Universidade de São Paulo
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"

EFEITOS DO GESSO COMO FONTE DE CÁLCIO E DE
ENXOFRE NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.)

FRANCISCO ALFREDO FERNANDES

Orientador: FRANCISCO DE ASSIS FERRAZ DE MELLO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: *Solos e Nutrição de Plantas*.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1985

A

meus

pais

FRANCISCO

e

NAIR

OFEREÇO

A

minha

filha

TATIANA

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. *Francisco de Assis Ferraz de Mello*, pela amizade e orientação;
- Ao Dr. *Eurípedes Malavolta*, pelo apoio, sugestões e amizade;
- Ao Eng^o Agr^o *Alfredo José Fernandes*, pelo estímulo e incentivo, além do valioso auxílio prestado;
- Ao Eng^o Agr^o *Sergio Ricardo Celloni*, por seu desvelo e ajuda inestimável na parte de campo;
- Ao Sr. *Alfredo José Ferraz de Mello*, pela sua boa vontade e esmero nos serviços de datilografia;
- À *Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES);
- À *Diretoria da Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista* (ESAPP);
- A todos que, direta ou indiretamente, embora não citados, colaboraram para o desenvolvimento desta obra;
- E a DEUS, cuja presença invisível se fez sentir em todos os momentos cruciais, ao longo do "infinito" número de horas que dediquei a este trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

FRANCISCO ALFREDO FERNANDES, filho de Francisco José Fernandes Junior e Nair Aissa Fernandes, nascido na cidade de São Paulo, Brasil, aos 3 dias do mês de novembro de 1947.

Em 1977, obteve o diploma de Engenheiro Agrônomo pe Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universida de de São Paulo, na cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil.

Desde então, vem exercendo atividades de docência no ensino superior em Agronomia, sendo atualmente, docente da ca deira de Solos na *Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista*, na cidade de Paraguaçu Paulista, Estado de São Pau lo, Brasil.

INDICE

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.	18
3.1. Local.	18
3.2. Solo.	18
3.3. Clima.	21
3.4. Variedades estudadas.	22
3.5. Desenho experimental.	25
3.6. Preparo do solo e demarcação do experimento. . .	30
3.7. Plantio.	31
3.8. Adubação.	32
3.8.1. Aplicação dos tratamentos.	32
3.8.2. Preparo dos materiais aplicados.	33
3.9. Diagnose foliar.	33
3.9.1. Amostragem foliar.	34
3.9.2. Análise química das folhas.	34
3.10. Levantamento da produção por hectare.	35
4. RESULTADOS.	36
4.1. Explicações gerais e Análise Estatística . . .	36
4.2. Tabela e gráficos respectivos, relativos ao Sub-Capítulo 5.1.	45

4.3. Tabela e gráficos respectivos, referentes ao Sub-Capítulo 5.2.	48
4.4. Tabelas e respectivos gráficos, referentes ao Sub-Capítulo 5.3.	51
4.5. Tabelas e respectivos gráficos, relativos ao Sub-Capítulo 5.4.	58
4.6. Fotos do experimento.	62
5. DISCUSSÃO	67
5.1. Relação entre altura média das plantas e os respectivos tratamentos aplicados.	67
5.2. Relação entre produção média por hectare, e as diferentes fontes, de aplicação e quantida <u>des</u> de Cálcio e de Enxofre, aplicadas ao solo.	69
5.3. Relação entre teor dos elementos encontrado na folha, e o teor destes mesmos elementos apli <u>cado</u> ao solo.	71
5.3.1. Teores foliares de Cálcio.	71
5.3.2. Teores foliares de Enxofre.	73
5.3.3. Teores foliares de N, P, K e Mg.	74
5.4. Relação entre teor dos elementos encontrados nas folhas, e as respectivas produções médias obtidas.	75
5.4.1. Teores foliares de Cálcio.	
5.4.2. Teores foliares de Enxofre.	77

6. CONCLUSÕES.	79
6.1. Conclusões referentes à altura média das plan tas.	79
6.2. Conclusões referentes à produção média por hec tare.	81
6.3. Conclusões referentes aos teores foliares dos elementos, em função das quantidades em que fo ram aplicados ao solo.	82
6.4. Conclusões referentes aos teores foliares de Cálcio e de Enxofre, e as respectivas produ ções médias por hectare.	84
7. BIBLIOGRAFIA.	86

EFEITOS DO GESSO COMO FONTE DE CÁLCIO E DE
ENXOFRE NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.)

FRANCISCO ALFREDO FERNANDES

FRANCISCO DE ASSIS FERRAZ DE MELLO

ORIENTADOR

RESUMO

Foi estudado o efeito do gesso como fonte de cálcio e de enxofre para a cana-de-açúcar.

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista situada no município de Paraguaçu Paulista, que tem as seguintes coordenadas geográficas: 22°24' de latitude sul e 50°34' de longitude oeste. A altitude é de 505 m.

O solo é o Latossolo Vermelho Escuro, textura média.

As variedades de cana utilizadas foram a NA-5679 e a CB-4176.

O gesso foi aplicado de três modos: como enchimento da fórmula NPK, em cobertura e no sulco de plantio.

Foram utilizados também tratamentos em que o enxofre foi empregado nas formas elementar e de sulfato de amônio bem como um tratamento testemunha na qual a fonte de nitrogênio foi a uréia.

Todos os tratamentos receberam fósforo na forma de superfosfato triplo e potássio na forma de cloreto.

As principais conclusões podem ser resumidas do seguinte modo:

a) O gesso aplicado em cobertura na dose de 500 kg/ha promoveu significativo aumento de produção.

b) O gesso se revelou bom material para enchimento da fórmula de adubação no que se refere à elevação da produção.

c) O gesso, de um modo geral, causou aumentos nos teores de cálcio e de enxofre das folhas.

EFFECTS OF GYPSUM AS A SOURCE OF CALCIUM AND SULFUR
FOR SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L.)

FRANCISCO ALFREDO FERNANDES

FRANCISCO DE ASSIS FERRAZ DE MELLO

AUTHOR

ADVISER

SUMMARY

Experiments to study the effects of gypsum as calcium and sulfur source for sugar cane were carried out at the experimental farm of the School of Agriculture of Paraguaçu Paulista, located in Paraguaçu, São Paulo, 22°24' S and 50°34' W, 505 m height.

The sugar cane varieties NA-5679 and CB-4176 were planted in dark-red sandy latosol. Gypsum was applied as: mixed with NPK fertilizer, broadcast and in planting furrows. For comparative purposes, sulfur was also added as elemental sulfur and as ammonium sulfate in separate essays. Experiments using urea as a nitrogen source were the control. In all the cases phosphorus was applied in the form of triple superphosphate and potassium as KCl.

The main conclusions are:

a) Broadcast application of 500 kg/ha gypsum and mixed with NPK fertilizer significantly increased crop production.

b) Gypsum showed be a good material

c) In general, the application of gypsum increased leaf' concentration of calcium and sulfur.

1. INTRODUÇÃO

Na busca de novas fontes de nutrientes para as plantas agrícolas, o homem viu-se obrigado a pesquisar os diversos materiais existentes potencialmente aproveitáveis.

Considerando-se as diferentes possibilidades tais como o lixo urbano reprocessado, escórias industriais, vinhaça, e outros materiais, despertou-se-lhe o interesse em pesquisar um material deveras interessante, que é o gesso (Sulfato de Cálcio), do qual se dispõe em grande quantidade, neste país, sob a forma de resíduo da indústria de fertilizantes. Este material recebeu a designação específica de FOSFOGESSO, e é o sulfato de cálcio obtido como subproduto da obtenção do ácido fósforico, utilizado na fabricação do super

fosfato triplo, fosfatos de amônio, MAP e DAP. É um material que apresenta características químicas e físicas bastante favoráveis à sua utilização na agricultura.

O Gesso é fonte de dois nutrientes essenciais às plantas, que são o Enxofre e o Cálcio. Ambos são considerados macronutrientes, ou seja, elementos exigidos em quantidades relativamente grandes pelas plantas. Não obstante, sabe-se que até o presente momento, este material, pelo menos potencialmente nutritivo, não vem sendo utilizado de forma significativa na agricultura. Sabe-se também, que o Brasil importa anualmente grandes quantidades de Enxofre na forma elementar, que, entre outras finalidades, é utilizado largamente na fabricação de adubos sulfurados tais como o sulfato de amônio, o sulfonitrato de amônio, superfosfato simples, e outros.

Por outro lado, calcula-se que quando todas as fábricas brasileiras de superfosfato triplo e de fosfatos de amônio estiverem em plena produção, haverá anualmente uma quantidade de Gesso (Fosfogesso) acumulada sob a forma de resíduo, da ordem de sete milhões de toneladas, que corresponde a mais de um milhão de toneladas de Enxofre, ou seja, três vezes a necessidade de enxofre das culturas de todo o país. Devido a isto, a indústria já está tomando providências para mu

dar seus processos de fabricação, a fim de evitar o desperdício representado pelo não aproveitamento do Gesso.

Pesquisando-se a possibilidade de utilizar racionalmente o Gesso na agricultura, visando o aumento da produtividade, estudou-se neste trabalho, o seu aproveitamento pela cana-de-açúcar, cultura esta bastante exigente em enxofre. Da mesma forma, pesquisando-se a possibilidade de se utilizar este material em diversas outras culturas, poder-se-á no futuro, reduzir-se o volume das importações de Enxofre, fato que sem dúvida contribuirá para o abaixamento das despesas externas do país, ao mesmo tempo que reduzirá o custo de produção de diversas culturas exigentes em Enxofre, como é o caso da cana-de-açúcar.

A pesquisa sobre a utilização do Gesso na agricultura encontra-se atualmente em seus primeiros estágios. Não obstante, o que foi pesquisado até o momento revelou maior número de resultados favoráveis, em relação a alguns poucos e pouco significativos resultados desfavoráveis.

Na cultura da cana-de-açúcar, pouco se sabe a respeito do seu aproveitamento, por enquanto. Sabe-se porém, que esta planta é bastante exigente em Enxofre, tanto ou mais do que em fósforo (macronutriente).

Sob o ponto de vista econômico, é muito mais

vantajoso aplicar o Gesso como fonte de enxofre, do que aplicar os adubos comerciais que contêm esse elemento, uma vez que estes últimos são muito mais caros.

Sabemos hoje que o Gesso já era utilizado como adubo pelos gregos e pelos romanos, na antigüidade. O seu valor agrícola no continente americano, conta a tradição, foi demonstrado por Benjamin Franklin, nos Estados Unidos da América do Norte. Na encosta de uma colina ele aplicou gesso, criando a frase:

"This land has been plastered"

que quer dizer, "Este solo foi gessado". O maior crescimento da pastagem na área que recebeu o Gesso serviu para demonstrar a sua eficiência como adubo.

O exposto permite concluir que o Gesso não é um material qualquer, que se possa desprezar sem qualquer pesquisa, pelo contrário, é um material cuja potencialidade como fornecedor de elementos nutrientes importantes quais sejam o Enxofre e o Cálcio, para as culturas, deve levar o pesquisador consciente a estudá-lo com a máxima seriedade e dedicação.

Testando-se diferentes fontes, diferentes formas de aplicação, e diferentes quantidades de Cálcio e de En

xofre, na cultura de cana-de-açúcar (em duas variedades dife
rentes), o presente trabalho teve por objetivos:

1º Observar o desenvolvimento da cultura da
cana-de-açúcar, em determinada fase do seu desenvolvimento
(no caso, aos três meses de idade), através da altura média
das plantas;

2º Observar a produção média por hectare;

3º Observar a relação entre a produção média
por hectare e o teor foliar dos elementos aplicados ao solo;

4º Observar a relação entre o teor dos elemenen
tos aplicados ao solo, e o teor desses mesmos elementos, en
contrados nas folhas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A literatura mundial e brasileira sobre a utilização do gesso na agricultura, suas implicações econômicas, seu comportamento no solo, seu potencial como adubo, seu aproveitamento pelas plantas, em fim, seu real valor na agricultura, encontra-se ainda, praticamente, na sua fase inicial de pesquisa, necessitando, portanto, de estudos mais aprofundados. A presente revisão de literatura procurou abordar os aspectos importantes, relacionados com a questão, voltando seu enfoque principalmente sobre a cultura da cana-de-açúcar, planta teste utilizada neste experimento.

a) VALOR AGRÍCOLA DO GESSO

Como já foi visto na primeira parte deste trabalho, a utilização do gesso pelo homem, na agricultura, remonta aos tempos mais antigos, porém, os trabalhos pioneiros no âmbito científico são relativamente recentes.

CASTILLA (1954), HERNANDO *et alii* (1963), MELLO *et alii* (1974) e MALAVOLTA *et alii* (1979) são unânimes em afirmar que o elevado pH dos solos alcalinos é reduzido a um valor adequado à vida das plantas agricultáveis, em decorrência da aplicação de doses maciças de gesso (2 a 5 ton/ha), seguidas de irrigação abundante para intensa lixiviação do perfil, e conseqüente drenagem, para eliminação dos sais dissolvidos.

Tal não acontece nos solos não-alcalinos, onde as doses aplicadas de gesso são bem menores, relativamente, ao redor de 300 a 600 kg/ha, como adubo (JONES e RUCKMAN, 1969; MALAVOLTA *et alii*, 1979; FERNANDES, 1982).

A absorção do Zn pelo arroz foi favorecida pelo abaixamento do pH em solos alcalinos, mediante a aplicação de diferentes doses de gesso, TAKKAR e SINGH (1978).

Na cultura do amendoim, o gesso pode ser aplicado ao lado das plantas, antes da amontoa, ou seja, por ocasião do florescimento (FERREIRA *et alii* (s.d.)). Conforme es

tes autores, é uma prática que ajuda a reduzir a porcentagem de flores abortadas, concorrendo assim, para o aumento da produção.

A alfafa é uma das plantas que mais prontamente respondem à aplicação do gesso, ERDMAN E BOLLEN (1925), citado por MALAVOLTA (1976, pg. 181).

CONRAD, citado por JONES e RUCKMAN (1966), realizou estudos comparativos entre a superfície aplicada de gesso e a de enxofre na forma elementar, visando estabelecer uma correlação que servisse de base para tais estudos. Nestes experimentos, o enxofre aplicado na forma elementar estimulou o aumento das produções, com eficiência aproximadamente igual àquelas obtidas da aplicação do enxofre contido no gesso, exceto nas áreas (regiões) de precipitação limitada. Sob estas condições, as parcelas que receberam gesso sobrepujaram as parcelas que receberam o enxofre na forma elementar.

Os pesquisadores MAY, TILL e DOWNES (1967), estudando a viabilidade do uso do gesso em pastagens, e utilizando enxofre marcado (S^{35}), observaram que, mesmo após dois anos da aplicação, ainda havia no solo, enxofre em quantidades suficientes para atender as exigências nutricionais das plantas.

Testando o efeito da aplicação do gesso como

fonte de enxofre na cana-de-açúcar, HOWES (1967) não constatou nenhuma diferença, em termos de aumento de produção e/ou do teor de sacarose, nos tratamentos que receberam o enxofre, puramente na forma elementar. Verificou aumentos destes valores, entretanto, nos tratamentos que receberam o enxofre contido no gesso.

Com o fim de comparar os efeitos da aplicação de enxofre, na forma elementar e enxofre contido no gesso, tendo padronizado a granulometria destas partículas, JONES e RUCKMAN (1969) observaram que a absorção do enxofre aplicado na forma elementar, proveniente das menores partículas, foi relativamente maior. Ainda conforme estes autores, a absorção do enxofre contido no gesso mostrou resultado semelhante, tendo sido porém, relativamente mais rápida, a diminuição deste no solo, e, ao final de quatro anos de experimento, a produção de forragens obtida pelos tratamentos com gesso, superou a todos os demais tratamentos.

Estudos feitos por REEVE e SUMNER (1972) mostraram que o gesso incorporado às camadas superficiais do solo tem a capacidade de, atingindo camadas mais profundas, promover nestas a diminuição da saturação de alumínio, reduzindo desta forma a toxidez provocada pelo excesso deste elemento.

b) IMPORTÂNCIA DA RELAÇÃO ENTRE O USO DO GES
SO E OUTROS ADUBOS PORTADORES DE ENXOFRE ,
E O USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NA
CANA DE AÇÚCAR.

Segundo LIPMAN (1911), citado por MALAVOLTA (1976), quando se usa o S elementar na adubação, ele se transforma no solo, através dos microorganismos, da seguinte forma:

WAKSMAN (1927), também citado por MALAVOLTA (1976), recomenda a adição de microorganismos oxidantes ao enxofre em pó, quando este é aplicado ao solo, com o fim de obter uma mais completa oxidação do material, sendo o mais indicado para isto o *Thiobacillus thiooxidans*.

Ainda, conforme MALAVOLTA (1976), a oxidação do enxofre elementar a ácido sulfúrico possibilita o aproveitamento do S. A acidez limita, naturalmente, a possibilidade de se usar quantidades muito grandes deste material, uma vez que o abaixamento demasiado do pH pode criar condições desfavoráveis à vida das plantas.

Sobre o fracionamento do N em cana-planta em Terra Roxa, ALVAREZ *et alii* (1963) observaram que as produções devidas aos parcelamentos não diferiram entre si, com exceção da dose menor de N aplicada aos 2,5 meses, que foi inferior.

Conforme HUMBERT (1968), nem sempre diferentes variedades de cana-de-açúcar respondem de modo similar a uma mesma adubação.

O uso contínuo de fertilizantes isentos de enxofre, tais como a uréia e a amônia, faz aumentar a possibilidade de aparecimento dos sintomas de deficiência deste elemento na cana-de-açúcar, SEDL (1968).

Estudando os efeitos da deficiência do S na cana-de-açúcar, GOSNELL e LONG (1969), mostraram que estes efeitos somente surgiam após 4 a 5 anos, como decorrência do uso contínuo de fertilizantes isentos deste elemento. Segundo estes pesquisadores, basta uma aplicação moderada de enxofre (25-50 kg/ha), para se obter prontos efeitos, como o aumento do teor de sacarose e aumento da intensidade do verde das folhas.

Em artigo publicado no International Sugar Journal, ANÔNIMO (1970), discute a necessidade do enxofre na nutrição da cana-de-açúcar, concluindo que a sua deficiência

nesta cultura em diversos casos, é decorrente do uso prolongado de fertilizantes isentos deste elemento.

Em experimento levado a efeito em vasos, contendo terras de várzeas do Pará, WANG *et alii* (1976) verificaram que o emprego de adubos com nitrogênio, fósforo e potássio, e isentos de enxofre em sua composição, fez com que a colheita de arroz caísse de 6-7 para 2-3 toneladas por hectare, após 3 anos de cultivo. Complementando a deficiência do enxofre nestes adubos utilizando para tanto, o enxofre contido no gesso, observou-se um significativo aumento da produção, aumento este, naturalmente devido também à influência do cálcio, que também faz parte da composição química do gesso.

c) MATERIAIS QUE PODEM SER APLICADOS JUNTAMENTE COM O GESSO

Durante o processo fermentativo do esterco, seja qualfor a sua origem, ocorre perda do N na forma de amônia, em até quase 60% num período de 4 meses. Conforme MALAVOLTA et alii (1979), esta perda é possível de ser evitada se se juntar superfosfato simples ou gesso ao esterco, uma vez que estes materiais têm a propriedade de "fixar" a amônia, na forma de sulfato de amônio.

De acordo com dados fornecidos pelo Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo, o gesso pode ser misturado

do ao fosfato natural, sem nenhum inconveniente, uma vez que ambos os materiais se acham na forma de pó. Efeitos favoráveis foram observados na produção do capim colonião.

PONTE *et alii* (1978) demonstraram que o gesso pode ser muito bem aplicado, junto com o calcário, desde que as proporções da mistura sejam adequadas. Neste caso, a dose equivalente à necessidade de cal foi a que melhor resultado apresentou, acarretando a maior produção de soja. No caso do trigo, que é uma gramínea, a dose de gesso equivalente a duas vezes a necessidade de cal, foi a que maior produção de grãos apresentou. Atribuíram este feito à presença do enxofre, uma vez que o calcário aplicado sem gesso demonstrou resultados relativamente inferiores.

d) O GESSO, FONTE DE Ca E DE S PARA AS PLAN TAS

O Quadro 1 apresentado a seguir, mostra alguns adubos portadores de enxofre, incluindo o gesso, extraído de MALAVOLTA, E. 1976. p- 183.

Mc CLUNG e QUINN (1959), citados por MALAVOLTA (1976), mostraram que o gesso foi tão eficiente quanto o sulfato de sódio ou o enxofre elementar para corrigir deficiências desse elemento em grama "batatais" cultivada no Arenito de Bauru, tipo de solo do Estado de São Paulo.

Quadro 1 . Teor de enxofre em alguns fertilizantes comerciais.

Adubo	% S
Gesso.	20,5
Sulfato de amônio.	24,0
Superfosfato simples	11,6
Sulfato de potássio	18,0
Sulfato de potássio e magnésio	23,0
Sulfonitrato de amônio	18,0

Tanto o enxofre elementar quanto o enxofre contido no gesso são duas fontes igualmente efetivas no aumento da produção de plantas forrageiras, JONES e RUCKMAN (1966).

Em experimentos conduzidos na Califórnia, BENTLEY e GREEN, citados por JONES e RUCKMAN (1966) não registraram quaisquer diferenças nas respostas de gramíneas anuais, quando o enxofre foi aplicado como gesso, como enxofre elementar ou como superfosfato simples.

POONIA e BHUMBLA (1972), estudando os efeitos da aplicação do cálcio contido no gesso, utilizando gesso marcado (Ca^{45}), em milho, registraram significativo aproveitamento deste nutriente contido no gesso, por estas plantas.

O enxofre é diretamente responsável pelo aumento da produção da cana-de-açúcar, assim como no aumento do teor de sacarose desta cultura, ANDREIS (1975).

O gesso é fornecedor, tanto de enxofre (S) como do cálcio (Ca), que são considerados como macronutrientes, isto é, elementos que as plantas necessitam em quantidade relativamente grandes (MELLO *et alii*, 1974; MALAVOLTA *et alii*, 1979).

Para a maioria das plantas cultivadas, as exigências de cálcio são menores que as do potássio, porém, em algumas culturas como a cana-de-açúcar, batatinha, algodoeiro, feijoeiro, cebola, couve-flor, tomateiro e cafeeiro, as necessidades de enxofre são maiores do que as de fósforo, MALAVOLTA *et alii* (1979).

e) DIAGNOSE FOLIAR NA CANA-DE-AÇÚCAR

GALLO *et alii* (1968), observaram que os teores médios dos elementos encontrados na diagnose foliar em canaviais, variam conforme o tipo de solo. Constataram diferenças também, nas amplitudes de variação dos teores dos elementos ao comparar cana planta com cana soca.

Segundo MALAVOLTA *et alii* (1972), o número de folhas que se tira para análise depende muito da uniformidade

do talhão, devendo ser tiradas em média 20 folhas por hectare. Para ORLANDO F. e CAMPOS (1975), entretanto, seriam suficientes apenas 2 folhas por hectare para representá-la.

Destaca-se a diagnose foliar entre os diversos métodos utilizados para a determinação das necessidades de fertilizantes para a cultura, método este, que se baseia na relação entre o teor do elemento na folha e a produção. Esse valor, quando comparado a um padrão previamente estabelecido, pode indicar, segundo alguns autores, a quantidade de fertilizantes necessária para se alcançar determinada produção (HAAG e ORLANDO FILHO, 1976).

A época de se fazer a amostragem para a diagnose foliar é também importante, uma vez que os teores dos nutrientes nas folhas é variável conforme a idade da planta. Os experimentos desenvolvidos por ORLANDO FILHO (1978) mostraram que, para a cana-de-açúcar, o teor tende a diminuir entre os 4 e 8 meses, após o que, um aumento até os 12 meses, e então novo decréscimo até a colheita. Tais variações coincidem com estações secas e chuvosas, devendo portanto haver relação entre os fatos.

Para a diagnose foliar da cana-de-açúcar, são geralmente determinados os teores totais dos elementos, com o que então, se estabelece uma relação com a produção. TEIXEIRA

(1980), entretanto, constatou existir melhor correlação entre o teor de N amoniacal encontrado nas folhas e a produção, do que a existente entre N total nas folhas e a produção.

Estudos levados a efeito por ZAMBELLO JR. *et alii* (1981), mostraram que a amostragem para diagnose foliar na cana soca, pode ser feita, sem qualquer inconveniente, aos 4 meses de idade, da mesma forma como se faz na cana-planta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O presente experimento foi instalado em um campo experimental situado na fazenda da Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista (ESAPP), no município de Paraguaçu Paulista, tendo como coordenadas geográficas, latitude de $22^{\circ}24' E/S$ e longitude de $50^{\circ}34' W$, com altitude de 505 metros sobre o nível do mar.

3.2. Solo

O solo, onde se desenvolveu o experimento, foi submetido à análise de fertilidade, no laboratório de an

lise de solos do Centro de Estudos de Solos da ESALQ-Universidade de São Paulo. Conforme a Comissão de Solos (1960), rebeu a designação de Latossol Vermelho Escuro, fase arenosa, (ao nível de grande-grupo), representando aproximadamente 90% da área do município, e 19,7% na área do grande grupo latossólico (MONIZ, 1975, p. 385). Entretanto, segundo dados extraidos de DEMATÊ (sem data), baseados no "Soil Taxonomy", este solo, em virtude de sua pequena porcentagem de argila no perfil, não se enquadra na definição de Latossol, sendo classificado, mais precisamente (ao nível de sub-grupo), como um "arenic Quartzipsament".

As análises, de granulometria, densidade e consistência foram baseadas nos métodos descritos por KIEHL (1979). A análise do tipo, classe e grau de estrutura, foi baseada em MONIZ (1975), enquanto que a descrição das cores foi feita através do sistema Munsell (MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, 1975). A coleta das amostras de solo, no campo, seguiram as instruções dadas em LEMOS e SANTOS (1976).

A análise química do solo, revelou os dados que são apresentados na Tabela 1 conforme se vê na página seguinte.

A determinação do Ca^{++} e do Mg^{++} obedeceu ao método proposto por LIMA FILHO (1977), enquanto que as demais

Tabela 1. Análise Química do Solo sobre o qual se desenvolveu o Experimento

pH	Carbono	Teor trocável em miliequivalentes/100 g de terra					Acidez potencial
		Fósforo*	Potássio	Cálcio	Magnésio	Alumínio	
valor	%	PO_4^{-3}	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Al^{+++}	H^+
5,5	0,06	0,04	0,03	0,64	0,64	0,16	1,76

*Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N

determinações seguiram os métodos propostos por CATANI e JACINTHO (1974).

A partir dos dados revelados pela análise química do solo, foram feitas as recomendações de adubação, aplicada nos tratamentos, conforme no BOLETIM nº 209, do Instituto Agrônomo de Campinas (TABELAS DE ADUBAÇÃO E CALAGEM) publicado em 1977, e também através dos resultados das pesquisas desenvolvidas por SILVEIRA *et alii* (1978). As características dos diferentes adubos utilizados, foram reconhecidas através do Manual de Adubação (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS, 1975).

3.3. Clima

O clima do município de Paraguaçu Paulista é do tipo mesotérmico, Cwa, pelo sistema Köpen, ou seja, subtropical úmido com estiagem no inverno, sendo que as chuvas do mês mais seco, não atingem 30 milímetros.

Durante dez meses em que o experimento foi desenvolvido, (de Agosto de 1981 a Maio de 1982), a precipitação pluviométrica total, foi de 1.850,6 mm; a temperatura média mensal, de 22,7 °C; a temperatura média máxima (mensal), de 30,6 °C, enquanto que a temperatura média mínima (mensal), foi de 15,6 °C; a umidade relativa média (mensal) foi de 76,3%,

ao passo que o número mensal (médio) de horas de insolação foi de 177,4 horas, tendo sido 5,8 horas, o número médio diário, de horas de insolação (dados fornecidos pelo posto meteorológico da ESAPP). Estes dados são apresentados na Tabela 2.

3.4. Variedades Estudadas

Os mesmos tratamentos foram aplicados simultaneamente, em duas variedades diferentes de cana-de-açúcar, a CB4176 e a Na5679.

Conforme descreve FERNANDES (1984, p. 14), referente à variedade CB4176, o rendimento agrícola tanto para a cana-planta como para a cana-soca é bom, e o teor de açúcar é médio. O PUI (período útil de industrialização) é curto, e a maturação para todos os cortes é mediana. A brotação e o perfilhamento são bons. Não é exigente em solos, porém, é muito sensível à seca e ao frio, não se aconselhando a plantá-la em baixadas ou beiradas de água. Quanto às doenças ela se mostra resistente ao carvão, ao mosaico e à mancha parda. É intermediariamente resistente à escaldadura e à mancha ocular. É suscetível à podridão vermelha e ao raquitismo das soqueiras. Mostra-se pouco resistente ao ataque da broca e suscetível ao ataque do nematóide *Meloidogyne*.

A despalha é regular, não acama, não floresce

Tabela 2. Dados climáticos do município de Paraguaçu Paulista-SP., durante o período em que se desenvolveu o presente experimento.

Anos	Meses	Temperatura		Umidade Relativa %	Precipitação (mm)	Número Mensal de		Nº Médio Diário
		Máxima	Mínima			Hs. Insolação	Hs. Insolação	
1981	Agosto	26,8	15,8	68	29,6	188,9		6,1
	Setembro	28,5	15,6	59	186,8	210,6		7,0
	Outubro	28,9	17,9	71	185,8	200,2		6,5
	Novembro	30,1	19,6	76	222,9	163,3		5,4
	Dezembro	27,5	18,6	80	316,5	137,7		4,4
1982	Janeiro	29,4	20,6	82	246,1	177,0		5,7
	Fevereiro	30,6	20,6	80	136,7	163,2		5,8
	Março	29,0	18,8	79	169,8	222,3		7,2
	Abril	28,3	17,8	86	108,8	177,4		5,9
	Maiο	26,0	17,5	82	247,6	133,8		4,3
		22,7		76,3	1.850,6	177,4		5,8

e apresenta pouco joçal. O formato da gema é oval-alongado. O colmo é roxo-esverdeado, de diâmetro médio e de dureza média. A folha é arqueada e de largura média. Apresenta pouco caldo e teor de fibra médio.

Com respeito à outra variedade utilizada neste experimento, a NA5679, o mesmo autor, (FERNANDES, 1984 p. 26), assim a descreve: o rendimento agrícola é bom tanto para a cana-planta como para as socas. O teor de açúcar é alto. O PUI (período útil de industrialização) da cana-planta varia de médio a longo, e o da cana-soca é longo. A maturação se dá precocemente. A germinação e o perfilhamento são apenas regulares, enquanto a brotação da soqueira é muito boa. É pouco exigente em solos e é resistente à seca.

No aspecto fitopatológico é resistente à mancha parda. É intermediariamente resistente à escaldadura, ao mosaico, podridão vermelha, mancha ocular e ao carvão. É suscetível ao raquitismo das soqueiras. Não oferece resistência ao ataque da broca, e intermediariamente tolerante ao nematôide *Meloidogyne*.

Despalha facilmente, acama pouco, floresce intensamente e não tem joçal. A gema é oval alongada e o colmo é verde arroxado, de diâmetro médio e dureza média. A folha é fina e palmito é curto. Como característica apresenta um zigue-zague formado pelos entrenós do colmo. Possui bastante

caldo e teor da fibra médio.

As características agro-industriais das duas variedades de cana-de-açúcar estudadas, são apresentadas na Tabela 3.

As características genéticas das duas variedades de cana-de-açúcar estudadas, são apresentadas na Tabela 4.

3.5. Desenho Experimental

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 4 repetições. Para cada uma das duas variedades de cana-de-açúcar estudadas, foi montado o citado desenho experimental.

A área total ocupada pelo experimento foi de 10.000 m² (um hectare), cada bloco (conjunto de oito parcelas) 520 m², e cada tratamento ocupou uma área de 65 m².

Os tratamentos, visando testar a eficiência do gesso (fosfogesso) como fornecedor de cálcio e de enxofre à cultura da cana-de-açúcar, foram os seguintes:

Tratamento A

Adubação básica, tendo-se usado a

Tabela 3. Características Agro-industriais das Duas Variedades de Cana-de-Açúcar Estudadas

Variedade	Rendimen to Agri- cola	Teor de Açúcar		PUI	MATURAÇÃO			Brot. da Soq.	Exig. do Solo	Res. a seca	Teor de Caldo	Teor de Fibra
		Cana Planta	Cana Soca		Cana Planta	Cana Soca	Brot. Perf.					
CB 41-76	Bom	Médio	Curto	Curto	Média	Média	Boa	Boa	Não exi- gente	Sen- si- vel	Pouco	Médio
NA 56-79	Bom	Alto	Médio a longo	Longo	Preco- ce	Preco- ce	Regu- lar	Exce- len- te	Pouco	Resis- tente	Muito	Médio

Brot. = Brotação; Perf. = Perfilhos; Brot. da Soq. = Brotação da Soqueira; Exig. = Exigência

FONTE: Manual da Cana-de-Açúcar (FERNANDES, A.J., 1984).

Tabela 4. Características Genéticas das duas Variedades de Cana-de-Açúcar Estudadas

Variedade	Despalha	Acamamento	Florescimento	Joçal	Forma da Gema	Diâmetro do Colmo	Coração do Colmo	Largura da Folha	Dureza	Outras Característi- cas
CB-41-76	Regular	Não	Não	Regular	Oval alongada	Médio	Roxo	Média	Média	Folha Arqueada
NA-56-79	Fácil	Regular	Intenso	Não	Oval alongada	Médio	Roxo	Fina	Média	Palmito curto

FONTE: Manual de Cana-de-Açúcar (FERNANDES, A.J., 1984).

URÉIA como fonte de nitrogênio, talco inerte como enchimento da fórmula, (zero de enxofre, e 5,5kg/ha de cálcio).

Tratamento B

Adubação básica tendo-se usado SULFATO DE AMÔNIO como fonte de nitrogênio, talco inerte como enchimento da fórmula (22,5 kg/ha de enxofre, e 5,5kg/ha de cálcio).

Tratamento C

Adubação básica tendo-se usado a URÉIA como fonte de nitrogênio, e "FOSFOGESSO" como enchimento da fórmula (118,4 kg/ha de enxofre e 210,5 kg/ha de cálcio).

Tratamento D

Adubação básica tendo-se usado SULFATO DE AMÔNIO como fonte de nitrogênio, e "FOSFOGESSO" como enchimento da fórmula (132,0 kg/ha de enxofre e 195,5kg/ha de cálcio).

Tratamento E

Adubação básica tendo-se usado a URÉIA como fonte de nitrogênio, talco inerte como enchimento da

fórmula e 50 kg/ha de "FOSFOGESSO" no sulco de plantio (7,5 kg/ha de enxofre e 18,5 kg/ha de cálcio).

Tratamento F

Adubação básica tendo-se usado a URÉIA como fonte de nitrogênio, talco inerte como enchimento da fórmula, e 50 kg/ha de enxofre elementar no sulco de plantio (30 kg/ha de enxofre e 5,5 kg/ha de cálcio).

Tratamento G

Adubação básica tendo-se usado a URÉIA como fonte de nitrogênio, talco inerte como enchimento da fórmula, e 500 kg/ha de "FOSFOGESSO" aplicado em cobertura, logo após o plantio (75 kg/ha de enxofre e 135,5 kg/ha de cálcio).

Tratamento H

Adubação básica tendo-se usado a URÉIA como fonte de nitrogênio, talco inerte como enchimento da fórmula, e 500 kg/ha de enxofre elementar, aplicado em cobertura, logo após o plantio (300 kg/ha de enxofre e 5,5 kg/ha de cálcio).

O Quadro 2 apresentado a seguir resume o experimento.

QUADRO 2 . Fontes, formas de aplicação e respectivas quantidades de Cálcio e Enxofre aplicadas ao solo.

Tratamentos	Fontes de Ca e/ou de S	Formas de Aplicação	Quantidades de Ca e de S Aplicadas (kg/ha)	
			Cálcio	Enxofre
A	-	Fundamental	5,5	Zero
B	S.A. *	Fundamental + cobertura	5,5	22,5
C	Gesso	como Mistura	210,5	118,4
D	Gesso e S.A.	como Mistura	195,5	132,0
E	Gesso	No sulco	18,5	7,5
F	S Elem.	No sulco	5,5	30,0
G	Gesso	Em cobertura após o plantio	135,5	75,0
H	S Elem.	Idem	5,5	300,0

*S.A. = Sulfato de amônio; S Elem. = Enxofre elementar

3.6. Preparo do Solo e Demarcação do Experimento

Foram realizadas duas arações profundas, com

arado de discos, seguidas de duas gradagens. Dez dias depois fez-se o sulcamento a 40 cm de profundidade e 1,30 m entre sulcos. A seguir foram delimitados os canteiros, experimentais de 10m x 65 m com enxada.

3.7. Plantio

Utilizou-se mudas selecionadas, na quantidade de 8 a 9 toneladas por hectare. As mudas foram colocadas no fundo dos sulcos, onde foram picadas em toletes de três gemas, após o que, foram cobertas com terra, manualmente, com enxada. Foram colocadas aproximadamente 15 cm de terra, sobre as mudas.

O plantio foi feito em fevereiro de 1981 (época chuvosa). Entretanto, em fins de agosto deste mesmo ano, a ocorrência de uma forte geada destruiu todas as canas. Tendo sido ordenado o corte rasteiro de todas as plantas danificadas, as socas restantes brotaram novamente, originando novas plantas, que receberam adubação nitrogenada em cobertura no início do rebrotamento. Como a geada foi um fator fixo para todos os tratamentos, concluiu-se que o seu efeito foi igual para todos, não invalidando, portanto, o experimento.

Assim, esta cana que era a princípio, "cana de ano-e-meio" devido ao ocorrido, passou a ser "cana-de-ano", cujo plantio é normalmente feito de setembro a outubro.

Considerou-se, assim, como o tempo de duração do experimento, o período compreendido entre agosto de 1981 e maio de 1982, quando foi feito o levantamento da produção por área (produtividade).

3.8. Adubação

Foi feita adubação química conforme recomendação baseada nos dados revelados pela análise de solo. A quantidade aplicada (N-P-K), preparada no local, foi 30-20-60 (kg/ha), de cada elemento respectivamente. Os adubos utilizados foram, uréia, sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio. O nitrogênio foi aplicado parceladamente, sendo 1/3 no plantio, e 2/3 em cobertura, 60 dias após o plantio.

3.8.1. Aplicação dos Tratamentos

Os tratamentos (diferentes fontes de S e/ou de Ca), foram aplicados manualmente, com o auxílio de copinhos comuns descartáveis. Os materiais que foram aplicados no fundo dos sulcos foram assim distribuídos o mais uniformemente possível, o mesmo tendo sido feito em relação ao gesso e enxofre que foram aplicados a lanço, após o plantio, em alguns tratamentos, também manualmente.

3.8.2. Preparo dos Materiais Aplicados

Uma vez calculadas as quantidades a serem aplicadas de cada um dos respectivos materiais a serem testados, utilizou-se uma balança comum para a pesagem dos mesmos (pesagens diversas, variando em torno de 15 a 30 kg). Todos esses materiais foram acondicionados em sacos plásticos devidamente etiquetados (identificados), após o que, foram aplicados como devidos tratamentos.

Cada saco plástico recebeu 22 gramas de Aldrin a 5% (misturado ao seu conteúdo), com a finalidade de prevenção e controle contra as pragas do solo correspondendo à quantidade de 20 kg/ha de Aldrin a 5%.

3.9. Diagnose Foliar

Existem normas a serem obedecidas, quando se faz a coleta das folhas para análise foliar da cana-de-açúcar, a fim de que se possa obter uma relativa uniformidade nos dados obtidos para diferentes variedades, em diferentes épocas de amostragem. Assim, deve-se colher, para análise foliar da cana-de-açúcar, a folha +3 (folha que se localiza logo abaixo das três folhas apicais), e quando a cana estiver

com aproximadamente 4 (quatro) meses de idade.

3.9.1. Amostragem Foliar

No presente trabalho, tais normas não foram rigorosamente obedecidas, tendo-se colhido para análise foliar, as quatro folhas mais novas (incluindo a folha +3), quando a cana estava com 9 (nove) meses de idade.

Esta amostragem foliar não deixa de ter, entre tanto, sua validade, uma vez que permitirá obter conclusões interessantes sob dois aspectos.

1ª correlação entre o teor encontrado na folha de cada elemento % em função da dose de cada elemento aplicada ao solo (kg/ha);

2ª correlação entre o teor do elemento encontrado na folha % e respectiva produção obtida (t/ha).

3.9.2. Análise Química das Folhas

Procedeu-se à análise química das folhas coletadas, que foram primeiramente secas em estufa, após o que,

foram trituradas em moinho elétrico, apropriado. O pó obtido foi recolhido em saquinhos limpos de papel, que devidamente identificados, foram encaminhados ao laboratório de análises do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), onde foram analisadas.

3.10. Levantamento da Produção por Hectare

Para cada parcela de tratamento foi contado o número de canas por 10 (dez) metros (média de três amostras). De cada uma destas parcelas, pesou-se 20 (vinte) canas, tiradas ao acaso, peso esse obtido em kg.

Como a área total coberta pelo experimento foi de 10.000 m^2 , e o espaçamento adotado entre sulcos, de 1,30 m, o cálculo para se obter a produção (toneladas/hectare) em cada tratamento, foi o seguinte:

$$\frac{10.000 \text{ m}^2}{1,30 \text{ m}} = 7.692 \text{ metros lineares de sulco}$$

$$\text{N}^\circ \text{ canas/ha} = 7.692 \times \frac{\text{N}^\circ \text{ canas/10 m}}{10}$$

$$\text{Produção (t/ha)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ canas/ha} \times \text{Peso 20 canas (kg)}}{20.000}$$

4. RESULTADOS

4.1. Explicações Gerais

A fim de facilitar a observação e o entendimento dos resultados do presente trabalho, os mesmos foram dispostos concisamente, na forma de tabelas.

Estas tabelas, sendo auto-explicativas, encerram em si mesmas as informações que permitem uma observação clara dos fenômenos ocorridos durante o experimento.

Não obstante sua aparente simplicidade, o presente experimento trouxe à luz da ciência, um conjunto de informações úteis, que aplicados na área das atividades agronômicas, produzirão resultados positivos.

As tabelas que se seguem estão ordenadas em função dos objetivos deste experimento, obedecendo a mesma ordem na qual foram apresentados na Introdução deste trabalho.

Na tabela 5 são apresentados os resultados referentes à altura média das plantas, em determinada fase do seu desenvolvimento (aos três meses de idade), em função dos diferentes tratamentos, ou seja, em função das diferentes fontes, formas de aplicação e quantidade de Cálcio e de Enxofre aplicados no solo (para as duas variedades estudadas).

Na tabela 6, se observa os resultados relativos às diferentes produções médias obtidas (em toneladas por hectare), de cana-de-açúcar, em função dos diferentes tratamentos (diferentes fontes, formas de aplicação, e quantidade de Cálcio e de Enxofre), para as duas variedades estudadas.

Na tabela 7, vê-se os teores médios de Cálcio e de Enxofre encontrados nas folhas de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), em função dos diferentes tratamentos, para a variedade NA-5679.

Na tabela 8, vê-se os resultados análogos aos da tabela anterior, porém, para a variedade CB-4176.

Na tabela 9, observam-se os teores médios de N, P, K e Mg encontrados nas folhas (aos nove meses de ida-

de), em função das quantidades em que os mesmos foram aplicados ao solo, em todos os tratamentos, para a variedade NA-5679.

Na tabela 10, observam-se os resultados análogos aos da tabela anterior, porém, para a variedade CB-4176.

Na tabela 11, são apresentados os resultados relativos aos teores médios de Cálcio e de Enxofre encontrados nas folhas (aos nove meses de idade), correspondentes às respectivas produções médias obtidas (na mesma ocasião), para a variedade NA-5679.

Finalmente a tabela 12, apresenta resultados análogos aos da tabela anterior, porém, para a outra variedade estudada, a CB-4176.

Os resultados apresentados nas tabelas, foram devidamente colocados em respectivos gráficos, a fim de poderem ser visualizados e discutidos com a maior clareza e objetividade possíveis.

Após cada tabela (ou grupo de tabelas), seguem os gráficos respectivos procurando dar uma idéia clara e simples dos fenômenos ocorridos.

Após a apresentação das tabelas, e dos respectivos gráficos, segue uma sequência de fotos, (de alguns tratamentos), onde aparece o autor do presente trabalho.

Antes da sequência de tabelas e gráficos, é apresentada a seguir, a análise estatística dos dados de produção média por hectare.

Análise Estatística

Os quadros apresentados a seguir mostram os valores obtidos na produção (toneladas/hectare) para as duas variedades de cana-de-açúcar estudadas.

QUADRO 3 . Valores obtidos em cada uma das quatro repetições, e a média para cada tratamento (t/ha). Variedade de NA-5679.

Repetições \ Tratamentos	A	B	C	D	E	F	G	H
1 ^a	88,12	91,16	139,41	150,88	115	82,34	92,30	127,64
2 ^a	123,78	147,68	83,86	126,5	130,76	101,7	147,76	150,00
3 ^a	95,36	118,24	104,4	129,12	135,57	128,26	134,11	118,68
4 ^a	96,61	89,58	144,8	104,66	97,93	114,73	143,84	120,55
Média	93,36	111,66	129,53	127,79	119,81	114,89	141,90	122,29

QUADRO 4. Valores obtidos em cada uma das quatro repetições, e a média para cada tratamento. Variedade CB 4176.

Repetições	Tratamentos							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1 ^a	85,84	110,39	104,30	104,43	83,07	85,71	122,68	108,44
2 ^a	121,39	124,30	84,98	95,38	113,88	118,84	112	114,37
3 ^a	88,42	90,89	117,91	147,29	106,61	78,65	153,84	96,42
4 ^a	118,11	136,88	151,59	126,45	77,80	151,65	91,26	124,19
Média	97,45	115,61	124,6	126,05	101,18	108,71	129,50	115,66

Para a variedade NA-5679, montou-se, a partir destes valores obtidos, o quadro apresentado a seguir.

QUADRO 5. Totais de linhas e totais de colunas para a variedade NA-5679.

Tratamentos	REPETIÇÕES				Totais de Linhas
	R-1	R-2	R-3	R-4	
A	88,12	123,78	95,36	96,61	403,87
B	91,16	147,68	118,24	89,58	446,66
C	139,41	83,86	104,4	144,8	472,47
D	150,88	126,5	129,12	104,66	511,16
E	115	130,76	135,67	97,93	479,26
F	82,34	101,7	128,26	114,73	427,03
G	92,3	147,76	134,11	143,84	518,01
H	127,64	150,00	118,68	120,55	516,87
Totais de Colunas	886,85	1.012,04	963,74	912,70	3.775,33

Teve-se, então, a seguinte análise de variância
cia:

QUADRO 6 . Análise de variância para a variedade NA-5679

Causa de Variação	G.L	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	1.158,105	386,03	0,810
Tratamentos	7	3.255,68	465,09	0,976**
Resíduos	21	10.007,54	476,55	
Total	31	14.42,33		

Pelo quadro , observa-se que o valor de F para blocos é igual a 0,810, com 3 e 21 graus de liberdade. Este resultado obtido para blocos (0,810), segundo PIMENTEL GOMES (1973) não é significativo, pois não atinge o limite de 5% de probabilidade (que seria igual a 3,07).

Por este mesmo quadro, pode-se observar que o valor de F para tratamentos é igual a 0,976 com 7 e 21 graus de liberdade. Este resultado obtido para tratamentos (0,976) ainda conforme PIMENTEL GOMES (1973) é significativo ao nível de 1% de probabilidade, o que se indica com dois asteriscos.

Ao nível de 5% de probabilidade para $F < 1$, o valor obtido para tratamentos (0,916) é também significativo.

Para outra variedade de cana-de-açúcar estudada, a CB-4176, montou-se a partir dos valores obtidos (ton/ha), o quadro apresentado a seguir:

QUADRO 7 . Totais de linhas e totais de colunas para a variedade CB-4176.

Tratamentos	REPETIÇÕES				Totais de Linhas
	R-1	R-2	R-3	R-4	
A	85,84	121,39	88,42	118,11	413,76
B	110,39	124,30	90,89	136,88	462,46
C	104,30	84,98	117,91	151,59	458,78
D	104,43	95,38	147,29	126,45	473,55
E	83,07	113,88	106,61	77,80	381,36
F	85,71	118,84	78,65	151,65	434,85
G	122,68	112,0	153,84	91,26	479,78
H	108,44	114,37	96,42	124,19	443,42
Totais de Colunas	804,86	885,14	880,03	977,93	3.547,96

Teve-se então a seguinte análise de variância:

QUADRO 8 . Análise de variância para a variedade CB-4176.

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	1.883,41	627,80	1,188
Tratamentos	7	1.908,22	272,60	0,516**
Resíduos	21	11.097,44	528,45	
Total	31	14.889,07		

Pelo quadro , observa-se que o valor de F para blocos é igual a 1,188, com 3 e 21 graus de liberdade. Este resultado obtido para blocos (1,188), segundo PIMENTEL GOMES (1973) não é significativo, pois não atinge o limite de 5% de probabilidade (3,07).

Ainda neste mesmo quadro, pode-se observar que o valor de F para tratamentos é igual a 0,516 com 7 e 21 graus de liberdade. Este resultado obtido para tratamentos (0,516) ainda conforme PIMENTEL GOMES (1973) é significativo, ao nível de 1% de probabilidade, o que se indica com dois as teriscos.

Ao nível de 5% de probabilidade para $F < 1$, o valor obtido para tratamentos (0,516) é também significativo.

4.2. Tabela e Gráficos respectivos, relativos ao sub-capítulo 5.1.

TABELA 5. Altura média das plantas de cana-de-açúcar (aos três meses de idade) em função das diferentes fontes, formas de aplicação, e respectivas quantidades de Cálcio e de Enxofre fornecidas ao solo. (para as duas variedades estudadas).

Tratamentos	Fontes (de Ca e/ou de S)	Formas de Aplicação	Respectivas Quantidades de Ca e de S Fornecidas ao Solo (kg/ha).		Altura Média das Plantas (cm)	
			Ca	S	NA-5679	CB-4176
A	-	Fundamental	5,5	Zero	112,5	87,5
B	Sulfato de Amônio	Fundamental	5,5	22,5	107,5	90,0
C	Gesso	Como Mistura	210,5	118,4	130,0	92,5
D	Gesso e Sulf. Amônio	Como Mistura	195,5	132,0	112,5	95,0
E	Gesso	No sulco	18,5	7,5	120,0	90,0
F	S Elem.	No sulco	5,5	30,0	110,0	82,5
G	Gesso	A lanço, Em cobertura Após o plantio	135,5	75,0	107,5	92,5
H	S Elem.	Ídem	5,5	300,0	122,5	90,0

Figura 1. Altura média das plantas de cana-de-açúcar (aos três meses de idade), em função das diferentes fontes, formas de aplicação e respectivas quantidades de Cálcio aplicadas ao solo (para as duas variedades estudadas). As letras entre parênteses se referem aos tratamentos.

Figura 2 . Altura média das plantas de cana-de-açúcar (aos três meses de idade), em função das diferentes fontes, formas de aplicação e respectivas quantidades de Enxofre aplicadas ao solo (para as duas variedades estudadas). As letras entreparênteses se referem aos tratamentos.

4.3. Tabela e Gráfico respectivos, referentes ao sub-capí-
tulo 5.2.

TABELA 6. Produções médias de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade) em função das diferentes fontes, formas de aplicação e respectivas quantidades de Cálcio e de Enxofre fornecidas ao solo (para as duas variedades estudadas).

Trata- mentos	Fontes (de Ca e/ou de S)	Formas de Aplicação	Respectivas Quantidades de Ca e de S Fornecidas ao solo (kg/ha)		Produções Mē- dias Obtidas (ton/ha)	
			Ca	S	NA-5679	CB-4176
A	-	Fundamental	5,5	Zero	93,4	97,4
B	Sulfato de Amônio	Fundamental	5,5	22,5	111,7	115,6
C	Gesso	Como Mistura	210,5	118,4	129,5	124,6
D	Gesso e Sulf. Amônio	Como Mistura	195,5	132,0	127,8	126,1
E	Gesso	No sulco	18,5	7,5	119,8	101,2
F	S Elem.	No sulco	5,5	15,0	114,9	108,7
G	Gesso	A lanço, Em cobertura Após o plan- tio	135,0	75,0	141,9	129,5
H	S Elem.	Ídem	5,5	150,0	122,3	115,7

Figura 3 . Produção média de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), em função das diferentes fontes, formas de aplicação e respectivas quantidades de Cálcio aplicadas ao solo (para as duas variedades estudadas). As letras entre parênteses, se referem aos tratamentos.

Figura 4. Produção média de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), em função de diferentes fontes, formas de aplicação e respectivas quantidades de Enxofre aplicadas ao solo (para as duas variedades estudadas). As letras entreparênteses se referem aos tratamentos.

4.4. Tabelas e respectivos Gráficos referentes ao sub-capítulo 5.3.

TABELA 7 . Teores médios de Cálcio e de Enxofre encontrados nas folhas de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), em função das diferentes fontes, formas de aplicação e quantidades em que foram aplicados ao solo. Variedade NA-5679.

Tratamentos	Fontes (de Ca e/ou de S)	Formas de Aplicação	Ca		S	
			No Solo kg/ha	Nas Folhas %	No Solo kg/ha	Nas Folhas %
A	-	Fundamental	5,5	0,32	Zero	0,11
B	Sulfato de Amônio	Fundamental	5,5	0,32	22,5	0,03
C	Gesso	Como Mistura	210,5	0,31	118,4	0,07
D	Gesso e Sulf. Amônio	Como Mistura	195,5	0,34	132,0	0,09
E	Gesso	No sulco	18,5	0,23	7,5	0,08
F	S Elem.	No sulco	5,5	0,28	30,0	0,08
G	Gesso	A lanço, Em Cobertura, Após plantio	135,0	0,30	75,0	0,10
H	S Elem.	Idem	5,5	0,34	300,0	0,08

TABELA 8. Teores médios de Cálcio e de Enxofre encontrados nas folhas de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), em função das diferentes fontes, formas de aplicação e quantidades em que foram aplicados ao solo. Variedade CB-4176.

Tratamentos	Fontes (de Ca e/ou de S)	Formas de Aplicação	Ca		S	
			No Solo kg/ha	Nas Folhas %	No Solo kg/ha	Nas Folhas %
A		Fundamental	5,5	0,29	Zero	0,07
B	Sulfato de Amônio	Fundamental	5,5	0,28	22,5	0,08
C	Gesso	Como Mistura	210,5	0,22	118,4	0,09
D	Gesso e Sulf. Amônio	Como Mistura	195,5	0,25	132,0	0,10
E	Gesso	No sulco	18,5	0,28	7,5	0,10
F	S Elem.	No sulco	5,5	0,31	30,0	0,10
G	Gesso	A lanço, Em cobertura	135,5	0,30	75,0	0,09
		Após o plantio				
H	S Elem.	Ídem	5,5	0,24	300,0	0,09

Figura 5. Teores médios de Cálcio nas folhas de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), em função das diferentes fontes, formas de aplicação e respectivas quantidades em que foi aplicado ao solo (para as duas variedades estudadas). As letras entreparênteses se referem aos tratamentos.

Figura 6. Teores médios de Enxofre nas folhas de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), em função das diferentes fontes, formas de aplicação e respectivas quantidades em que foi aplicado ao solo (para as duas variedades estudadas). As letras entreparênteses se referem aos tratamentos.

TABELA 9. Teores médios de N, P, K e Mg encontrados nas folhas de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade) em função das quantidades em que os mesmos foram aplicados ao solo (em todos os tratamentos). Variedade NA-5679.

Elementos	N		P		K		Mg	
	Tratamentos	Teores	No Solo	Nas Folhas	No Solo	Nas Folhas	No Solo	Nas Folhas
			kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
A	30	1,33	20	0,14	60	0,99	0	0,21
B	30	1,43	20	0,14	60	1,07	0	0,21
C	30	1,22	20	0,11	60	0,92	0	0,19
D	30	1,23	20	0,12	60	0,95	0	0,26
E	30	1,23	20	0,12	60	1,14	0	0,16
F	30	1,16	20	0,11	60	1,14	0	0,18
G	30	1,34	20	0,11	60	1,22	0	0,19
H	30	1,09	20	0,10	60	0,99	0	0,20
Média Geral	30	1,25	20	0,12	60	1,05	0	0,20

TABELA 10. Teores médios de N,P,K e Mg encontrados nas folhas da cana-de-açúcar (aos nove meses de idade) em função da quantidade em que os mesmos foram aplicados ao solo (em todos os tratamentos). Variedade CB-4176.

Elementos		N		P		K		Mg	
Tratamentos	Teores	No Solo		Nas Folhas		No Solo		Nas Folhas	
		kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
A		30	1,42	20	0,115	60	1,07	0	0,17
B		30	1,45	20	0,12	60	1,03	0	0,18
C		30	1,42	20	0,12	60	1,18	0	0,18
D		30	1,32	20	0,12	60	1,18	0	0,20
E		30	1,36	20	0,13	60	1,22	0	0,17
F		30	1,31	20	0,125	60	1,10	0	0,19
G		30	1,35	20	0,125	60	1,23	0	0,17
H		30	1,40	20	0,11	60	1,26	0	0,15
Média Geral		30	1,37	20	0,12	60	1,15	0	0,17

Figura 7. Teores foliares médios de N, P, K e Mg na cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), em função das quantidades em que foram aplicados ao solo, em todos os tratamentos (para as duas variedades).

4.5. Tabelas e respectivos Gráficos, relativos ao sub-capí-
lo 5.4.

TABELA 11. Teores médios de Cálcio e de Enxofre encontrados nas folhas da cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), e correspondentes produções médias verificadas (na mesma ocasião). Variedade NA-5679.

Trata- mentos	Fontes (de Ca e/ou de S)	Formas de Aplicação	Teores de Ca e De S en- contrados nas folhas (%)		Produção Média (ton/ha)
A	-	Fundamental	0,32	0,11	93,4
B	Sulfato de Amônio	Fundamental	0,32	0,03	111,7
C	Gesso	Como Mistura	0,31	0,07	129,5
D	Gesso e Sulf. Amônio	Como Mistura	0,34	0,09	127,8
E	Gesso	No sulco	0,23	0,08	119,8
F	S Elem.	No sulco	0,28	0,08	114,9
G	Gesso	A lanço Em cober- tura Após plan- tio	0,30	0,10	141,9
H	S Elem.	Idem	0,34	0,08	122,3

TABELA 12. Teores médios de Cálcio e de Enxofre encontrados nas folhas da cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), e correspondentes produções médias verificadas (na mesma ocasião). Variedade CB-4176.

Tratamentos	Fontes (de Ca e/ou de S)	Formas de Aplicação	Teores de Ca e De S en- contrados nas folhas (%)		Produção Média (ton/ha)
A		Fundamental	0,29	0,07	97,4
B	Sulfato de Amônio	Fundamental	0,28	0,08	115,6
C	Gesso	Como Mistura	0,22	0,09	124,6
D	Gesso e Sulf.Amônio	Como Mistura	0,25	0,10	126,1
E	Gesso	No sulco	0,28	0,10	101,2
F	S Elem.	No sulco	0,31	0,10	108,7
G	Gesso	A lanço Em cober- tura Após plan- tio	0,30	0,09	129,5
H	S Elem.	Ídem	0,24	0,09	115,7

Figura 8. Produção média por hectare de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), e respectivos teores de Cálcio encontrados nas folhas (para as duas variedades estudadas). As letras entreparênteses se referem aos tratamentos.

Figura 9. Produção média por hectare de cana-de-açúcar (aos nove meses de idade), e respectivos teores de Enxofre encontrados nas folhas (para as duas variedades estudadas). As letras entreparênteses se referem aos tratamentos.

4.6. Fotos do Experimento

FIGURA 10. Variedade CB-4176. Aspecto da cultura aos 3 (três) meses de idade. Gesso fornecido como mistura (na fórmula de plantio), dose relativamente elevada: 790 kg/ha).

FIGURA 11. Variedade NA-5679. Aspecto da cultura aos 3 (três) meses de idade. Gesso fornecido como mistura (dose relativamente elevada: 790 kg/ha).

FIGURA 12. Variedade NA-5679. Tratamento G (repetição 2). Na prancheta se lê: "500 kg/ha de Fosfogesso, em cobertura logo após o plantio".

FIGURA 13. Variedade NA 56-79 (aos três meses).
Testemunha total (sem adubação nem ges_ so).

FIGURA 14. Vista geral do experimento, e do local onde foi instalado, na fazenda da Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista (Fazenda Modelo), no município de Paraguaçu Paulista-SP.

5. DISCUSSÃO

5.1. Relação entre a altura média das plantas (aos noventa dias de idade) e os respectivos tratamentos aplicados

Nas duas variedades estudadas, a maior altura média das plantas (aos três meses de idade), foi observada nos tratamentos que receberam o gesso como mistura (correspondentes as maiores doses de Cálcio e de Enxofre, oferecidas).

Para a variedade NA-5679, a menor altura média das plantas (nesta fase do seu desenvolvimento) foi observada no tratamento que recebeu o gesso em cobertura após o plantio, o mesmo tendo sido constatado no tratamento que não

recebeu gesso algum, cuja fonte de N. foi o sulfato de amônio, aplicado no sulco.

Para a outra variedade, a CB-4176, as menores plantas (nesta idade) foram verificadas no tratamento que recebeu o enxofre na forma elementar aplicado no sulco, em dose relativamente pequena (sem Cálcio, portanto). O tratamento que não recebeu Cálcio nem Enxofre (testemunha) também produziu plantas relativamente menores*.

Plantas relativamente altas também foram observadas na variedade NA-5679, no tratamento que recebeu enxofre elementar em cobertura após o plantio, na dose relativamente alta, o mesmo tendo acontecido em relação ao tratamento que recebeu o gesso aplicado no sulco, em dose relativamente pequena.

O mesmo não foi verificado nas plantas da variedade CB-4176, onde estes mesmos tratamentos, nesta fase do desenvolvimento da cultura, mostraram efeitos que não se correspondem inteiramente.

Estas diferenças podem ser explicadas pelo fato de as duas variedades estudadas serem de naturezas diferentes quanto à maturação, sendo uma precoce a (NA-5679) e a outra (CB-4176), tardia.

*NOTA. Na verdade, a ausência de Cálcio não foi absoluta, visto que uma quantidade relativamente pequena deste elemento (5,5 kg/ha), contida no superfosfato triplo, foi fornecida indistintamente a cada um dos tratamentos.

5.2. Relação entre produção média por hectare e as diferentes fontes, formas de aplicação e quantidades de Cálcio e de Enxofre aplicadas ao solo.

As maiores produções foram observadas nos tratamentos que receberam o gesso em dose relativamente alta, em cobertura, após o plantio (em ambas as variedades).

Logo a seguir (também para ambas as variedades), as maiores produções foram verificadas nos tratamentos que receberam o gesso na forma de mistura em doses relativamente superiores às aplicadas a lanço em cobertura, após o plantio.

Estas observações conferem, de certo modo como proposto por JONES e RUCKMAN (1966).

Produções intermediárias foram constatadas nos tratamentos que receberam o enxofre elementar em cobertura após o plantio, em dose relativamente alta, de acordo com ANDREIS (1975).

Nos tratamentos que não receberam gesso, onde foram variadas as fontes de Nitrogênio (Uréia e Sulfato de Amônio), as produções foram as menores observadas. Entretanto, no tratamento cuja fonte de N foi o sulfato de amônio, a produção observada foi ligeiramente maior (indicando a influ

ência do enxofre, fornecido pelo sulfato de amônio).

Os tratamentos que receberam doses relativamente pequenas de gesso ou de enxofre elementar no sulco também resultaram em produções relativamente menores de acordo com MELLO *et alii* (1974) e MALAVOLTA *et alii* (1979).

Estes resultados permitem, pelo menos a princípio, deduzir que é mais vantajoso se aplicar o gesso em cobertura após o plantio, do que como mistura. Observa-se também, que a aplicação de doses relativamente pequenas de gesso ou de enxofre elementar no sulco, embora não resultem na maior produção, podem talvez trazer alguma vantagem sob o aspecto econômico.

Talvez a razão pela qual o gesso aplicado em cobertura após o plantio (em dose relativamente alta) tenha resultado em produção média superior àquela na qual foi usado como mistura se deva ao fato de o solo utilizado ser bastante arenoso (sujeito, portanto, à intensa lixiviação). Entende-se que, desta forma, o material colocado na superfície (gesso), tenha chegado à zona das raízes após algum tempo quando a cultura já estava um pouco desenvolvida) o mesmo não tendo acontecido com o gesso aplicado como mistura no sulco de plantio, em dose relativamente maior.

Pode-se admitir a hipótese de que, se o solo

no qual se desenvolveu o presente experimento fosse argiloso, onde o processo de lixiviação é menos pronunciado, estes mesmos tratamentos tivessem resultado em efeitos inversos, com relação à produção média por hectare.

5.3. Relação entre o teor dos elementos encontrado na folha, e o teor destes mesmos elementos aplicado ao solo.

A discussão dos resultados neste sub capítulo, centralizou sua atenção sobre os dois nutrientes oferecidos pelo gesso, ou seja, o Cálcio e o Enxofre. Não obstante, fez-se também um estudo da relação entre as quantidades de N, P, K e Mg fornecidas ao solo, e o teor destes mesmos elementos encontado na folha.

5.3.1. Teores foliares de Cálcio

Teores relativamente maiores de Cálcio foram encontrados nas folhas das plantas da variedade NA-5679, cujos tratamentos receberam o gesso na forma de mistura (doses relativamente altas). O mesmo não aconteceu com a outra variedade, onde os teores foliares relativos a estes mesmos tratamentos foram relativamente inferiores.

Estes resultados, possivelmente decorrentes da influência varietal, encontram apoio nas pesquisas desen

volvidas por ORLANDO FILHO (1978).

Teores relativamente maiores de Cálcio foram também encontrados (em ambas as variedades), nas folhas das plantas que receberam o gesso em cobertura após plantio (dos ses relativamente altas de Cálcio e de Enxofre aplicadas ao solo).

Nos tratamentos que receberam somente enxofre elementar (a lança em cobertura na NA-5679, e no fundo do sulco para a CB-4176), os teores de Cálcio encontrados nas folhas de ambas as variedades, foram paradoxalmente os mais elevados. Para a variedade CB-4176, entretanto, isto não aconteceu em relação ao tratamento que recebeu apenas enxofre elementar (na dose relativamente maior, em cobertura), sendo que o teor de cálcio encontrado nas folhas, neste caso, foi relativamente pequeno, condizente portanto, com o esperado.

Teores relativamente menores de Cálcio, foram encontrados nas folhas das plantas, cujos tratamentos receberam o gesso nas menores doses, aplicado no fundo do sulco (nas duas variedades), tendo sido mais pronunciado, porém, na variedade NA-5679.

Estes resultados sugerem a existência de possíveis interações entre elementos aplicados juntos ou separadamente ao solo, bem como diferenças de comportamento entre

variedades distintas.

5.3.2. Teores foliares de Enxofre

O teor mais elevado de Enxofre, encontrado nas folhas da variedade NA-5679 (nesta fase de seu desenvolvimento), correspondeu justamente ao tratamento que não recebeu enxofre algum. O menor teor foliar de Enxofre, nesta mesma variedade, ocorreu no tratamento cuja única fonte de N e de S foi o sulfato de amônio, dose relativamente pequena de enxofre aplicada ao solo, portanto.

Nas duas variedades estudadas, observou-se teores relativamente altos de Enxofre, no tratamento que recebeu o gesso em cobertura (a lanço, após o plantio), dose relativamente alta, aplicada ao solo.

Os tratamentos que receberam o gesso na forma de mistura, também revelaram teores relativamente maiores de Enxofre nas folhas. De modo geral, os teores foliares de Enxofre foram relativamente elevados, com ligeiras variações. Tais variações, entretanto, não devem ser devidas à diferença varietal, uma vez que ambas as curvas obedeceram a um mesmo padrão geral.

Nos dois tratamentos, nos quais um deles recebeu enxofre elementar em dose relativamente pequena aplicada

ao sulco, e o outro recebeu gesso, também em dose relativamente pequena aplicada ao sulco, os teores foliares de Enxofre correspondentes, foram equivalentes para cada uma das duas variedades estudadas. Este fato revela, a princípio, que não houve qualquer influência por parte do cálcio sobre a absorção do enxofre, uma vez que o teor foliar deste elemento foi equivalente em ambos os tratamentos.

5.3.3. Teores foliares de N, P, K e Mg

Os teores destes elementos, detectados nas folhas, obedeceram fielmente, curvas bastante semelhantes para as duas variedades estudadas.

Estes elementos em si, não constituíram o objeto principal do presente estudo, não deixando, entretanto, de ser interessante uma ligeira apreciação sobre seu conteúdo foliar.

Seus teores foliares em si, nada têm a ver com os diferentes tratamentos aplicados, uma vez que suas quantidades aplicadas aos solos foram fixas em todos os tratamentos correspondentes à formulação N-P-K igual a 30-20-60. Não foi feita qualquer aplicação de Mg, sendo que o seu teor encontrado nas folhas, revela a presença do mesmo, no solo, independente de qualquer aplicação.

As curvas construídas permitem claramente visualizar e compreender que cada um destes quatro elementos (N, P, K e Mg) possui comportamento distinto, com relação à sua absorção e correspondente teor foliar, já que os pontos de inflexão (cada ponto corresponde a um elemento) se adaptam perfeitamente nas duas variedades, embora não coincidentemente.

Assim, o N apresentou o maior teor foliar nas duas variedades, enquanto que o P mostrou o menor (também para as duas variedades). O K ocupou posição intermediária (nas duas curvas), enquanto que o Mg, embora não tenha sido aplicado ao solo, revelou teores foliares próximos entre si, nas duas variedades, numericamente um pouco acima do teor encontrado para o P.

5.4. Relação entre o teor dos elementos, encontrados nas folhas, e as respectivas produções médias obtidas

5.4.1. Teores foliares de Cálcio

A maior produção média por hectare (em ambas as variedades), foi observada nos tratamentos que receberam o gesso na dose relativamente alta, aplicado a lanço, em cobertura, logo após o plantio. Nestas plantas, o teor foliar de Cálcio foi relativamente maior e numericamente igual nas duas variedades.

A seguir, as produções mais elevadas (também para ambas as variedades), corresponderam aos tratamentos onde o gesso foi aplicado na forma de mistura (doses também, relativamente altas). Nestes tratamentos, entretanto, os teores foliares de Cálcio encontrados nas duas variedades foram discrepantes, relativamente maiores na variedade NA-5679 e inferiores na CB-4176. Esta diferença se deve, possivelmente, à influência varietal.

Fato interessante, já mencionado anteriormente, foi que o teor foliar mais elevado de Cálcio (na variedade NA-5679), foi encontrado justamente no tratamento que recebeu somente enxofre elementar (em dose relativamente alta, 300 kg/ha em cobertura após o plantio). A respectiva produção obtida, entretanto, situou-se um tanto aquém da maior produção observada (considerada também como boa, entretanto, sob o ponto de vista agrônômico). Foi encontrado teor foliar de Cálcio igualmente elevado (ainda nesta variedade), no tratamento cuja fonte de N foi o sulfato de amônio, e o gesso usado como mistura (dose relativamente elevada de gesso).

O menor teor foliar de Cálcio, encontrado na variedade NA-5679 correspondeu ao tratamento onde o gesso foi aplicado em pequena quantidade, no fundo do sulco de plantio. A produção obtida neste tratamento, entretanto, não foi das menores, sendo que pode ser, talvez, vantajoso economicamen

te, como já foi dito antes. Na variedade CB-4176, não obstante este mesmo tratamento tenha resultado numa produção relativamente menor, a mesma ainda é considerada satisfatória em termos agronômicos (101,2 t/ha, equivalente a 243 toneladas de cana-de-açúcar por alqueire), o que sugere a sua aplicação prática com bastante bom resultado. Esta variedade mostrou teores foliares de Cálcio relativamente maiores do que a outra, neste mesmo tratamento.

5.4.2. Teores foliares de Enxofre

Os teores foliares de enxofre em ambas as variedades estudadas, situaram-se de modo geral, dentro de uma faixa de variação, compreendida entre 0,08 a 0,10% em resposta à maioria dos tratamentos aplicados, não mostrando, portanto, relação definida entre teor foliar deste elemento e respectiva produção, nesta fase de desenvolvimento da cultura.

Na variedade NA-5679, o teor foliar mais elevado de enxofre encontrado, correspondeu ao tratamento que não recebeu enxofre algum (testemunha), sendo entretanto, o tratamento que revelou a menor produção obtida. A outra variedade estudada (CB-4176) mostrou comportamento diferente neste sentido, com relação a este mesmo tratamento, que não obstante tenha revelado a menor produção, seu respectivo teor foliar de enxofre não foi o mais elevado. Nesta variedade (CB-

4176), os maiores teores foliares de enxofre, corresponderam aos tratamentos onde o enxofre foi aplicado no sulco de plantio (tanto na forma elementar, como contido no gesso), independentemente das diferentes quantidades em que foi aplicado, não mostrando relação nítida, portanto, entre teores foliares deste elemento e respectivas produções obtidas, pelo menos nesta fase de desenvolvimento da cultura.

A outra variedade (NA-5679) se comportou de modo semelhante com relação a estes mesmos tratamentos, expressando entretanto, em relação à variedade CB-4176, teores foliares de Enxofre, numericamente inferiores. Também neste caso não se constatou qualquer relação definida entre teores foliares de enxofre e respectivas produções obtidas, nesta fase do desenvolvimento da cultura.

O menor teor foliar de enxofre detectado foi apresentado pela variedade NA-5679, correspondendo ao tratamento que não recebeu gesso nem enxofre elementar, tendo recebido entretanto, uma quantidade relativamente menor de enxofre, contida no sulfato de amônio utilizado como fonte de N. A produção obtida neste caso, embora não tenha sido a menor, foi muito aquém da máxima observada.

6. CONCLUSÕES

6.1. Conclusões referentes à altura média das plantas

A altura média das plantas está diretamente relacionada com as quantidades de Cálcio e de Enxofre, oferecidas ao solo.

O gesso aplicado a lanço em cobertura após o plantio, tarda um pouco mais para manifestar o seu efeito sobre a altura das plantas, do que quando aplicado no sulco de plantio, em quantidades semelhantes.

A supressão do Cálcio na adubação inibe o crescimento das plantas em altura.

A supressão simultânea de Cálcio e Enxofre na adubação, inibe com mais intensidade o crescimento das plantas em altura, do que quando se supre apenas um deles.

O Enxofre elementar aplicado a lanço em cobertura após o plantio, em doses relativamente elevadas (300 kg/ha), estimula, por si só (praticamente, sem Cálcio) o crescimento das plantas de cana-de-açúcar em altura, pelo menos até certo limite, nesta fase do seu desenvolvimento.

Cálcio e Enxofre provenientes do gesso, quando aplicados em doses relativamente pequenas (50 kg gesso/ha) no sulco de plantio da cana-de-açúcar, promovem conjuntamente o crescimento das plantas em altura, manifestando sob este aspecto, um efeito semelhante ao observado quando o Enxofre elementar é fornecido isoladamente, porém em doses mais elevadas (300 kg/ha).

Há influência varietal quanto à época (idade de cultura) de manifestação de efeitos relativos à altura média das plantas, decorrentes da aplicação de iguais tratamentos, manifestando efeitos que se correspondem, porém, em diferentes idades.

6.2. Conclusões referentes à produção média por hectare

O gesso aplicado a lanço em cobertura após o plantio, em quantidades relativamente elevadas (500 kg gesso/

ha) promove significativo aumento na produção de cana-de-açúcar por unidade de área.

Produções relativamente elevadas de cana-de-açúcar são obtidas (mesmo em solos arenosos), quando o gesso é empregado na forma de mistura com NPK na adubação de p plan tio (em dose relativamente alta, ao redor de 800 kg gesso/ha). A aplicação de doses relativamente menores de gesso (500 kg/ha) em cobertura após o plantio promove, entretanto, ~~as~~ produções ainda maiores.

A produção da cana-de-açúcar é sensivelmente diminuída pela falta de Cálcio e de Enxofre na adubação.

O Enxofre elementar aplicado a lanço em cober tura após o plantio, em doses relativamente elevadas (300 kg/ha), estimula por si só (praticamente sem Cálcio) o aumento da produção média de cana-de-açúcar por unidade de área, pelo menos até certo ponto, a partir do qual, somente a adubação completa é capaz de fazer atingir a produção máxima.

Doses mínima de Enxofre estimulam, por pouco que seja, o aumento da produção da cana-de-açúcar, o mesmo se ~~dadndo~~ com o Cálcio.

Cálcio e Enxofre provenientes do gesso, quando aplicados em doses relativamente pequenas (50 kg gesso/ha) no sulco de plantio da cana-de-açúcar, promovem conjuntamente o aumento da produção, até níveis considerados ~~as~~ satisfatórios sob o aspecto econômico.

6.3. Conclusões referentes aos teores foliares dos elemen
tos, em função das quantidades em que foram aplicados
ao solo.

Há influência varietal sobre o teor de Cálcio e/ou Enxofre encontrado nas folhas de cana-de-açúcar, em de terminada fase do seu desenvolvimento, em função das quantidades em que são aplicados ao solo, juntos ou separadamente. Deste modo, considerando-se plantas de mesma idade, porém, de variedades diferentes, os teores foliares de cálcio e/ou de Enxofre, embora resultantes de iguais tratamentos, nem sempre serão equivalentes ou sequer semelhantes.

De modo geral, existe uma proporção direta entre as quantidades de Cálcio e de Enxofre, aplicados juntos (como gesso) ou separadamente ao solo, e o teor destes mesmos elementos encontrado nas folhas da cana-de-açúcar.

As folhas da cana-de-açúcar, parecem reter com maior intensidade em seus tecidos, justamente o elemento que se encontra com maior carência no solo, havendo diferenças de comportamento varietal neste sentido, entretanto (con- siderando-se plantas de mesma idade), conforme a maior ou me- nor precocidade de cada variedade.

O fornecimento de doses mínimas do elemento que se encontra em maior carência no solo, faz com que o teor

foliar deste mesmo elemento diminua sensivelmente, indicando possivelmente a não necessidade de reserva do mesmo, em seus tecidos.

Os teores foliares de Cálcio e de Enxofre, na cana-de-açúcar estão mais na razão direta das quantidades em que foram aplicados, do que com as fontes ou formas em que foram aplicados ao solo.

Os teores foliares de N,P,K e Mg, na cana-de-açúcar obedecem a um padrão uniforme em ambas as variedades estudadas, correspondendo-se de forma equivalente. Estes estão diretamente relacionados com suas respectivas solubilidades no solo, existindo assim uma proporção direta entre a solubilidade de cada um e o seu respectivo teor encontrado nas folhas.

6.4. Conclusões referentes aos teores foliares de Cálcio e de Enxofre e as respectivas produções médias por hectare.

Há uma relação direta entre o teor foliar de Cálcio e a respectiva produção máxima da cana-de-açúcar, em determinada fase de seu desenvolvimento, quando o gesso é aplicado a lanco em cobertura após o plantio, em doses relativamente elevadas (500kg/ha).

O teor foliar mais elevado de um determinado elemento (caso, o Cálcio) na cultura de cana-de-açúcar em determinada fase de seu desenvolvimento, não corresponde necessariamente à maior produção obtida, havendo neste sentido diferenças de comportamento varietal.

A rigor, não existe uma correlação direta entre produção média obtida de cana-de-açúcar e respectivo teor foliar de Cálcio, considerando-se determinada época de amostragem.

As maiores produções médias obtidas na cana-de-açúcar, em variedades diferentes submetidas a iguais tratamentos, não expressam necessariamente teores foliares de Cálcio equivalentes, ou mesmo próximos entre si.

Diferentes variedades de cana-de-açúcar podem responder de modo similar em relação aos seus teores foliares de enxofre, proveniente de diferentes fontes, quantidades e formas em que é aplicado ao solo, não havendo porém, qualquer relação definida entre os teores foliares deste elemento e respectivas produções médias, pelo menos nesta fase de desenvolvimento da cultura.

7. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, R., F.C. VERDADE e H. OLIVEIRA, 1963. Fracionamento da dose de N na cultura da cana-de-açúcar. *Bragantia*. Campinas. 22:51-54.

ANDREIS, H.J., 1975. Macro and micro nutrient content of Millable Florida sugar cane. *Sugar-Journal*. New Orleans. 37:10-12.

ANÔNIMO, 1969. Cane needs sulfur in its diet. *Producers Rev.*, 59, (1), 49. Apud *International Sugar Journal*, 1970, 72:16. England.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS, 1975. Manual de Adubação. São Paulo. Editora "Ave Maria" Ltda. 346p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos, 1960. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro. 634p. (Boletim nº 12).

CASTILLA, A.C., 1954. Corrección de la alcalinidad de un suelo del valle, con aplicaciones de azufre, meso y lixiviación. Estudio en el invernadero. *Acta Agronomica*. Colombia. 4:1-14.

CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. *Avaliação da fertilidade do solo-métodos de análise*. São Paulo. Editora "Ave Maria" Ltda. 61p.

DEMATTE, J.L.I. (S.d.). *Curso de Gênese e Classificação de Solos*. Piracicaba. Depto. Editorial do Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz". 348p.

FERNANDES, A.J., 1984. *Manual da Cana-de-Açúcar*. Piracicaba. Livroceres Ltda. 196p.

FERNANDES, F.A., 1982. *Gesso, Aplicação na Agricultura*. *Seminários de Solos e Nutrição de Plantas - E.S.A.L.Q. USP*. Piracicaba. (S.ed.). 28p.

FERREIRA, M.E., D. FORNASIERI, G.C. VITTI e C. MARVULO (S.d.).

Estudos de doses e época de aplicação do gesso na cultura do amendoim, (*Arachis hypogea*). *Revista Científica*. São Paulo. (no prelo).

GALLO, J.R., R. HIROCE e R. ALVAREZ, 1968. Levantamento do estado nutricional de canaviais de São Paulo, pela análise foliar. *Bragantia*. Campinas. 27(30):365-382.

GOSNELL, J.M. e A.C. LONG, 1969. A sulfur deficiency in sugar cane. *Proceedings 43rd. Congress South African Sugar Technology Association* : 26-29. Apud *International Sugar Journal*, 1971, 73:80. England.

HAAG, H.P. e J. ORLANDO FILHO, 1976. Influência varietal e do solo no estado nutricional da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*), pela análise foliar. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*. Piracicaba. 33:105-147.

HERNANDO, V., M.P. SANCHEZ CONDE e J.G. CONTRERAS, 1963. Influência de los niveles de yeso y de humedad en la fertilidad de um suelo gesoso. *Anales de Edafologia y Agrobiologia*. Madrid. 22:323-337.

HOWES, F.N., 1967. Sugar cane research in Queensland. *The International Sugar-Journal*. England.

HUMBERT, R.P., 1968. The nutrition of sugar cane. Cap. IV.

In: *The Growing of Sugar Cane*. Elsevier Publishing Company. Amsterdam. 223-224.

JONES, M.B. e J.E. RUCKMAN, 1966. Gypsum and Elemental sulfur as fertilizers on annual grassland. *Agronomy Journal*. Madison. 58:409-412.

JONES, M.B. e J.E. RUCKMAN, 1969. Effect of particle size on long-term availability of sulfur on annual-type grasslands. *Agronomy Journal*. Madison. 61:936-939.

KIEHL, E.J., 1979. *Manual de Edafologia*. São Paulo. Editora Agronômica "Ceres" Ltda. 262p.

LEMOES, R.C. DE e R.D. DOS SANTOS, 1976. *Manual de Método de Trabalho de Campo*. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 36p.

LIMA FILHO, S.A., 1977. *Métodos de Análises de Solos*. Banderantes. Editado pela Fundação Faculdade de Agronomia Luiz Meneghel. 81p.

MALAVOLTA, E., 1976. *Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda. 528p.

MALAVOLTA, E., H.P. HAAG, F.A.F. MELLO e M.O.C. DO BRASIL SOBRINHO, 1976. *Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas*. São Paulo, Livraria Pioneira Editora. 727p.

MALAVOLTA, E., J.P. ROMERO, T.H. LIEM e G.C. VITTI, 1979. *Gesso Agrícola, Seu Uso na Adubação e Correção do Solo*. Piracicaba. Depto. de Serviços Técnicos Agronômicos. Boletim Ultra Fértil. 32 p.

MALAVOLTA, E., V.F. CRUZ e L.G. SILVA, 1972. Foliar diagnosis in sugar cane V. Extension of the physiological economical concept of critical level. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro. 44(2):349-353.

MAY, P.F., A.R. TILL e A.M. DOWNES, 1967. Nutrient cycling in grazed pastures, 1. A preliminary investigation of the use of ³⁵S gypsum. *Australian Journal of Agricultural Research*, 1968. Australian. 19-11:531-543.

MELLO, F.A.F., M.O.C. DO BRASIL SOBRINHO, S. ARZOLLA, A. COBRA NETTO e R.I. SILVEIRA, 1974. *Fertilidade do Solo*. Piracicaba, Depto. Editorial do Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz". 197p.

MONIZ, A.C. Cood., 1975. *Elementos de Pedologia*. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos Editora S/A. 459p.

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, 1975. *Munsell Soil Color Charts*.

Baltimore, Maryland. MacBeth Division of Kollmorgen Corporation. 17p.

ORLANDO FILHO, J., 1978. Absorção dos nutrientes pela cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) variedade CB 41-76 em três grandes grupos de solos no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 76p. (Tese de Doutorado).

ORLANDO FILHO, J. e H. DE CAMPOS, 1975. Número ideal de folhas para a diagnose foliar em cana-de-açúcar (Soqueira). *Brasil Açucareiro*. Rio de Janeiro. 85(4):23-29.

PIMENTEL GOMES, F., 1973. *Curso de Estatística Experimental*. (5^a ed.). Piracicaba. Livraria Nobel S.A. Editora-Distribuidora. 430p.

PONTE A.M. DA, N.E. ARANTES, P.G. GUIMARÃES, M.B. DE PAULA e R.A. DE SOUZA, 1978. Influência do gesso na fertilidade dos solos de cerrado para duas cultivares de soja (*Glycine max.* (L) Merrill) Interação entre níveis de calagem, níveis de gessagem e cultivares (Estudo Preliminar). Informe Agropecuário. Belo Horizonte. (no prelo).

- POONIA, S.R. e D.R. BHUMBLA, 1972. Effect of esp on the availability of Ca from soil and added gypsum to maize (*Zea mays*) and dhaincha (*Sesbania acuelata*). *Plant and Soil*. The Hague. 36:671-679.
- REEVE, N.G. e M.E. SUMNER, 1972. Amelioration of subsoil acidity in Natal oxisols by leaching of surface-applied amendments. *Agrochemophysica*. Pretoria, South Afric. 4:1-6.
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Acordo Instituto de Zootecnia/Ultrafertil, 1977. *Relatório nº 1 do projeto sobre a utilização do gesso e da associação fosfato natural+gesso em plantas forrageiras*. Campinas. 46p.
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Instituto Agrônômico de Campinas, 1977. *Tabelas de Adubação e Calagem*. Campinas. 196p. (Boletim nº 209).
- SEDL, J.M., 1968. The sulfur nutrition of sugar cane. *Proceedings 35th. Conf. Queensland Society Sugar Cane Technology*: 131-135. Apud *International Sugar Journal*, 1969, 71:302. England
- SILVEIRA, R.I., F.A.F. DE MELLO, M.O.C. DO BRASIL SOBRINHO e S. ARZOLLA, 1978. *Adubos e Adubação das Principais Culturas Brasileiras*. Piracicaba, Depto. Editorial do Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz". 223p.

TAKKAR, P.N. e T. SINGH, 1978. Zinc nutrition of rice as influenced by rates of gypsum and Zn fertilization of alkali soils. *Agronomy Journal*. Madison. 70:447-450.

TEIXEIRA, N.T., 1980. Comportamento do nitrogênio "solúvel" em cana soca, em condições de campo e em variedades de cana-de-açúcar cultivadas em solução nutritiva. Piracicaba, ESALQ/USP. 83p. (Tese de Doutorado).

WANG, C.H., T.H. LIEM e D.S. MIKKELSEN, 1976a. Sulfur deficiency a limiting factor in rice production in the lower Amazon Basin I. Development of sulfur deficiency as a limiting factor for rice production. IRI. Manila. 47: 16-23.

ZAMBELLO, JR., E. H.P. HAAG e J. ORLANDO FILHO, 1981. Influência da época de amostragem foliar e do tipo de solo na diagnose foliar de soqueira da cana-de-açúcar. *Saccharum*. São Paulo. 3:23-30.