

LUIZA GOMES SILVA
ENGENHEIRA-AGRONOMA

**LEVANTAMENTO DO ESTADO NUTRICIONAL DA CANA DE
AÇÚCAR NA REGIÃO DE PIRACICABA, S. P.**

Orientador: Prof. Euripedes Malavolta

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de "Magister Scientiae".

**Piracicaba
Estado de São Paulo
BRASIL
1972**

à Naira

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Eurípedes Malavolta, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo apoio oferecido e pela orientação segura dispensada durante o transcorrer dos trabalhos.

Ao Dr. Henrique Paulo Haag e ao Dr. Frederico Pimentel Gomes, pelas valiosas sugestões, principalmente na fase final deste trabalho.

Aos amigos Francisco Ivaldo Oliveira Melo do IPEANE, Valdemir de Melo da SUDENE e Ondalva Serrano da ESALQ, pelo apoio e colaboração prestada.

À Srta. Thereza Watanabe e Sr. Lázaro Martins pela dedicação durante a fase de publicação.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento concedido à pesquisa.

À Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), principalmente à EX-DAA.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", que, juntamente com os Departamentos de Química Analítica e de Solos e Geologia, forneceu as condições necessárias ao desenvolvimento da pesquisa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
1. Importância Econômica	2
2. Avaliação da Necessidade de Adubação	3
2.1. Adubação de Restituição	3
2.2. Ensaio de Campo	4
2.3. Ensaio no Próprio Local	4
2.4. Análises de Solos	5
2.5. Diagnose Foliar	5
3. Revisão de Literatura	6
4. Objetivos do Trabalho	10
CAPÍTULO II - MATERIAL E MÉTODOS	12
1. Determinação do Estado Nutricional	13
1.1. Solos	13
1.2. Dados sobre a Cultura	18
2. Análise Química de Solos e Folhas	22
2.1. Solos	22
2.2. Folhas	27
CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
1. Determinação do Estado Nutricional	33
1.1. Análise Química dos Solos	33

	Pág.
2. Análise Química das Folhas	37
2.1. Nitrogênio	37
2.2. Fósforo	38
2.3. Potássio	41
2.4. Cálcio	42
2.5. Magnésio	44
2.6. Enxofre	46
3. Informações Colhidas com os Formulários	50
4. Necessidade de Adubação	51
4.1. Terra Roxa Legítima	51
4.2. Terra Roxa Misturada	60
4.3. Solos de Tipos Diversos	66
 CAPÍTULO IV - RESUMO E CONCLUSÕES	 74
Resumo	75
Conclusões	79
 SUMMARY	 82
 BIBLIOGRAFIA	 88
 ANEXOS	 94
Anexo 1	95
Anexo 2	97
Anexo 3	98

LISTA DOS QUADROS

Quadro		Pág.
1	Solos Estudados	13
2	Análise Química dos Solos	34
3	Interpretação da Análise Química dos Solos	36
4	Análise da Variância para Nitrogênio	39
5	Análise da Variância para Fósforo	40
6	Análise da Variância para Potássio	41
7	Análise da Variância para Cálcio	43
8	Análise da Variância para Magnésio	45
9	Análise da Variância para Enxofre	47
10	Comparação entre Nível Adequado de <u>Macronutrientes</u> em Cana-de-Açúcar em Diversas Regiões Canavieiras e as Obtidas em Dez Séries de Solo do Município de Piracicaba	49
11	Comparação entre o Nível Crítico Atual e Teores de N-P-K em Folhas de Cana-de-Açúcar para Dez Séries de Solo do Município de Piracicaba	50

Quadro		Pág.
12	Comparação dos Resultados Obtidos para X e Y com o Nível Crítico (1963) e o Atual (1972) ...	53
13	Percentagem de Nitrogênio em Folhas de Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo	99
14	Percentagem de Fósforo em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo	101
15	Percentagem de Potássio em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo	103
16	Percentagem de Cálcio em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo	105
17	Percentagem de Magnésio em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo	107
18	Percentagem de Enxofre em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo	109

LISTA DOS GRÁFICOS

Gráfico		Pág.
1	Curva de Regressão entre Doses de Adubo-Nutriente Assimilável e Teor de Nitrogênio em Folhas de Cana-de-Açúcar para Terra Roxa Legítima	55
2	Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Fósforo em Folhas de Cana-de-Açúcar para Terra Roxa Legítima	57
3	Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Potássio em Folhas de Cana-de-Açúcar. Terra Roxa Legítima. Piracicaba, SP.	59
4	Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Nitrogênio em Folhas de Cana-de-Açúcar. Terra Roxa Misturada. Piracicaba, SP.	62
5	Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Fósforo em Folhas de Cana-de-Açúcar. Terra Roxa Misturada. Piracicaba, SP.	64
6	Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Potássio em Folhas de Cana-de-Açúcar. Terra Roxa Misturada. Piracicaba, SP.	65

Gráfico		Pág.
7	Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Nitrogênio em Folhas de Cana-de-Açúcar em Solos de Tipos Diversos. Piracicaba, SP.	68
8	Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Percentagem de Fósforo em Folhas de Cana-de-Açúcar. Solos de Tipos Diversos. Piracicaba, SP.	70
9	Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Potássio em Folhas de Cana-de-Açúcar. Solos de Tipos Diversos. Piracicaba, SP.	72
10	Teores Médios de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em Solo e em Folhas de Cana-de-Açúcar de Dez Locais do Município de Piracicaba, SP.	73

C A P Í T U L O I
I N T R O D U Ç Ã O

1. Importância Econômica

No Brasil, em 1970, a cana-de-açúcar que ocupava o sétimo lugar em área plantada, contribuiu com 11,6% do valor total da produção agrícola nacional. Por outro lado, nesse mesmo ano, coube ao nordeste participar com 4,5% desse valor total.

Observou-se que de 1962 a 1970 o rendimento médio da cultura, no país, elevou-se de 42,6 toneladas por hectare para 46,2, uma vez que a área plantada com cana em 1962 era de 1.466.619 hectares e a produção alcançada de 62.534.516 toneladas enquanto que em 1970 essas grandezas assumiram os valores de 1.725.121 hectares e de 79.752.936 toneladas, respectivamente.

Apesar da importância assumida pela cana-de-açúcar na formação da renda nacional, verifica-se que seu rendimento por unidade de área ainda deixa muito a desejar; principalmente quando comparado aos rendimentos de outros países como o Peru, por exemplo, que, em 1970 obteve uma produtividade média de 160 toneladas por hectare.

O rendimento da cana-de-açúcar é função de uma série de fatores dentre os quais se destacam:

- a) variedade;
- b) clima;
- c) características físicas e químicas do solo.

As duas primeiras categorias de fatores bem como as propriedades físicas dos solos plantados com cana-de-açúcar (não se considerando o Nordeste) são, de um modo geral, favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Se considerarmos estas variáveis atuando como constantes em determinado nível de uso, podemos considerar o rendimento por hectare como uma função da riqueza do solo em nutrientes.

Admitindo tal premissa como verdadeira, podemos inferir que um maior rendimento será conseguido em decorrência de uma melhor adubação aplicada.

2. Avaliação da Necessidade de Adubação

Para uma adequada avaliação da necessidade de adubação de culturas existem vários métodos, dentre os quais destacamos os que se seguem:

2.1. Adubação de Restituição

É uma adubação que restitui ao solo os elementos minerais que a colheita exportou do terreno; para tanto, consideram-se os seguintes itens:

- a) peso da colheita;
- b) sua composição química;
- c) coeficiente de aproveitamento dos adubos.

2.2. Ensaio de Campo

Os resultados obtidos de ensaios de campo podem ser utilizados em locais que apresentem igualdades de condições quanto a solo e clima: constitui-se, portanto, uma maneira ideal de solucionar o problema.

2.3. Ensaio no Próprio Local

Nestes, o lavrador pode determinar, quantitativamente a adubação necessária, através de duas etapas: na primeira, estabelecendo qual o elemento mineral limitante em tratamentos que podem ser: sem nenhuma adubação, completo, sem nitrogênio, sem fósforo, sem potássio, etc. Na segunda etapa, o elemento que realmente demonstrar ser o limitante à produção será estudado detalhadamente através de sua aplicação em doses crescentes.

2.4. Análises de Solos

A disponibilidade dos nutrientes é determinada numa solução que se extraiu da amostra de solo considerada. A solução extratora é uma das principais variáveis desse método podendo ser, em alguns casos, ácido concentrado e noutros ácidos fracos ou soluções salinas.

Os dados obtidos com a análise de solo terão valor qualitativo se estiverem muito acima ou muito abaixo do normal; enquanto que, da existência de padrões de fertilidade dependerá a aplicação quantitativa.

2.5. Diagnose Foliar

A necessidade de adubação é avaliada por meio da análise da folha baseando-se nos seguintes pontos:

a) a concentração dos elementos minerais na planta é função de fatores como, variedade, solo, clima, etc.;

b) se todos os demais fatores forem considerados constantes o teor de nutrientes da planta será função da composição do solo; no caso da cana, como no da maioria das culturas, o tecido que

melhor indica essa relação é o de uma folha que esteja menos sujeita às transformações metabólicas, isto é, uma folha recentemente madura;

c) existe uma certa relação entre o teor de nutrientes que apresenta essa folha e a produção. Os resultados das análises realizadas dessa folha são comparados com dados padrões, obtidos atual ou previamente e chamados "níveis críticos". O nível crítico apresenta várias definições; consideraremos a que julgamos mais prática por ser a única que aborda o assunto sob o ponto de vista econômico-fisiológico. Dentro desses critérios, o nível crítico é definido como a "faixa de teores de um elemento na folha, abaixo da qual a produção é limitada, e acima da qual o uso de adubos não é mais econômico". (Malavolta & Pimentel Gomes, 1961; Malavolta, 1962).

3. Revisão de Literatura

A bibliografia sobre a cultura da cana-de-açúcar é bem extensa; no que se refere à sua nutrição, porém, algo restrita; poucos autores dedicam algumas páginas ao assunto. Entre estes podemos citar VAN DILLEWIJN (1952), com um livro clássico no qual encontramos 101 páginas sobre a nutrição mineral da cana-de-açúcar.

HUMBERT (1963) aumenta esse número para 186 em sua contribuição ao estudo de nutrição. Do Brasil, citamos como mais conhecidos os trabalhos de MALAVOLTA, HAAG, MELLO, BRASIL SOBRINHO (1962) e de MALAVOLTA et al (1964). Ao lado desses, encontramos uma revisão bastante completa em MALAVOLTA (1964), segundo o qual, os primeiros a usar a análise de folhas para relacionar composição da cana-de-açúcar e adubação foram BEAUCHAMP et al (1934), em Cuba, os quais analisavam um extrato alcoólico de folhas novas.

No Havai esses estudos foram iniciados em 1938 por CLEMENTS, deles surgindo um sistema de controle denominado "amostragem periódica da cultura" (crop logging). Cada campo é amostrado em períodos de 35 dias, desde os 3 meses, até a colheita; uma amostra é constituída de 5 plantas dispersas no campo, sendo que cada uma é considerada como representativa das que lhe estão em volta. O número de amostras por área é determinado pela sua uniformidade, podendo ser simplesmente uma num campo de 80 ou mais hectares. São coletadas as folhas 3, 4, 5 e 6, contendo lâmina e bainha; nestas são determinados os índices: primário, de umidade, de potássio e de fósforo; na lâmina, sem nervura, é determinado o índice de nitrogênio. O "índice primário" é o teor total de açúcar das bainhas, expresso sobre o peso seco. A quantidade de água nessas bainhas é o índice de umidade, expresso em % do peso verde. As recomendações para adubação são feitas, após correção dos dados obtidos para umidade, idade da cana e temperatura, comparando-se estes dados com índices padrões (CLEMENTS, 1948).

Em Mauritius, inicialmente tentaram correlacionar o nível de nutrientes do solo com a análise do suco da cana, HALAIS (1950). Atualmente, usam 10 cm da porção central da lâmina sem nervura, da terceira folha tirada de uma cana primária. Um campo de 10 ha é dividido em 3 partes; de cada uma destas são tiradas 20 folhas que depois são reunidas numa só amostra. Numa área de 1.000 ha são coletadas de 10 a 20 amostras. Anualmente são feitas duas amostragens, com intervalo de 1 mês entre elas; juntas e uniformizadas, são moídas e analisadas para N, P e K. A adubação somente é programada após 3 anos de trabalho; o estado nutricional é considerado alto se o teor é maior do que o nível ótimo obtido anteriormente, durante 3 anos, e feita a correção para a coleta aos 5 meses de idade.

INNES, na Jamaica, usa a lâmina da terceira folha completamente aberta para determinar N, P e K em plantas com 4 ou 5 meses de idade; para o nitrogênio, além do campo amostrado, isto também é feito numa microparcela aí estabelecida, que servirá para indicar a adubação necessária; esta indicação, para fósforo e potássio, é feita por comparação com valores críticos derivados de numerosos experimentos de campo (SAMUELS, 1953). Não há indicação para o número de amostras por área.

Na Guiana Inglesa, EVANS, que inicialmente usava testes rápidos, conforme escreve MALAVOLTA (1964), passou a determinar os

teores totais nos 15 cm medianos da folha sem nervura em plantas com 3 a 6 meses de idade; uma amostra é constituída de 30 a 50 folhas; não há indicações do tamanho da área da amostra nem de quantas são as amostras por unidade de área (SAMUELS, 1953). Além de N, P e K, EVANS (1942, 1960) também tem estudado outros macro e micronutrientes.

Em Porto Rico, segundo SAMUELS (1953), a determinação de N, P e K é feita na lâmina (incluída a nervura) das folhas 4, 5 e 6 de plantas com 3 meses de idade; determina-se também a umidade na bainha. Num campo de 10 ha são colhidas folhas de 10 plantas situadas em duas diagonais, 5 em cada uma; essas folhas são reunidas numa só amostra.

No México, segundo GARZA (1963), os estudos iniciaram-se em 1951; porém sobre diagnose foliar somente o fizeram de um modo sistemático, depois de 1956; nos últimos anos o programa inclui a determinação do nível crítico, seguindo a definição de MALAVOLTA e PIMENTEL GOMES (1961) e usando a quinta folha de plantas com 4 meses de idade. Não há indicações quanto ao número de amostras por área, nem para o número de plantas por amostra.

No Brasil, COURY et al (1957), provavelmente foram os primeiros a estudar o assunto, usando plantas de um ensaio fatorial P x K 4x4 em que o potássio deu resposta acentuada. Usaram as terceira e quarta folhas, sem nervura, de plantas com 8,11 e 15 meses

de idade. Apesar do teor de K aumentar nas 3 amostragens, na 1ª de las a diferença entre a porcentagem encontrada nas plantas adubadas e nas plantas não adubadas foi mais acentuada; nesse trabalho os autores sugerem níveis adequados de P e K. MALAVOLTA et al (1959), num experimento em que a cana foi amostrada em várias épocas, obtiveram um teor de K, em que a maior diferença entre plantas adubadas e não adubadas, verifica-se aos 4 meses de idade. As maiores produções obtidas corresponderam a plantas cujas folhas apresentavam 2,0 a 2,5% de N, 0,2% de P e 1,00 a 1,25% de K. MALAVOLTA et al (1963) apresentaram os resultados de 40 ensaios fatoriais, sem repetição, em diversos tipos de solos; determinaram os níveis críticos e as doses econômicas de adubos, segundo o conceito definido em 2.5.

HAAG (1965) faz uma boa revisão sobre a nutrição mineral da cana-de-açúcar, estudando, entre outras coisas, sintomas de deficiência de macro e micronutrientes, correlações existentes entre as regiões e os teores dos elementos nas folhas, na bainha e na raiz.

4. Objetivos do Trabalho

O objetivo final do presente trabalho é a determinação da necessidade de adubos na região de Piracicaba. Procurar-se-á al

cançar este objetivo através do uso das fórmulas dadas por MALAVOLTA et al (1963) ao se introduzir nelas os dados obtidos no levantamento do estado nutricional da cana-de-açúcar feito na região.

C A P Í T U L O I I

M A T E R I A L E M É T O D O S

1. Determinação do Estado Nutricional

1.1. Solos

No município de Piracicaba foram escolhidos dez (10) locais para o levantamento do estado nutricional da **cana-de-açúcar**, correspondendo aos grandes grupos e séries de solo do Quadro 1.

Quadro 1 - Solos Estudados.

Grande Grupo	Série
LATOSOL	Iracemápolis
	Luiz de Queiroz
	Tanquinho
	Dois Córregos
PODZOL	Quebra Dentes
	Saltinho
	Ibitiruna
	Godinhos
LITOSOL	Corumbataí
REGOSOL	Sertãozinho

Para os grandes grupos onde predomina a cana-de-açúcar foi sorteado um maior número de séries.

Tendo em vista a comparação dos teores foliares dos macronutrientes, determinados nesses locais com os níveis críticos obtidos por MALAVOLTA et al (1963) observou-se no presente trabalho a mesma denominação dos citados autores. Assim, a série Iracemápolis corresponde à Terra Roxa Legítima - TRL, a série Luiz de Queiroz à Terra Roxa Misturada - TRM e as séries restantes a Solos de Tipos Diversos - STD.

Numa ligeira descrição dos solos considerados pode-se dizer que:

1.1.1. Terra Roxa Legítima - Série Iracemápolis

Os solos desta série foram desenvolvidos a partir de rochas efusivas de composição variável, muito profundos, bem drenados, textura argilosa, estrutura muito fraca, pequena granular, blocos sub-angulares e muito friável.

Reação hidrolítica fortemente ácida. Saturação em bases muito baixa a baixa e teores também baixos, de Potássio, Fósforo e Nitrogênio.

Ocorrem em relevo suave ondulado com elevações em sucessão regular e sob o cultivo da cana-de-açúcar.

1.1.2. Terra Roxa Misturada - Série Luiz de Queiroz

Solos formados a partir dos "silks" de eruptivas geralmente com linhas de seixos a profundidade de 200 cm. Profundos bem drenados, textura fina, estrutura moderada média e grande granular e blocos sub-angulares.

Quimicamente são férteis com pH entre 5,5 a 6,2. Saturação de base alta, teor alto de matéria orgânica, entretanto os teores de nitrogênio, fósforo e potássio são baixos.

O relevo predominante é o suave ondulado. Intensamente utilizados com cana-de-açúcar ou com culturas de ciclo curto.

1.1.3. Solos de Tipos Diversos

A descrição das séries desses solos é a que se segue, omitindo-se porém, a descrição das séries: Tanquinho, Dois Córregos e Corumbataí, por não haver sido encontrada descrição das mesmas.

1.1.3.1. Quebra-Dentes

Solos desenvolvidos de arenitos glaciais, de cores claras, profundos, moderadamente drenados. Textura, areia franca no

horizonte A e franco arenoso no B, sem estrutura. Grãos simples de consistência solta.

Reação moderadamente ácida, baixa saturação em bases e baixos teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

Ocorrem em relevo ondulado com cultivos de cana-de-açúcar e culturas de ciclo curto.

1.1.3.2. Saltinho

Tem para material de origem, sedimentos do Arenito de Botucatu. Solos bem drenados, profundos. Textura, areia e areia franca no horizonte A e no B franco-argilo arenoso. Estrutura maciça rompendo-se em blocos sub-angulares e muito friável.

Reação fortemente ácida, saturação de bases baixa e teores baixos de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

1.1.3.3. Ibitiruna

Solos provenientes do Arenito de Botucatu, profundos, bem drenados. Textura arenosa no horizonte A e franco no horizonte B. Estrutura maciça e muito friável.

Reação fortemente ácida. Saturação de bases baixa com teores relativamente baixos de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

1.1.3.4. Godinhos

Solos moderadamente profundos - 0,50-1,00 m, porosos, bem drenados, friáveis, de cor bruno pálido, com textura franco silto-sa e franco argilo-siltosa. Estrutura muito fraca, média, granular e bloco sub-angular.

Reação fortemente ácida com pH variando pouco ao longo do perfil. O teor de matéria orgânica é alto. Quanto a Nitrogênio, Fósforo e Potássio, são considerados baixos para todo o perfil. A saturação de bases é baixa.

Tem como material de origem, argilitos de cores variegadas, ocorrendo em relevo suave ondulado. Geralmente cultivados com cana-de-açúcar e eucalipto.

1.1.3.5. Sertãozinho

Solos desenvolvidos dos Arenitos Glaciais da formação Itapetininga, membro Tatuí. Profundidade efetiva rasa e bem drenados. Textura franco-arenosa, estrutura maciça e muito friável.

Reação hidrolítica extremamente ácida. Saturação de bases muito baixa, assim como os teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

Relevo natural, suave ondulado, cultivados com cana-de-açúcar.

1.2. Dados Sobre a Cultura

1.2.1. Terra Roxa Legítima

Nesse solo que havia recebido calagem e adubação, a cultura da cana-de-açúcar da variedade CB 4176, com 7 (sete) meses de idade, apresentava desenvolvimento considerado ótimo; as plantas apresentavam sintomas leves de deficiência de potássio; as chuvas foram intensas nos dias anteriores à amostragem, o que pode haver provocado um efeito de diluição sobre o teor dos macronutrientes estudados.

1.2.2. Terra Roxa Misturada

Nesse solo a variedade CB 4176, aos seis (6) meses de idade tinha um desenvolvimento classificado como bom e estava levemente deficiente em potássio. O solo, adubado por ocasião do plantio não tinha recebido calagem.

1.2.3. Solos de Tipos Diversos

Em nenhum dos locais estudados o tolete foi tratado contra raquitismo. Nesse tipo de solo encontrou-se o menor espaçamento usado na região para a cultura da cana-de-açúcar - 1,20 a 1,30. Somente em duas séries de solo o desenvolvimento da cultura foi classificado como ótimo, um foi considerado como bom, um como regular e o restante como ruim. Nos locais onde o desenvolvimento era regular-ruim, as plantas mostravam sintomas de deficiência de Nitrogênio, além daqueles correspondentes à falta de Potássio. Os sintomas de deficiência de Nitrogênio mostravam-se em pequena intensidade com plantas de coloração verde amarelada; as folhas mais velhas apresentavam-se secas nas margens e extremidades com uma ligeira tonalidade avermelhada; plantas pequenas com colmos de diâmetros reduzidos. Na deficiência de Potássio, mais generalizada e ocorrendo com maior intensidade, as folhas medianas tinham uma coloração amarelo-alaranjada com numerosas manchas cloróticas ou pardas; nas mais velhas essas manchas coalesciam, dando à folha uma tonalidade parda generalizada. A maioria destas folhas mostravam amarelecimento e secamento das margens e ápices, em alguns casos, com manchas avermelhadas na parte superior da nervura principal, o que não é específico dessa deficiência.

Além destes sintomas observou-se em todos os canaviais amostrados uma parte esbranquiçada no sentido transversal da lâmi-

na foliar, adelgaçando-a, como se faltasse completamente o tecido clorofilado; a localização dessa mancha variava em altura na folha e esta na planta, de local a local; isso foi atribuído a um crescimento excessivo após uma espécie de dormência por ocasião do frio.

1.3. Amostragem

Em dez locais previamente sorteados, foram colhidas amostras constituídas das terceira e quarta folhas de cana-de-açúcar e usados os 20 cm medianos sem nervuras para as determinações dos macronutrientes.

A amostragem foi feita como segue:

a) Em cada série de solo foram escolhidos dois talhões situados um ao lado do outro;

b) Em cada talhão, numa área aproximada de 1 ha foram retiradas 10 amostras para a referida análise.

Na amostragem usou-se um formulário (Anexo 1) para identificação das amostras e auxiliar na interpretação posterior dos dados.

Dentre os itens destinados a uma melhor interpretação dos dados contidos nesse questionário destacam-se:

a) Variedade - quando distintas podem apresentar diferenças quanto à absorção de nutrientes; essa diferença é mais evidente para N do que para P. Segundo J.P. MARTIN (1941) também pode existir diversidade quanto à tolerância à deficiência de Mg;

b) Espaçamentos - visando detectar possíveis diferenças no teor dos macronutrientes em função do volume do cubo de solo explorado pelas raízes;

c) Idade - a intensidade de absorção dos macronutrientes durante o ciclo de vida da cana-de-açúcar, é variável de acordo com o período considerado. CATANI et al (1959) mostram que entre 9 meses e um ano é intensa a absorção de N chegando a mais de 90% do total acumulado; de 12 meses em diante a retirada é pequena. A absorção de P, assim como a do S, não apresenta período preferencial, indo continuamente do início ao fim do ciclo. Quanto ao Potássio, aos 9 meses de idade a planta já tem mais de 50% do total contido no fim do ciclo.

d) Chuva nos últimos 7 dias - dada sua influência na alteração do teor de nutrientes;

e) Calagem - de interesse principalmente devido sua ação sobre a disponibilidade dos outros nutrientes.

2. Análise Química de Solos e Folhas

2.1. Solos

As análises dos solos foram feitas pelas técnicas descritas por CATANI et al (1955) como segue:

2.1.1. pH

Determinado em 10 g de terra com 25 ml de água destilada. Depois de agitado deixou-se em repouso por 3 horas quando então foi medido o pH com potenciômetro de eletrodo de vidro.

2.1.2. Carbono

Determinado por via úmida em 1 g de terra a qual se adicionou 10 ml de H_2SO_4 . Após 10 minutos, juntou-se mais 5 ml de dicromato de potássio 2 N. Depois de homogeneizado e aquecido em banho-maria, durante meia hora, deixou-se esfriar, completou-se o volume a 50 ml e agitou-se o balão. Após decantação em alíquota de 5 ml adicionaram-se 50 ml de água destilada, 5 ml de ácido fosfórico 1 + 1. Depois de agitado, adicionou-se 2 ml de solução de

iodeto de potássio a 20% e com solução de tiosulfato de sódio 0,05 N titulou-se o iodo livre empregando-se 2 ml de solução de amido 0,5% como indicador.

Usando-se a mesma marcha analítica para a prova em branco, o Carbono foi calculado em gramas/100 g de terra sendo igual a $(V_1 - V_2) \cdot 0,15$, onde V_1 = volume da solução de tiosulfato de sódio gasto na prova em branco; V_2 = volume da solução de tiosulfato de sódio gasto na solução do solo.

2.1.3. Nitrogênio Total

Em balão de Kjeldahl de 100 ml, colocaram-se 2 g de terra, umedecendo-a levemente com água destilada. Depois de adicionar 1 porção aproximada de 1 cm^3 de sulfato de cobre e 10 ml de ácido sulfúrico, aqueceu-se em bico de gás durante uma hora e meia. Quando fria essa solução passou a balão de destilação de 500 ml completando-se o volume para 150 ml. Com mais 50 ml de hidróxido de sódio a 40% destilou-se e recebeu-se o amoníaco (NH_3) em 10 ml de ácido sulfúrico 0,04 N. Após meia hora de destilação, titulou-se o excesso de ácido sulfúrico com hidróxido de sódio 0,04 N calculando-se então a percentagem de Nitrogênio: $\% \text{ N} = (\text{ml } \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{ml NaOH}) 0,028$.

2.1.4. Fósforo

A 4 g de terra adicionou-se 100 ml de H_2SO_4 0,05 N. Depois de agitado 15 minutos a 30 rpm, filtrou-se. Daí, retirou-se 40 ml aos quais foi adicionado 1,5 ml de solução de ácido sulfúrico 5 N, 2,5 ml de reativo sulfomolibdico e 0,5 ml de cloreto estanhoso a 2%, agitando-se após a adição de cada um. Após 10 minutos fez-se a leitura em colorímetro fotoelétrico com filtros de 640 m μ . A quantidade de PO_4^{-3} determinada, tomando-se como referência padrões de concentração conhecida, multiplicada por 25 deu - e.mg de PO_4^{-3} em 100 g de solo.

2.1.5. Potássio

10 g de terra com 100 ml de ácido nítrico 0,05 N foi agitado a 30 rpm, durante 15 minutos. Retirou-se 5 ml (o restante foi reservado para determinação de Cálcio e Magnésio) juntando-se uma gota de solução alcoólica de fenolftaleína a 1% e neutralizando-se com hidróxido de sódio 1 + 1; após 10 minutos filtrou-se e fez-se a leitura em fotômetro de chama regulado para a leitura 100 com uma solução padrão de cloreto de potássio 0,0005 N e para zero com água destilada.

Calculou-se o número de e.mg de K^+ por 100 g de terra, multiplicando-se a leitura por 0,0005.

2.1.6. Cálcio

A 75 ml da solução reservada no item anterior, adicionaram-se 5 gotas de vermelho de metila a 0,1%, 5 ml de ácido clorídrico, neutralizando-se com hidróxido de amônio. Juntou-se 3 ml de hidróxido de amônio 1 + 1 e 5 ml de persulfato de amônio a 5%. Depois de fervido 5 minutos, filtrou-se e lavou-se o papel de filtro com água destilada, eliminando-se assim o ferro, o alumínio e o manganês. Posto no fogo, quando iniciou a fervura precipitou-se o cálcio com 10 ml de uma solução de oxalato de amônio saturada e quente. Após meia hora em banho-maria filtrou-se e lavou-se o precipitado com água quente (no filtrado determinou-se o magnésio). O oxalato de cálcio foi dissolvido com ácido sulfúrico 1 + 9, quente. Aquecido a $80^{\circ}C$ titulou-se o ácido oxálico (do oxalato de cálcio) com permanganato de potássio 0,02 N. Calculou-se o número de e.mg de Ca^{+2} por 100 g de terra pela fórmula - N = ml permanganato de potássio X 0,2.

2.1.7. Magnésio

Ao filtrado reservado em 2.1.6 adicionou-se 3 ml de metabissulfato de sódio a 5%. Depois de ferver 5 minutos juntou-se 1 ml de HCl e deixou-se ferver mais de 5 minutos. Quando frio, adicionou-se 2 gotas de fenolftaleína a 1%, amoníaco 1 + 1 até viragem e um excesso de 3 ml. Aquecido a 70°C em banho-maria, juntou-se gota a gota, 10 ml de solução a 2% de 8-hidroxiquinolina em ácido acético (5 + 45). Após repouso de meia hora, em banho-maria à mesma temperatura, filtrou-se e lavou-se o precipitado com água destilada a 70°C. O 8-hidroxiquinolato de magnésio foi dissolvido com ácido clorídrico 1 + 4, quente e lavado até o filtrado ficar incolor. Juntou-se então 3 ml de bromato de potássio a 20%, 3 gotas de vermelho de metilo a 0,1%. Titulou-se com bromato de potásio 0,05 N até a solução persistir amarelada com a adição de uma gota de vermelho de metilo. Após 2 minutos juntou-se 3 ml de iodeto de potássio a 20% e titulou-se o iodo livre com tiossulfato de sódio 0,05 N usando 2 ml de solução de amido a 0,5% como indicador.

O número de e.mg de Mg^{+2} em 100 g de terra foi calculado através de: $n = (\text{ml de bromato de potássio} - \text{ml de tiossulfato de sódio}) 0,125$.

2.2. Folha

A análise química foliar para os macronutrientes, seguiu principalmente os métodos descritos por LOTT et al (1956) ou técnicas usadas nos laboratórios da ESALQ.

2.2.1. Nitrogênio

Digestão de 0,1 g de material seco a 70°C e triturado com 7 ml de mistura digestora (175 ml de água - 3,6 g de selenito de sódio - 48,5 de sulfato de sódio - 4,0 g de sulfato de cobre e 200 ml de ácido sulfúrico concentrado) em micro-digestor Kjeldahl, em temperatura baixa até o desaparecimento da maior parte da matéria orgânica. Elevou-se a temperatura continuando a digestão até o aparecimento de fumos de ácido sulfúrico. Depois de frio e adicionado 10 ml de água o extrato foi transferido quantitativamente para o micro-destilador, previamente aquecido. Adicionados 10 ml de hidróxido de sódio 18 N e elevada a temperatura da água do micro-destilador até ebulição o destilado foi recebido em solução de ácido bórico com indicador durante 5 minutos após a primeira gota destilada.

A amônia foi titulada com ácido sulfúrico 0,1 N até viragem do indicador, de verde para azul-cinza. A % N = n° ml H_2SO_4 gastos X 1,4.

2.2.2. Digestão para Determinação de P, K, Ca, Mg e S

Digestão de 1 g de material seco e moído com 10 ml de ácido nítrico, em banho de areia, até desaparecimento do material sólido. Adicionado 1 ml de ácido/perclórico a digestão continuou até o aparecimento de fumos brancos de ácido perclórico. Depois de frio o balão de Kjeldahl foram adicionados 25 ml de água destilada seguido de aquecimento em bico de Bunsen, agitando durante alguns segundos. Quando frio o extrato foi transferido quantitativamente para balão volumétrico de 100 ml e daí essa solução - A - passou a frascos de vidro com tampa plástica.

2.2.3. Fósforo

A 2 ml da solução A foram adicionados 3 ml de água mais 2 ml de reagente misturado (mistura de iguais volumes de solução aquosa a 5% de molibdato de amônio e solução de vanadato de amônio a 0,25%). Após 5 minutos fez-se a leitura em colorímetro foto-elétrico com filtro azul - 420 mμ. A percentagem de P foi determinada por interpolação na curva padrão.

2.2.4. Potássio

Feita a curva padrão a percentagem de potássio nas amostras foi determinada por interpolação após leitura em fotómetro de chama Beckman modelo B usando a solução A diluída na proporção de uma parte da mesma mais nove de água destilada contendo 1 ml de ácido perclórico por litro.

2.2.5. Cálcio

A 25 ml da solução A juntaram-se 5 ml de solução de cloreto de amônio - 14 g de cloreto de amônio dissolvido em água destilada mais 43 ml de ácido clorídrico para um litro - e aqueceu-se até ebulição. Depois de adicionados 5 ml de solução de ácido oxálico mais oxalato de amônio (25 g e 35 g respectivamente em um litro de água) e 5 ml de solução de acetato de sódio - 200 g em um litro de água destilada - deixou-se ferver mais dois minutos. Após repouso de quatro horas o precipitado foi transferido quantitativamente para tubo de centrífuga para centrifugação a 3.500 rpm, retirando o sobrenadante com trompa de vácuo. Depois de lavado quatro vezes com pequenas porções de água destilada transferiu-se quantitativamente o precipitado para copo de 100 ml juntando-se então 10 ml de ácido sulfúrico 1 + 9, aqueceu-se a 70°C e titulou-se com permanganato de potássio 0,05 N.

Para o cálculo da percentagem de Cálcio partiu-se do princípio de que 1 ml de permanganato de potássio 0,05 N corresponde a 1 mg de Cálcio.

2.2.6 Magnésio

A 1 ml da solução A juntou-se 5 ml de reagente misturado - mistura de duas partes de água com uma parte de cada uma das seguintes soluções:

a) Solução compensadora:

água destilada	100 ml
ácido clorídrico 12 N	0,64 g
sulfato de alumínio	0,37 g
cloreto manganoso	0,188 g
fosfato de sódio	0,70 g
sulfato de cobre	0,059 g

b) Álcool polivinílico a 2%

c) Cloridrato de hidroxilamina a 1%

Depois de adicionar 3 ml de amarelo de tiazol a 0,0125% diluído na proporção de 5 ml para 200 ml de água, juntou-se 2 ml

de hidróxido de sódio 10 N, misturou-se imediatamente e após 10 minutos fez-se a leitura em colorímetro fotoelétrico com filtro verde - 540 mμ.

A percentagem de magnésio foi determinada por interpolação na curva padrão.

2.2.7. Enxofre

Em 50 ml da solução A em ebulição derramou-se vagarosamente 10 ml de cloreto de bário a 10%, à mesma temperatura, deixando-se ferver mais dois minutos. Após repouso de quinze horas, filtrou-se lavando com água destilada até eliminação dos cloretos. O papel de filtro com o precipitado, em cadinho tarado, foi incinerado durante três horas a 800°C em forno elétrico.

Após pesagem calculou-se: % S na amostra = $\frac{\text{Peso BaSO}_4}{27,48} \times$

C A P Í T U L O I I I
R E S U L T A D O S E D I S C U S S Ã O

1. Determinação do Estado Nutricional

1.1. Análise Química dos Solos

Os resultados da análise química dos solos aparecem no Quadro 2 e a interpretação desses dados no Quadro 3. Para uma caracterização química desses solos pode-se dizer que:

a) sua acidez varia de fraca a média;

b) o teor de matéria orgânica é baixo nos solos de tipos diversos, com exceção das séries Tanquinho e Dois Córregos onde estes valores são médios. Em Terra Roxa Legítima e Terra Roxa Misturada o teor de matéria orgânica é alto e médio, respectivamente;

c) o teor de nitrogênio é médio em todas as séries dos solos de tipos diversos, com exceção da série Tanquinho onde esse valor é alto e médio, respectivamente;

d) em Terra Roxa Legítima e Terra Roxa Misturada o teor de fósforo é alto e assume valores de baixo a médio nos solos de tipos diversos, com exceção do Tanquinho onde esse teor é alto. O mesmo pode ser dito para o cálcio;

e) em Terra Roxa Legítima e Misturada o teor de potássio é médio e varia de baixo a alto em solos de tipos diversos;

Quadro 2 - Análise Química dos Solos.

Solo	pH	Matéria Orgân. %	Nitro gênio Total %	Teor Trocável m.eg/100 g Solo			
				PO ₄ ⁺³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
TALHÃO I							
TRL	6,4	2,880	0,294	0,538	0,220	6,40	0,56
TRM	6,0	1,700	0,140	0,258	0,225	5,68	0,24
STD							
Tanquinho	6,7	1,960	0,154	1,075	0,450	9,20	0,64
Dois Córregos	6,0	1,390	0,126	0,067	0,115	3,84	0,40
Quebra-dentes	5,6	1,240	0,112	0,107	0,175	3,68	0,32
Sertãozinho	5,0	0,880	0,084	0,202	0,130	1,04	0,32
Ibitiruna	5,5	1,030	0,126	0,107	0,680	2,16	0,56
Saltinho	5,8	0,620	0,112	0,133	0,090	2,08	0,32
Corumbataí	5,0	0,930	0,126	0,189	0,150	3,20	0,56
Godinhos	5,0	0,880	0,140	0,080	0,230	1,92	0,64
TALHÃO II							
TRL	6,0	2,780	0,280	0,476	0,275	12,56	0,96
TRM	6,0	1,750	0,126	0,476	0,300	8,48	0,32
STD							
Tanquinho	6,6	1,960	0,154	1,075	0,220	9,60	0,56
Dois Córregos	5,5	1,280	0,091	0,128	0,090	2,24	0,24
Quebra-dentes	5,3	1,280	0,112	0,061	0,200	3,60	0,40
Sertãozinho	5,1	1,190	0,140	0,147	0,110	1,68	0,24
Ibitiruna	5,5	1,080	0,140	0,087	0,700	2,24	0,40
Saltinho	6,3	0,460	0,070	0,128	0,075	1,28	0,48
Corumbataí	6,2	0,930	0,126	0,133	0,415	5,92	1,00
Godinhos	5,1	0,930	0,140	0,115	0,185	2,48	0,64

Quadro 2 - Continuação.

Solo	pH	Matéria Orgân. %	Nitro gênio Total %	Teor Trocável m.eg/100 g Solo			
				PO ₄ ⁺³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
MÉDIA							
TRL	6,2	2,830	0,287	0,507	0,247	9,48	0,76
TRM	6,0	1,725	0,133	0,367	0,262	7,08	0,28
STD							
Tanquinho	6,6	1,960	0,154	1,075	0,335	9,40	0,60
Dois Córregos	5,7	1,335	0,108	0,097	0,102	3,04	0,32
Quebra-dentes	5,4	1,260	0,112	0,084	0,187	3,64	0,36
Sertãozinho	5,0	1,035	0,112	0,174	0,120	1,36	0,28
Ibitiruna	5,5	1,055	0,133	0,097	0,690	2,20	0,48
Saltinho	6,0	0,540	0,091	0,130	0,082	1,68	0,40
Corumbataí	5,6	0,930	0,126	0,161	0,282	4,56	0,78
Godinhos	5,0	0,905	0,140	0,097	0,207	2,20	0,64

f) nestes o teor de Mg é baixo com exceção das unidades Tanquinho e Corumbataí, sendo médio e baixo em Terra Roxa Legítima e Terra Roxa Misturada, respectivamente.

Pela análise do Quadro 3, observa-se que a série Tanquinho afasta-se das demais enquadradas em solos de tipos diversos, identificando-se mais com os outros dois tipos de solo.

Quadro 3 - Interpretação da Análise Química dos Solos.

Solo	pH	Matéria Orgânica	Nitrogênio Total	PO ₄ ⁺³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
TRL	acidez fraca	alta	alto	alto	médio	alto	médio
TRM	acidez média	média	médio	alto	médio	alto	baixo
STD							
Tanquinho	acidez fraca	média	alto	alto	alto	alto	médio
Dois Córregos	acidez média	média	médio	baixo	baixo	médio	baixo
Quebra-dentes	acidez média	baixa	médio	baixo	médio	médio	baixo
Sertãozinho	acidez média	baixa	médio	médio	médio	baixo	baixo
Ibitiruna	acidez média	baixa	médio	baixo	alto	médio	baixo
Saltinho	acidez média	baixa	médio	médio	baixo	baixo	baixo
Corumbataí	acidez média	baixa	médio	médio	médio	médio	médio
Godinhos	acidez média	baixa	médio	baixo	médio	médio	médio

2. Análise Química das Folhas

2.1. Nitrogênio

Os resultados da análise química foliar para o nitrogênio são encontrados no Quadro 13 do Anexo 3; a análise da variância destes dados é apresentada no Quadro 4 e mostra que, entre os locais considerados, houve diferença quanto à percentagem deste macronutriente na cana-de-açúcar. A diferença significativa para talhões dentro de campo leva ao desdobramento dos graus de liberdade, mostrando assim que em Terra Roxa Legítima e nas séries Quebra-dentes, Ibitiruna e Saltinho houve diferença entre os talhões amostrados, quanto ao teor de nitrogênio assimilado pela cultura da cana-de-açúcar. Acrescente-se que essa diferença também é revelada na análise dos solos, com exceção daquela realizada para a série Quebra-dentes, cujo teor é igual para os dois talhões.

A classificação das médias da análise foliar para nitrogênio, em cana-de-açúcar, nas diversas séries de solo é a que se segue:

<u>Solos</u>	<u>% de N</u>	<u>Tukey 5%</u>	<u>Tukey 1%</u>
Dois Córregos	1,844	a	a
Terra Roxa Legítima	1,638	b	b
Ibitiruna	1,638		
Godinhos	1,582	bc	bc
Tanquinho	1,528	bcd	
Sertãozinho	1,491	cde	bcd
Terra Roxa Misturada	1,428	de	cd
Quebra-dentes	1,365	ef	de
Corumbataí	1,361		
Saltinho	1,246		

2.2. Fósforo

No Quadro 14 do Anexo 3 encontra-se a percentagem de P obtida nos 10 locais; a análise estatística apresentada no Quadro 5, somente dá significância para campos.

Quadro 4 - Análise da Variância para Nitrogênio.

Causas Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Campos	9	5,3998	0,6000	32,43**
(Talhões-d-Campos)	(10)	(1,4280)	(0,1428)	(7,72**)
Talhões-d-Campo I	1	0,0130	0,0130	0,70
Talhões-d-Campo II	1	0,0034	0,0034	0,18
Talhões-d-Campo III	1	0,0296	0,0296	1,60
Talhões-d-Campo IV	1	0,3948	0,3948	21,34**
Talhões-d-Campo V	1	0,0245	0,0245	1,32
Talhões-d-Campo VI	1	0,4743	0,4743	25,64**
Talhões-d-Campo VII	1	0,3538	0,3538	19,12**
Talhões-d-Campo VIII	1	0,0003	0,0003	0,16
Talhões-d-Campo IX	1	0,0157	0,0157	0,85
Talhões-d-Campo X	1	0,1186	0,1186	6,41*
Amostras-d-Talhões	180	3,3226	0,0185	
Total	199	10,1504		

C.V. = 8,94%

Tukey 5% = 0,136

Tukey 1% = 0,157

* Indica significância a nível de 5%

** Indica significância a nível de 1%

Quadro 5 - Análise da Variância para Fósforo.

Causa Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Campos	9	0,095258	0,010584	24,33**
Talhões-d-Campos	10	0,006654	0,000665	1,53
Amostras-d-Talhões	180	0,078276	0,000435	
Total	199	0,180188		

C.V. = 11,46%

Tukey 5% = 0,020

1% = 0,024

** Indica significância a nível de 1%

A classificação das médias da análise foliar para fósforo em cana-de-açúcar nas diversas séries de solo é a que se segue:

<u>Solo</u>	<u>% de P</u>	<u>Tukey 5%</u>	<u>Tukey 1%</u>
Godinhos	0,215	a	a
Quebra-dentes	0,206	ab	ab
Dois Córregos	0,202	abo	
Ibitiruna	0,197	bc	abc
Terra Roxa Legítima	0,191	cd	bcd
Tanquinho	0,182	de	cde
Saltinho	0,170	ef	def
Corumbataí	0,165	f	ef
Sertãozinho	0,157		f
Terra Roxa Misturada	0,142		

2.3. Potássio

A percentagem de potássio apresentada no Quadro 15 do Anexo 3 é analisada estatisticamente no Quadro 6, a seguir. Realizada a análise estatística, verificou-se que existe diferença ao nível de 1% entre os diversos tipos de solos no que tange à percentagem de potássio encontrada na cana-de-açúcar.

Quadro 6 - Análise da Variância para Potássio.

Causa Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Campos	9	26,0396	2,8933	72,33**
Talhões-d-Campos	10	0,5488	0,0549	1,37
Amostras-d-Talhões	180	7,2094	0,0400	
Total	199	33,7978		

C.V. = 15,17%

Tukey 5% = 0,201

1% = 0,232

** Indica significância a nível de 1%

O coeficiente de variação confere à análise uma boa precisão.

A classificação das médias da análise química foliar para potássio, nas séries de solo consideradas é a que se segue:

<u>Solo</u>	<u>% de K</u>	<u>Tukey 5%</u>	<u>Tukey 1%</u>
Ibitiruna	1,870	I ^a	I ^a
Quebra-dentes	1,596	I ^b	I ^b
Tanquinho	1,567	I ^b	I ^b
Corumbataí	1,532	I ^b	I ^b
Godinhos	1,522	I ^b	I ^b
Terra Roxa Misturada	1,220	I ^c	I ^c
Saltinho	1,194	I ^c	I ^c
Sertãozinho	1,192	I ^c	I ^c
Terra Roxa Legítima	0,930	I ^d	I ^d
Dois Córregos	0,557	I ^e	I ^e

2.4. Cálcio

Os resultados da determinação química foliar para cálcio foram reunidos no Quadro 16 do Anexo 3. No Quadro 7 a análise da variância mostra que além da diferença entre locais, houve significância para talhões; daí, o desdobramento dos graus de liberdade; vê-se que em Terra Roxa Legítima, Terra Roxa Misturada e na série Ibitiruna, principalmente nos dois primeiros tipos de solo, a cul-

tura apresentou diferenças no teor de cálcio absorvido nos dois talhões. Observando-se os resultados da análise dos solos, nota-se que o aproveitamento do nutriente pela cultura foi proporcional ao seu teor, nos solos citados. O coeficiente de variação confere uma boa precisão à determinação do cálcio.

Quadro 7 - Análise da Variância para Cálcio.

Causa Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Campos	9	2,3560	0,2618	20,14**
(Talhões-d-Campos)	(10)	(2,5930)	(0,2593)	(19,95**)
Talhões-d-Campo I	1	0,3432	0,3432	26,40**
Talhões-d-Campo II	1	0,7107	0,7107	54,66**
Talhões-d-Campo III	1	0,0014	0,0014	0,11
Talhões-d-Campo IV	1	0,0198	0,0198	1,52
Talhões-d-Campo V	1	0,0093	0,0093	0,72
Talhões-d-Campo VI	1	0,0034	0,0034	0,26
Talhões-d-Campo VII	1	0,1201	0,1201	9,24**
Talhões-d-Campo VIII	1	0,0252	0,0252	1,94
Talhões-d-Campo IX	1	0,0027	0,0027	0,21
Talhões-d-Campo X	1	1,3572	1,3572	104,40**
Amostras-d-Talhões	180	2,3318	0,0130	
Total	199	7,2808		
C.V. = 15,71%		Tukey 5% = 0,116		
		1% = 0,134		

** Indica significância ao nível de 1%

A classificação das médias da análise química foliar para cálcio, nas séries de solo consideradas é a que se segue:

<u>Solo</u>	<u>% de Ca</u>	<u>Tukey 5%</u>	<u>Tukey 1%</u>
Terra Roxa Legítima	0,905	a	a
Corumbataí	0,904		
Dois Córregos	0,804	ab	ab
Saltinho	0,772	bc	abc
Ibitiruna	0,688	bcd	bcd
Quebra-dentes	0,680		
Godinhos	0,646	d	cd
Terra Roxa Misturada	0,630		
Sertãozinho	0,618		
Tanquinho	0,604		d

2.5. Magnésio

Os dados de Mg resultantes da análise química das folhas são vistos no Quadro 17 do Anexo 3. A análise da variância apresentada no Quadro 8 mostra diferença significativa para campos e talhões. O aproveitamento do magnésio pela cana-de-açúcar variou com o solo e no próprio local, nas séries Tanquinho e Ibitiruna. No caso, não houve relação do teor do solo com o da folha.

Quadro 8 - Análise da Variância para Magnésio.

Causa Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Campos	9	1,822647	0,202516	44,31**
(Talhões-d-Campos)	(10)	(0,149788)	(0,014979)	(3,28**)
Talhões-d-Campo I	1	0,000192	0,000192	0,042
Talhões-d-Campo II	1	0,015512	0,015512	3,39
Talhões-d-Campo III	1	0,023255	0,023255	5,09*
Talhões-d-Campo IV	1	0,000212	0,000212	0,046
Talhões-d-Campo V	1	0,000510	0,000510	0,11
Talhões-d-Campo VI	1	0,001037	0,001037	0,23
Talhões-d-Campo VII	1	0,019158	0,019158	4,19*
Talhões-d-Campo VIII	1	0,011377	0,011377	2,49
Talhões-d-Campo IX	1	0,008323	0,008323	1,82
Talhões-d-Campo X	1	0,070212	0,070212	15,36**
Amostras-d-Talhões	180	0,822641	0,004570	
Total	199	2,795076		

C.V. = 19,88%

Tukey 5% = 0,067

1% = 0,077

* Indica significância a nível de 5%

** Indica significância a nível de 1%

A classificação das médias da análise química foliar para magnésio, nas séries de solo consideradas é a que se segue:

<u>Solo</u>	<u>% de Mg</u>	<u>Tukey 5%</u>	<u>Tukey 1%</u>
Dois Córregos	0,488	a	a
Godinhos	0,480		
Terra Roxa Legítima	0,402	b	b
Quebra-dentes	0,358	bc	bc
Corumbataí	0,353		
Saltinho	0,351		
Ibitiruna	0,302	cd	cd
Tanquinho	0,247	de	de
Sertãozinho	0,237		
Terra Roxa Misturada	0,182	e	e

2.6. Enxofre

Os resultados da análise química foliar para enxofre são vistos no Quadro 18 do Anexo 3. A análise estatística aparece no Quadro 9, com diferença significativa entre campos, ao nível de 1%. O coeficiente de variação, 20,25% confere uma boa precisão à determinação desse macronutriente.

Quadro 9 - Análise da Variância para Enxofre.

Causa Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Campos	9	0,159148	0,017683	9,75**
Talhões-d-Campos	10	0,013960	0,001396	0,77
Amostras-d-Talhões	180	0,326460	0,001814	
Total	199	0,499568		

C.V. = 20,25% Tukey 5% = 0,042
 Tukey 1% = 0,049

** Indica significância a nível de 1%

A classificação das médias da análise foliar para enxofre, em cana-de-açúcar, nas diversas séries de solo é a que se segue:

<u>Solo</u>	<u>% de S</u>	<u>Tukey 5%</u>	<u>Tukey 1%</u>
Sertãozinho	0,252	a	a
Terra Roxa Legítima	0,250		
Tanquinho	0,234	ab	ab
Saltinho	0,223	abc	
Ibitiruna	0,214	abcd	
Godinho	0,207	bcd	abc
Corumbataí	0,188	cd	
Quebra-dentes	0,186	cd	bc
Dois Córregos	0,185	cd	
Terra Roxa Misturada	0,163	d	c

O Quadro 10, baseado em Haag (1965), dá uma comparação dos teores de macronutrientes determinados na cana-de-açúcar com aqueles considerados adequados em diversas regiões canavieiras.

Vê-se que os resultados de nitrogênio somente não são inferiores aos níveis adequados da África do Sul e de Mauritius, enquanto que fósforo apresenta valores que estão dentro da faixa adequada em todas as regiões citadas, da mesma maneira que o potássio.

Cálcio, magnésio e enxofre mostram resultados que estão entre os níveis considerados adequados no Brasil.

O Quadro 11 compara, nos três tipos de solo, os teores de N-P-K com o Nível Crítico determinado por Malavolta et al (1963) e recalculado em 1972, tendo em vista seu conceito fisiológico-econômico.

Vê-se que, nitrogênio está deficiente em todos eles. Quanto ao fósforo, somente está abaixo do nível crítico em Terra Roxa Misturada e em Solos de Tipos Diversos nas séries Tanquinho, Sertãozinho, Saltinho e Corumbataí. O potássio somente não está deficiente na série Ibitiruna.

Quadro 10 - Comparação entre Nível Adequado de Macronutrientes em Cana-de-Açúcar em Diversas Regiões Canavieiras e os Obtidos em Dez Séries de Solo do Município de Piracicaba.

País-Território	Literatura	N	P	K	Ca	Mg	S
Mauritius	HALAIS (1947)	1,66-1,85	0,18-0,22	0,62			
Porto Rico	SAMUELS et al (1955)	2,00-2,50	0,18-0,25	1,00			
Guiana Inglesa	EVANS (1955)	2,2	0,21				
África do Sul	DUTOIT (1953)	1,45-1,65	0,12-0,16	0,83			
Hawaii	CLEMENTS (1953)	2,0	0,08				
Brasil	MALAVOLTA et al (1963)	1,90-1,95	0,17-0,19	1,61-1,68	0,75-1,00*	0,08-0,35*	0,09-0,50**
	Recalculado (1972)						
Presente Trabalho		1,25-1,84	0,14-0,22	0,93-1,87	0,60-0,91	0,18-0,49	0,16-0,25

* MALAVOLTA: Aula Curso Diagnose Foliar.

** MALAVOLTA (1950) CATANI et al (1959).

Quadro 11 - Comparação entre o Nível Crítico Atual e Teores de N-P-K em Folhas de Cana-de-Açúcar para Dez Séries de Solo do Município de Piracicaba.

Solo	N %		P %		K %	
	Y _a	NC ₂	Y _a	NC ₂	Y _a	NC ₂
TRL	1,64	1,94	0,191	0,186	0,93	1,67
TRM	1,43	1,95	0,142	0,172	1,22	1,61
STD		1,93		0,185		1,68
Tanquinho	1,53		0,182		1,57	
Dois Córregos	1,84		0,202		0,56	
Quebra-dentes	1,36		0,206		1,60	
Sertãozinho	1,49		0,157		1,19	
Ibitiruna	1,64		0,197		1,87	
Saltinho	1,25		0,170		1,19	
Corumbataí	1,36		0,165		1,53	
Godinhos	1,58		0,215		1,52	

3. Informações Colhidas com os Formulários

As principais informações obtidas com os formulários de amostragem encontram-se resumidas no Anexo 2.

4. Necessidade de Adubação

A necessidade de adubação foi calculada, usando-se as equações de regressão e os níveis de N-P-K encontrados em Malavolta et al (1963).

4.1. Terra Roxa Legítima

4.1.1. Nitrogênio

A equação de regressão entre doses de nitrogênio (X) e sua percentagem na folha (Y), para Terra Roxa Legítima é:

$$Y = 1,869 + 0,00176 X - 0,00000538 X^2$$

Como a equação para o cálculo da dose econômica depende dos preços de adubo e de cana, o nível crítico estabelecido foi recalculado para os preços atuais, com o uso da fórmula de Pimentel Gomes e Abreu (1959) e Pimentel Gomes (1961):

$$x^+ = \frac{1}{2} x_u + \frac{1}{c} \log \frac{w_u}{tx_u}$$

onde

x_u = dose de nutrientes que causou o aumento

u = diferença de produção para a testemunha sem o elemento

w = preço unitário do produto agrícola (em tonelada) no campo e sem colher

t = preço unitário do nutriente (em quilograma)

No caso,

$x_u = 120$ kg/ha

$c = 0,0058$

$w = \text{Cr\$ } 24,00$

$u = 6,6$ t/ha

$t = 1,59$ Cr\$/kg N (sulfato de amônio com 20% de nitrogênio ao preço de Cr\$ 318,00 por tonelada)

Aplicando estes dados na fórmula citada tem-se $x^+ = 46,1$ kg/ha; Malavolta et al (1963) contudo, determinaram $x^+ = 10,7$ kg/ha.

Levando o resultado obtido para a equação de regressão obteve-se $Y = 1,939$. O autor cita para o nutriente em questão o nível de 1,89%. O teor encontrado na cana-de-açúcar, nesse local, foi 1,64%, valor esse que para atingir o nível crítico necessitaria de 145,8 kg/ha de nitrogênio, o que seria anti-econômico, já

que a dose de 46,1 kg/ha de N é a que corresponde ao nível crítico fisiológico econômico. Estes resultados são vistos no Quadro 12 e representados no Gráfico 1. Nesse quadro f.c.d. significa fora do campo de determinação da curva de regressão.

Quadro 12 - Comparação dos Resultados Obtidos para X e Y com o Nível Crítico (1963) e o Atual (1972).

Solo	1963		1972		Valor Obtido	
	Y	X	Y	X	Y	X
	<u>Nitrogênio</u>					
TRL	1,89	10,7	1,94	46,1	1,64	199,7
TRM	1,93	69,1	1,95	104,5	1,43	103,9
STD	1,90	94,7	1,93	101,8		
Tanquinho					1,53	f.c.d.
Dois Córregos					1,84	f.c.d.
Quebra-dentes					1,36	f.c.d.
Sertãozinho					1,49	f.c.d.
Ibitiruna					1,64	f.c.d.
Saltinho					1,25	f.c.d.
Corumbataí					1,36	f.c.d.
Godinhos					1,58	f.c.d.

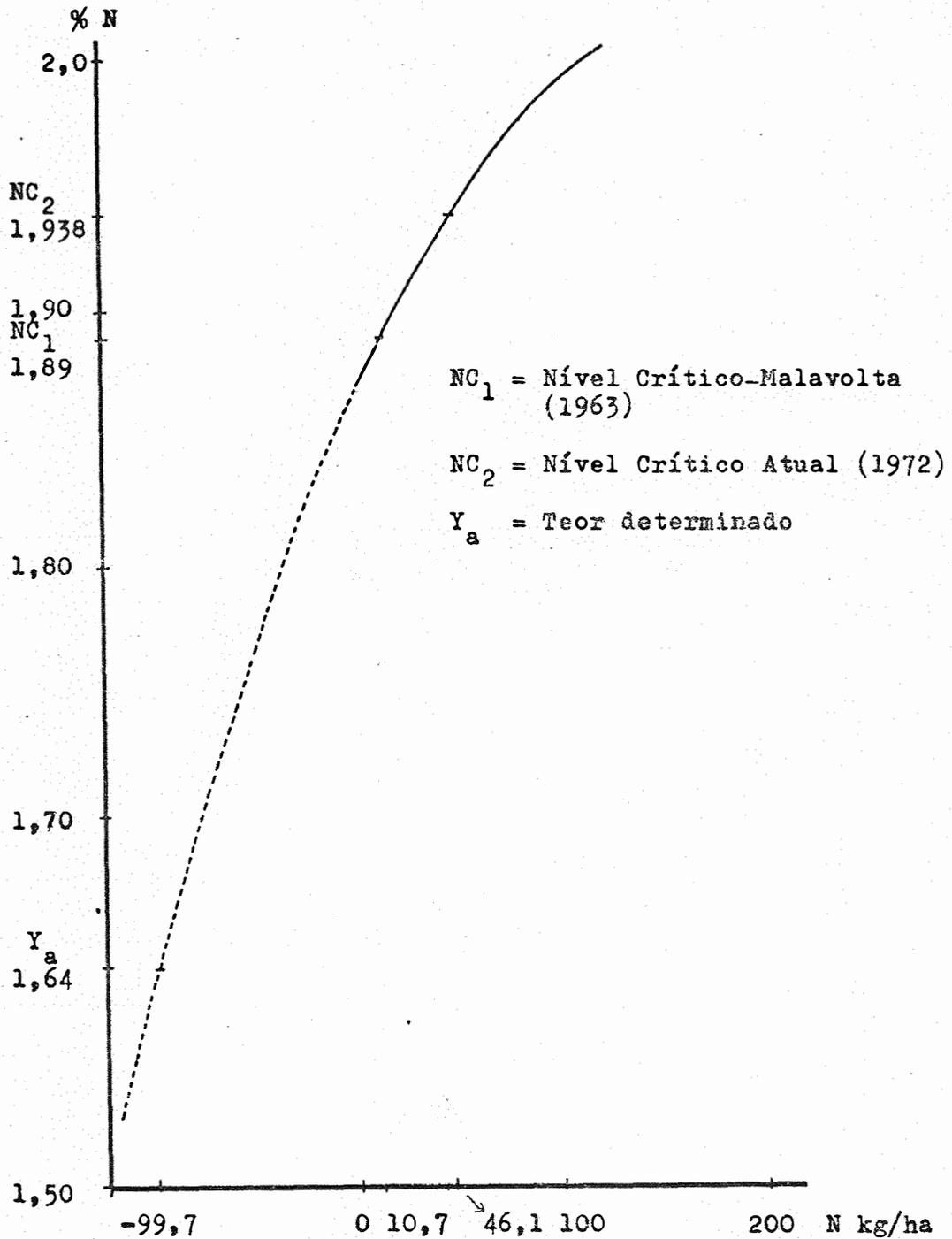
Quadro 12 - Continuação.

Solo	1963		1972		Valor Obtido	
	Y	X	Y	X	Y	X
<u>Fósforo</u>						
TRL	0,184	30,1	0,186	52,9	0,191	f.c.d.
TRM	0,172	49,0	0,172	71,8	0,142	-150,3
STD	0,184	94,7	0,185	117,5		
Tanquinho					0,182	69,6
Dois Córregos					0,202	f.c.d.
Quebra-dentes					0,206	f.c.d.
Sertãozinho					0,157	66,0
Ibitiruna					0,197	f.c.d.
Saltinho					0,170	-11,8
Corumbataí					0,165	-34,7
Godinhos					0,215	f.c.d.
<u>Potássio</u>						
TRL	1,65	133,7	1,67	148,5	0,93	-52,1
TRM	1,58	128,8	1,61	143,6	1,22	-80,5
STD	1,67	129,7	1,68	144,5		
Tanquinho					1,57	f.c.d.
Dois Córregos					0,56	-232,0
Quebra-dentes					1,60	f.c.d.
Sertãozinho					1,19	-82,9
Ibitiruna					1,87	f.c.d.
Saltinho					1,19	-82,9
Corumbataí					1,53	41,8
Godinhos					1,52	36,9

Y = % macronutriente em folhas de cana-de-açúcar - 1963 e 1972 - valores calculados

X = quantidade de adubo correspondente-nutriente assimilável kg/ha

Gráfico 1 - Curva de Regressão entre Doses de Adubo-Nutriente Assimilável e Teor de Nitrogênio em Folhas de Cana-de-Açúcar para Terra Roxa Legítima.



4.1.2. Fósforo

No cálculo de x^+ para esse macronutriente, tem-se:

$$x_u = 150 \text{ kg/ha}$$

$$c = 0,0072$$

$$w = \text{Cr\$ } 24,00$$

$$u = 4,9 \text{ t/ha}$$

$$t = 1,13 \text{ Cr\$/kg P}_2\text{O}_5 \text{ (superfosfato simples com 20\% de P}_2\text{O}_5, \text{ custando Cr\$ } 226,00 \text{ a tonelada).}$$

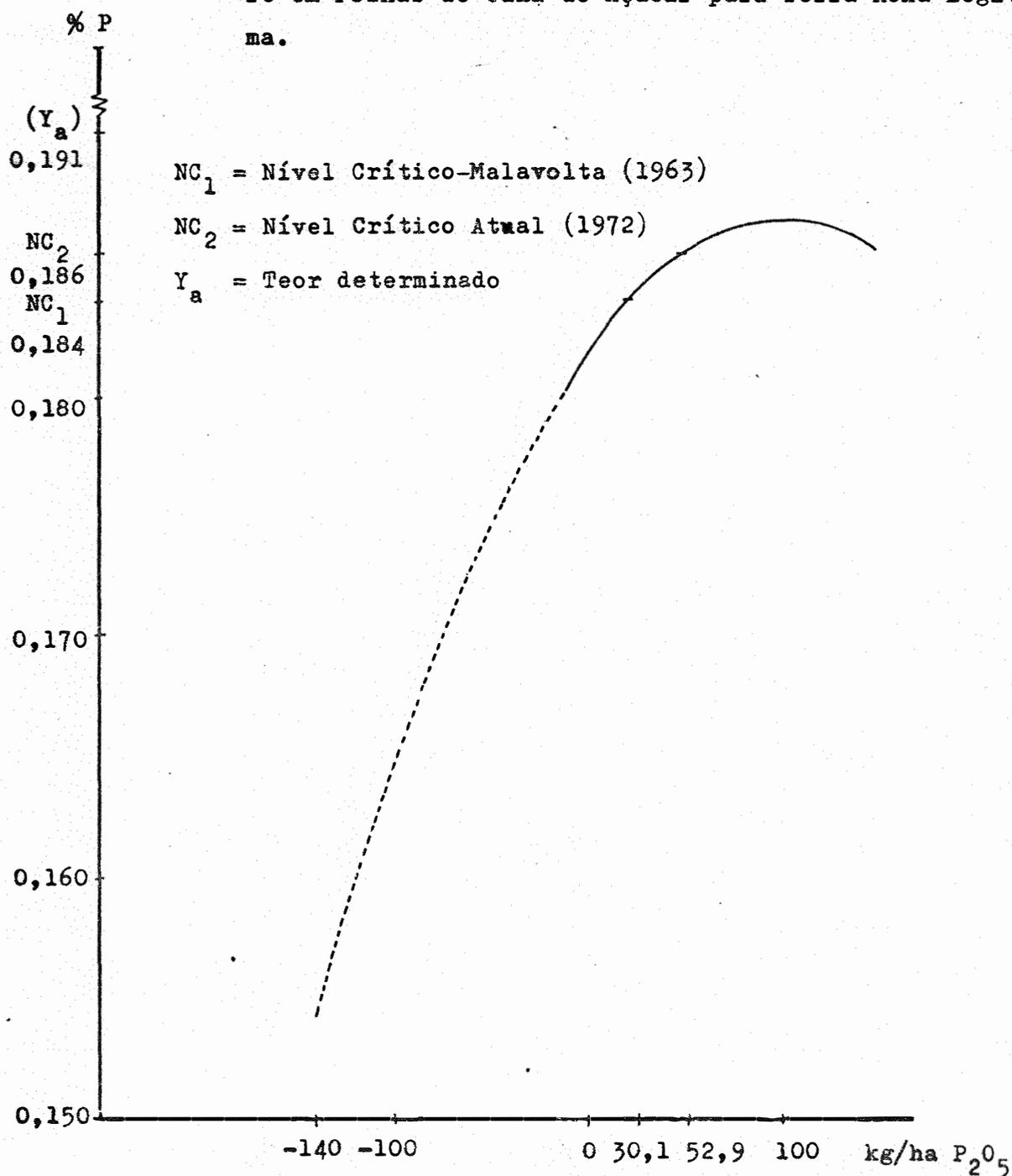
Com esses valores obteve-se: $x^+ = 52,9 \text{ kg/ha de P}_2\text{O}_5$

A equação de regressão no caso é:

$$Y = 0,1815 + 0,0001158 X - 0,0000005664 X^2$$

Tornando-se $X = x^+$, tem-se $Y = 0,1860$, ficando assim praticamente o mesmo obtido por Malavolta et al (1963). A percentagem de fósforo na cultura do local em estudo foi de 0,191%, valor esse que fica acima do ponto máximo da curva de regressão, indicando, portanto, que a cultura está em regime de alimentação de luxo quanto ao nutriente em questão; esses dados são vistos no Quadro 12 e representados no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Fósforo em Folhas de Cana-de-Açúcar para Terra Roxa Legítima.



4.1.3. Potássio

A dose econômica atual, obtida com os seguintes valores:

$$x_u = 150 \text{ kg/ha } P_2O_5$$

$$c = 0,0087$$

$$w = \text{Cr\$ } 24,00$$

$$u = 18,0 \text{ t/ha}$$

$$t = 0,66 \text{ Cr\$/kg } K_2O \text{ (cloreto de potássio com 60\% de } K_2O \text{ a Cr\$ } 397,00 \text{ a tonelada)}$$

ficou sendo

$$x^+ = 148,5 \text{ kg/ha de } K_2O$$

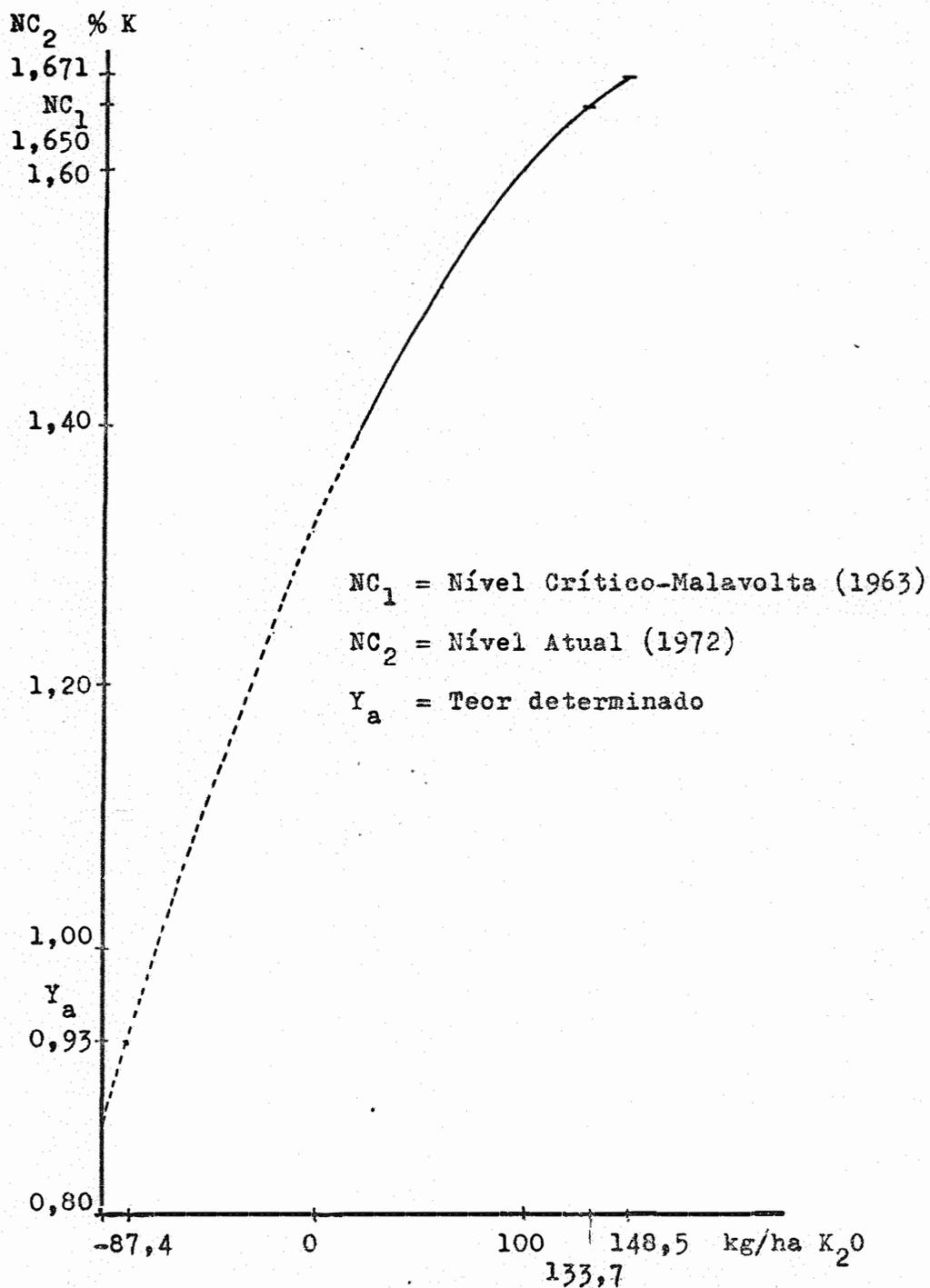
A equação de regressão para o potássio, em Terra Roxa Le gítima é:

$$Y = 1,320 + 0,003683 X - 0,000008889 X^2$$

Substituindo-se X por x^+ , tem-se $Y = 1,671$

O teor amostrado na cana-de-açúcar nesse solo (0,93%) es tá muito aquém desse. A quantidade de K_2O necessária para que esse valor alcance o nível crítico será de 200,6 kg/ha; trata-se de valor acima daquele correspondente ao nível crítico. Veja-se Quadro 12 e Gráfico 3.

Gráfico 3 - Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Potássio em Folhas de Cana-de-Açúcar. Terra Roxa Legítima. Piracicaba, SP.



Dado o ótimo desenvolvimento da cultura nesse solo e a boa composição química deste, o baixo teor de potássio encontrado, assim como o de nitrogênio pode ser atribuído ao efeito da diluição e lavagem pelas águas da chuva, que foram constantes nos sete dias anteriores à amostragem.

4.2. Terra Roxa Misturada

4.2.1. Nitrogênio

Seguindo o que foi feito para Terra Roxa Legítima, a dose econômica para esse solo foi calculada utilizando os dados:

$$x_u = 120 \text{ kg/ha}$$

$$c = 0,0058$$

$$w = \text{Cr\$ } 24,00$$

$$u = 14,4 \text{ t/ha}$$

$$t = 1,59 \text{ Cr\$/kg N}$$

$$x^+ = 104,5 \text{ kg/ha}$$

Malavolta dá como dose econômica 69,1 kg/ha.

Levando o valor de x^+ atual, à equação de regressão:

$$Y = 1,808 + 0,002494 X - 0,000011 X^2$$

tem-se $Y = 1,948$. O trabalho citado dá como nível crítico $Y=1,93\%$ e o teor encontrado na cana-de-açúcar em Terra Roxa Misturada foi de $1,43\%$, como pode ser visto no Quadro 12 e representado no Gráfico 4, valor este que está muito abaixo do nível crítico econômico atual. O solo em questão necessitaria de $208,4$ kg/ha de nitrogênio para atingir o nível crítico, quantidade anti-econômica se comparada com aquela correspondente ao nível crítico ($69,1$ kg/ha).

4.2.2. Fósforo

A dose econômica atual, determinada com:

$$x_u = 150 \text{ kg/ha}$$

$$c = 0,0072$$

$$w = \text{Cr\$ } 24,00$$

$$u = 6,7 \text{ t/ha}$$

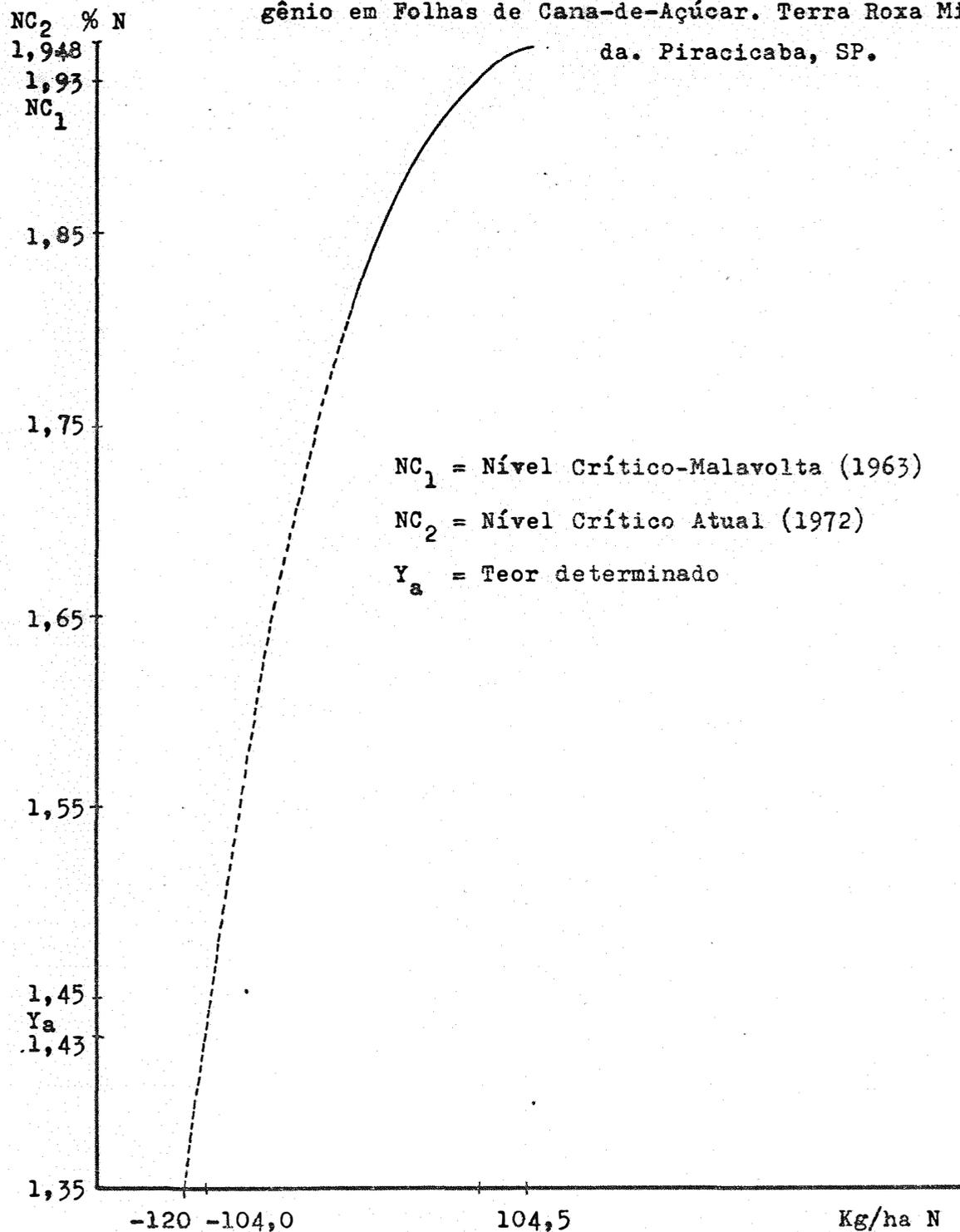
$$t = 1,13 \text{ Cr\$/kg P}_2\text{O}_5$$

correspondeu a $x^+ = 71,8$ kg/ha, que na equação de regressão

$$Y = 0,1669 + 0,0001051 X - 0,0000004032 X^2$$

tornou $Y = 0,1724\%$, nível este praticamente igual ao citado pelo autor, $Y = 0,172\%$ de fósforo.

Gráfico 4 - Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Nitrogênio em Folhas de Cana-de-Açúcar. Terra Roxa Misturada. Piracicaba, SP.



O teor determinado na cultura foi 0,142%, teor esse que como o nitrogênio está muito abaixo do nível adequado e corresponde a uma necessidade de 222,1 kg/ha de P_2O_5 o que também seria anti-econômico, como se vê no Quadro 12 e Gráfico 5.

4.2.3. Potássio

Os valores empregados para a determinação de x^+ foram:

$$x_u = 150 \text{ kg/ha}$$

$$c = 0,0087$$

$$w = \text{Cr\$ } 24,00$$

$$u = 16,3 \text{ t/ha}$$

$$t = 0,66 \text{ Cr\$/kg } K_2O$$

dando uma dose de 143,6 kg/ha de K_2O para um nível crítico de 1,606%, determinado na equação de regressão para esse nutriente em Terra Roxa Misturada

$$Y = 1,35 + 0,002041 X - 0,000001778 X^2.$$

Malavolta et al (1963) obtiveram 128,8 kg/ha de K_2O , em cloreto de potássio, como dose econômica. Esse valor correspondeu a um teor de 1,58% de K na terceira e quarta folhas de cana-de-açúcar. Ver Quadro 12 e Gráfico 6.

Gráfico 5 - Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Fósforo em Folhas de Cana-de-Açúcar. Terra Roxa Misturada. Piracicaba, SP.

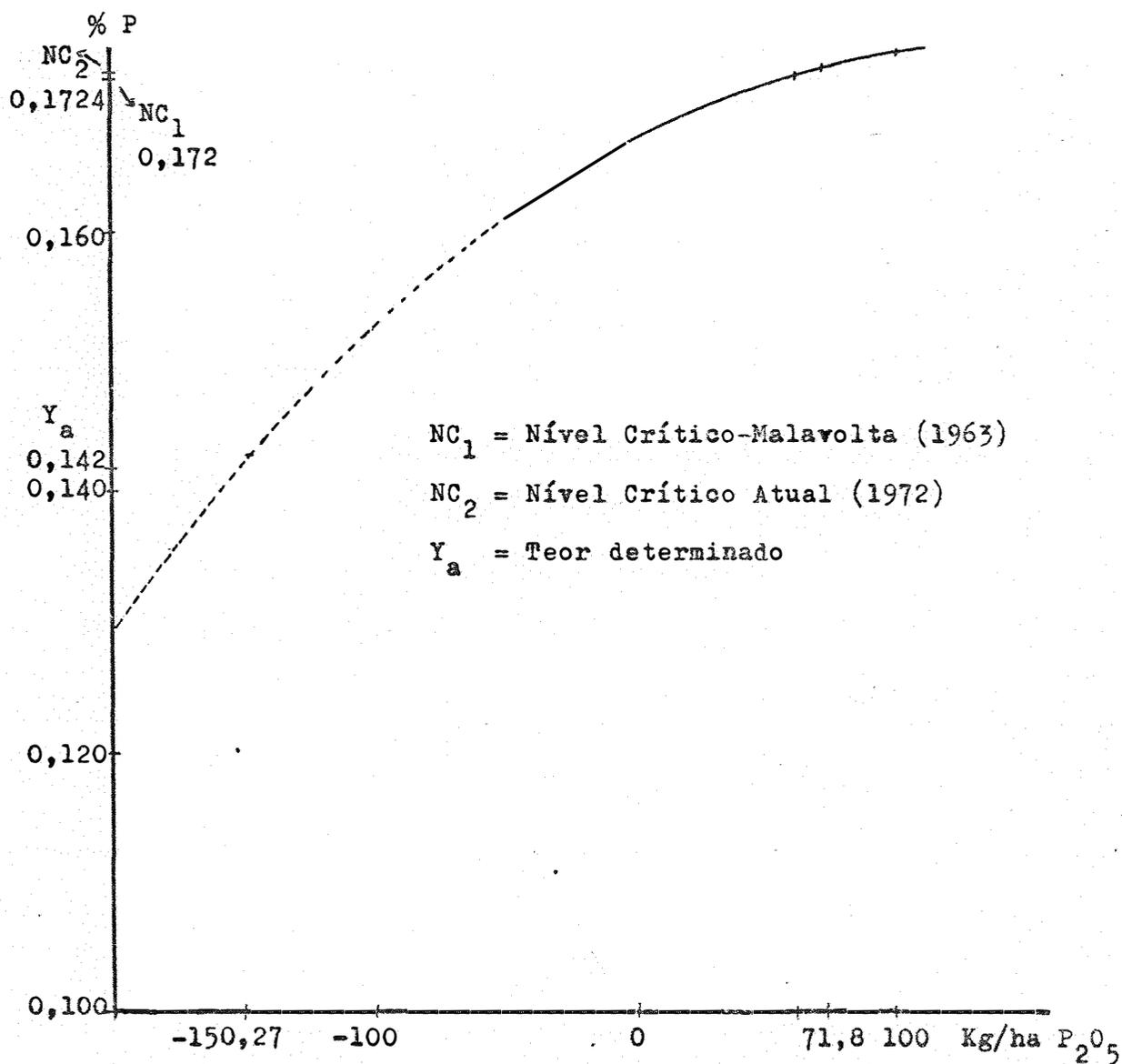
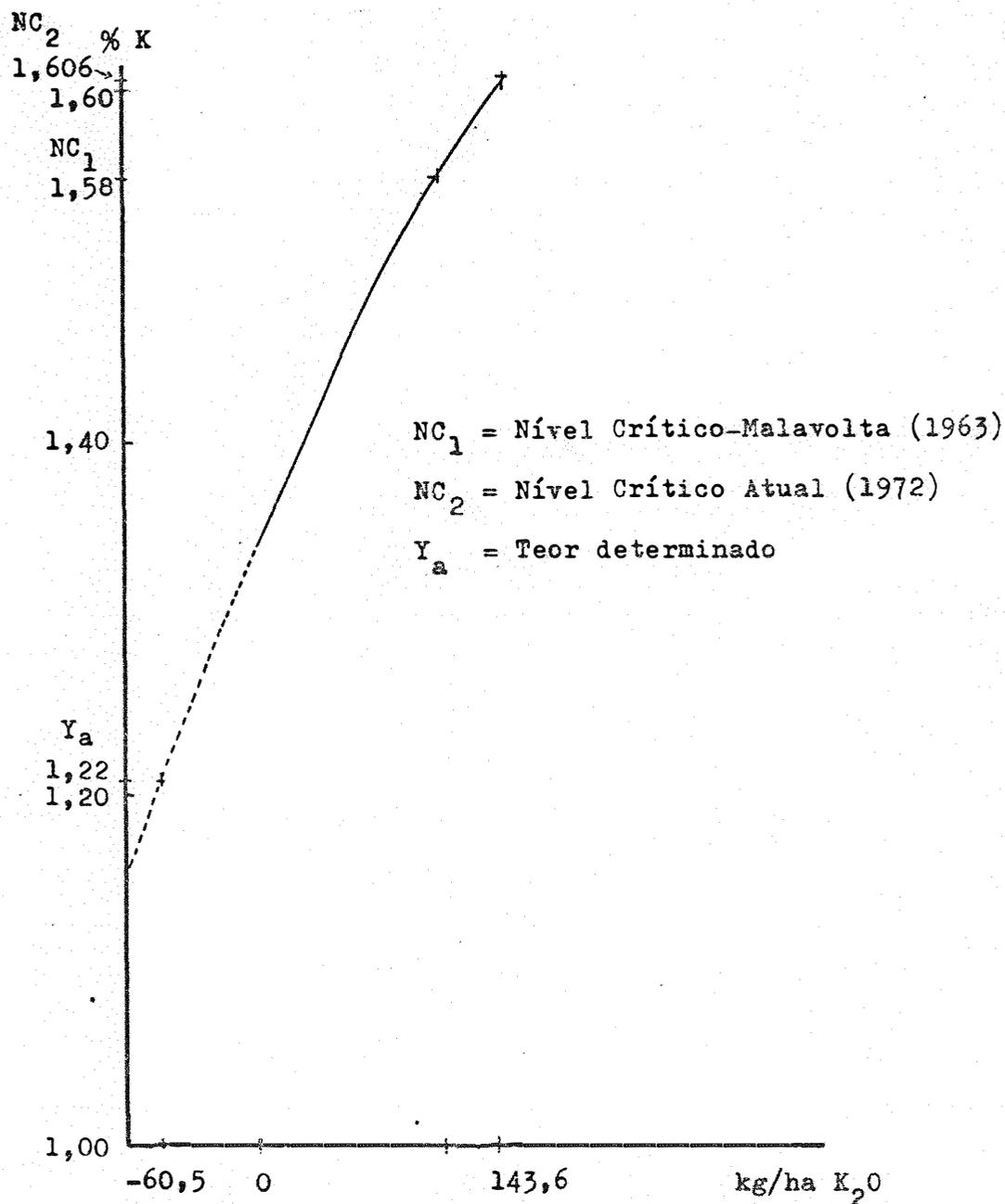


Gráfico 6 - Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Potássio em Folhas de Cana-de-Açúcar. Terra Roxa Misturada. Piracicaba, SP.



O teor de potássio, determinado na cultura, nesse tipo de solo, foi de 1,22%, que da mesma maneira que os outros dois macronutrientes estudados, está muito abaixo daquele considerado satisfatório para a cultura. Esse valor corresponde a uma necessidade de 224,1 kg/ha. No caso, a cultura estava deficiente em potássio, porém, a adubação não seria econômica, visto que para o nível crítico a dose seria de 143,6 kg de K_2O .

4.3. Solos de Tipos Diversos

4.3.1. Nitrogênio

Determinando a dose econômica atual com:

$$x_u = 120 \text{ kg/ha N}$$

$$c = 0,0058$$

$$w = \text{Cr\$ } 24,00$$

$$u = 13,9 \text{ t/ha}$$

$$t = 1,59 \text{ Cr\$/kg N}$$

obteve-se $x^+ = 101,8$, correspondendo a um nível crítico de 1,9326%, nas terceira e quarta folhas da cultura amostrada. Em Malavolta et al (1963), encontra-se uma quantidade de 66,5 kg/ha de N correspondendo a um teor de 1,90%.

O teor determinado nas oito séries enquadradas como Solo de Tipos Diversos é visto no Quadro 12, onde se observa que em todos os locais a cultura estava deficiente. Nenhum desses valores entra na curva de regressão,

$$Y = 1,865 + 0,0002639 X + 0,000003935 X^2$$

como pode ser visto no Gráfico 7.

4.3.2. Fósforo

A dose econômica atual foi obtida com:

$$x_u = 150 \text{ kg/ha}$$

$$c = 0,0072$$

$$w = \text{Cr\$ } 24,00$$

$$u = 14,3 \text{ t/ha}$$

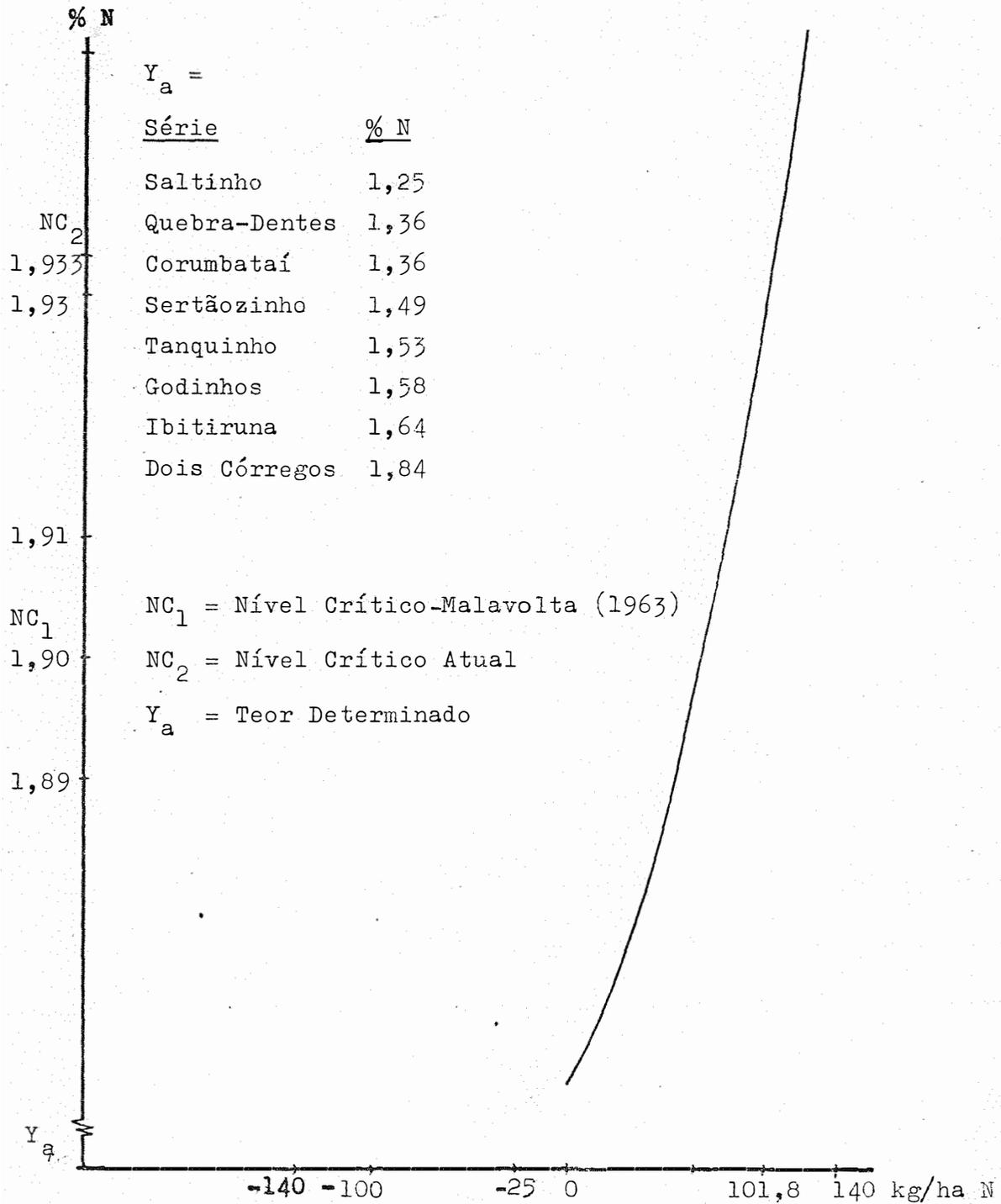
$$t = 1,13 \text{ Cr\$/kg P}_2\text{O}_5, \text{ dando } x^+ = 117,5 \text{ kg/ha}$$

Substituindo X por x^+ na equação de regressão

$$Y = 0,1723 + 0,0001867 X - 0,0000006816 X^2$$

tem-se $Y = 0,1848$.

Gráfico 7 - Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Nitrogênio em Folhas de Cana-de-Açúcar em Solos de Tipos Diversos. Piracicaba, SP.



Malavolta et al (1963) obtiveram 0,184% de P, correspondendo a 94,7 kg/ha de P_2O_5 .

Os valores determinados na cultura com as respectivas necessidades de P_2O_5 são vistos no Quadro 12 e Gráfico 8, onde se observa ser impossível esse cálculo para as séries Dois Córregos, Quebra-dentes, Ibitiruna e Godinhos, já que a percentagem de fósforo determinada nas folhas da cultura da cana-de-açúcar nesses locais, está acima do ponto máximo da curva.

4.3.3. Potássio

Para a dose econômica usaram-se os dados:

$$x_u = 150 \text{ kg/ha}$$

$$c = 0,0087$$

$$w = \text{Cr\$ } 24,00$$

$$u = 16,6 \text{ t/ha}$$

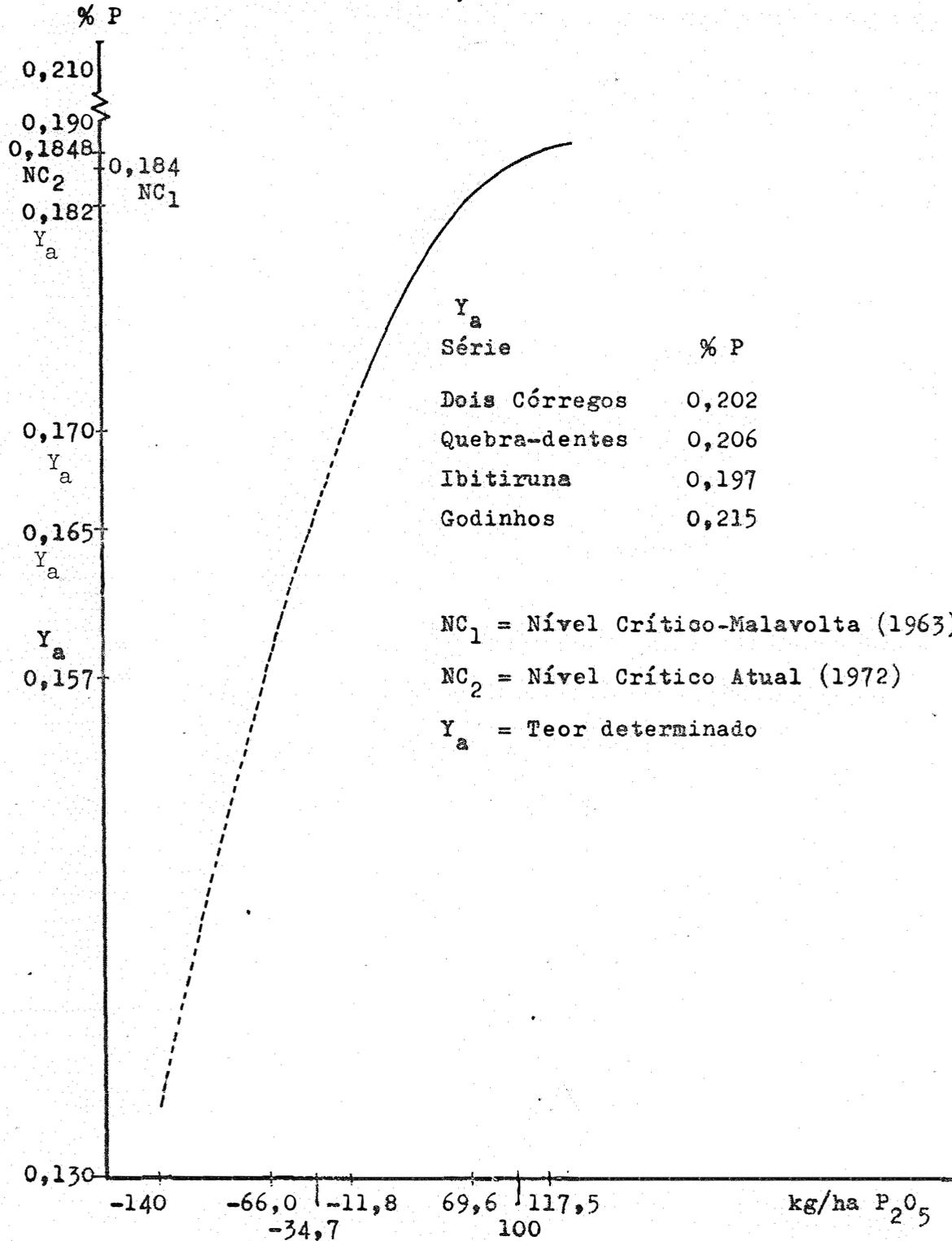
$$t = 0,66 \text{ Cr\$/kg } K_2O, \text{ determinando-se } x^+ = 144,5 \text{ kg/ha.}$$

A equação de regressão

$$Y = 1,435 + 0,0025 X - 0,000005482 X^2$$

forneceu $Y = 1,6818$; o valor obtido por Malavolta et al (1963) foi 1,67% para uma dose de 129,7 kg/ha de K_2O .

Gráfico 8 - Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Percentagem de Fósforo em Folhas de Cana-de-Açúcar. Solos Tipos Diver_{sos}. Piracicaba, SP.



Os teores determinados nas plantações das séries enquadradas em Solos de Tipos Diversos são comparados com o nível crítico no Quadro 12 e Gráfico 9. Vê-se que todos os valores estão abaixo do nível crítico, à exceção da série Ibitiruna, cuja cultura está em regime de alimentação de luxo, com uma percentagem de potássio que está acima do valor máximo da curva de regressão.

No Gráfico 10, comparam-se as médias obtidas nas análises químicas de solos e folhas, para nitrogênio, fósforo e potássio.

Gráfico 9 - Curva de Regressão entre Dose de Adubo e Teor de Potássio em Folhas de Cana-de-Açúcar. Solos de Tipos Diversos. Piracicaba, SP.

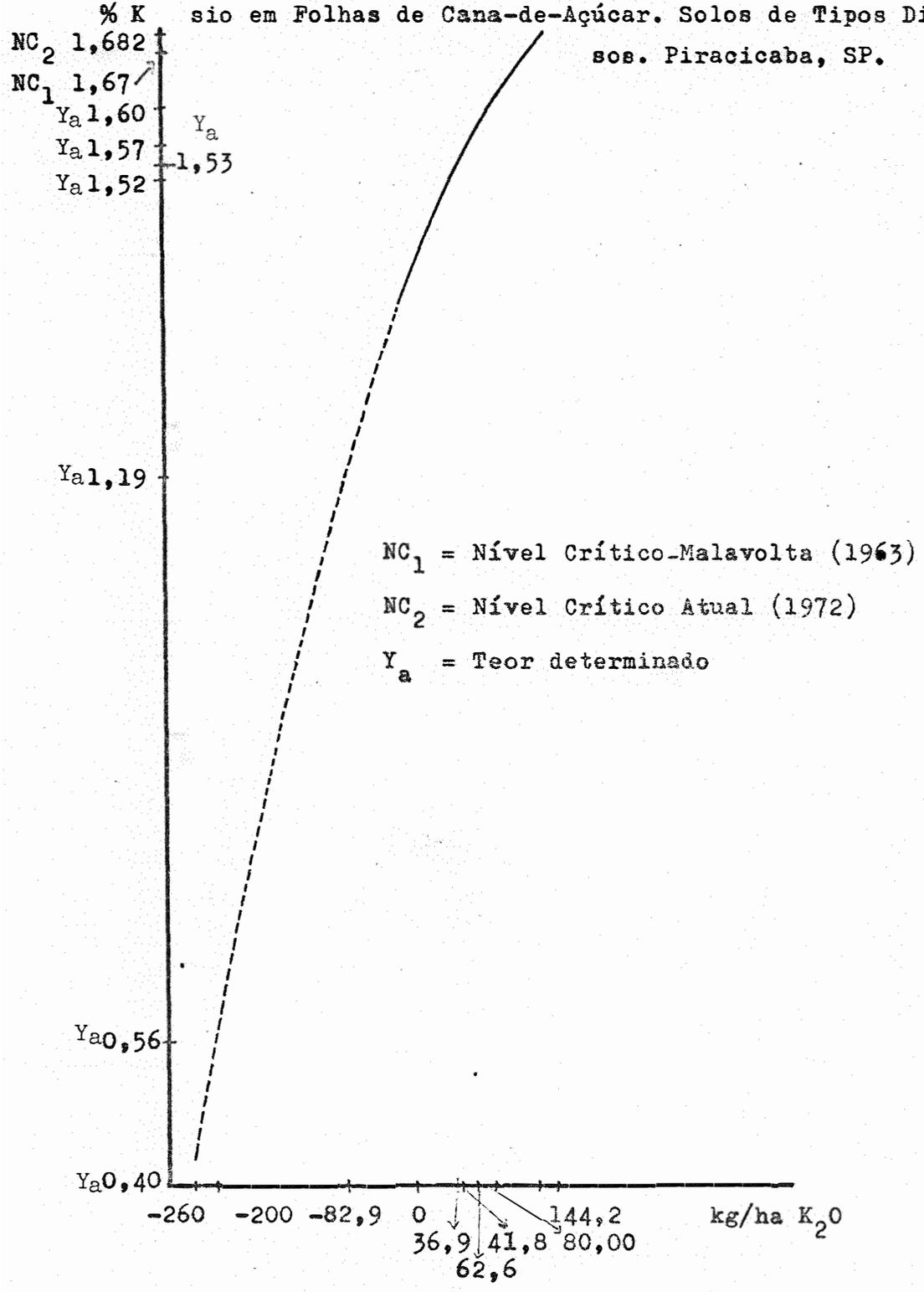
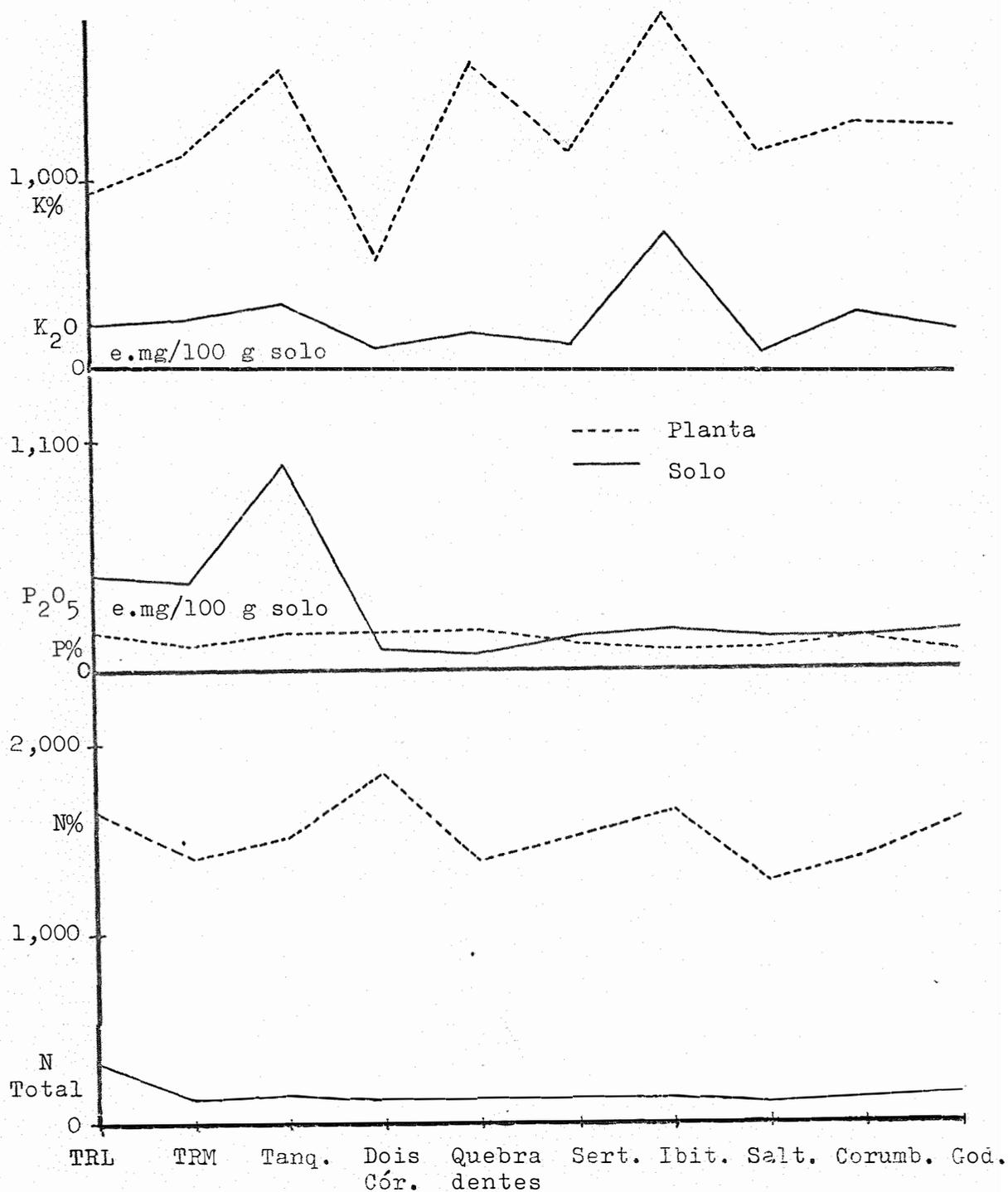


Gráfico 10 - Teores Médios de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em Solo e em Folhas de Cana-de-Açúcar de Dez Locais do Município de Piracicaba, SP.



C A P Í T U L O I V
RESUMO E CONCLUSÕES

Resumo

Realizou-se o levantamento do estado nutricional da cana-de-açúcar em dez séries de solo do município de Piracicaba, São Paulo, conforme relação a seguir:

Terra Roxa Legítima - Série Iracemápolis
Terra Roxa Misturada - Série Luiz de Queiroz
Solos de Tipos Diversos - Série Tanquinho
Série Dois Córregos
Série Quebra-dentes
Série Sertãozinho
Série Ibitiruna
Série Saltinho
Série Corumbataí
Série Godinhos

Para a análise química foliar, em cada local, fizeram-se duas repetições de dez amostras, composta cada uma destas das terceira e quarta folhas de vinte colmos, sendo as análises conduzidas pelos métodos de uso rotineiro nos laboratórios da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

As análises químicas dos solos para pH, matéria orgânica, nitrogênio total, PO_4^{-3} , K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} feitas para os dois talhões pelos métodos convencionais deram como médias, as seguintes:

<u>Solo</u>	pH	Matéria Orgânica	Nitrogênio Total	PO ₄ ⁻³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
Terra Roxa Legítima	6,2	2,83	0,29	0,51	0,25	9,84	0,76
Terra Roxa Misturada	6,0	1,72	0,13	0,37	0,26	7,08	0,28
Solos de Tipos Div.							
Tanquinho	6,6	1,96	0,15	1,06	0,33	9,40	0,60
Dois Córregos	5,7	1,33	0,11	0,10	0,10	3,04	0,36
Quebra-dentes	5,4	1,26	0,11	0,08	0,19	3,64	0,36
Sertãozinho	5,0	1,03	0,11	0,17	0,12	1,36	0,28
Ibitiruna	5,5	1,05	0,13	0,10	0,69	2,20	0,48
Saltinho	6,0	0,54	0,09	0,13	0,08	1,68	0,40
Corumbataí	5,6	0,93	0,13	0,16	0,28	4,56	0,78
Godinhos	5,0	0,90	0,14	0,10	0,21	2,20	0,64

Determinou-se as doses econômicas dos adubos quando considerados (sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio), ao preço vigente em 1971, com o uso da fórmula de Pimentel Gomes e Abreu (1959) e Pimentel Gomes (1961)

$$x^+ = \frac{1}{2} x_u + \left(\frac{1}{c}\right) \log \frac{w_u}{tx_u}$$

obtendo-se os valores seguintes, em quilograma por hectare dos elementos:

<u>Solo</u>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Terra Roxa Legítima	46,1	52,9	148,5
Terra Roxa Misturada	104,5	71,8	143,6
Solos de Tipos Diversos	101,8	117,5	144,5

Considerou-se o conceito fisiológico econômico de nível crítico de Malavolta et al (1963), sendo os dados obtidos pelos autores, recalculados através das equações de regressão indicadas a seguir, determinadas pelos autores citados:

1. Terra Roxa Legítima

Nitrogênio: $Y = 1,869 + 0,00176 X - 0,00000538 X^2$

Fósforo: $Y = 0,1815 + 0,0001158 X - 0,0000005664 X^2$

Potássio: $Y = 1,320 + 0,003683 X - 0,000008889 X^2$

2. Terra Roxa Misturada

Nitrogênio: $Y = 1,808 + 0,002494 X - 0,000011 X^2$

Fósforo: $Y = 0,1669 + 0,0001051 X - 0,0000004032 X^2$

Potássio: $Y = 1,35 + 0,002041 X - 0,000001778 X^2$

3. Solos de Tipos Diversos

Nitrogênio: $Y = 1,865 + 0,0002639 X + 0,000003935 X^2$

Fósforo: $Y = 0,1723 + 0,0001867 X - 0,0000006816 X^2$

Potássio: $Y = 1,435 + 0,002500 X - 0,000005482 X^2$

Nas equações citadas substituiu-se X pelo valor correspondente à dose econômica, obtendo-se em cada caso o nível crítico fisiológico econômico, como se vê a seguir:

<u>Solo</u>	N %	P %	K %
Terra Roxa Legítima	1,94	0,186	1,67
Terra Roxa Misturada	1,95	0,172	1,61
Solos de Tipos Diversos	1,93	0,185	1,68

Os teores médios dos macronutrientes determinados no levantamento do estado nutricional da cana-de-açúcar foram:

<u>Solo</u>	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %
Terra Roxa Legítima	1,64	0,19	0,93	0,90	0,40	0,25
Terra Roxa Misturada	1,43	0,14	1,22	0,63	0,18	0,16
Solos de Tipos Div.						
Tanquinho	1,53	0,18	1,57	0,60	0,25	0,23
Dois Córregos	1,84	0,20	0,56	0,80	0,49	0,18
Quebra-dentes	1,36	0,21	1,60	0,68	0,36	0,19
Sertãozinho	1,49	0,16	1,19	0,62	0,24	0,25
Ibitiruna	1,64	0,20	1,87	0,69	0,30	0,21
Saltinho	1,25	0,17	1,19	0,77	0,35	0,22
Corumbataí	1,36	0,16	1,53	0,90	0,35	0,19
Godinhos	1,58	0,21	1,52	0,65	0,48	0,21
C.V.%	8,9	11,4	15,1	15,7	19,8	20,2
Tukey 5%	0,14	0,02	0,20	0,12	0,07	0,04

Desses resultados obtidos as médias de N, P e K foram levadas à equação de regressão entre dose de adubos (elemento) e percentagem do nutriente na folha, dando como necessidade de adubação para os solos estudados os valores que seguem:

<u>Série</u>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Iracemápolis	145,8	*	200,6
Luiz de Queiroz	208,4	222,1	224,1
Tanquinho	*	47,9	*
Dois Córregos	*	*	376,5
Quebra-dentes	*	*	*
Sertãozinho	*	183,5	227,4
Ibitiruna	*	*	*
Saltinho	*	129,3	227,4
Corumbataí	*	152,2	102,7
Godinhos	*	*	107,6

* Fora do campo de determinação da curva de regressão.

Conclusões

Os dados resultantes do trabalho no que concerne ao nível foliar de macronutrientes, nível crítico fisiológico econômico e necessidade de adubação levam às seguintes conclusões:

1. Nitrogênio

Nos solos considerados, a cultura apresentou acentuada falta de nitrogênio, principalmente em Solos de Tipos Diversos, onde todos os valores dosados nas folhas estavam abaixo do ponto mínimo da curva. Apesar dessa deficiência, a análise dos solos mostrou um bom suprimento de nitrogênio, cujo teor vai de médio a alto, demonstrando o não aproveitamento do nutriente pela cultura.

A necessidade de adubação não foi determinada pelo método em estudo, em solos de tipos diversos.

2. Fósforo

O fósforo foi deficiente em Terra Roxa Misturada e em Solos de Tipos Diversos nas séries Sertãozinho, Corumbataí, Saltinho e Tanquinho, sendo que na série Saltinho a necessidade de adubação correspondeu ao valor mais próximo à dose economicamente aconselhável. Do ponto de vista econômico, a adubação somente seria possível na série Tanquinho. Nos outros locais a cultura estava bem suprida do nutriente.

3. Potássio

A adubação potássica não seria antieconômica nas séries Corumbataí e Godinhos. Nas séries Ibitiruna, Quebra-dentes e Tanquinho a cultura apresentava um teor superior ao nível crítico. Para os locais restantes, a adubação seria antieconômica.

Houve uma relação positiva entre os teores de potássio do solo e da planta.

4. Cálcio

O teor foliar de cálcio mostrou-se suficiente em Terra Roxa Legítima e em Solos de Tipos Diversos nas séries Dois Córre-gos, Saltinho e Corumbataí.

5. Magnésio e Enxofre

Os resultados para magnésio e enxofre em todos os locais foram acima dos teores considerados adequados para a cana-de-açúcar.

SUMMARY

A SURVEY OF SUGAR CANE FIELDS IN PIRACICABA,
SÃO PAULO, BY FOLIAR ANALYSIS

In the search for factors which limit productivity of sugar cane in São Paulo, a survey was conducted by analysing leaf and soils samples from Piracicaba.

In the principal sugar cane areas of Piracicaba,
Terra Roxa Legítima - Soil type Iracemópolis,
Terra Roxa Misturada - Soil type Luiz de Queiroz,
Several Soil Types - Dois Córregos,
Quebra-dentes,
Sertãozinho,
Ibitiruna,
Saltinho,
Corumbataí,
Godinhos.

At each plot ten third and fourth leaves were taken from representatives areas and analyzed for N, P and K.

The soils were analyzed for pH, organic matter, total nitrogen, PO_4^{-3} , K^+ , Ca^{+2} and Mg^{+2} . The dates are

<u>Soil</u>	pH	Organic Matter	Total Nitrogen	PO ₄ ⁻³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²
Terra Roxa Legítima	6.2	2.83	0.29	0.51	0.25	9.84	0.76
Terra Roxa Misturada	6.0	1.72	0.13	0.37	0.26	7.08	0.28
Several Soil Types							
Tanquinho	6.6	1.96	0.15	1.06	0.33	9.40	0.60
Dois Córregos	5.7	1.33	0.11	0.10	0.10	3.04	0.36
Quebra-dentes	5.4	1.26	0.11	0.08	0.19	3.64	0.36
Sertãozinho	5.0	1.03	0.11	0.17	0.12	1.36	0.28
Ibitiruna	5.5	1.05	0.13	0.10	0.69	2.20	0.48
Saltinho	6.0	0.54	0.09	0.13	0.08	1.68	0.40
Corumbataí	5.6	0.93	0.13	0.16	0.28	4.56	0.78
Godinhos	5.0	0.90	0.14	0.10	0.21	2.20	0.64

Economical doses for fertilizer use were calculated by Pimentel Gomes and Abreu (1959) and Pimentel Gomes (1961) formulas:

$$x^+ = \frac{1}{2} x_u \left(\frac{1}{c} \right) \log \frac{wu}{tx_u}$$

The quantities of fertilizer to be use for the different soils are

<u>Soil</u>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Terra Roxa Legítima	46.1	52.9	148.5
Terra Roxa Misturada	104.5	71.8	143.6
Several Soil Types	101.8	117.5	144.5

Admiting the critical level exposed by Malavolta et al (1963), and calculated mathematically for the different soil is for N, P and K.

1. Terra Roxa Legítima

Nitrogen: $Y = 1.869 + 0.00176 X - 0.00000538 X^2$
Phosphorus: $Y = 0.1815 + 0.0001158 X - 0.0000005664 X^2$
Potash: $Y = 1.320 + 0.003683 X - 0.000008889 X^2$

2. Terra Roxa Misturada

Nitrogen: $Y = 1.808 + 0.002494 X - 0.000011 X^2$
Phosphorus: $Y = 0.1669 + 0.0001051 X - 0.0000004032 X^2$
Potash: $Y = 1.35 + 0.002041 X - 0.000001778 X^2$

3. Several Soil Types

Nitrogen: $Y = 1.865 + 0.0002639 X + 0.000003935 X^2$
Phosphorus: $Y = 0.1723 + 0.0001867 X - 0.0000006816 X^2$
Potash: $Y = 1.435 + 0.002500 X - 0.000005482 X^2$

For the evaluation of the critical level it is necessary to replace the value of "x" by the economical calculated dose. The critical levels founded for N, P and K are:

<u>Soil</u>	N %	P %	K %
Terra Roxa Legítima	1.94	0.186	1.67
Terra Roxa Misturada	1.95	0.172	1.61
Several Soil Types	1.93	0.185	1.68

The data for N, P, K, Ca, Mg and S found in the leaves and expressed in percent are:

<u>Soil</u>	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %
Terra Roxa Legítima	1.64	0.19	0.93	0.90	0.40	0.25
Terra Roxa Misturada	1.43	0.14	1.22	0.63	0.18	0.16
Several Soil Types						
Tanquinho	1.53	0.18	1.57	0.60	0.25	0.23
Dois Córregos	1.84	0.20	0.56	0.80	0.49	0.18
Quebra-dentes	1.36	0.21	1.60	0.68	0.36	0.19
Sertãozinho	1.49	0.16	1.19	0.62	0.24	0.25
Ibitiruna	1.64	0.20	1.87	0.69	0.30	0.21
Saltinho	1.25	0.17	1.19	0.77	0.35	0.22
Corumbataí	1.36	0.16	1.53	0.90	0.35	0.19
Godinhos	1.58	0.21	1.52	0.65	0.48	0.21
V.C.%	8.9	11.4	15.1	15.7	19.8	20.2
Tukey test for 5%	0.14	0.02	0.20	0.12	0.07	0.04

The data of N, P and K were use for the calculus of the economical doses in order to find out the quantities of fertilizer to be applied at the different soils are:

<u>Soil Type</u>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Iracemópolis	145.8	*	200.6
Luiz de Queiroz	208.4	222.1	224.1
Tanquinho	*	47.9	*
Dois Córregos	*	*	376.5
Quebra-dentes	*	*	*
Sertãozinho	*	183.5	227.4
Ibitiruna	*	*	*
Saltinho	*	129.3	227.4
Corumbataí	*	152.2	102.7
Godinhos	*	*	107.6

* = impossible to be applied in the formula.

BIBLIOGRAFIA

- CATANI, R.A.; J.R. GALLO; H. GARGANTINI (1955). Amostragem de Solo, Métodos de Análise, Interpretação e Indicações Gerais para Fins de Fertilidade. Inst. Agr. Campinas. Boletim nº 69, 28 pp.
- CATANI, R.A.; H.C. ARRUDA; D. PELEGRINO; H. BERGAMIN FILHO (1959). Absorção de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Silício pela Cana-de-Açúcar, Co 419 e o seu Crescimento em Função da Idade. Anais da E.S.A. "Juiz de Queiroz", 16: 167-190.
- CLEMENTS, H.F. (1957). Crop-logging of sugar cane. The standard nitrogen index and the normal nitrogen index. Hawaii Agr. Exp. Sta., Univ. of Hawaii Bull., nº 123.
- COURY, T.; E. MALAVOLTA; F. PIMENTEL GOMES; O. VALSECHI; W.D.P. ARZOLLA; M.O.C. BRASIL SOBRINHO; H.P. HAAG; F.A.F. MELLO; R.F. NOVAES; G. RANZANI e L.N. MENARD (1957). A Diagnose Foliar na Cana-de-Açúcar I - Resultados preliminares, São Paulo, 28 p.
- DILLEWJIN, C. VAN (1952). Botany of sugar cane. The Chronica Botanica Co., Mass., U.S.A.

EVANS, H. (1942). An Investigation of Physiological Methods of Determining Nutrient Deficiencies in Sugar Cane. Ann. Bot. (N.S.) 6: 413-436.

_____ (1959). Elements other than nitrogen, potassium and phosphorus in the mineral nutrition of sugar cane. Proc. 10th Congr. ISSCT, 473-508.

GARZA, M.A. (1963). Foliar Diagnose Applied to Sugar Cane in Mexico. Statistical Methods. Proc. 11th Congr. of the ISSCT (Mauritius, 1962): 232-238.

GOMES, F.P. (1970). Curso de Estatística Experimental. E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

HAAG, H.P. (1965). Estudos de Nutrição Mineral na Cana-de-Açúcar (*Saccharum officinarum* L.) Variedade CB 41-76 Cultivada em Solução Nutritiva. E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

_____ (1965). Nutrição Mineral da Cana-de-Açúcar - Aula Curso Pós-Graduação de Nutrição de Plantas (mimeografada). E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

HALAIS, P. (1954). Foliar Diagnosis. Mauritius Sugar Ind. Research
Inst. Ann. Rept. 42.

HUMBERT, R.H. (1963). The Growing of Sugar Cane. Elsevier Publ.
Co., Amsterdam, London, New York.

LOTT, W.L.; J.P. NERY; J.R. GALLO e J.C. MEDCALF (1956). A técnica
de análise foliar aplicada ao cafeeiro. IBEC Res.
Inst. Bol. 9.

MALAVOLTA, E; T. COURY; F. PIMENTEL GOMES; O. VALSECCHI; J.D.P. AR
ZOLLA; M.O.C. BRASIL SOBRINHO; H.P. HAAG; F.A.F. DE MELLO;
R.F. NOVAES; S. ARZOLLA; L.N. MENARD e G. RANZANI (1959).
A Diagnose Foliar na Cana-de-Açúcar II - Efeitos resi-
duais de Fósforo e Potássio em Soca e Ressoca III. En-
saio Fatorial NPK 3³. VII Congresso Brasileiro de Ciên-
cia do Solo, Piracicaba, SP.

_____ e F. PIMENTEL GOMES (1961). Plant Analysis and Ferti-
lizer Problems. W. Rewther, Publ. 8 Am. Inst. Biol. Sci.
Washington, 6 D.C., U.S.A.

_____ (1962). ABC da Adubação. Editora Agronômica Ceres
Ltda., São Paulo, 2ª ed.

MALAVOLTA, E.; H.P. HAAG; F.A.F. MELLO; M.O.C. BRASIL SOBRº(1962).

On the Mineral Nutrition of Some Tropical Crops. International Potash Institute, Berne Switzerland.

_____ ; F. PIMENTEL GOMES; T. COURY; C.P. ABREU; O. VAL-
SECCHI; H.P. HAAG; M.O.C. BRASIL SOBRº; F.A.F. DE MELLO;
J.D.P. ARZOLLA; S. ARZOLLA; G. RANZANI; E.J. KIEHL; O.J.
CROCOMO; L.N. MENARD; R.F. NOVAES; O. FREIRE e E.R. OLIV-
VEIRA (1963). A Diagnose Foliar na Cana-de-Açúcar IV.
Resultados de 40 Ensaios Fatoriais NPK 3x3x3 Primeiro
Corte no Estado de São Paulo. IX Congr. Bras. de Ciênc.
do Solo, Fortaleza, Ceará.

_____ (1964). La Nutrition Mineral de Algunas Cosechas
Tropicales. Berna, Instituto de La Potasa, 163 p.

_____ e H.P. HAAG (1964). IX - Nutrição e Adubação. em:
Cultura e Adubação da Cana-de-Açúcar, Instituto Brasilei-
ro da Potassa, São Paulo, Brasil.

MARTIN, J.P. (1941). Varietal differences in Sugarcane in Growth,
Yields and Tolerance to Nutrient Deficiencies. Hawaiian
Planter's Record 45: 79-91.

RANZANI, G.; O. FREIRE; T. KINJO (1966). Carta de Solos do Municí-
pio de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos. E.S.A.
"Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

SAMUELS, G.; P. LANDRAU JR.; S. ALERS e A. RIVERA (1953). The me-
thod of foliar diagnosis as applied to sugar cane. Agr.
Expt. Sta. Univ. Puerto Rico Bull., 123.

A N E X O S

Anexo 1

Estado Nutricional da Cana em Piracicaba

Ficha nº _____

1. Distrito
2. Bairro
3. Nome da Propriedade
-
4. Nome do Proprietário
-
5. Tipo de Solo e Série
-
6. Topografia
7. Área Plantada Total
8. Área do Talhão Amostrado
9. Variedade
10. Origem da Semente
11. Espaçamento
12. Data do Plantio
13. Sintomas
-
-

- 14. Adubação
 - 1) Anos Anteriores
.....
.....
 - 2) 1965
 - a) Plantio
 - b) Cobertura
 - 3) Calagem
- 15. Pragas e Moléstias e seu Controle
- 16. Culturas Anteriores
- 17. Produção Anterior
- 18. Produção 1966
- 19. Data de Amostragem e Hora
- 20. Chuva nos Últimos 7 Dias
- 21. Luminosidade na Hora da Amostragem
- 22. Observações
-
-
-

Informações Colhidas com os Formulários

Solo	Va- riedade	Idade (M)	Desen- volvimen- to	Sin- tomas Defic.	Es- paça- mento	Topo- gra- fia	Chuvas Últimos 7 Dias	Cultura Anterior	Adubação
Iracemópolis	CB 4176	7	Ótimo	K	1,45	Plano	Muita	Cana	5-12-9 no plantio calcá- reo 7 t/alq.
Luiz de Queiroz	"	6	Bom	K	1,50	Declive acent.	Não	Cana	Solorico no Plantio
Tanquinho	"	6	Bom	K	1,30	Levemen- te incl.	Não	Cana	COPIRA no Plantio
Dois Córregos	CB 4013	6	Ruim	N-K	1,20	Idem	Não	Cana	Composto Cooperativa
Quebra-dentes	CB 4176	6	Ruim	N-K	1,30	Idem	Não	Pasto	Adubo de Mangueira
Ibitiruna	Co 419	6	Ótimo	-	1,30	Idem	Não	Banana	Não
Saltinho	CB 4176	5	Ótimo	K	1,20	Plano	Não	Cana	Solorico no Plantio
Godinhos	"	5	Ruim	N-K	1,30	Plano	Não	Pasto	Solorico 2 t/alq. 1/2 Plan- tio 1/2 Cobertura
Sertãozinho	"	6	Regul.	N-K	1,30	Lev. Incl.	Não	Cana	Composto Associação Plan- tadores de Cana
Corumbataí	Co 419	6	Ruim	N-K	1,30	Idem	Não	Cana	Idem 1.300 k/alq.

ANEXO 3

Quadro 13 - Percentagem de Nitrogênio em Folhas de Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo.

Solo	Talhão I - %										Total	Média	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
TRL	1,75	1,75	1,82	1,68	1,75	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	17,5	1,715
TRM	1,26	1,55	1,47	1,82	1,33	1,33	1,26	1,33	1,47	1,33	1,33	14,15	1,415
STD													
Tanquinho	1,61	1,54	1,54	1,51	1,54	1,75	1,54	1,68	1,47	1,40	1,40	15,58	1,558
Dois Córregos	2,03	1,89	1,75	1,61	1,82	1,82	1,75	1,75	1,89	1,75	1,75	18,06	1,806
Quebra-dentes	1,18	1,19	1,33	1,40	1,19	1,12	1,12	1,26	1,20	1,26	1,26	12,25	1,225
Sertãozinho	1,43	1,33	1,47	1,47	1,54	1,26	1,68	1,47	1,40	1,47	1,47	14,56	1,456
Ibitiruna	1,47	1,75	1,61	1,26	1,54	1,54	1,26	1,40	1,47	1,54	1,54	14,84	1,484
Saltinho	1,19	1,05	1,26	1,19	1,19	1,05	0,91	1,05	1,05	1,19	1,19	11,13	1,113
Corumbataí	1,33	1,40	1,54	1,33	1,26	1,26	1,54	1,26	1,33	1,33	1,33	13,58	1,358
Godinhos	1,61	1,54	1,68	1,75	1,33	1,61	1,40	1,61	1,89	1,68	1,68	16,10	1,610
Total												147,40	1,474

Quadro 13 - Continuação.

Solo	Talhão II - %										Total Geral	Média Geral			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
TRL	1,61	1,40	1,47	1,68	1,54	1,61	1,61	1,61	1,54	1,54	1,54	15,61	1,561	32,76	1,638
TRM	1,47	1,39	1,47	1,61	1,40	1,40	1,47	1,33	1,40	1,47	1,41	14,41	1,441	28,56	1,428
STD															
Tanquinho	1,61	1,50	1,61	1,19	1,19	1,61	1,60	1,54	1,54	1,68	1,57	15,07	1,507	30,56	1,528
Dois Côrregos	1,96	2,03	1,96	1,75	1,75	2,03	1,96	1,75	1,75	1,89	1,83	18,83	1,883	36,89	1,844
Quebra-dentes	1,68	1,55	1,26	1,61	1,47	1,40	1,47	1,61	1,54	1,47	1,506	15,06	1,506	27,31	1,365
Sertãozinho	1,54	1,47	1,47	1,40	1,54	1,61	1,47	1,61	1,54	1,61	15,26	15,26	1,526	29,82	1,491
Ibitiruna	1,89	1,96	1,47	1,89	1,89	1,75	1,47	1,82	1,96	1,82	17,92	17,92	1,792	32,76	1,638
Saltinho	1,61	1,61	1,26	1,19	1,40	1,12	1,33	1,54	1,54	1,19	13,79	13,79	1,379	24,92	1,246
Corumbataí	1,82	0,98	1,61	1,26	1,26	1,40	1,54	1,19	1,40	1,19	13,65	13,65	1,365	27,23	1,361
Godinhos	1,54	1,68	1,47	1,75	1,47	1,33	1,61	1,68	1,40	1,61	15,54	15,54	1,554	31,64	1,582
Total											155,14	155,14	1,551	302,54	1,513

Quadro 14 - Percentagem de Fósforo em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo.

Solo	Talhão I - %										Total	Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
TRL	0,188	0,215	0,185	0,188	0,155	0,155	0,168	0,210	0,200	0,208	1,872	0,187
TRM	0,135	0,138	0,160	0,150	0,143	0,145	0,138	0,128	0,148	0,138	1,423	0,142
STD												
Tanquinho	0,185	0,175	0,193	0,183	0,195	0,195	0,195	0,183	0,183	0,166	1,853	0,185
Dois Córregos	0,195	0,195	0,195	0,195	0,190	0,200	0,195	0,193	0,225	0,193	1,976	0,198
Quebra-dentes	0,210	0,170	0,228	0,223	0,180	0,200	0,163	0,190	0,158	0,178	1,900	0,190
Sertãozinho	0,115	0,155	0,150	0,148	0,138	0,145	0,195	0,110	0,175	0,163	0,494	0,149
Ibitiruna	0,208	0,170	0,220	0,208	0,170	0,148	0,200	0,213	0,220	0,205	1,962	0,196
Saltinho	0,155	0,152	0,178	0,165	0,143	0,205	0,150	0,163	0,155	0,143	1,609	0,160
Corumbataí	0,155	0,155	0,160	0,188	0,135	0,170	0,160	0,175	0,158	0,178	1,634	0,163
Godinhos	0,200	0,230	0,200	0,193	0,218	0,213	0,218	0,203	0,260	0,178	2,113	0,211
Total											17,836	0,178

Quadro 14 - Continuação.

Solo	Talhão II - %										Total	Média Geral	Total	Média Geral
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
TR1	0,215	0,185	0,203	0,208	0,215	0,200	0,188	0,173	0,183	0,170	1,945	0,194	3,817	0,191
TRM	0,140	0,155	0,165	0,153	0,143	0,133	0,103	0,155	0,140	0,135	1,422	0,142	2,845	0,142
STD														
Tanquinho	0,180	0,166	0,130	0,183	0,195	0,195	0,195	0,183	0,193	0,166	1,786	0,179	3,639	0,182
Dois Cór- regos	0,205	0,198	0,193	0,215	0,215	0,213	0,205	0,228	0,193	0,210	2,075	0,207	4,051	0,202
Quebra- dentes	0,118	0,215	0,238	0,265	0,213	0,228	0,253	0,185	0,173	0,225	2,113	0,211	4,013	0,206
Sertãozinho	0,165	0,170	0,160	0,150	0,145	0,180	0,193	0,168	0,158	0,165	1,654	0,165	3,148	0,157
Ibitiruna	0,183	0,230	0,203	0,248	0,243	0,155	0,183	0,178	0,205	0,170	1,978	0,198	3,940	0,197
Saltinho	0,183	0,185	0,173	0,188	0,183	0,150	0,175	0,195	0,188	0,175	1,795	0,179	3,404	0,170
Corumbataí	0,190	0,150	0,200	0,143	0,143	0,193	0,175	0,140	0,178	0,165	1,677	0,168	3,311	0,165
Godinhos	0,180	0,230	0,205	0,230	0,215	0,230	0,213	0,238	0,235	0,213	2,189	0,219	4,302	0,215
Total											18,634	0,186	36,470	0,182

Quadro 15 - Percentagem de Potássio em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo.

Solo	Talhão I - %										Total	Média	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
TRL	1,15	0,85	0,65	0,95	1,20	1,00	0,75	0,80	1,00	1,00	1,00	9,35	0,935
TRM	1,40	1,40	1,30	0,90	0,85	0,85	1,15	1,15	1,35	1,55	1,90	11,90	1,190
STD													
Tanquinho	1,65	1,75	1,60	1,55	1,55	1,35	1,55	1,05	1,45	1,45	1,45	14,95	1,490
Dois Córregos	0,35	0,60	0,55	1,20	0,45	0,35	0,35	0,70	0,45	0,30	0,30	5,30	0,530
Quebra-dentes	1,50	1,55	1,50	1,75	1,50	1,50	1,55	1,60	1,30	1,40	15,15	1,515	
Sertãozinho	1,20	0,95	1,25	1,20	1,30	1,15	1,25	1,15	1,10	0,90	11,45	1,145	
Ibitiruna	1,55	2,00	1,85	2,00	1,85	1,90	1,85	1,70	1,65	1,80	18,15	1,815	
Saltinho	1,00	1,10	1,20	1,50	1,48	1,00	1,00	1,20	1,25	1,25	11,98	1,198	
Corumbataí	1,70	1,55	1,75	1,75	1,45	1,50	1,60	1,50	1,65	1,60	16,05	1,605	
Godinhos	1,50	1,55	1,35	1,55	1,75	1,70	1,65	1,80	1,45	1,40	15,80	1,580	
Total											130,08	1,301	

Quadro 15 - Continuação.

Solo	Talhão II - %										Total Média Geral	Total Média Geral	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
TRL	0,95	1,05	1,05	0,75	1,00	0,80	0,85	0,95	0,80	1,05	9,25	18,60	0,930
TRM	0,95	1,00	0,70	1,40	1,35	1,65	1,60	1,60	1,30	0,95	12,50	24,40	1,220
STD													
Tanquinho	1,30	1,55	1,70	1,80	2,05	2,35	1,80	1,15	1,50	1,20	16,40	31,35	1,567
Dois Córregos	0,85	0,30	0,35	0,95	0,55	0,55	0,95	0,50	0,45	0,40	5,85	11,15	0,557
Quebra-dentes	1,40	1,85	1,65	1,85	1,60	1,95	1,80	1,70	1,48	1,60	16,78	31,93	1,596
Sertãozinho	1,10	1,30	1,30	1,25	1,25	1,35	1,20	1,20	1,30	1,15	12,40	23,85	1,192
Ibitiruna	1,70	1,80	1,85	2,10	1,95	2,05	2,10	1,80	1,75	2,15	19,25	37,40	1,870
Saltinho	1,25	1,05	1,40	1,15	1,25	0,80	1,20	1,35	1,00	1,45	11,90	23,88	1,194
Corumbataí	1,40	1,45	1,60	1,55	1,35	1,55	1,40	1,45	1,50	1,35	14,60	30,65	1,532
Godinhos	1,60	1,55	1,20	1,70	1,65	1,60	1,35	1,55	1,15	1,30	14,65	30,45	1,522
Total											133,58	263,66	1,317

Quadro 16 - Percentagem de Cálcio em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo.

Solo	Talhao I - %										Total	Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
TRL	0,73	0,56	0,63	0,63	0,60	0,60	0,70	0,64	0,66	0,60	6,45	0,645
TRM	0,56	0,46	0,50	0,52	0,46	0,40	0,32	0,42	0,33	0,45	4,42	0,442
STD												
Tanquinho	0,54	0,44	0,54	0,44	0,37	0,98	0,48	0,48	0,54	0,42	4,73	0,473
Dois Córregos	0,81	0,92	0,64	0,57	0,80	0,82	0,92	0,84	0,88	0,93	8,13	0,813
Quebra-Dentes	0,71	0,89	0,84	0,63	0,65	0,78	0,68	0,58	0,52	0,84	7,12	0,712
Sertãozinho	0,56	0,71	0,48	0,82	0,59	0,78	0,56	0,58	0,56	0,76	6,40	0,640
Ibitiruna	0,66	0,60	0,64	0,75	0,58	0,66	0,68	0,72	0,78	0,68	6,75	0,675
Saltinho	0,61	0,68	0,58	0,62	0,82	0,80	0,78	0,73	0,63	0,70	6,95	0,695
Corumbataí	0,66	0,67	0,83	1,10	0,96	1,20	0,62	0,93	0,72	0,95	8,69	0,869
Godinhos	0,62	0,75	0,56	0,74	0,57	0,62	0,65	0,62	0,58	0,64	6,35	0,635
Total											65,99	0,660

Quadro 16 - Continuação.

Solo	Talhão II - %										Total Média Geral	Total Média Geral		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
TRL	1,22	1,28	1,17	0,95	1,02	1,22	1,24	1,02	1,44	1,10	11,66	1,166	18,11	0,905
TRM	0,88	0,84	1,00	0,90	0,90	0,69	0,74	0,73	0,73	0,78	8,19	0,819	12,61	0,630
STD														
Tanquinho	0,68	0,66	0,96	0,53	0,88	0,64	0,68	0,88	0,62	0,82	7,35	0,735	12,08	0,604
Dois Córregos	0,43	0,90	0,80	0,75	0,92	0,96	0,86	0,87	0,61	0,86	7,96	0,796	16,09	0,804
Quebra-dentes	0,59	0,52	0,64	0,90	0,60	0,82	0,50	0,66	0,54	0,72	6,49	0,649	13,61	0,680
Sertãozinho	0,64	0,64	0,42	0,60	0,63	0,66	0,58	0,54	0,62	0,64	5,97	0,597	12,37	0,618
Ibitiruna	0,58	0,78	0,72	0,83	0,62	0,68	0,72	0,70	0,66	0,72	7,01	0,701	13,76	0,688
Saltinho	0,78	0,84	0,90	1,06	0,80	1,06	0,80	0,70	0,80	0,76	8,50	0,850	15,45	0,772
Corumbataí	0,89	0,96	0,91	1,10	0,84	1,00	1,10	0,78	0,90	0,92	9,40	0,940	18,09	0,904
Godinhos	0,75	0,70	0,52	0,56	0,67	0,58	0,55	0,66	0,62	0,95	6,58	0,658	12,93	0,646
Total											79,11	0,791	145,10	0,725

Quadro 17 - Porcentagem de Magnésio em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo.

Solo	Talhão I - %										Total Média	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
TRF	0,344	0,322	0,436	0,348	0,245	0,351	0,276	0,423	0,373	0,308	3,426	0,343
TRM	0,156	0,147	0,197	0,172	0,159	0,172	0,125	0,137	0,133	0,144	1,542	0,154
STD												
Tanquinho	0,300	0,200	0,297	0,210	0,237	0,259	0,234	0,300	0,200	0,210	2,447	0,245
Dois Corregos	0,448	0,423	0,417	0,297	0,430	0,545	0,482	0,370	0,506	0,577	4,535	0,453
Quebra-dentes	0,382	0,319	0,498	0,360	0,392	0,344	0,294	0,370	0,287	0,363	3,609	0,361
Sertãozinho	0,250	0,269	0,130	0,154	0,362	0,291	0,284	0,174	0,209	0,199	2,322	0,232
Ibitiruna	0,363	0,224	0,281	0,335	0,242	0,282	0,269	0,310	0,309	0,338	2,953	0,295
Saltinho	0,259	0,385	0,269	0,216	0,344	0,420	0,401	0,308	0,310	0,286	3,198	0,320
Corumbataí	0,280	0,267	0,297	0,338	0,325	0,412	0,284	0,404	0,348	0,335	3,290	0,329
Godinhos	0,482	0,452	0,501	0,490	0,457	0,482	0,344	0,513	0,439	0,433	4,593	0,459
Total											31,915	0,319

Quadro 17 - Continuação.

Solo	Talhão II - %										Total Geral	Média Geral		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
TRL	0,474	0,392	0,417	0,498	0,439	0,513	0,623	0,376	0,506	0,376	4,611	0,461	8,037	0,402
TRM	0,218	0,199	0,242	0,234	0,253	0,237	0,175	0,175	0,175	0,191	2,099	0,210	3,641	0,182
STD														
Tanquinho	0,270	0,270	0,300	0,242	0,227	0,226	0,178	0,292	0,234	0,270	2,509	0,251	4,936	0,247
Dois Côrreg.	0,392	0,652	0,436	0,506	0,593	0,569	0,363	0,624	0,521	0,561	5,217	0,522	9,752	0,488
Quebra-dent.	0,265	0,360	0,332	0,482	0,376	0,423	0,354	0,287	0,248	0,417	3,544	0,354	7,153	0,358
Sertãozinho	0,199	0,194	0,185	0,314	0,296	0,395	0,325	0,182	0,186	0,174	2,423	0,242	4,745	0,237
Ibitiruna	0,269	0,267	0,316	0,366	0,269	0,295	0,299	0,351	0,332	0,333	3,097	0,310	6,050	0,302
Saltinho	0,366	0,417	0,404	0,455	0,401	0,449	0,311	0,284	0,357	0,373	3,817	0,382	7,015	0,351
Corumbataí	0,319	0,344	0,303	0,379	0,556	0,316	0,474	0,267	0,389	0,420	3,767	0,377	7,057	0,353
Godinhos	0,295	0,441	0,703	0,425	0,472	0,624	0,521	0,624	0,561	0,335	5,001	0,500	9,594	0,480
Total											36,085	0,361	68,000	0,340

Quadro 18 - Percentagem de Enxofre em Cana-de-Açúcar nas Dez Séries de Solo.

Solo	Talhão I - %										Total	Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
TRL	0,23	0,20	0,22	0,26	0,27	0,29	0,25	0,23	0,24	0,23	2,42	0,242
TRM	0,13	0,15	0,17	0,16	0,17	0,16	0,14	0,17	0,15	0,15	1,55	0,155
STD												
Tanquinho	0,26	0,26	0,28	0,26	0,28	0,21	0,21	0,21	0,13	0,16	2,26	0,226
Dois Córregos	0,17	0,18	0,18	0,14	0,20	0,25	0,15	0,20	0,18	0,20	1,85	0,185
Quebra-dentes	0,17	0,20	0,15	0,26	0,22	0,20	0,21	0,20	0,15	0,15	1,91	0,191
Sertãozinho	0,13	0,18	0,32	0,27	0,20	0,32	0,26	0,27	0,24	0,27	2,46	0,246
Ibitiruna	0,26	0,33	0,27	0,26	0,23	0,23	0,28	0,13	0,18	0,13	2,30	0,230
Saltinho	0,14	0,24	0,21	0,27	0,30	0,26	0,23	0,22	0,23	0,19	2,29	0,229
Corumbataí	0,21	0,20	0,20	0,18	0,23	0,20	0,19	0,16	0,24	0,19	2,00	0,200
Godinhos	0,16	0,19	0,15	0,25	0,15	0,25	0,15	0,24	0,25	0,29	2,09	0,209
Total											21,13	0,211

Quadro 18 - Continuação.

Solo	Talhão II - %										Total Média Geral	Média Geral		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
TRL	0,20	0,21	0,28	0,26	0,24	0,28	0,29	0,26	0,31	0,25	2,58	0,258	5,00	0,250
TRM	0,18	0,19	0,17	0,16	0,19	0,18	0,15	0,18	0,17	0,15	1,72	0,172	3,27	0,163
STD														
Tanquinho	0,24	0,29	0,31	0,28	0,28	0,21	0,19	0,22	0,16	0,25	2,43	0,243	4,69	0,234
Dois Córregos	0,18	0,15	0,23	0,22	0,20	0,14	0,17	0,20	0,21	0,16	1,86	0,186	3,71	0,185
Quebra-dentes	0,20	0,21	0,17	0,20	0,10	0,18	0,19	0,12	0,15	0,23	1,81	0,181	3,72	0,186
Sertãozinho	0,20	0,29	0,25	0,26	0,27	0,26	0,23	0,26	0,27	0,29	2,58	0,258	5,04	0,252
Ibitiruna	0,25	0,26	0,25	0,22	0,26	0,24	0,14	0,16	0,10	0,10	1,98	0,198	4,28	0,214
Saltinho	0,12	0,21	0,23	0,25	0,28	0,26	0,22	0,13	0,24	0,13	2,17	0,217	4,46	0,223
Corumbataí	0,21	0,13	0,20	0,19	0,20	0,18	0,16	0,14	0,20	0,16	1,77	0,177	3,77	0,188
Godinhos	0,14	0,13	0,25	0,17	0,24	0,29	0,24	0,13	0,16	0,20	2,05	0,205	4,14	0,207
Total											20,95	0,209	42,08	0,210