

e representados graficamente por:



Para N, P, K podemos simplificar em:

$$\begin{aligned} \bar{\text{índice N}} &= + \left\{ \frac{f(N/P) + f(N/K)}{2} \right\} \\ \bar{\text{índice P}} &= - \left\{ \frac{f(N/P) + f(K/P)}{2} \right\} \\ \bar{\text{índice K}} &= + \left\{ \frac{f(K/P) - f(N/K)}{2} \right\} \end{aligned}$$

Quando $N/P(a) > N/P(p)$

$$f(N/P) = 100 \left(\frac{N/P(a)}{N/P(p)} - 1 \right) \frac{K}{C.V.}$$

C.V. = Coeficiente de variação

K = Coeficiente de sensibilidade, de valor arbitrário
(1, 10, 20, etc.)*

(a) = Amostra

(p) = Média da população não anormal

* = No presente trabalho K foi considerado igual a 10
e para o caso de $N/P(a) < N/P(p)$

$$f(N/P) = 100 \left(1 - \frac{N/P(p)}{N/P(a)} \right) \frac{K}{C.V.}$$

raciocínio análogo para $f(N/K)$ e $f(K/P)$.

Os "índices transformados" (BEAUFILS, 1973), são obtidos através de um balanceamento dos "índices primários", ou seja: a) é dado valor zero para o "índice primário" mais negativo e a seguir, b) é dado o valor zero para o "índice primário" mais positivo, sendo o "índice transformado" obtido através da soma e a e b.

Exemplo:

	N = -8	P = 2	K = 6	Índ. la.
a)	N = 0	P = 10	K = 14	
b)	N = -14	P = -4	K = 0	
	<hr/> N = -14	<hr/> P = 6	<hr/> K = 14	<hr/> Índ. transf.

Após 12 meses de ciclo as parcelas foram queimadas, sendo as 3 linhas centrais colhidas e pesadas para obtenção da produtividade em toneladas de cana por hectare. Para a determinação da % de pol da cana (BUCCHANAN, 1966), amostraram-se 7 colmos ao acaso por linha útil num total de 21 colmos por parcela.

Da interação t cana/ha e pol % cana, obteve-se as produtividades expressas em t pol/ha.

O esquema estatístico utilizado foi o fatorial completo 4 x 2 x 3 x 2 (N x P x K x L), com apenas uma repetição e tanto para as análises individuais como para a análise conjunta bem como as regressões seguiram-se as técnicas descritas por PIMENTEL GOMES (1976).

Quanto às regressões, trabalhou-se até o 3º grau para o nitrogênio e até o 2º grau para o potássio, sendo escolhidas as de grau mais elevado com significância estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito da adubação

Produção agrícola

Os rendimentos agrícolas obtidos para os 5 experimentos encontram-se na Tabela 1, onde observam-se maiores produções para os ensaios localizados em solo Latossol Vermelho Escuro-orto e menores para o solo Latossol Vermelho Amarelo-fase arenosa.

A irrigação não mostrou efeito de aumento na produtividade, pois o ensaio LE localizado no mesmo solo, sob condições de não-irrigação apresentou de maneira geral produções superiores ao ensaio irrigado LE (I). O fato ocorrido teria como possível explicação o ano agrícola, o qual apresentou inverno chuvoso e com precipitações bem distribuídas, sendo que o experimento LE (I) permitiu apenas 3 irrigações, onde 2 delas sucederam em 1977 durante "veranico" de fevereiro e março.

A localização dos fertilizantes em profundidade não mostrou efeito benéfico, a não ser para o solo PVls, como indica a Tabela 1. Apesar do solo LR evidenciar efeito significativo para a localização dos fertilizantes, (Tabela 2), verifica-se que este resultado foi negativo, com a diminuição de 6 t cana/ha.

Tabela 1 - Produção da soqueira, variedade CB 41-76, em t cana/ha para os diferentes tratamentos estudados.

Tratamentos	LE (I)	LE	t cana/ha		LR
			LVa	PVIs	
L0	86	90	53	61	67
L1	84	86	54	68	61
N0	77	82	48	58	57
N1	82	87	53	67	63
N2	89	90	57	67	68
N3	91	95	59	68	68
P0	85	86	52	62	59
P1	85	92	56	57	69
K0	75	79	47	60	66
K1	88	88	53	64	61
K2	93	99	62	70	66

L0 = em superfície

L1 = em profundidade

Os fatos observados contrariam diferentes pesquisadores (HUMBERT, 1974; ORLANDO Fº *et alii*, 1977), que encontraram vantagens na adubação em profundidade. Por outro lado, pode-se notar pelas altas precipitações, estranhamente ocorridas no inverno, as quais proporcionaram condições para que as raízes se desenvolvessem superficialmente e com isto aproveitassem os fertilizantes ali localizados, colocando-se em concordância com os trabalhos apresentados por JACOB & UEXKÜLL (1961) e WOOD & WOOD (1967).

O nitrogênio apresentou reação para todos os ensaios (Tabelas 1 e 2) e esta resposta foi linear, como indica a Tabela 3, para o desdobramento da análise estatística. A dosagem de 180 kg N/ha é bem maior do que a preconizada por MALAVOLTA & HAAG (1964), ORLANDO Fº (1975), ORLANDO Fº & ZAMBELLO JR. (1977) e ESPIRONELO (1979), e encontra-se em faixa muito superior à utilizada pelas empresas produtoras de cana-de-açúcar da região Centro-Sul, como indicam PINAZZA *et alii* (1979). Este comportamento, de alta reação ao nitrogênio em soqueiras, estaria de acordo com JACOB & UEXKÜLL (1961),

Tabela 2 - Análise da variância para as produções em t cana/ha apresentando os valores do teste F e coeficiente de variação para os 5 solos estudados.

Causa de Variação	G.L.	Valores de f				
		LE (I)	LE	LVA	PVls	LR
L	1	0,76	3,22	0,23	9,02**	5,84*
N	3	5,56**	5,50**	4,01*	4,10*	3,64*
P	1	0,03	7,70*	2,16	4,68*	11,45**
K	2	15,19**	26,73**	11,72**	8,53**	1,51
N x P	3	1,85	5,81**	1,62	0,83	0,22
N x K	6	1,49	0,78	0,62	1,98	1,25
P x K	2	1,76	0,40	0,13	0,93	0,28
N x L	3	2,43	1,46	0,32	2,27	1,96
P x L	1	0,26	2,05	0,09	0,78	1,93
K x L	2	0,62	1,13	1,07	0,10	0,28
C.V.%	-	11,27	9,01	15,70	11,17	14,48

* significativo a 5%

** significativo a 1%

GEUS (1967), HUMBERT (1974), ZAMBELLO JR. *et alii* (1977) os quais observaram a maior exigência apresentada pela cana-soca.

Uma hipótese a ser levantada, em parte discutida por HUMBERT (1974), seria a de que na região Centro-Sul normalmente encontramos a cana-soca sob efeito da compactação (baixa aeração), provocada pelos caminhões que retiram a colheita do campo e de baixas temperaturas. Estes fatores implicariam e uma decomposição bastante lenta do sistema radicular remanescente (WOOD & WOOD, 1967), immobilizando o nitrogênio e concorrendo com a planta de cana-de-açúcar. Assim, a adição de N no meio iria beneficiar a planta, resultando em aumentos de produção.

A adubação fosfatada provocou, via de regra, aumento de produção (Tabela 1), a não ser para o ensaio LE (I) sob efeito de irrigação. Os valores do teste F encontram-se na tabe-

Tabela 3 - Desdobramento da análise de variância realizada para as produções em t cana/ha apresentando os valores teste F e os parâmetros da regressão linear (1) para os 5 solos estudados.

Desdobramento	G.L.	Valores de F				
		LE (I)	LE	LVa	PVls	LR
N'	1	15,84**	16,11**	11,44**	8,32**	9,12**
a	-	0,0819	0,0688	0,0614	0,0447	0,0601
b	-	77,54	82,16	48,22	60,52	58,53
N''	1	0,66	0,02	0,57	3,11	1,68
N' "	1	0,16	0,37	0,04	0,87	0,12
K'	1	29,10**	53,38**	22,62	16,98**	0,05
a	-	0,1013	0,1142	0,0788	0,0583	-
b	-	75,79	78,07	46,66	59,29	-
K''	1	1,28 q	0,09	0,82	0,08	2,96

* significativo a 5%

** significativo a 1%

(1) na regressão linear, $Y = t \text{ cana/ha e}$
 $x = \text{kg de nutriente/ha}$
 $Y = ax + b$

la 3 e evidenciam diferenças significativas para os solos LE, PVls e LR. Os solos, antes de receberem a adubação de 100kg P_2O_5 /ha no plantio, encontravam-se em classe de fertilidade, inferior ou igual ao nível crítico proposto por BITTENCOURT *et alii* (1978), e a reação de 45 kg P_2O_5 /ha para a soqueira, estaria em concordância com SAMUELS & LANDRAU JR. (1952), MOHAN RAO *et alii* (1956) e HUMBERT (1974).

Nada se observou com efeito a interação entre as doses de fósforo e a localização do mesmo (Tabela 2) como seria lícito esperar-se face aos comentários de HUMBERT (1974).

As maiores reações foram para o potássio (Tabela 1), onde apenas para o solo Latossol Roxo (cujo teor de K no plantio era de 196 ppm) não foram registradas diferenças signi-

ficativas (Tabela 2). SAMUELS & LANDRAU JR. (1954) apresentaram um aumento da resposta ao potássio com o avançar dos ciclos da cana-de-açúcar.

O desdobramento da análise estatística é apresentado na Tabela 3 e para os 4 ensaios com reação ao K e notam-se os valores significativos do teste F para a equação linear.

Produção de açúcar

Os resultados em percentagem de pol de cana não acusaram diferenças estatisticamente significantes, de maneira que os dados foram trabalhados diretamente para quantidades de açúcar por área (t pol/ha) e a Tabela 4 apresenta os resultados.

A reação ao nitrogênio foi semelhante ao das produções agrícolas (Tabela 5) somente para o solo LR que o efeito, significativo a 5%, passou a não significativo devido à interação t cana/ha x % pol da cana. Observa-se que para este ensaio o nitrogênio provocou uma menor maturação, como sugere GEUS (1967). Para os demais, o efeito continuou sendo linear conforme mostra a Tabela 6.

O fósforo teve sua reação diminuída para o solo PVls, onde a diferença de 440 kg de açúcares/ha (Tabela 4) passou a ser não significativa (Tabela 5).

O elemento potássio continuou a apresentar as maiores reações (Tabelas 4 e 5) e seu efeito foi linear para as doses estudadas de até 180 kg K₂O/ha, como demonstra o desdobramento da análise estatística apresentada na Tabela 6.

Análise conjunta dos ensaios

A observação da Tabela 7 evidencia que, de modo geral, a localização em profundidade não apresentou vantagens na produção agrícola e na produção de açúcares, sendo ainda uma operação mais demorada, exigindo equipamento de maior potência e consumindo mais combustível por hectare.

Tabela 4 - Produção da soqueira, variedade CB 41-76, em t pol/ha para os diferentes tratamentos estudados.

Tratamentos	t pol/ha				
	LE (I)	LE	LVa	PVls	LR
L0	10,58	11,79	7,81	9,84	9,24
L1	10,29	11,24	7,76	10,29	8,31
N0	9,31	10,48	6,94	9,21	8,51
N1	10,28	11,43	7,46	10,40	8,80
N2	11,06	11,73	8,28	10,09	8,83
N3	11,11	12,42	8,36	10,56	8,96
P1	10,50	11,06	7,55	9,84	8,29
P2	10,38	11,96	8,05	10,28	9,27
K0	9,54	10,68	6,88	9,29	9,05
K1	10,72	11,34	7,63	10,02	8,32
K2	11,06	12,53	8,90	10,88	8,97

L0 = em superfície

L1 = em profundidade

A reação ao fósforo persistiu na análise do rendimento agrícola, o mesmo não acontecendo para t pol/ha.

O nitrogênio e potássio foram os elementos de maior resposta, patenteando que quantidades maiores de fertilizantes que as recomendações por MALAVOLTA & HAAG (1964), ORLANDO Fº (1975) e ESPIRONELO (1979), podem ser realizadas com sucesso.

Diagnose foliar baseada no nível crítico

Os resultados em porcentagens de N e K folha +3, que permitiram análise estatística evidenciaram através 8 e 12 que o efeito da localização do fertilizante foi mínimo, apenas significativo a 5% no solo LR para %N, de maneira que a diagnose foliar, baseada no nível crítico, foi executada observando-se apenas os tratamentos e as épocas de amostragem para cada tipo de solo.

Tabela 5 - Análise de variância para as produções em t pol/ha apresentando os valores do Teste F e coeficiente de variação para os 5 valores estudados

Causa de variação	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
L	1	0,72	2,75	0,07	2,17	6,49*
N	3	6,35**	6,00**	3,89*	5,70**	0,26
P	1	0,14	7,56*	2,18	3,06	7,23*
K	2	7,65**	10,87**	12,26**	13,26**	1,62
N x P	3	2,06	6,31	0,97	0,49	0,80
N x K	6	1,37	1,03	0,91	1,37	1,06
P x K	2	2,37	0,07	0,15	0,59	0,96
N x L	3	1,85	1,14	0,45	1,86	2,35
P x L	1	0,85	2,65	0,04	0,04	1,72
K x L	2	0,22	0,51	2,60	0,22	0,44
C.V. %		11,08	9,88	14,89	8,71	14,43

* significativo a 5%

** significativo a 1%

Tabela 6 - Desdobramento da análise de variância realizada para as produções em t pol/ha apresentando os valores do teste F para os 5 solos estudados

Desdobramento	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
N'	1	17,02**	17,34**	10,73**	10,89**	-
N''	1	1,90	0,16	0,80	2,05	-
N'''	1	0,12	0,49	0,12	4,15	
K'	1	13,87**	21,17**	24,00**	26,46**	
K''	1	1,42	0,56	0,52	0,06	

* significativo a 5%

** significativo a 1%

Tabela 4 - Produção da soqueira, variedade CB 41-76, em t pol/ha para os diferentes tratamentos estudados.

Tratamentos	t pol/ha				
	LE (I)	LE	LVa	PVls	LR
L0	10,58	11,79	7,81	9,84	9,24
L1	10,29	11,24	7,76	10,29	8,31
N0	9,31	10,48	6,94	9,21	8,51
N1	10,28	11,43	7,46	10,40	8,80
N2	11,06	11,73	8,28	10,09	8,83
N3	11,11	12,42	8,36	10,56	8,96
P1	10,50	11,06	7,55	9,84	8,29
P2	10,38	11,96	8,05	10,28	9,27
K0	9,54	10,68	6,88	9,29	9,05
K1	10,72	11,34	7,63	10,02	8,32
K2	11,06	12,53	8,90	10,88	8,97

L0 = em superfície

L1 = em profundidade

A reação ao fósforo persistiu na análise do rendimento agrícola, o mesmo não acontecendo para t pol/ha.

O nitrogênio e potássio foram os elementos de maior resposta, patenteando que quantidades maiores de fertilizantes que as recomendações por MALAVOLTA & HAAG (1964), ORLANDO F. (1975) e ESPIRONELO (1979), podem ser realizadas com sucesso.

Diagnose foliar baseada no nível crítico

Os resultados em porcentagens de N e K folha +3, que permitiram análise estatística evidenciaram através 8 e 12 que o efeito da localização do fertilizante foi mínimo, apenas significativo a 5% no solo LR para %N, de maneira que a diagnose foliar, baseada no nível crítico, foi executada observando-se apenas os tratamentos e as épocas de amostragem para cada tipo de solo.

de nitrogênio adicionadas através dos fertilizantes provocaram diferenças significativas no teor foliar do citado elemento para os 5 ensaios estudados.

Tabela 8 - Análise de variância para a percentagem de N na folha +3 apresentando os valores do teste F e coeficiente de variação para os 5 solos estudados

Causa de variação	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
N	3	11,76**	15,40**	6,30**	8,34**	69,52**
P	1	0,32	1,74	0,81	0,10	1,29
K	2	3,49	3,30	3,20	0,79	1,73
L	1	2,04	2,20	0,03	0,86	6,92*
N x P	3	1,67	1,90	0,57	0,66	0,06
N x K	6	2,49	0,93	1,24	0,60	0,34
N x L	3	1,10	0,94	1,75	1,32	0,96
P x K	2	1,01	0,29	0,38	0,82	1,28
P x L	1	0,44	0,32	0,17	3,53	1,02
K x L	2	0,21	0,33	1,05	0,39	0,11
época (E)	3	7,14**	58,32**	60,26**	229,28**	325,13**
N x E	9	0,27	2,97**	0,87	1,04	4,52**
P x E	3	0,40	0,52	1,96	0,70	0,68
K x E	6	0,84	0,75	1,38	0,61	1,63
L x E	3	0,14	1,71	1,58	0,62	1,95
N x P x E	9	0,12	0,40	1,25	1,49	0,54
N x K x E	18	1,36	1,05	0,92	1,28	1,02
N x L x E	9	0,37	1,69	0,84	1,18	0,85
P x K x E	6	0,94	0,73	0,80	2,96*	0,70
P x L x E	3	0,19	0,14	0,73	2,97*	0,38
K x L x E	6	0,89	0,45	0,63	0,46	0,20
C.V. %	-	6,97	4,48	4,57	4,24	6,85

* significativo a 5%

** significativo a 1%

As doses de potássio aplicadas interferiram no teor de N no ensaio sob efeito da irrigação LE(I), mostrando a Tabela 8 este efeito a 5% de significância. A interação entre os elementos não é novidade na cultura da cana-de-açúcar, conforme EVANS (1959), FARQUHAR (1965), SAMUELS (1969) e GOMEZ-ALVAREZ (1974), já a haviam mencionado, sendo que ORLANDO F. & ZAMBELLO JR. (1977), registraram especificamente a interação N x K.

As épocas de amostragem (3º, 4º, 5º e 6º mês de idade) interferiram significativamente nos teores de N na folha +3 (Tabela 8). Os ensaios localizados em solo LE e LR acusaram comportamento do N, para os diversos tratamentos diferente para cada época de amostragem e provocaram interações significativas para N x E.

A Tabela 9 apresenta os desdobramentos da análise estatística para o nitrogênio e observa-se, para a maioria dos casos, que a equação linear pode ser estabelecida.

Para o solo LE(I), apenas foi possível o relacionamento entre os teores de N na folha e as doses de nitrogênio aplicadas ao solo para o 5º mês de idade (Tabela 9), enquanto para o mesmo solo LE, agora sem irrigação, correlacionou-se tanto para o 5º como para o 6º mês de idade. O ensaio localizado em solo LVA proporcionou equação linear entre o N aplicado e N foliar durante a primeira época de coleta da folha +3. Os ensaios em solo PV1s e LR permitiram o ajuste de correlações para o 4º, 5º, 6º e 3º, 4º, 5º mês de idade, respectivamente.

Os parâmetros das equações lineares significativos pelo teste F (Tabela 9), encontram-se na Tabela 10. Através destas equações e da quantidade de N que apresente as maiores reproduções ou as mais econômicas, seria possível o estabelecimento de níveis críticos para o nitrogênio.

Apesar de utilizadas doses de até 180 kg N/ha, bem superiores às preconizadas por ORLANDO F. (1975) e ESPIRONELO (1979), não foi possível o estabelecimento de uma equação do 2º grau ou de Mitscherlich entre as doses de N e a produção, linearmente com as quantidades de N. Em razão disto não se

Tabela 9 - Desdobramento da análise de variância realizado para a porcentagem de N na folha +3 apresentando os valores do teste F para os 5 solos estudados

Causa de variação	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
N d E1	(3)	0,48	1,13	4,82**	1,25	21,35**
N' d E1	1	-	-	14,40**	-	50,28**
N'' d E1	1	-	-	0,01	-	11,44**
N''' d E1	1	-	-	0,03	-	2,32
N d E2	(3)	1,02	1,71	2,06	6,74**	40,66**
N' d E2	1	-	-	-	19,43**	116,30**
N'' d E2	1	-	-	-	0,19	4,32*
N''' d E2	1	-	-	-	0,59	1,34
N d E3	(3)	2,70*	7,80**	0,52	3,84*	21,59**
N' d E3	1	7,35	7,26**	-	7,76**	61,92**
N'' d E3	1	0,11	16,07**	-	3,20	2,86
N''' d E3	1	0,64	0,07	-	0,52	0,0003
N d E4	(3)	1,57	12,63**	1,87	5,37**	2,51
N' d E4	1	-	30,56**	-	15,90**	-
N'' d E4	1	-	7,25**	-	0,21	-
N''' d E4	1	-	0,09	-	0,000	-

* significância a 5%

** significância a 1%

E1 = 3º mês de coleta da folha +3; E2 = 4º mês;

E3 = 5º mês; E4 = 6º mês.

tem uma dose que provoque uma produção máxima ou uma produção máxima econômica e estabeleceu-se a quantidade de 180 kg N/ha como a responsável pelo nível crítico (Tabela 11).

O efeito da idade da planta nos teores foliares foi discutido por POIDEVIN (1964), GOMEZ-ALVAREZ (1971) e McLEAN

(1973), como de importância para o estabelecimento dos níveis críticos.

ORLANDO Fº & ZAMBELLO JR. (1977) encontraram a percentagem de N na folha decrescendo linearmente do 4º ao 8º mês de idade, enquanto ORLANDO Fº (1978), constatou a melhor adaptação da equação do 3º grau para o teor de N do 4º ao 12º mês.

Tabela 10 - Regressão linear entre a porcentagem de N na folha +3 (y) e a dose aplicada ao solo em kg N/ha (x) para as 4 épocas de amostragens apresentando os parâmetros a e b para os 5 solos estudados ($y = ax + b$)

Épocas		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
E1	a	-	-	0,0008	-	0,0019
	b	-	-	2,1311	-	2,0304
E2	a	-	-	-	0,0010	0,0029
	b	-	-	-	2,0989	1,5204
E3	a	0,0009	0,0005	-	0,0006	0,0021
	b	2,2015	1,9996	-	1,9139	1,5382
E4	a	-	0,0011	-	0,0009	-
	b	-	2,0043	-	1,7552	-

Nos ensaios em solo PVls e LR verifica-se um decréscimo dos níveis críticos com o avançar da idade, o que não ocorre para o solo LE.

Apesar de não se ter realizado análise conjunta para solos, observa-se seu efeito nos níveis críticos, com faixa de variação de 1,92% a 2,37%, concordando com os trabalhos desenvolvidos por VITLOS & LAWRIE (1963), ORLANDO Fº *et alii*

(1978) e ORLANDO Fº (1978), sem a possibilidade de apresentação de padrões fixos, independentemente do solo, conforme indicam SAMUELS *et alii* (1955), MALAVOLTA *et alii* (1963) e GALLO *et alii* (1968).

Tabela 11 - Nível crítico para a porcentagem de N na folha +3 nas 4 épocas de amostragens e para os 5 solos estudados

-mês- Época	LE		%N		
	LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
3º	-	-	2,28	-	-
4º	-	-	-	2,28	2,04
5º	2,36	2,09	-	-	-
6º	-	2,20	-	1,92	-

Fósforo

A despeito da análise estatística evidenciar o efeito das doses de fosfatos utilizadas sobre as produções, não se registraram variações consistentes nos teores foliares de P, de maneira que se tornou impossível o emprego sequer da análise de variância para os referidos teores.

Potássio

A Tabela 12 mostra a análise de variância para os teores de K na folha +3, segundo os diferentes tratamentos estudados no fatorial. Observa-se que as doses de K afetaram significativamente os teores do próprio elemento na folha como era de se esperar; no entanto, as doses de P nos solos LE e PVls influíram também significativamente nos teores foliares de K, apresentando interações entre elementos como observaram diferentes pesquisadores (EVANS, 1959; FARQUHAR, 1965; SAMUELS, 1969; GOMEZ-ALVAREZ, 1974; ORLANDO Fº & ZAMBELLO JR., 1977).

Tabela 12 - Análise de variância para a porcentagem de K na folha +3 apresentando os valores do teste F e coeficiente de variação para os 5 solos estudados

Causa de variação	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
N	3	1,16	1,64	0,96	0,37	0,27
P	1	1,54	4,33*	0,01	4,43*	2,43
K	2	60,28**	68,60**	24,37**	11,95**	4,74*
L	1	0,44	1,06	1,08	0,18	0,09
N x P	3	2,48	2,98	1,72	2,52	1,42
N x K	6	2,15	1,32	1,04	0,36	1,43
N x L	3	1,78	0,70	0,31	0,48	1,83
P x K	2	3,43*	2,70	0,15	1,93	0,03
P x L	1	1,92	2,04	0,98	0,28	2,76
K x K	2	0,38	3,27	0,54	0,70	2,21
época (E)	3	10,77**	38,31**	205,58**	345,06**	67,79**
N x E	9	0,62	3,69**	0,61	0,78	1,59
P x E	3	0,14	0,64	0,08	0,26	1,89
K x E	6	1,35	2,15	0,16	0,52	1,26
L x E	3	1,40	0,86	3,04*	1,91	2,21
N x P x E	9	0,93	0,85	0,39	0,33	0,50
N x K x E	18	0,56	0,97	1,03	1,80*	0,85
N x L x E	9	0,70	2,35*	0,32	1,57	1,08
P x K x E	6	0,99	0,67	0,48	1,12	0,38
P x L x E	3	0,24	0,50	0,79	0,86	0,15
K x L x E	6	1,05	0,31	1,18	1,28	0,56
C.V. %	-	15,20	11,57	8,35	6,67	7,82

* significativo a 5%

** significativo a 1%

O solo LR não ofereceu respostas significativas para aumento de produção segundo as doses de K utilizadas na fertilização, evidenciando que as significâncias observadas

nas Tabelas 12 e 13 para o referido solo indicam uma absorção de luxo do elemento potássio.

Tabela 13 - Desdobramento da análise de variância realizada para a percentagem de K na folha +3 apresentando os valores do teste F para os 5 solos estudados.

Causa de variação	G.L.	Valores de F				
		LE(I)	LE	LVa	PVls	LR
K d E1	(2)	5,01**	15,38**	7,84**	8,37**	1,98
K' d E1	1	9,98**	29,94**	14,31**	15,04**	-
K'' d E1	1	1,64	0,82	1,37	1,70	-
K d E2	(2)	20,78**	30,48**	11,27**	3,97*	6,75**
K' d E2	1	40,30**	60,19**	21,70**	6,34*	6,72*
K'' d E2	1	1,27	0,76	0,85	1,59	6,78*
K d E3	(2)	9,86**	33,09**	8,06**	1,98	2,30
K' d E3	1	17,40**	66,09**	14,65**	-	-
K'' d E3	1	2,32	0,10	1,52	-	-
K d E4	(2)	18,62**	47,63**	6,51**	2,73	2,29
K' d E4	1	37,25**	93,12**	11,94**	-	-
K'' d E4	1	0,003	2,15	1,07	-	-

* significativo a 5%

** significativo a 1%

E1 = 3º mês de coleta da folha +3, E2 = 4º mês,

E3 = 5º mês, E4 = 6º mês

Nota-se de modo semelhante ao descrito para o nitrogênio o efeito marcante da época de amostragem interferindo nos teores de potássio, como evidenciaram POIDEVIN (1974), GOMEZ ALVAREZ (1971) e ORLANDO Fº (1978).

Para o potássio, os desdobramentos da análise de variância, dentro de épocas são apresentados na Tabela 13, e observa-se que a equação linear se adapta para quase todas as épocas de amostragem. No solo PVls não foram possíveis os desdobramentos, devido à ausência de diferenças significativas entre os teores de K durante o 5º e 6º mês da coleta da folha +3.

A Tabela 14 apresenta os parâmetros da equação linear entre as quantidades de potássio aplicadas ao solo e os teores foliares do elemento. Aqui também é indispensável estabelecer a dose de 180 kg K₂O/ha como a responsável pelos níveis críticos, de maneira análoga a considerada para o nitrogênio.

Tabela 14 - Regressão linear entre a porcentagem de K na folha +3 (y) e a dose aplicada ao solo em kg K₂O/ha (x) para as 4 épocas de amostragens apresentando os parâmetros a e b para os 5 solos estudados ($y = ax + b$).

Épocas		LE (I)	LE	LVa	PVls	LR
E1	a	0,0011	0,0016	0,0009	0,0009	-
	b	1,1307	1,1055	1,6593	1,9848	-
E2	a	0,0022	0,0023	0,0011	0,0006	0,0008
	b	1,0499	0,9263	1,0919	1,3467	1,3052
E3	a	0,0014	0,0024	0,0006	-	-
	b	1,0075	0,8103	1,2625	-	-
E4	a	0,0021	0,0028	0,0008	-	-
	b	0,8774	0,7483	1,3657	-	-

Os níveis críticos para o potássio encontram-se na Tabela 15 e não conduzem ao emprego de uma regressão de acordo com a época de amostragem devido às flutuações apresentadas. O efeito do solo também pode ser observado com variações bastante amplas de 1,25% K a 2,15% K, estando em concordância com VITLOS & LAWRIE (1963), ORLANDO Fº *et alii* (1978) e ORLANDO Fº (1978).

Tabela 15 - Nível crítico para a percentagem de K na folha +3 nas 4 épocas de amostragens e para os 5 solos estudados.

mês Época	LE (I)	LE	LVa	PVls	LR
3º	1,33	1,39	1,82	2,15	-
4º	1,45	1,34	1,29	1,45	-
5º	1,26	1,24	1,42	-	-
6º	1,26	1,25	1,53	-	-

Observa-se a dificuldade da utilização destes níveis críticos já que os mesmos variam de acordo com: a variedade, conforme demonstraram GOSNELL & LONG (1971), McLEAN (1973), ZAMBELLO JR. & ORLANDO Fº (1977) e ORLANDO Fº *et alii* (1978), o tipo de solo e a época de amostragem.

Sistema integrado de diagnose e recomendações

Baseando-se nas produtividades agrícolas obtidas para os diferentes tratamentos, foram selecionados os rendimentos entre 80 e 100% da colheita relativa e respectivamente a estas parvelas escolhidas, as relações de N/P, N/K e K/p. Estas relações formaram para cada época de amostragem e para cada solo as populações não anormais (BEAUFILS, 1971).

O teste Liliefors (CONOVER, 1971) indicou que as popu-

lações assim selecionadas poderiam ser estudadas através da distribuição normal, enquadrando-se na metodologia proposta por BEAUFILS (1971).

Nitrogênio

Como foi observado nas discussões anteriores o nitrogênio indicou resposta até a dosagem de 180 kg N/ha para os 5 ensaios estudados e a Tabela 16 apresenta um resumo dos dados com respeito ao diagnóstico da dose N₀ anotado para o 39^o mês de idade nos 5 experimentos.

Tabela 16 - Efeito do tratamento zero de nitrogênio (N₀) sobre o balanço de NPK, em ordem decrescente de necessidade, para os diferentes solos estudados.

Tratamentos	LE (I)	LE	LVa	PVls	LR
NO P0 K0	N>K>P	K>N>P	K>N>P	P>K>N	N>K>P
NO P0 K1	K>P>N	N>P>K	N>P>K	N>P>K	N>P>K
NO P0 K2	N>P>K	P>N>K	N>P>K	N>P>K	N>K>P
NO P1 K0	K>N>P	K>N>P	N>K>P	N>K>P	N>K>P
NO P1 K1	K>N>P	K>N>P	N>P>K	N>K>P	N>P>K
NO P1 K2	N>P>K	N>P>K	P>N>K	N>P>K	N>P>K

Nota-se que de um modo geral, o nitrogênio apresenta-se como deficiente sendo por vez, substituído pelo potássio, principalmente para os solos LE (I) e LE.

Pela Tabela 1, pode-se extrair os aumentos devido às doses de nitrogênio para os solos LE(I) e LE (14 e 13 t cana/ha respectivamente) e devido às dosagens de potássio (18 e 20 t cana/ha) respectivamente para os mesmos solos. Observa-se que as respostas foram maiores para o potássio, implicando que a substituição do N pelo K, como elemento mais eficiente, é perfeitamente aceitável.

ZAMBELLO JR. & ORLANDO F. (1978) observaram que o DRIS poderia ser aplicado com sucesso para o diagnóstico da deficiência de nitrogênio em soqueiras de cana-de-açúcar, concordando assim com os resultados aqui apresentados.

Fósforo

Para se estudar o efeito do fósforo, extraiu-se os resultados N3P0K2, os diagnósticos pelo DRIS, com as respectivas produtividades elaborando-se a Tabela 17.

Tabela 17 - Efeito do fósforo com as doses mais elevadas de nitrogênio e potássio, balanço de NPK pelo DRIS, em ordem decrescente de necessidade e as respectivas produtividades.

Solos	Tratamentos	DRIS	t cana/ha	Δ t cana/ha
LE(I)	N3 P0 K2	P > N > K	101	+ 3
	N3 P1 K2	N > P > K	104	
LE	N3 P0 K2	P > N > K	92	+30
	N3 P1 K2	P > N > K	122	
LVa	N3 P0 K2	P > N > K	62	+10
	N3 P1 K2	P > N > K	72	
PV1s	N3 P0 K2	P > N > K	73	+ 2
	N3 P1 K2	N > P > K	75	
LR	N3 P0 K2	K > P > N	68	+12
	N3 P1 K2	P > K > N	80	

Foram selecionadas as doses de fósforo na presença das maiores quantidades de nitrogênio (N3) e potássio (2), visto que a reação ao fósforo é baixa em soqueira e seria melhor analisada depois que as maiores respostas de N e K já estivessem ocorrido.

Observa-se pela Tabela 17 que o fósforo foi responsável por um aumento médio de 11,4 t cana / ha, diagnosticando através do DRIS para todos os ensaios, com exceção ao solo LR, onde o fósforo apresentou-se em segundo lugar na escala de necessidade (K P N).

Mesmo com a dosagem bastante baixa de fósforo utilizada nos ensaios (45 kg P O /ha), foi possível um diagnóstico de sua eficiência pelo DRIS, estando de acordo com MEYER (1975), o qual observou que os índices de Beaufils serviam com relativa sensibilidade para este fim.

Potássio

O potássio apresenta-se como elemento de maior reação nos solos estudados, com exceção ao LR que não mostrou acréscimos de produção com as dosagens de K utilizadas (Tabela 18).

Nota-se que o DRIS indicou para a dose K0, de um modo geral, o potássio como elemento mais deficiente estando de acordo com as respostas na produtividade para todos os solos, com exceção feita novamente para o LR.

Época de amostragem

Os dados obtidos para os solos LE(I), LE, LVA, PVls e LR, acusam a ordem decrescente de necessidade de nutrientes obtida através do diagnóstico dos índices transformados do DRIS para as diferentes épocas de amostragem estudadas.

Verifica-se, de maneira geral, que para um mesmo tratamento o elemento o elemento mais deficiente permanece o mesmo para as 4 épocas de amostragem da folha +3, inferindo-se que a metodologia do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação pode ser aplicada em qualquer dos estágios de desenvolvimento estudado.

Estas observações estão de acordo com os trabalhos desenvolvidos por SUMNER & BEAUFILS (1975), BEAUFILS & SUMNER (1977), SUMNER (1977a,b), e contrariam os resultados demons-

trados por MEYER 91975), que constatou interferência da época de amostragem na referida técnica.

Tabela 18 - Efeito do tratamento zero de potássio (K0) sobre o balanço de NPK, em ordem decrescente de necessidade, para os diferentes solos estudados

Tratamentos	LE(I)	LE	LVa	PV1a	LR
N0 P0 K0	N>K>P	K>N>P	K>N>P	P>K>N	N>K>P
N0 P1 K0	K>N>P	K>N>P	N>K>P	N>K>P	N>K>P
N1 P0 K0	N>K>P	K>P>N	K>N>P	K>P>N	P>K>N
N1 P1 K0	K>N>P	K>N>P	K>P>N	K>N>P	K>P>N
N2 P0 K0	K>P>N	K>P>N	K>N>P	N>K>P	K>P>N
N2 P1 K0	K>N>P	K>N>P	K>N>P	K>P>N	K>P>N
N3 P0 K0	P>N>K	K>P>N	P>K>N	K>N>P	K>P>N
N3 P1 K0	K>P>N	K>N>P	K>N>P	P>N>K	K>P>N

Na elaboração da Tabela 19, tomou-se em conta as somatórias das diferenças entre as produções registradas no ensaio e aquelas que se obteria caso fosse corrigido, em apenas uma dose superior, o elemento mais deficiente. Nota-se um certo efeito sazonal implicando em época climática de maior sensibilidade. Assim, dezembro e janeiro demonstraram as maiores somatórias de produção para os ensaios.

Tabela 19 - Somatórias das diferenças, em t cana/ha, que se obteria caso fosse corrigido o elemento mais deficiente diagnosticado através do DRIS, para as 4 épocas de amostragem nos solos estudados

Épocas	LE(I)	LE	LVa	PV1s	LR
3º mês	+145 (OUT)	+190 (OUT)	+127 (NOV)	+ 90 (DEZ)	+137 (DEZ)
4º mês	+193 (NOV)	+201 (NOV)	+140 (DEZ)	+120 (JAN)	+119 (JAN)
5º mês	+198 (DEZ)	+209 (DEZ)	+153 (JAN)	+103 (FEV)	+118 (FEV)
6º mês	+181 (JAN)	+244 (JAN)	+126 (FEV)	+114 (MAR)	+ 93 (MAR)

Estes meses, na região Centro-Sul, coincidem com altas precipitações, elevadas temperaturas e início de grande desenvolvimento vegetativo por parte da cultura da cana-de-açúcar.

Estas considerações evidenciam que, embora o DRIS possa ser aplicado em qualquer época de amostragem, dezembro e janeiro projetam-se como meses preferenciais para a coleta da folha +3.

Solos

A técnica do DRIS pode ser utilizada para os 4 tipos de solos estudados e em todos proporcionou aumentos positivos na produtividade esperada, como demonstra a Tabela 20, com os dados médios das 4 épocas de amostragens.

Tabela 20 - Somatória das diferenças, em t cana/ha que se obteria caso fosse corrigido o elemento mais deficiente diagnosticado pelo DRIS, para os 5 locais estudados

	$\frac{LE(I)}{+179}$	$\frac{LE}{+211}$	$\frac{LVa}{+137}$	$\frac{PV1s}{+107}$	$\frac{LR}{+117}$
Σ					

Observa-se que o DRIS pode ser empregado tanto para o solo LE(I) como para o solo LE sem o efeito da irrigação, o que confirma os resultados apresentados por SUMNER & BEAUFILS (1975) e ZAMBELLO JR. & ORLANDO Fº (1979a), os quais notaram que esta metodologia reduz o efeito do estado interno de umidade da planta, possivelmente através das relações N/P, N/K e K/P, pois:

$$\frac{\% N}{\% P} = \frac{\frac{mg N}{mg M.S.} \times 100}{\frac{mg P}{mg M.S.} \times 100} = \frac{mg N}{mg P}$$

M.S. = matéria seca

eliminando a matéria seca e por conseguinte a umidade interna da planta.

O solo LR demonstrou certas irregularidades com respeito ao diagnóstico do potássio, sendo este fato explicado através da escolha, talvez não a mais adequada da população não normal. Esta população foi selecionada com base nas parcelas que registraram produções entre 80 a 100% da colheita relativa, não sendo considerada uma possível absorção de luxo do potássio. Segundo BEAUFILS (1973), a população com absorção de luxo deveria ser excluída para o estabelecimento do diagrama interpretativo dos balanços nutricionais.

CONCLUSÕES

Resposta ao fatorial $N \times P \times K \times L$

- A localização dos fertilizantes em profundidade não proporciona benefício para a produção agrícola ou produção de açúcar por área, com exceção para o solo Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras.

- A soqueira, da variedade CB 41-76, reage ligeiramente, em termos de produtividade, com as dosagens de até 180 kg/ha, para todos os solos estudados.

- O fósforo provoca aumento da produção agrícola para os solos Latossol Vermelho-orto, Latossol Roxo e Podzólico Vermelho Amarelo - variação Laras e eleva a produção de açúcar por área para os dois primeiros solos.

- Encontra-se resposta linear para os rendimentos agrícolas e de açúcar por área da soqueira até a dosagem de 180 kg K_2O /ha, com exceção ao solo Latossol Roxo.

- A irrigação não apresenta benefício para a soqueira da variedade CB 41-76 cultivada em solo Latossol Vermelho Escuro-orto.

Diagnose foliar baseada no nível crítico

- São os seguintes os níveis críticos para o nitrogê-

nio (percentagem com base na matéria seca), de acordo com a época de coleta das amostras foliares:

Época	-----		Solos LVa	-----	
	LE(I)	LE		PVls	LR
3º mês	-	-	2,28	-	-
4º mês	-	-	-	2,28	2,04
5º mês	2,36	2,09	-	2,02	1,92
6º mês	-	2,20	-	1,92	-

- Não é possível o estabelecimento do nível crítico para o elemento fósforo.

- São os seguintes os níveis críticos para o potássio (percentagem com base na matéria seca), de acordo com a época de coleta da amostragem foliar:

Época	-----		Solos LVa	-----	
	LE(I)	LE		PVls	LR
3º mês	1,33	1,39	1,82	2,15	-
4º mês	1,45	1,34	1,29	1,45	-
5º mês	1,26	1,24	1,42	-	-
6º mês	1,26	1,25	1,52	-	-

- Há efeito da época de coleta das amostras foliares e do solo nos níveis críticos de N e K.

Constatam-se as interações K x N e P x K dos fertilizantes potássicos e fosfatados interferindo nos teores foliares de nitrogênio e potássio, respectivamente.

Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

- O DRIS permite a interpretação de deficiências

e de balanços nutricionais de N, P e K para as soqueiras de cana-de-açúcar.

- O diagnóstico do DRIS é praticamente inalterado com a época de amostragem foliar e tem sua aplicação para os diversos solos estudados.

SUMMARY

APPLICATION OF THE DIAGNOSIS AND RECOMMENDATION INTEGRATED SYSTEM (DRIS) FOR DIFFERENT SOILS AND TIME OF FOLIAR SAMPLING ON SUGAR-CANE (*Saccharum spp.*) RATOON CROPS.

In order to study the Diagnosis and Recommendation-Integrated System (DRIS), this technique was compared with that of foliar diagnosis based on threshold values. The effect of different foliar sampling times of ratoon crops grown in the 4 great soil groups was observed.

The trials were based on the N x P x K x L factorial design, where L = surface and sub-surface placement of fertilizers. Application rates were: 0 - 60 - 120 - 180 kg N/ha; 0-45 kg P₂O₅/ha; and, 0 - 90 - 180 kg K₂O/ha. The soils under study were: Latosolic B "Terra Roxa" (LR); Red-Yellow Podzolic - Laras variation (PVls); Red-Yellow Latosol sandy phase (LVa), and Ortho Dark Red Latosol (LE). In the latter soil (LE), the cane was grown with and without irrigation.

Variety CB 41-76 was used, and leaf +3 was collected at 3, 4, 5 and 6 months of age of the ratoon crop.

The plots comprised 7 rows 10 m long, where only the 3 central rows were harvested and the other considered as borders. The inter-row spacing was 1.5 m.

The data obtained showed that the sub-surface placement of fertilizers did not bring about any positive effect on cane or sugar yield, with the exception of plants grown in PVls soil.

In general, sugar-cane yields were increased, in linear form, with the application on nitrogen and potassium, with the exception of potassium in LR soil.

Phosphorus increased cane yield for LE, LR and PV1s soils, and brought about an increase in sugar production per area for LE and LR soils.

Irrigation did not benefit ratoon crops planted in LE soils.

Determination of critical levels in foliar diagnosis for N and K was only possible for some of the times of +3 leaf sampling, whereas for phosphorus it was feasible for any of the times of foliar sampling. Time of plant tissue sampling and soil type affected the critical levels of N and K.

On the other hand, the DRIS approach proved to be an adequate methodology for N, P and K diagnosis in sugar cane ratoon crops, and the interpretation of the transformed indices does not substantially change with foliar sampling time. Also, application of the DRIS on different types of soil is feasible.

LITERATURA CITADA

BEAUFILS, E.R., 1956. Recherche d'une exploration rationnelle de l'Hevea basée sur l'analyse minérale de diverses parties de la plante. In: VII Congr. Soil Sci., Paris, p.360-374.

BEAUFILS, E.R., 1971. Physiological diagnosis; a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. Fertilizer Soc. South Afr. J. 1: 1-30.

BEAUFILS, E.R., 1973. Diagnosis and recommendations integrated system (DRIS); a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Soil Sci. Bull. 1: 1-132.

- BEAUFILS, E.R.; SUMNER, M.E., 1976. Application of the DRIS approach for calibrating soil, plant yield and plant quality factors on sugarcane. Proc. South Afr. Sugar Tech. Assoc., jun., p. 1-7.
- BEAUFILS, E.R.; SUMNER, M.E., 1977. Effect of time of sampling on the diagnosis of the N, P, K, Ca and Mg requirements of sugarcane by the DRIS approach. Proc. South Afr. Sugar Tech. Ass., jun., p. 1-6.
- BITTENCOURT, V.C.; ORLANDO F. J.; ZAMBELLO JR. E., 1978. Determination of the available soil phosphorus for sugarcane in tropical soils extracted with H_2SO_4 0,5 N. In: XVI Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, São Paulo, p. 1175-1186.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Comissão de Solos, 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo; contribuição à carta de Solos do Brasil, Rio de Janeiro, 634 p. (Boletim Técnico 12).
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Divisão de Pesquisa Pedológica, 1971. Levantamento de reconhecimento dos Solos do Nordeste do Estado do Paraná; informe preliminar. Curitiba, 144 p. (Boletim Técnico 16).
- BUCCHANAN, E.J., 1966. Direct sampling and analysis of individual consignments. South Afr. Sugar J., 50 (11): 1049-1059.
- CONOVER, W.J., 1971. Practical nonparametric statistics, New York, John Wiley, 462 p.
- ESPIRONELO, A., 1979. Adubação da cana-de-açúcar, Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 34 p. (Boletim Técnico 118).
- EVANS, H., 1959. Elements other nitrogen, potassium and phosphorus in mineral nutrition of sugarcane. In: X Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Hawaii, p. 473-506.

- FARQUHAR, R.H., 1965. The interpretation and use of tissue analysis within a fertilizer advisory service for sugar cane in North Queensland. In: XII Congress of the International Society of Sugarcane Technologists, Puerto Rico, p. 227-236.
- FRANÇA, F.V.; FREIRE, O., 1976. Estudo agrotécnico das terras da Usina São José; levantamento semi-detalhado dos solos da Usina São José, Piracicaba, ESALQ/USP, 275 p.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; ALVAREZ, R., 1962. Amostragem de cana-de-açúcar para fins de análise foliar. *Bragantia* 21 (54): 899-921.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; ALVAREZ, R., 1968. Levantamento do estado nutricional de canaviais do Estado de São Paulo. *Bragantia* 27 (30): 365-382.
- GEUS, J.G. de, 1967. **Fertilizer guide for tropical and sub tropical farming**, Zurich, Center d'Etude de l'Azote, 277p.
- GOMEZ-ALVAREZ, F., 1971. Effect of time sampling in sugarcane on foliar analysis in Venezuela. In: XIV Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Louisiana, p. 702-707.
- GOMEZ-ALVAREZ, F., 1974. Correlacion entre algunos niveles de nutrientes en la hoja de la caña de azucar. *Rev. Fac. Agron.* 7(4): 5-12.
- GOSNELL, J.M.; LONG, A.C., 1971. Some factors affecting foliar analysis in sugarcane. *Proc. South Afr. Sufar Tech. Ass.*, Natal, 45: 217-222.
- HUMBERT, R.P., 1974. **El cultivo de la caña de azucar**, México, Continental, 719p.
- JACOB, A.; UEXKÜLL, H. von, 1961. **Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y sub-tropicales**, Amsterdam, IHM, 626p.

- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P., 1964. Nutrição e adubação. In: Instituto Brasileiro de Potassa. **Cultura e adubação da cana-de-açúcar**, São Paulo, cap. 9, p.237-278.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL FOMES, F.; COURY, T.; ABREU, C. P.; VALSECHI, O.; HAAG, H.P.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; MELLO, F.A.F.; ARZOLLA, J.D.P.; ARZOLLA, S.; RANZANI, G.; KIEHL, E.J.; CROCOMO, O.J.; MENARD, L.M.; NOVAES, R.F.; FREIRE, O.; OLIVEIRA, E.R., 1963. **A diagnose foliar na cana-de-açúcar**, 4. Resultados de 40 ensaios fatoriais NPK 3x3 x3, primeiro corte no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 47p.
- McLEAN, F.C., 1973. A method of assorting foliar data to determine optimal levels of N, P and for different varieties of sugarcane. (Presented to the Meeting W. Indian Sugar Tech.). 9p.
- MEYER, J.H., 1975. Advances in the interpretation of foliar analyses of sugarcane in the South African Sugar Industry, South Afr. Sugar J., 59(11): 569-585.
- MOHAN RAO, N.V.; RAO, G. RAMA; JAGANNADHA RAO, E., 1956. Studies on sugarcane ratoons. In: IX Congress International Society of Sugar Cane Technologists, New Delhi, p-233 - 254.
- ORLANDO Fº, J., 1975. Cana-de-açúcar; recomendação de adubação mineral para o Estado de São Paulo. Brasil Açucareiro 86(6): 9-12.
- ORLANDO Fº, J., 1978. Absorção dos macronutrientes pela cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) variedade CB 41-76 em 3 grandes grupos de solos no Estado de São Paulo, Piracicaba, ESALQ/USP, 154p. (Tese de Doutorado).
- ORLANDO Fº, J.; ZAMBELLO JR., E., 1977. Influência varietal na adubação nitrogenada em soqueiras de cana-de-açúcar. In: XVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, São Luiz, (no prelo).

- ORLANDO Fº, J., ZAMBELLO JR., E.; COLLETTI, T., 1977. Locali-
zação do fertilizante em soqueira de cana-de-açúcar; estu-
do preliminar. In: XVI Congresso Brasileiro de Ciência do
solo, São Luiz (no prelo).
- ORLANDO Fº, J.; ZAMBELLO JR., E.; HAAG, H.P., 1978. Influence
of varieties and soil types on nutritional status of
leaves of sugar cane ratoons. In: XVI Congress of the
International Society of Sugar Cane Technologists, São Pau-
lo, p.1165-1174.
- PIMENTEL GOMES, F., 1976. **Curso de estatística experimental.**
6.a ed. São Paulo, Nobel. 430p.
- PINAZZA, A.H.; BACCHI, O.O.S.; CAMPOS de, H., 1979. Sistemas
de produção de cana-de-açúcar em uso pelas usinas do Esta-
do de São Paulo. In: 1º Congresso Nacional da Sociedade
dos Técnicos Açucareiros do Brasil, Maceió (no prelo).
- PLANALSUCAR, 1975. Relatório Anual, Estações Experimentais.
Piracicaba. 80p.
- POIDEVIN, N. LE, 1964. Métodos de diagnose foliar utilizados
nas plantações do Grupo Booker na Guinana Inglesa. 2. pte.
Interpretação de resultados. Fertilité, **21**: 12-17.
- SAMUELS, S.; LANDRAU JR., P., 1952. The response of sugar-
cane to fertilizers. 1. The arecibo cycle, 1944-1950. J.
Agr. Univ. P. Rico. Rio Piedras, **36**(3): 203-229.
- SAMUELS, G.; LANDRAU JR., P., 1954. The influence of potassium
in the yield and sucrose content of sugarcane. J. Agr.
Univ. P. Rico. Rio Piedras, **38**(4): 170-178.
- SAMUELS, G.; CAPÕ, B.G.; LANDRAU JR., P.; ALERS-ALERS, S.;
RIERA, A., 1955. The method of foliar diagnosis of applied
to sugarcane. Bull. Agr. Exp. Sta. (123): 1-47.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. **Análise química em plantas.**
Piracicaba, ESALQ/USP. 56p.

- SEITEC - Projetos e Desenvolvimento, 1973. **Ante projeto da Estação Central-Sul**, São Paulo. Cap. 1 e 2. 42p.
- SLATYER, R.O., 1967. Methodology of a wather balance study conducted on a desert woodland (*Acacia anema* F., Moell) community in Central Australia. UNESCO Arid Zone Res. **16**: 15-26.
- SOUSA, J.A.G.C., 1976. **Recomendações para a cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo**, Araras, IAA/PLANALSUCAR, 24p. (Boletim Técnico 1).
- SUMNER, M.E., 1977a. Application of Beaufils' diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. *Plant and Soil* **46**: 359-369.
- SUMNER, M.E., 1977b. Preliminary NPK foliar diagnostic norms for wheat. *Communications Soil Science Plant Analysis*, **8** (2): 149-167.
- SUMNER, M.E.; BEAUFILS, E.R., 1975. Diagnosis of the NPK requirements of sugarcane irrespective of plant age and season using Beaufils' system (DRIS); preliminary observations. *Proc. Sout Afr. Sug.*, Jun/jul. p.1-5.
- VITLOS, A.J.; LAWRIE, I.D., 1963. Foliar diagnosis as a guide to the mineral nutrition of sugarcane in Trinidad. *Trop. Agric.* **40**: 173-183.
- WOOD, G.H.; WOOD, R.A., 1967. The estimation of cane root development and distribution using radiophosphorus. *Proc. South Afr. Sufar Tech. Ass.*, apr., p.1-8.
- ZAMBELLO JR.; ORLANDO Fº, J., 1977. Diagnose foliar em soqueiras de 2 variedades de cana-de-açúcar cultivadas em Terra-Roxa Estruturada. In: XVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, São Luiz (no prelo).
- ZAMBELLO JR., E; ORLANDO Fº, J., 1978. Aplicação do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em soqueiras de 3 variedades de cana-de-açúcar. In: XIII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, Goiânia (no prelo).

ZAMBELLO JR., E.; ORLANDO Fº, J., 1979a. Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) aplicado a cana-planta com e sem irrigação. **In:** I Congresso Nacional dos Técnicos Açucareiros do Brasil, Maceió (no prelo).

ZAMBELLO JR., E.; ORLANDO Fº, J., 1979b. Diagnosis and recommendations integrated system (DRIS) applied to various sugarcane tissues. **In:** XVII Congress of the International Society of Sugarcane Technologists. Manila (no prelo).

