

MOACYR DE O. CAMPONEZ DO BRASIL SOBRO

Engenheiro Agrônomo

Assistente da 2ª Cadeira e Seccão Técnica "Química Agrícola"
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", U. S. P.

ESTUDOS SÔBRE O APROVEITAMENTO DA TORTA DE

FILTRO DE USINA DE AÇUCAR COMO FERTILIZANTE

Tese de Doutorado

apresentada à

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", U.S.P.

Outubro de 1958

PIRACICABA - ESTADO DE SÃO PAULO

BRASIL

E R R A T A

- à fls. 5 - na 18ª linha: onde se lê COWLEY(1953) deve-se lêr COWLEY (1951).
- à fls. 6 - Na 12ª linha: onde se lê ANÔNIMO(1958) deve-se lêr ANÔNIMO(1955).
- à fls. 8 - Na 24ª linha: onde se lê Toth e colaboradores(1948) deve-se lêr TOTH e colaboradores(1948).
- à fls. 10 - Na 2ª linha: onde se lê (LOOMIS e SHULL, 1937), deve-se lêr (LOOMIS e SHULL, 1939).
- Na 26ª linha: onde se lê (MALAVOLTA, 1951) deve-se lêr (MALAVOLTA, 1952).
- Na 29ª linha: onde se lê CATANI, 1955, deve-se lêr CATANI, 1954.
- à fls. 15 - No Quadro II; onde se lê Cloreto de potássio, deve-se lêr Sulfato de potássio.
- à fls. 16 - No Quadro III: onde se lê Cloreto de potássio, deve-se lêr Sulfato de potássio.
- à fls. 17 - Na 16ª linha: onde se lê (CATANI e KÜPPER, 1954), deve-se lêr (CATANI e KÜPPER, 1946).
- à fls. 23 - No Quadro VII: onde se lê Sulfato de potássio (50% K₂O) 200 (sol.) deve-se lêr Sulfato de potássio (50% K₂O) 100 (sol.)
- à fls. 28 - Na 19ª linha: onde se lê tinham 70% de umidade, deve-se lêr apresentavam 70% de umidade.
- à fls. 33 - Na 11ª linha: onde se lê 4.1.1.1. , deve-se lêr 4.1.2.
- à fls. 36 - Na 20ª linha: onde se lê defecção do caldo, deve-se lêr defecação do caldo.
- à fls. 45 - Na 10ª e 11ª linhas: eliminar (PANDALAI e colaboradores, 1954; SAMUELS e LANDRAU, 1955).
- Na 14ª linha: onde se lê MILLAR, 1954, deve-se lêr MILLAR, 1955.
- à fls. 51 - Na 3ª linha: onde se lê 200 t/acre ou mais (*) deve-se lêr 200 t/acre (*) ou mais.
- à fls. 68 - Na 1ª linha: após o gráfico, onde se lê são os seguintes, deve-se lêr: são os seguintes:
- à fls. 74 - No fim da página deve-se substituir na coluna kg/ha da tabela s/nº as vírgulas por pontos.
- à fls. 75 - idem, idem, na tabela s/nº dos valores observados.
- à fls. 78 - idem, idem, nas tabelas de valores calculados e observados.

MORAES

HOMENAGEM PÓSTUMA

Professor José de Mello Moraes

"IN MEMORIAM"

à meu pai

DEDICO

à minha mãe

à minha espôsa e

aos meus filhos

normas

A D E N D A

- à fls. 5 - Na 6ª linha: onde está ALMEIDA(1944) passa a ser: ALMEIDA(1944, 1944a).
- à fls. 6 - Na 4ª linha: onde está MEDINA e colaboradores(1957) passa a ser: HERNANDEZ-MEDINA e colaboradores(1957).
- à fls. 26 - Na 8ª e 9ª linhas: onde se lê: e milho e no de 1955-56 o de cana no campo da S.T.Q.A., cujo solo e arenoso, e, de cana, passa a ser: e milho, e, no de 1955-56, de cana no campo da S.T.Q.A., cujo solo e arenoso, e, ainda, de cana,
- à fls. 30 - Nas 24ª e 25ª linhas, nos dados de composição química da torta, onde se lê:

N - 1,68

P205 -

passa a ser:

N - 1,68%

P205 - 1,20%

- à fls. 32 - Na 8ª linha: onde se lê ALMEIDA(1944) passa a ser ALMEIDA(1944, 1944a)
- à fls. 33 - Na 30ª linha: onde se lê 0,45 e 1,92, com uma média igual a 1,11, passa a ser: 0,45 e 1,92%, com uma media igual a 1,11%.
- à fls. 44 - Na última linha: onde se lê podem nela ocorrer, passa a ser: podem nela ocorrer (PANDALAI e colaboradores, 1954; SAMUELS e LANDRAU, 1955).
- à fls. 106 - Na 1ª linha: onde se lê LITERATURA, deve-se lêr LITERATURA CITADA.
- à fls. 107 - Acrescentar entre as 11ª e 12ª citações da página o autor:
HERNANDEZ-MEDINA, F.A. Cruz Miret and M.A.Lugo Lopez
1957 - Residual Effect of Filter Press-Cake Applications on Pineapple Yields. The J. of Agr. of the Un. Puerto Rico, 41:197-202.
- à fls. 109 - Acrescentar entre as 2ª e 3ª citações da página o autor:
PECK, S.S.
1923 - The Thomas and Petree Process in Hawaii, Int. Suc. J., 25:26-32.

ÍNDICE

ACURB

	<u>MATÉRIA</u>	<u>PÁGINA</u>
1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DA LITERATURA	4
3.	MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1.	Estudo da composição mineral	7
3.1.1.	Análise química	8
3.1.1.1.	Amostragem	8
3.1.1.2.	Preparação do extrato	8
3.1.1.3.	Métodos analíticos	9
3.2.	Efeito sobre as plantas	11
3.2.1.	Ensaio de vegetação em vasos	11
3.2.1.1.	Descrição do método	13
3.2.1.2.	Colheita	16
3.2.1.3.	Análise química	16
3.2.1.3.A.	Solo	16
3.2.1.3.B.	Torta	17
3.2.1.3.C.	Planta	18
	1. Amostragem	18
	2. Preparação do extrato	18
	3. Métodos analíticos	19
3.2.1.4.	Análise física	19
3.2.2.	Ensaio de campo	19
3.2.2.1.	Ensaio fatorial 2 ² de milho, algodão e cana-de-açúcar	21
3.2.2.1.A.	Dados culturais do algodão	22
3.2.2.1.B.	Dados culturais do milho	24
3.2.2.1.C.	Dados culturais da cana	24
3.2.2.2.	Ensaio fatorial 4x2 de algodão, milho e cana	26
3.2.2.2.A.	Dados culturais do algodão	27
3.2.2.2.B.	Dados culturais do milho	28

MANA

3.2.2.2.C.	Dados culturais da cana-de-açúcar (terra arenosa da S.T.Q.A.)	30
3.2.2.2.D.	Dados culturais da cana-de-açúcar (terra roxa da UMA)	31
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1.	Estudo da composição mineral	32
4.1.1.	Resultados analíticos	32
4.1.2.	Discussão dos resultados	33
4.2.	Efeito sobre as plantas	37
4.2.1.	Ensaio de vegetação em vasos	37
4.2.1.1.	Terra arenosa do campo da S.T.Q.A.	37
4.2.1.1.A.	Análise estatística	38
4.2.1.1.B.	Análise química das palhas	40
4.2.1.2.	Terra roxa	40
4.2.1.2.A.	Análise estatística	41
4.2.1.2.B.	Análise química das palhas	43
4.2.1.3.	Discussão dos resultados	44
4.2.2.	Ensaio de campo	45
4.2.2.1.	Ensaio fatorial 2 ² de algodão, milho e cana-de-açúcar	45
4.2.2.1.A.	Algodão	45
1.	Resultados	45
2.	Análise estatística	47
3.	Discussão dos resultados	50
4.2.2.1.B.	Milho	51
1.	Resultados	51
2.	Análise estatística	52
3.	Discussão dos resultados	55
4.2.2.1.C.	Cana-de-açúcar	56
1.	Resultados	56
2.	Análise estatística	57
3.	Discussão dos resultados	59
4.2.2.2.	Ensaio fatorial Torta x Mineral 4x2 de algodão, milho e cana-de-açúcar	60

ANEXO

-III-

4.2.2.2.A.	Algodão	60
1.	Resultados	60
2.	Análise estatística	62
3.	Discussão dos resultados	68
4.2.2.2.B.	Milho	69
1.	Resultados	69
2.	Análise estatística	72
3.	Discussão dos resultados	81
4.2.2.2.C.	Cana-de-açúcar	82
1.	Resultados	82
2.	Análise estatística	83
3.	Discussão dos resultados	88
4.2.2.2.D.	Cana-de-açúcar	89
1.	Resultados	89
2.	Análise estatística	91
3.	Discussão dos resultados	97
5.	RESUMO E CONCLUSÕES	100
5.1.	Estudos da composição mineral das tortas de filtro	101
5.2.	Ensaio de vegetação em vasos com arroz	102
5.3.	Ensaio de campo	103
5.3.1.	Algodão	103
5.3.2.	Milho	103
5.3.3.	Cana-de-açúcar	103
6.	AGRADECIMENTOS	105
7.	LITERATURA	106

1. INTRODUÇÃO.

As tortas de filtro das usinas constituem um dos vários subprodutos da fabricação do açúcar. Elas resultam do processo de clarificação do caldo. Este, depois desses tratamentos especiais, que variam com o esquema de clarificação utilizado pelas usinas (sulfitação, defecação, etc.), sofre decantação, precipitando, então, as impurezas nele contidas e as substâncias utilizadas nos processos de clarificação (enxôfre, leite de cal, etc.).

Esse material todo forma uma bôrra, ainda com apreciável quantidade de açúcar. A fim de permitir a recuperação desse açúcar, as bôrras são submetidas a processos de filtração, através dos filtros prensa ou rotativos à vácuo, denominados Oliver Campbell, ou mais comumente, Oliver, separando dest'arte o líquido da parte sólida. O resíduo da filtração constitue a torta que também é conhecido por "lôdo", "cachaca" ou "bagacinho". Nestas condições, segundo a sua origem, a torta recebe as denominações de torta de filtro prensa ou torta de filtro Oliver. Autores há, que quando se referem a esse produto não mencionam a fonte, dando-lhe somente a denominação de torta ou lôdo de filtro ("filter mud" ou "filter cake" no inglês e "cachaza" no espanhol).

Sobre o uso dos dois tipos de filtros pelas usinas, nota-se que, modernamente, estas têm em grande parte substituído o filtro prensa pelo filtro rotativo à vácuo tipo "Oliver", por ser este de filtração contínua e automática, enquanto aquele, intermitente, interrompe periodicamente a filtração, para operações de troca e limpeza dos tecidos que servem de filtro. Empregamos em nossos experimentos apenas o último tipo ou seja torta de filtro "Oliver", por ser a predominante nas usinas do Estado de S. Paulo.

De um modo geral, encontramos na literatura que cada tonelada de cana moída dá de 2 a 3% de torta. Levando em conta as produções de açúcar no Brasil, no Estado de S. Paulo e, em especial na região açucareira de Piracicaba e considerando que a cada tonelada de açúcar correspondem 10 toneladas de cana, teríamos as seguintes produções de torta:

<u>Safra</u>	<u>Produção de açúcar (t)</u>	<u>Cana moída (t)</u>	<u>Torta de filtro (t)</u>
<u>Brasil</u>			
1955/56	2.067.155	20.671.550	516.790
1956/57	2.219.506	22.195.060	554.875
1957/58	2.683.270	26.832.700	670.817
<u>E.S. Paulo</u>			
1955/56	705.962	7.059.620	176.490
1956/57	784.966	7.849.660	196.241
1957/58	1.077.384	10.773.840	269.346
<u>Zona açucareira de Piracicaba(*)</u>			
1956/57	368.662	3.686.620	92.165
1957/58	466.187	4.661.870	116.547

(*) A zona açucareira de Piracicaba compreende 40 usinas distribuídas por cerca de 20 municípios. Piracicaba que é a sede, possui 8 usinas de açúcar.

Pode-se observar pelos dados citados que se trata de uma quantidade bastante grande de um subproduto que serve para diversos fins. Dentre estes temos: extração de cêra, da qual são muito ricas; componente de rações para animais; combustível; fabricação de matérias corantes; adubação e outros fins.

SAMUELS e LANDRAU(1955), definem a torta de filtro, pelos seus constituintes como uma mistura de fôlhas, sacarose, coloides coagulados incluindo cêra de cana, albuminoides, fosfatos de cálcio, areia e solo. Sob o aspecto físico apresenta-se preta ou pardo-escura, esponjosa, macia, pouco densa e

amorfa. Pode absorver facilmente grandes quantidades de água. Para os mesmos autores sua densidade é muito baixa, sendo somente 0,375 quando sêca e 0,570 quando contendo 65% de umidade.

Embora diversos sejam os usos e aplicações que lhe são atribuídos é a torta de filtro aproveitada principalmente como adubo nos grandes centros açucareiros do mundo. No Brasil, e maximé na região de Piracicaba, que é um dos seus grandes centros açucareiros, vem também sendo usada como fertilizante pelas usinas de açúcar. Isto, porém, é feito empiricamente, desconhecendo-se qual seja o seu comportamento em nossos solos. Porto Rico, Índia, União Sul Africana, Cuba, Haváí, U.S.A., Filipinas, Ceilão, Taiwan e outros países, têm procedido a inúmeros experimentos e estudos com êsse subproduto. Devido à falta completa de dados em nosso meio, resolvemos elaborar o presente trabalho cujo escôpo foi estudar a composição química das tortas de usinas situadas nesta região açucareira e sua influênciã sôbre a produção em algumas culturas.

De um modo geral as usinas amontôam essa torta ao ar livre ou em galpões e aplicam-na diretamente aos solos ou em mistura com formulas minerais.

O seu emprêgo é limitado pelo preço do seu transporte aos terrenos da propria usina ou visinhanças, de vez que a sua acumulação próxima à indústria açucareira determina um cheiro desagradável devido aos processos de fermentação que ocorrem. Daí, certas usinas, venderem a torta a baixo preço a fornecedores ou mesmo cederem-na gratuitamente.

2. REVISÃO DA LITERATURA.

Os ensaios sôbre a ação fertilizante e o emprego de torta de filtro como adubo são poucos e esparsos, sendo que nos últimos anos tem crescido o interêsse por êsse subproduto em alguns países açucareiros, aumentando conseqüentemente o aparecimento de trabalhos.

A literatura foi revista sôbre torta de usina de um modo geral, especificando-se o tipo oriundo de filtro Oliver ou prensa, sômente quando os autores assim o mencionavam.

Segundo RANDES(1923), na Louisiana, investigações sôbre um certo número de anos indicam uma ação fortemente benéfica da torta de filtro prensa sôbre a produção da cana principalmente em terras negras.

PECK(1923), no Havaí, procurou interpretar a reação da torta de filtro prensa, considerando o seu efeito não só pelos elementos minerais que levava ao solo em apreciável quantidade como também pelo papel de certos componentes orgânicos.

LOCSIN(1930), nas Filipinas, aplicando torta de filtro prensa, na dose de 75 t de material úmido por ha, em solos vermelhos, obteve considerável vantagem em favor da torta, em confronto com a adubação mineral.

MAZE(1934), cita várias usinas do Havaí que utilizam a torta de filtro Oliver na lavoura de diversos modos: acrescentando água ao lodo que é depois transportado em carros tanque e despejado à água de irrigação ou espalhada diretamente sôbre o terreno, sem adição de água.

BORDEN(1935) no Havaí, estudando o valor fertilizante da torta nos diferentes solos observou que as reações variavam com o solo, embora os resultados só fossem preliminares.

KERR e STIEGLITZ(1938) adubando com torta de filtro

Oliver terras de baixa fertilidade em Queensland obteve frequentemente resultados espetaculares.

MARTIN(1942), em Havaí, sugeriu o emprêgo de torta de filtro como fertilizante, após sofrer um período de decomposição.

ALMEIDA(1944) no Estado de S.Paulo, estudou os principais fatores responsáveis pela variação na quantidade e composição química das tortas de usina.

HERNANDEZ-MEDINA(1952), em Porto Rico, aplicando torta de filtro prensa adicionada à mistura mineral sôbre abacaxi obteve não só plantas de excelente aspecto como produções muito maiores do que nos tratamentos sem torta. Resultados semelhantes foram registrados na segunda colheita.

PANDALAI e colaboradores(1953), na Índia, empregaram a torta de filtro prensa na adubação do coqueiro. Os autores caracterizaram a presença de alguns micronutrientes na torta.

COWLEY(1953), em Cuba, estudou a forma de aplicação de torta no solo, se fresca ou armazenada. Concluiu que, mesmo fresca não prejudica em nada a cultura canavieira tanto a cana planta como sóca. Quanto à resposta obtida: foi de cerca de 150% em relação à testemunha.

LUGO-LOPEZ e colaboradores(1953) em Porto Rico, estudaram o efeito da torta de filtro prensa adicionada com mistura mineral, sôbre as propriedades químicas e físicas do solo, 18 meses após o seu emprego.

OWEN(1954), em Louisiana, após extrair o conteúdo de cêra da torta de filtro prensa, reinoculou o material com terra de jardim e aplicou-o como adubo sôbre milho em vasos. Observou um efeito estimulante notável da torta não só sôbre a planta como para o desenvolvimento de bactérias e fungos.

SAMUELS e LANDRAU(1955), em Porto Rico, avaliaram

os efeitos da aplicação de torta sôbre várias culturas, em diversos tipos de solo, encontrando resultados favoráveis em alguns casos e em outros efeito algum.

MEDINA e colaboradores(1957), em Porto Rico, obtiveram resposta favorável do efeito residual da torta sôbre cultura de abacaxi, quando aplicado juntamente com uma formula mineral.

LUGO-LOPEZ e colaboradores(1957), em Porto Rico, verificaram um efeito eficaz da torta quando comparada com diversos estabilizadores de estrutura de solo (Krilium 6, Krilium 9, aerotil goodrite) em sementeiras de fumo.

Investigações levadas a efeito por ANÔNIMO(1958) em Miwani (Kênia) sôbre a reação de melaço e torta de filtro prensa adicionado de sulfato de amônio sôbre a cana, resultaram numa pequena resposta favorável para a torta e nenhuma para o melaço.

OWEN(1958) propôs para um melhor aproveitamento das qualidades fertilizantes da torta a sua utilização sob a forma de um composto no qual entram outros subprodutos da industria açucareira como: cinzas, mel final e resíduos de destilaria. Esse material todo é submetido a tratamentos especiais e depois utilizado como fertilizante.

3. MATERIAL E MÉTODOS.

3.1. Estudo da composição mineral.

Com o propósito de estudar a composição química da torta de filtro Oliver, amostras desse material, recém saído dos filtros, foram colhidas de dez usinas de açúcar, localiza das próximas de Piracicaba. A relação foi a seguinte:

<u>nº da amostra</u>	<u>Usina</u>	<u>Proprietário</u>	<u>Localidade</u>
1	Usina Central Piracicaba	Societé Sucrerie Bresilienne Ind. An.	Piracicaba
2	Usina Monte Alegre	Cia. Refinadora Paulista S/A	Piracicaba
3	-- " --	-- " --	-- " --
4	-- " --	-- " --	-- " --
5	-- " --	-- " --	-- " --
6	Usina Bom Jesus S/A Açucar e Alcool		Rio das Pedras
7	-- " --		-- " --
8	-- " --		-- " --
9	-- " --		-- " --
10	Usina Sta. Helena S/A		-- " --
11	Usina S.Jorge S/A Açucar e Alcool		-- " --
12	Usina S. José	Irmãos Delfini	-- " --
13	Usina Açucareira de Cillo S/A		Sta. Barbara d'Oeste
14	Usina Açucareira Furlan S/A		-- " --
15	Usina S.Francisco	Nicola de Cillo	Capivari
16	Usina Iracema	Cia. Industrial e Agrícola Ometto	Limeira

Dentre as 10 usinas foram escolhidas duas, Monte Alegre e Bom Jesus, de onde fizemos amostragens, em diversas

épocas, para verificar a variação de composição da torta durante a safra. As épocas foram situadas de setembro a dezembro, com amostragens mensais tomadas nos dias 15 de cada mês. Assim, as amostras números 2, 3, 4 e 5 da Usina Monte Alegre e 6, 7, 8 e 9 da Usina Bom Jesus foram colhidas, respectivamente, nas datas: 15/9, 15/10, 15/11 e 15/12/54.

3.1.1. Análise química.

3.1.1.1. Amostragem.

As amostras foram tomadas nas pilhas de torta formadas logo abaixo das bicas de descarga dos filtros. O material coletado de diferentes pontos dos montes e depois de bem homogeneizado foi recolhido em frascos de tampas de rosca, bem vedados, para evitar a perda de umidade.

No laboratório, parte do bagacinho foi levado à estufa a 80°C para secagem e o material restante, úmido, foi usado para determinações de N solúvel, N total, umidade, etc. A fração seca foi triturada em almofariz e peneirada em tamis de 1 mm de malha, sendo finalmente guardada em vidros bem fechados.

Procedeu-se simultaneamente a determinação da umidade à 80°C.

3.1.1.2. Preparação do extrato.

A. Extrato nítrico-perclórico: obtido segundo a técnica de Toth e colaboradores(1948): 0,5 g de torta seca a 80°C foi atacada por ácidos nítrico e perclórico e após perfeita digestão completado a um volume conhecido. Em alíquotas convenientes foram feitas em duplicata as determinações de fósforo, cálcio, magnésio e enxôfre.

1417
B. Extrato clorídrico da cinza. 0,5 g de cinza foi tratada pelo ácido clorídrico (1+1) (PIPER, 1950) e completado ao volume de 250 ml. Neste extrato foram feitas, com repetição, as dosagens de potássio.

3.1.1.3. Métodos analíticos.

A. Cinzas. Produto da incineração da torta (sêca a 80°C) à temperatura de 500-550°C em forno elétrico (PIPER, 1950).

B. Matéria orgânica. Representa a perda de peso sofrida durante a incineração pelo material sêco a 80°C submetido a 500-550°C (PIPER, 1950).

C. Sílica e elementos insolúveis. Constitue a fração insolúvel em ácido clorídrico, separada na preparação do extrato clorídrico das cinzas (3.1.1.2.B.) (PIPER, 1950).

D. Carbono. O carbono foi dosado pelo método da combustão sêca no aparelho de determinação de carbono tipo Lindbergh, sendo a amostra queimada no forno respectivo à temperatura de 600°C.

E. pH. Foi feita uma suspensão de 2 partes de água para uma parte de torta e a mistura deixada durante 1 hora em contato. O pH foi determinado em potenciômetro Beckman, modelo H-2.

F. Relação C/N. Representa a relação entre as porcentagens de C e N encontradas segundo D e G.

G. Nitrogênio total. O N total foi determinado pelo método de Kjeldahl e modificações (MALAVOLTA e COURY (1954)). O material utilizado na determinação era fresco, com umidade natural, procedendo-se ao lado a determinação da umidade. Fez-se a dosagem do N total em material úmido, visto que a determinação do N solúvel também se fez sobre amostra úmida, conforme se vê em H.

1000

H. Nitrogênio solúvel. A dosagem do N solúvel foi feita do extrato de água quente (LOOMIS and SHULL, 1937) sobre a torta fresca e úmida, dosando-se a umidade em uma segunda amostra.

Dez gramas de material fresco e úmido, foram postos em vaso da boêmia de 400 ml e tratados com 100 ml mais ou menos, de água fervente, e levados à ebulição por 20 minutos. Filtrou-se a seguir, usando o filtro de Roux, em substituição ao Büchner, indicado pelo método, devido ao fato da filtração ser muito demorada, quando feita por este último. Adicionou-se mais água no resíduo e levado à ebulição por mais 5 minutos, passando a solução novamente pelo filtro. Em seguida, foi precipitado o nitrogênio coloidal através da adição de 2 ml de ácido acético a 10%. Ferveu-se por mais 10 minutos e procedeu-se à filtração recebendo-se o filtrado em balão volumétrico graduado de 500 ml.

Do extrato retirou-se uma alíquota de 200 ml, cujo volume foi reduzido no banho maria até 5-10 ml. Transferiu-se a seguir, para um Kjeldahl e o nitrogênio solúvel foi dosado pelo método de Kjeldahl e modificações (G). Obs: as determinações de N (G e H) foram feitas no dia seguinte às coletas de material para evitar fermentação nas amostras úmidas e possíveis perdas de nitrogênio.

I. Fósforo. Determinação conduzida no extrato nítrico perclórico (3.1.1.2.A.) pelo método colorimétrico do molibdato de amônio (MALAVOLTA, 1951).

J. Potássio. Procedeu-se a dosagem do potássio no extrato clorídrico pelo método volumétrico do cobaltinitrito de sódio (MALAVOLTA e COURY, 1954 e CATANI, 1955).

K. Cálcio. Obtido por precipitação e ulterior titulação pelo método do oxalato de amônio sobre o extrato nítrico perclórico (A.O.A.C., 1950).

10000
L. Magnésio. O magnésio foi determinado no extrato nítrico perclórico usando o método colorimétrico do amarelo de tiazol conforme DROSDOFF e NEARPASS(1948).

M. Enxôfre. Analisado por gravimetria no extrato nítrico perclórico, seguindo o método de TOTH e colaboradores citado por MALAVOLTA(1952).

3.2. Efeito sôbre as plantas.

3.2.1. Ensaio de vegetação em vasos.

Foi instalado a fim de se verificar os efeitos da aplicação de torta de filtro como fertilizante, um ensaio de vegetação em vasos, para o qual se usou como planta teste o arroz (Oryza sativa L., variedade dourado). Utilizaram-se no experimento dois tipos de solo existentes na região de Piracicaba, representativos da área agrícola do município, outrora explorados com cereais, algodão e pomares, e, atualmente, cultivados em sua maior parte com cana-de-açúcar. São eles: terra roxa, procedente da Fazenda Modelo (anexa à Cadeira de Agricultura Especial) e arenosa, do campo experimental da Secção Técnica de Química Agrícola anexa à Cadeira de Química Agrícola), ambas pertencentes à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Para melhor identificação as referidas terras foram designadas, no presente trabalho "terra roxa da Fazenda Modelo" e "arenosa do campo da S.T.Q.A.". Esta última foi exhaustivamente estudada em data recente por RANZANI(1956). As principais características químicas e físicas dos dois solos se acham no Quadro I.

A torta empregada no experimento foi a da Usina Iracema, município de Limeira, tendo a seguinte composição:

Características químicas e físicas das terras arenosas da

S.T.Q.A. e roxa da Fazenda **Modelo**

Elementos	Arenosa	Roxa	Interpretação (*) (limites médios)
N total (N%)	0,100 ^M	0,154 ^V ^M	0,11 - 0,30
Carbono (C%)	0,760 ^B	0,980 ^B	2,10 - 4,00
PO ₄ ⁼ trocável (e.mg/100 g T.F.S.F.)	0,40 ^A	0,25 ^M	0,12 - 0,30 (**)
K ⁺	0,09 ^B	0,25 ^V ^M	0,130 - 0,40
Ca ⁺⁺	0,65 ^B	4,30 ^V ^B	2,1 - 5,0
Mg ⁺⁺	0,05 ^B	0,70 ^V ^M	0,5 - 1,0 (**)
H ⁺	4,60 ^M	4,40 ^M	2,0 - 5,0 (**)
S (bases trocáveis)	0,79	5,25 ^V	- - -
pH	4,50 ^{Ac}	5,70 ^{Am}	5,1 - 6,0
Areia total %	83,22 ^V	37,22	- - -
Argila %	6,78	36,78 ^V	- - -
Limo %	10,00	26,00 ^V	- - -
Densidade aparente	1,53	1,32	- - -

(*) CATANI e KÜPPER (1946)

(**) CATANI e colaboradores (1955)

Quadro I

1000

N	-	2,7 %
P ₂ O ₅	-	1,5 %
K ₂ O	-	0,5 %
CaO	-	6,0 %
MgO	-	0,42%

O emprêgo do bagacinho como adubo é feito na prática e em geral, visando o reposição da matéria orgânica do solo. Entretanto, embora seu conteúdo mineral seja baixo, dada as doses elevadas em que é aplicado, leva apreciável quantidade de elementos químicos ao solo. Baseado nesse fato, no planejamento dessa experiência, confrontamos uma dose determinada de torta com uma mistura mineral, correspondente aos elementos químicos conduzidos por aquele subproduto. Reunimos em seguida, por outro lado, os dois adubos para se saber o efeito deles um em presença do outro. Na parte referente a terra roxa para melhor apreciar o efeito da torta como um melhorador das qualidades físicas do solo incluímos um 5º tratamento no plano, constante da aplicação de "Ortho-Til" (polyacrilonitrile 83%), uma resina sintética fabricada pela California Spray-Chemical Corporation, Richmond, California, U.S.A., cujas propriedades são semelhantes ao do "Krilium".

3.2.1.1. Descrição do método.

O ensaio foi instalado, para os 2 tipos de solo, em vasos de barro vidrado, de capacidade de 15 kg, recebendo cada um 12 kg de terra, peneirada em tamis de malha de 2 mm.

O arroz foi semeado nos vasos, à razão de 2 grãos por cova, cabendo em cada recipiente 25 covas, distribuídos igualmente pela superfície do mesmo. A semeadura foi feita em 23/11/53.

Foram feitas regas a medida das necessidades e a água percolada nos coletores era devolvida aos vasos.

A. Terra arenosa do campo da S.T.Q.A.

O número de vasos para a terra arenosa era de 16, correspondente aos 4 tratamentos com 4 repetições com a seguinte distribuição:

<u>Vasos</u>	<u>Tratamentos</u>
1 - 2 - 3 - 4	- testemunha (sem adubação)
5 - 6 - 7 - 8	- torta de filtro Oliver (200 t/ha)
9 - 10 - 11 - 12	- mistura mineral correspondente às 200 t/torta
13 - 14 - 15 - 16	- mistura mineral mais torta de filtro Oliver (200 t/ha)

Para o cálculo da quantidade de torta a ser aplicada nos vasos, na dose de 200 t/ha, foi suposta uma camada de solo de 1 ha de área, com uma profundidade de 20 cm. Sendo a densidade da terra arenosa igual a 1,53, multiplicando-se o volume da camada considerada por 1,53 teremos 3.020 toneladas de terra por ha. Como a quantidade de terra dos vasos era de 12 kg calculou-se que em cada vaso deviam ser adicionados 794 g de torta seca. Devido à torta ter 11,8% de umidade, a quantidade equivalente passou a ser 900 g.

As 900 g de torta com 11,2% de umidade, levaram ao solo 21,5 g de N, 11,9 g de P₂O₅ e 4 g de K₂O (torta da Usina Iracema, 2.2.).

A adubação mineral correspondeu aproximadamente a aplicação de 48 t/ha da mistura 11,2 - 6,3 - 2,1 ou 191 g por vaso.

No tratamento adubo mineral mais torta, adicionou-se 900 g de torta mais 191 g da mistura mineral (Quadro II), ambas muito bem misturadas com os 12 kg de terra.

Elemento (g)	forma adicionada	Adubo	g/vaso	kg/ha adubos
21,5 N	10,75 N-NO ₃ ⁻ 10,75 N-NH ₄ ⁺	Salitre do Chile Sulf. amônio	69 54	17.350 13.586
11,9 P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ - sol. em água	Superfosfato (20%)	60	15.096
4 K ₂ O	K ₂ O, - sol. em água	Cloreto de potásio (50%)	8	2.013
Total	---	---	191	47.955

Quadro II

B. Terra roxa da Fazenda Modelo.

O número de vasos para a terra roxa foi de 20, correspondente a 5 tratamentos com 4 repetições. A distribuição foi a seguinte:

<u>Vasos</u>	<u>Tratamentos</u>
17 - 18 - 19 - 20	- Testemunha
21 - 22 - 23 - 24	- Torta de filtro Oliver (200 t/ha)
25 - 26 - 27 - 28	- Mistura mineral correspondente a 200 t/ha
29 - 30 - 31 - 32	- " " mais torta filtro Oliver
33 - 34 - 35 - 36	- " " mais "Ortho-Til" na dose de 0,2% ou 2,4 g/vaso.

O cálculo da quantidade de torta foi feito de maneira idêntica ao da terra arenosa. Sendo a densidade aparente da terra roxa igual a 1,32, o peso de uma camada de 20 cm de profundidade por 1 ha de área, corresponde a 2.640 toneladas.

Para os 12 kg de terra achamos uma dose de torta igual a 913 g. Como esta possuía 11,8% de umidade aplicamos 1.035 g.

O adubo mineral equivale à uma mistura 11,2-6,2-2,1 aplicada na dose de 48.118 kg/ha ou 218,72 g por vaso (Quadro III).

Elemento (g)	forma adicionada	Adubo	g/vaso	kg/ha adubos
24,64 N	12,32 N-NO ₃ ⁻	Salitre do Chile 15,5%	79,5	17.490
	12,32 N-NH ₄ ⁺	Sulf. amônio 20%	61,6	13.552
13,70 P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ solúvel	Superfosfato simples 20%	68,5	15.070
4,56 K ₂ O	K ₂ O "	Cloreto de potássio 50%	9,12	2.006
Total	---	---	218,72	48.118

Quadro III

O tratamento adubo mineral mais torta recebeu 1.035g de torta mais 218,72 g da mistura.

"Ortho Til" foi adicionado na dose de 0,2% corresponde a 24 g por cada vaso.

Os adubos foram muito bem misturados com a terra para todos os tratamentos.

3.2.1.2. Colheita.

Em Abril fez-se colheita dos grãos e fôlhas separadamente, determinando-se os pêsos após secagem à sombra.

3.2.1.3. Análise química.

3.2.1.3.A. Solo.

Amostras da terra arenosa e roxa, utilizadas no ensaio foram analisadas nos seus principais componentes químicos. Estes foram os seguintes: C, N total, PO₄⁻⁻⁻ trocável, K⁺ trocável, Ca⁺⁺ trocável, Mg⁺⁺ trocável, H⁺ trocável, S (bases trocáveis) e pH.

1 - Métodos analíticos.

a - Carbono - determinado pelo método da combustão

úmida de Walkley e Black (MALAVOLTA e COURY, 1954) e PIPER (1950).

b - Matéria orgânica - pode ser calculada em função do C% bastando multiplicar este valor por 1,724 (PIPER, 1950). Entretanto, exprimimos os nossos resultados somente em função do C.

c - Nitrogênio - determinado pelo método de Kjeldahl modificado (CATANI e colaboradores, 1955).

d - Hidrogênio trocável - extraído por agitação pelo acetato de cálcio N (CATANI e colaboradores, 1955).

e - Cálcio trocável - determinado no extrato obtido de percolação de 10 g de T.F.S.A. com HNO₃ 0,1 N (CATANI e KÜPPER, 1946).

f - Potássio trocável - determinado por fotometria de chama no extrato obtido da percolação com HNO₃ 0,1 N (CATANI e KÜPPER, 1954).

g - Magnésio trocável - extraído por percolação com HNO₃ 0,1 N e determinado colorimetricamente pelo método do amarelo de tiazol (RANZANI, 1956).

h - Fósforo trocável - extraído com H₂SO₄ 0,05 N e determinado pelo método colorimétrico do molibdato de amônio segundo a técnica de CATANI e colaboradores (1955).

i - Bases trocáveis (S) - resultou da soma dos teores de Ca⁺⁺, K⁺ e Mg⁺⁺.

j - pH - determinado numa suspensão do solo com água, após 18 horas de contato (CATANI e KÜPPER, 1946), num potenciômetro Beckman, modelo H-2.

3.2.1.3.B. Torta.

A torta usada no ensaio foi analisada, determinando-se o seu teor em N total, P₂O₅, K₂O, CaO e cinzas pelos mesmos métodos citados em 3.1.1.

3.2.1.3.C. Planta.

Para se ter idéia da influência da adubação sobre o teor de elementos minerais do arroz foram feitas análises químicas das folhas e grãos. Os elementos analisados foram os seguintes: N, P, K, Ca, Mg e S.

1 - Amostragem.

As palhas e grãos foram secos a 75-80°C e moídos separadamente. Em seguida foram tomadas amostras de cada um dos tratamentos misturando-se os 4 vasos correspondentes às repetições, segundo o Quadro IV. O material pulverizado foi conservado em frascos de rólha esmerilhada, para posterior análise química.

Disposição das amostras

Amostra	Vasos	Tratamentos
1	1 a 4	Testemunha (arenosa)
2	5 a 8	Torta (arenosa)
3	9 a 12	Ad. mineral (arenosa)
4	13 a 16	Ad. mineral + torta (arenosa)
5	17 a 20	Testemunha (roxa)
6	21 a 24	Torta (roxa)
7	25 a 28	Ad. mineral (roxa)
8	29 a 32	Ad. mineral + torta (roxa)
9	33 a 36	Ortho-Til (roxa)

Quadro IV

2. Preparação do extrato.

O extrato foi preparado a partir do ataque de 0,4 g de material pelos ácidos nítrico e perclórico, segundo TOTH e

colaboradores(1948).

3 - Métodos analíticos.

As análises do fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxôfre foram feitas no extrato nítrico perclórico usando os mesmos métodos citados em 3.1.1.2.

A dosagem do nitrogênio foi feita pelo método de Kjeldahl e modificações, encontrado em MALAVOLTA e COURY(1954).

3.2.1.4. Análises físicas.

Foram feitas 2 análises físicas nas terras do ensaio: densidade aparente, análise físico-mecânica de Bouyoucos.

1 - densidade aparente - método do frasco de volume calibrado, encontrado em MALAVOLTA e COURY(1954).

2 - análise físico-mecânica de Bouyoucos - método encontrado em MALAVOLTA e COURY(1954) fazendo-se as leituras 1ª e 2ª do hidrômetro após 40 segundos e 2 horas respectivamente, após a agitação (THOMPSON, 1957).

3.2.2. Ensaio de campo.

Procedeu-se a instalação de ensaios de campo constantes da competição entre torta de filtro e adubação mineral para diferentes culturas: algodão (Gossypium hirsutum L., var. IAC-817), milho (Zea mays L., var. Catete), cana (Saccharum officinarum, L.). Esses ensaios foram localizados no campo experimental da Seccão Técnica de Química Agrícola, constituído de terra arenosa, e em terra roxa da Usina Monte Alegre, de propriedade da Refinadora Paulista S/A, situada no município de Piracicaba. As análises desses solos se acham no Quadro V.

M. Catani

Elementos	Terra arenosa "S.T.O.A."				Terra roxa (U.M.A.)		Interpretações (limites médios)*
	Fatorial 2x2		Fatorial 4x2		Fatorial 4x2		
	algodão e milho	Cana	algodão e milho	Cana	Cana	Cana	
N total (N%)	0,112	0,095	0,142	0,125	0,140	0,11-0,30	
Carbono (C%)	1,020	0,830	0,900	0,850	2,280	2,10-4,00	
PO ₄ ⁼ trocável (e.mg/100 g T.F.S.E.)	0,390	0,250	0,170	0,350	0,165	0,12-0,30**	
K ⁺	0,152	0,092	0,185	0,158	0,210	0,13-0,40	
Ca ⁺⁺	1,630	1,320	1,430	1,250	4,200	2,10-5,00	
Mg ⁺⁺	0,162	0,170	0,182	0,150	0,450	0,50-1,00**	
H ⁺	3,850	3,200	4,000	3,550	4,400	2,00-5,00**	
S (bases trocáveis)	1,955	1,582	1,797	1,558	4,860	- - -	
pH	5,5	5,2	5,6	5,3	5,9	5,10-6,00**	
Areia total%					83,22	55,22	
Argila %					6,78	30,78	
Limo %					10,00	14,00	

* CATANI e KÜPPER(1946)

** CATANI e colaboradores(1955)

Quadro V

3.2.2.1. Ensaio fatorial 2^2 de milho, algodão e cana-de-acucar.

No campo experimental da S.T.O.A. foram instalados no ano agrícola de 1953-54 ensaios de milho, algodão e cana com planejamento semelhante ao da experiência de vegetação em vasos, isto é, quatro tratamentos correspondentes à testemunha, torta, adubo mineral e adubo mineral mais torta. Havia contudo ligeiras modificações entre as plantas ensaiadas.

A torta foi aplicada considerando-a seca à 80°C na dose de 20 t/ha, para o milho, algodão e cana. Nas duas primeiras lavouras a torta era recém obtida, fresca; para a cana, cultura cuja época de plantio se achava fora do período da safra açucareira foi usada torta com dois meses de idade.

O adubo mineral foi fornecido da mesma forma que no ensaio de vegetação em vasos, ou seja, contendo uma quantidade de elementos fertilizantes correspondente aos encontrados na dose de 20 toneladas de torta, seca a 80°C empregada no outro tratamento.

O delineamento experimental usado para os 3 experimentos foi o de blocos completos ao acaso, com 4 repetições, totalizando 16 canteiros. Dada as suas características, é um ensaio fatorial 2^2 , com presença e ausência dos elementos, torta e fórmula mineral. Considerando os 2 tratamentos em dois níveis, 0 e 1, teremos 4 combinações possíveis: 0-0; 0-1; 1-0; 1-1; correspondentes aos tratamentos testemunha, torta de filtro, adubo mineral e adubo mineral mais torta de filtro, respectivamente.

O esquema do ensaio se acha no Quadro VI.

Esquema do ensaio fatorial 2²

1	2	3	2
4	3	4	1
4	1	3	1
3	2	4	2

- 1- Testemunha (1)
 2- Torta de filtro (T)
 3- Ad. mineral (A)
 4- Ad. mineral + torta de filtro (A+T)

Quadro VI

3.2.2.1.A. Dados culturais do algodão.

Variedade: IA-817

Espaçamento: 1 metro entre as linhas e 50 cm entre as covas.

Canteiros: 5 linhas espaçadas de 1 m, com 10 m de comprimento, perfazendo uma área de 50 m².

Semeadura: foram colocados por cova 8-10 sementes. Por ocasião do desbaste, deixou-se 2 plantas por cova.

Tratamentos: a torta de filtro usada no ensaio era procedente da Usina Monte Alegre, e tinha a seguinte composição:

N - 2,0 %
 P₂O₅ - 1,9 %
 K₂O - 0,5 %
 CaO - 4,04%

Na ocasião do seu emprêgo tinha 60% de umidade,

motivo pelo qual ela foi aplicada à razão de 50 t/ha úmida; 20 t da torta seca ou 50 da mesma, com 60% de umidade, equivalem em elementos químicos a:

400 kg de N
380 kg de P₂O₅
100 kg de K₂O

A mistura mineral adicionada correspondente à dose de torta continha, portanto, uma mistura equivalente às quantidades de N, P₂O₅ e K₂O. A distribuição dos elementos foi a seguinte: metade do N sob a forma nítrica (1/2 fundamental e 1/2 cobertura) e metade na forma solúvel em água e o potássio totalmente solúvel (Quadro VII).

Adubo mineral para o ensaio fatorial 2² de milho e algodão

Adubo	Elemento kg/ha	Adubo kg/ha	Adubo kg/sulco
Sal. do Chile (15,5% N)	100 N-NO ₃ ⁻	645	0,645
Sulf. de amônio (20% N)	200 N-NH ₄ ⁺	1.000	1,000
Superf. simples (20% P ₂ O ₅)	190 (P ₂ O ₅ sol.)	950	0,950
Hiperfosfato (28% P ₂ O ₅)	190 (P ₂ O ₅ insol.)	680	0,680
Sulf. de potássio (50% K ₂ O)	200 (sol.)	200	0,200

Quadro VII

Foi aplicado em cobertura, 50 dias após o plantio, os restantes 100 kg/ha da dose de N ou seja 645 kg/ha de salitre do Chile, ou ainda, 645 g/sulco de 10 m.

O tratamento adubo mais torta recebeu doses iguais às dos tratamentos adubo mineral e torta.

O ensaio foi repetido nos 2 anos seguintes sem adição de qualquer fertilizante a fim de se verificar o efeito

residual dos tratamentos.

Data do plantio: 15/10 a 15/11 nos 3 anos agrícolas.

3.2.2.1.B. Dados culturais do milho.

Variedade: Cateto

Espaçamento: 1,0 m entre as linhas e 50 cm entre as covas.

Semeadura: A semeadura foi feita a razão de 3 sementes por cova. Por ocasião do desbaste deixou-se 2 plantas em cada cova.

Canteiros: 5 linhas espaçadas de 1 metro, com 10 m de comprimento, totalizando uma área de 50 m².

Tratamentos: Em tudo igual ao ensaio de algodão. Os dados e quantidades de adubos se acham no Quadro VII.

3.2.2.1.C. Dados culturais da cana.

Variedade: Co-421, procedente da Estação Experimental de Cana do Instituto Agronômico; situado neste município.

Espaçamento: 1,50 m entre linhas e 0,50 m entre os toletes.

Canteiros: 5 linhas, espaçadas de 1,50 m, com 10 m de comprimento, perfazendo uma área de 75 m². Deixou-se entre os canteiros uma linha de separação.

A cana foi plantada em Fevereiro, época de plantio das canas de ano e meio.

Em virtude da safra açucareira atingir no mais tardar os meados de dezembro nas grandes usinas, tivemos que armazenar a torta de filtro a ser aplicada em fevereiro, por 2 meses. A sua procedência era da Usina Piracicaba, propriedade da "Sucrerie Bresilienne", município de Piracicaba, com a seguinte composição:

MOB

N	-	1,4 %
P ₂ O ₅	-	1,7 %
K ₂ O	-	0,3 %
CaO	-	5,6 %

Vinte toneladas de torta sêca da Usina Piracicaba, correspondiam, portanto, a 280 kg de N, 340 kg de P₂O₅ e 60 kg de K₂O.

A torta foi incorporada no sulco na dose de 4,5 kg por m², (337,5 kg por canteiro ou 67,5 kg por sulco de 10 m), com 55% de umidade e bem misturada com o solo.

A adubação mineral foi feita segundo o Quadro VIII.

Adubo mineral p/ o ensaio fatorial 2² de cana

Adubo	Elemento kg/ha	Adubo kg/ha	Adubo kg/sulco
Sal. do Chile (15,5% N) (*)	140	903	1,355
Sulf. de amônio (20% N)	140	700	1,050
Super simples (20% de P ₂ O ₅)	170	850	1,267
Hiperf. argeliano (28% P ₂ O ₅)	170	607	0,910
Sulf. de potássio (50% de K ₂ O)	60	120	0,180

(*) O salitre foi aplicado em 2 doses, sendo 1/2 no plantio e 1/2 em cobertura, por ocasião das primeiras chuvas, mais ou menos 6 meses após.

Quadro VIII

O tratamento adubo mais torta recebeu dose mineral igual a do Quadro IX mais a torta.

Entre os canteiros foi deixada uma linha de separação.

No corte da cana, colheu-se as 5 linhas de cada canteiro.

Após o primeiro corte não se adubou a soca ou resso

ca a fim de se observar o efeito residual dos tratamentos.

3.2.2.2. Ensaio fatorial 4x2 de algodão, milho e cana.

Dado os efeitos não muito positivos da torta de filtro no primeiro ano dos ensaios 2² (2.4.1.) instalamos outros experimentos usando doses diversas e maiores do referido adubo orgânico e confrontando-os desta vez com uma fórmula mineral equilibrada. Assim, no ano agrícola de 1954-55, procedemos à instalação de ensaios de algodão e milho e no de 1955-56 o de cana no campo da S.T.Q.A., cujo solo é arenoso, e, de cana, em terra roxa da Usina Monte Alegre. O plano era o de instalar nos dois locais ensaios para as 3 culturas. Entretanto, devido a certas dificuldades de última hora não foi possível a execução integral do mesmo, ficando de fora a parte referente ao milho e algodão, na Usina Monte Alegre.

Os dados analíticos dos 2 tipos de solos se acham em 2.4.

O delineamento experimental do ensaio foi o de um fatorial torta e adubo mineral 4x2, totalizando 8 tratamentos, repetidos 4 vezes, em blocos ao acaso (Quadro IX).

Nos ensaios de milho e algodão no 2º ano procedeu-se a divisão dos canteiros em dois, readubando, por sorteio, uma das metades (split-plot).

Os tratamentos foram os seguintes: Torta: 0, 1, 2 e 3 doses. Adubo mineral: 0 e 1 dose.

A mistura mineral era constituída de N, P₂O₅, K₂O nas doses seguintes: 40-100-80 kg/ha para cana e 25-100-100 kg/ha para o milho e algodão na terra arenosa.

Os adubos minerais e respectivas quantidades se acham nos Quadros XI e XII .

MAUB

Esquema do ensaio fatorial 4x2

Bloco C				Bloco D			
2	6	7	8	7	3	2	4
4	3	5	1	5	6	8	1
8	5	1	3	4	7	3	8
2	4	6	7	6	5	1	2
Bloco A				Bloco B			

- 1 - (1) - Testemunha (não adubado)
- 2 - T₁ - Torta de filtro na dose de 40 t/ha (1 dose)
- 3 - T₂ - " " " " " " 80 " (2 doses)
- 4 - T₃ - " " " " " " 120 " (3 doses)
- 5 - M - Mistura mineral
- 6 - MT₁ - " " + 1 dose de torta
- 7 - MT₂ - " " + 2 doses de torta
- 8 - MT₃ - " " + 3 " " "

Quadro IX

As tortas usadas nos ensaios do fatorial 4x2 foram originárias da Usina Monte Alegre; mesmo aquelas empregadas na readubação do milho e algodão no ano agrícola de 1955-56. Procedemos às análises químicas dos principais componentes das mesmas, usando técnica citada em 3.1.1. Esses resultados se encontram junto aos dados culturais das diferentes culturas.

A distribuição das doses de torta por hectare e por canteiro para cada cultura se acha nos Quadros X e XIII.

3.2.2.2.A. Dados culturais do algodão.

Variedade: IA-817.

Espaçamento: 1,0 m x 25 cm entre as plantas.

Semeadura: em linha contínua deixando-se por ocasião do desbaste, as plantas espaçadas de 25 cm.

Canteiros: 4 linhas de 8 m de comprimento, tendo cada canteiro a área de $4 \times 1 \times 8 = 32 \text{ m}^2$.

Data do plantio: 25/10/54 (ano agrícola: 1954-55).

No ano agrícola de 1955-56 (2º ano) foram seguidos os mesmos cuidados culturais e a época de plantio em fins de Outubro. Entretanto cada parcela foi subdividida em 2 sub-parcelas, recebendo uma delas, proporcionalmente, a mesma adubação recebida no ano anterior.

As tortas empregadas nos 2 anos agrícolas tinham a seguinte composição, levando em conta somente os principais componentes

	Matéria sêca			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Ano agrícola 1954-55	1,6	1,78	0,35	5,99
" " 1955-56 (split plot)	1,26	1,60	0,45	6,25

Na ocasião da aplicação tinham 70% de umidade.

3.2.2.2.B. Dados culturais do milho.

Variedade: Cateto

Espaçamento: 1,0 m x 25 cm entre as plantas

Semeadura: em linhas contínuas deixando-se no desbaste, uma planta cada 25 cm.

Canteiros: 4 linhas de 8 m de comprimento, totalizando cada canteiro 32 m².

Data do plantio: 25/10/54 (ano agrícola de 1954-55).

" " " : 10/11/55 (" " " 1955-56).

No ano agrícola de 1955-56 foi feita subdivisão de

parcelas em 2 subparcelas, readubando-se ao acaso, uma delas. Cada subparcela passou a ter, então, 16 m². A colheita foi feita por subparcelas.

As tortas utilizadas no milho foram as mesmas do ensaio de algodão (3.2.2.2.A.).

Distribuição da torta nos ensaios de milho e algodão

<u>Tratamentos</u>	<u>kg/ha</u>	<u>kg/canteiro</u>
(1)	0	0
T ₁	40.000	128
T ₂	80.000	256
T ₃	120.000	384
M	0	0
MT ₁	40.000	128
MT ₂	80.000	156
MT ₃	120.000	384

Quadro X

Mistura mineral para o algodão e o milho

Adubo	kg elem. fert./ha	Adubo kg/ha	Adubo g/cant. (32 m ²)	Adubos g/sulco
(*) Salitre - 15%	N = 12,5	83,3	266,56	67
Sulf.amôn. 20%	N = 12,5	62,5	200,00	50
Superfosf. 20%	P ₂ O ₅ = 50,0	250,0	800,00	200
Hiperfosf. 27%	P ₂ O ₅ = 50,0	185,0	592,00	148
Sulfato de potássio - 50%	K ₂ O = 50,0	100,0	320,00	80
Total	175,0	680,8	2.378,56	545

(*) O salitre foi aplicado metade no plantio e metade em cobertura aos 40-50 dias após a semeadura.

Quadro XI

3.2.2.2.C. Dados culturais da cana-de-açúcar (terra arenosa da S.T.Q.A.).

Variedade: Co-419, proveniente da Usina Monte Alegre.

Espaçamento: 1,5 m entre as linhas e 0,50 m entre os toletes.

Canteiro: 4 linhas de 10 m de comprimento espaçadas de 1,50 m o que dá uma superfície de $4 \times 1,50 \times 10 = 60 \text{ m}^2$.

Colheita: colhidas as 4 linhas.

Mistura mineral para cana-de-açúcar (STQA e UMA)

Adubos	kg elem. fert./ha	Adubo kg/ha	Adubo g/cant. (60 m ²)	Adubo kg/sulco
Salitre 15%	N = 20	135	810	0,203
Sulf. amôn. 20%	N = 20	100	600	0,150
Superfosf. 20%	P ₂ O ₅ = 50	250	1.500	0,375
Hiperfosf. 27%	P ₂ O ₅ = 50	185	1.110	0,278
Sulfato de potássio - 50%	K ₂ O = 80	160	960	0,240
Total	220	830	4.980	1,246

Quadro XII

A torta usada no presente ensaio tinha 2 meses de idade e apresentava a seguinte composição química, considerando somente os principais elementos

Matéria seca

N	-	1,68
P ₂ O ₅	-	
K ₂ O	-	0,53 %
CaO	-	6,72 %

Na ocasião da aplicação apresentava 62% de umidade.

3.2.2.2.D. Dados culturais da cana-de-açúcar (terra roxa da UMA).

Variedade: Co-419 proveniente da própria usina.

Espaçamento: 1,5 m entre as linhas e 0,5 m entre os toletes.

Canteiro: 4 linhas de 10 m de comprimento e espaçadas de 1,5 m, o que dá uma área de $4 \times 1,5 \times 10 = 60 \text{ m}^2$.

Data da instalação: 15/12/55.

Colheita: foram colhidas 4 linhas dos canteiros.

Quanto aos demais dados foi em tudo igual ao ensaio instalado na terra arenosa da STQA (3.2.2.D.) e se acham expostos nos Quadros XIII e XIV.

Distribuição de torta nos ensaios de cana

<u>Tratamentos</u>	<u>kg/ha</u>	<u>kg/canteiro</u>
(1)	0	0
T ₁	40.000	240
T ₂	80.000	480
T ₃	120.000	720
M	0	0
MT ₁	40.000	240
MT ₂	80.000	480
MT ₃	120.000	720

Quadro XIII

4. Resultados e Discussão.

4.1. Estudo da composição mineral.

4.1.1. Resultados analíticos.

Os resultados analíticos das tortas colhidas em 10 diferentes usinas se encontram no Quadro XV.

Pelos números expostos pode-se observar que a composição química da torta de filtro (no caso presente "Oliver") é muito variável. Aliás, a êsse respeito, ALMEIDA(1944), em Piracicaba, mostrou em seu trabalho, que muitos são os agentes capazes de interferir não só na produção da torta de usina como na sua composição química. Segundo o mesmo autor, as tortas possuem uma composição química muito heterogênea dependendo das impurezas mecânicas em suspensão no caldo (fibras de cana, areia, argila, etc.), coloides coagulados, incluindo cêra da cana, albuminoides, substâncias pecticas, fosfato de cálcio, bem como outros corpos adicionados com as substâncias clarificantes, solubilizadas ou não solubilizadas. Qualquer fator capaz de variar êsses elementos, também o fará à composição química da torta. Entre tais fatores ALMEIDA cita: variedade, natureza e estado da cana moída; processo de moagem empregados; perfurações dos coadores do caldo; processos de clarificação e natureza dos clarificadores usados; o grau de esgotamento das tortas durante a filtração; elemento humano e numerosos outros.

Com respeito à influência do fator época, amostras colhidas em 4 meses diferentes, em 2 usinas, Monte Alegre e Bom Jesus, mostraram ao que parece, diferenças em alguns elementos; entre êstes se encontram o CaO e o S, que se acham diretamente ligados aos métodos de clarificação do caldo como defecção, sulfitação, etc. Entretanto, julgamos esses dados

insuficientes e pretendemos proceder a um estudo mais acurado, levando em conta o consumo de cal e S pelas usinas e tomando maior número de repetições nas amostras.

Em função do Quadro XIV organizamos o Quadro XV dando a faixa de variação da composição de uma torta de filtro "Oliver" e os valores médios. As faixas de variação apresenta das não querem dizer que teores fora da sua amplitude não possam ser encontrados. Aliás, já achamos os valores para o N e Ca bem fóra dos limites estabelecidos. Isso se deve à própria heterogeneidade do material

4.1.1.1. Discussão dos resultados.

a. Nitrogênio. Examinando os Quadros XIV e XV observamos que dentre os 3 elementos N, P e K, o N (total) foi o de teor mais alto. Os seus valores limites se colocaram entre 0,90 - 2,20% N com um teor médio de 1,37%. Esses limites embora se refiram a torta de filtro Oliver, concordam com outros encontrados na literatura, quer para torta de filtro Oliver (KERR e STIEGLITZ, 1938, ANÔNIMO, 1942, CHO-CHING e TSAI, 1947, ANÔNIMO, 1954), quer para torta de filtro prensa ou simplesmente de filtro (GUANZON, 1927, AVICE, 1938, MANOFF, 1947, PANDALAI e colaboradores, 1953, SAMUELS e LANDRAU, 1955) encontraram 1,033-3,13% para a torta de filtro prensa e LUGO-LCPEZ e colaboradores, (1954), para o mesmo material, valores limites mais baixos, 0,94-1,31%.

O nitrogênio solúvel apresentou teores situados entre os limites 0,12 a 0,26%. Se os resultados forem comparados com o N total dentro de cada amostra vamos observar que o N solúvel oscila entre 10 a 20% do N total.

b. Fósforo. Os dados do fósforo situam-se entre os valores 0,45 e 1,92, com uma média igual a 1,11. Esses limites são mais baixos dos indicados por outros pesquisadores.

Usinas	Material seco a 80%											Unidade no material fresco		
	N%		P2O5%	K2O%	CaO%	MgO%	S%	mat. org. %	Cinza %	Sílica e insol. %	C%		pH	Relação C/N
	Sol.	total												
M. Alegre	0,16	1,2	1,78	0,32	7,14	0,35	1,52	79,78	20,22	5,59	33,2	6,50	27,66	78,85
--"---	--	1,6	1,78	0,35	5,99	0,58	1,41	81,52	18,48	4,02	30,5	6,30	19,00	75,02
--"---	0,12	1,5	1,92	0,31	4,20	0,78	1,76	82,39	17,61	4,00	34,5	6,20	23,00	79,38
--"---	0,12	1,1	0,91	0,37	6,16	0,45	2,05	84,66	15,34	3,64	33,7	5,60	30,60	70,03
Bom Jesus	0,26	1,4	0,50	0,70	3,86	0,67	1,58	85,40	14,60	2,08	36,8	5,90	26,20	73,30
--"---	0,17	0,9	0,84	0,87	5,94	0,74	1,47	78,30	21,70	9,11	34,1	5,90	38,10	75,26
--"---	0,19	1,3	0,45	0,51	2,35	0,47	1,64	85,00	15,00	2,27	32,4	5,70	24,90	75,16
--"---	0,12	1,2	0,46	0,68	7,17	0,55	1,06	84,30	15,70	5,06	32,4	6,20	27,00	74,30
S. Jorge	0,17	1,4	1,05	0,88	4,13	0,29	--	78,45	21,55	2,72	34,0	6,50	24,20	76,34
S. José	0,13	1,3	0,54	0,97	5,04	0,37	1,39	87,20	12,80	2,16	37,7	6,30	29,00	78,90
Sta. Helena	0,20	1,3	0,50	0,30	4,70	0,29	1,33	81,79	18,21	--	30,6	5,70	23,50	75,66
Iracema	--	2,2	0,45	1,49	4,35	0,29	0,65	80,16	19,84	4,14	27,0	6,70	12,20	75,00
Central	--	1,4	1,16	1,00	4,25	0,80	--	81,60	18,40	--	42,0	5,70	30,00	75,00
S. Francisco	--	1,5	0,71	0,69	5,60	0,76	--	77,67	22,33	--	33,5	5,70	22,30	76,00
Cilcos	--	1,1	1,83	1,31	8,45	0,51	--	72,27	27,73	--	35,1	6,30	32,00	75,90
Furlan	--	1,4	1,08	0,40	4,68	0,41	--	85,83	14,17	--	35,1	6,70	25,00	67,30

Quadro XIV

MOBS

Composição mineral da torta de filtro "Oliver" da região
de Piracicaba (material sêco)

Elementos	Valores limites	Média
Nitrogênio total	0,90% - 2,20%	1,37%
Nitrogênio solúvel	0,12% - 0,26%	0,16%
P ₂ O ₅	0,45% - 1,92%	1,11%
K ₂ O	0,30% - 1,49%	0,70%
CaO	2,35% - 8,45%	5,25%
MgO	0,29% - 0,80%	0,52%
S	0,65% - 2,05%	1,44%
Matéria orgânica	72,27% - 88,00%	81,70%
Cinza	12,00% - 27,73%	18,37%
Sílica e insolúveis	2,08% - 9,11%	4,07%
Carbono (C)	27,00% - 42,00%	33,90%
pH	5,60 - 6,70	6,12
Relação C/N	12,20 - 38,00	25,91

Quadro XV

Aliás, para êstes, o P₂O₅ ocupa o primeiro lugar entre os 3 elementos N, P e K enquanto que para nós ocupa o 2º lugar. Os limites encontrados pelos diversos autores são muito diferentes uns dos outros. Assim, KERR e STIEGLITZ(1938), encontraram 2,25% P₂O₅; ANÔNIMO(1942), 1,68 a 3,0%; CHO-CHING e TSAI (1947), 3,72 a 5,80%; todos os três se referem a torta de filtro Oliver. Para tortas de filtro prensa, GUANZON(1927), obteve 7,34% P₂O₅; AVICE(1938), 0,93 a 3,37% e média de 2,04; MANOFF(1947), em amostras de 5 usinas, 4,37 e 7,03%; PANDALAI e colaboradores(1953), em 6 amostras, achou teores entre 0,71 a 2,35%; SAMUELS e LANDRAU(1955), 1,34-6,30% e média, 2,79; LUGO-LOPEZ e colaboradores(1954), 1,66-2,74%.

c - Potássio - Os teores de K₂O se acham entre os limites de 0,30-1,49%, com um valor médio igual a 0,70%. Dentre os três, N, P e K é este último o elemento em que a torta é mais pobre e exatamente o mais rico na vinhaça. Isso considerado de um modo geral, porque há tortas cujo teor de potássio é maior do que o de fósforo como se pode observar no Quadro XV. A torta da Usina Bom Jesus, mostrou nas 4 amostras analisadas, correspondentes a épocas, teores de K₂O superiores ao P₂O₅. Na literatura os valores de potássio atribuídos por diversos autores se acham próximos aos limites achados por nós (para tortas de filtro Oliver: KERR e STIEGLITZ(1938), ANÔNIMO(1942), CHO-CHING e TSAI(1947), ANÔNIMO(1954); para tortas de filtro prensa, AVICE(1938), ALMEIDA(1944), CHO-CHING e TSAI(1947), PANDALAI e colaboradores(1953), LUGO-LOPEZ e colaboradores(1954) e SAMUELS e LANDRAU(1955).

d - Cálcio: Os teores de cálcio encontrados se limitam entre 2,35% CaO da Usina Bom Jesus a 8,45% da Usina de Cillos. A média dá um valor igual a 5,25% de CaO. Constitue o cálcio o elemento que aparece com o mais alto teor na torta. Isso se explica pela defecção do caldo nos processos de clarificação. Os dados encontrados na literatura acham-se dentro da faixa que encontramos (KERR e STIEGLITZ(1938), MARTIM(1942), ALMEIDA(1944), MANOFF(1947), CHO-CHING e TSAI(1947) e PANDALAI e colaboradores(1953). Para LUGO-LOPEZ e colaboradores(1954) os limites foram 3,11-4,13% de CaO e para SAMUELS e LANDRAU (1955), 0,98-6,24% e média igual a 3,34% CaO.

e - Magnésio - O magnésio nas tortas analisadas mostrou-se entre 0,29-0,80% MgO, com valor médio igual a 0,52%. Esses limites acham-se dentro dos encontrados por ALMEIDA (1944), PANDALAI e colaboradores(1953) e SAMUELS e LANDRAU (1955).

f - Enxôfre - O teor de enxôfre da torta se deve ao fato de as usinas usarem-no na operação de clarificação do caldo. O caldo é tratado com o gás SO_2 resultante da combustão do S em aparelhos especiais. As análises feitas para o enxôfre revelaram 0,65 a 2,05% de S com uma média de 1,44%. Na literatura consultada nada há com respeito ao enxôfre.

g - Matéria orgânica e cinzas - Constitue a matéria orgânica um dos elementos mais importantes da torta sob o ponto de vista do seu uso como adubo. Procedemos à sua avaliação através da perda ao rubro à temperatura de $550^{\circ}C$. Os valores encontrados se limitaram entre 72,27 e 88%, média geral 81,70%.

As cinzas representam o resíduo da perda ao rubro. Elas se limitaram entre 12 a 27,73% e um teor médio de 18,36%.

h - Sílica e insolúveis - Os dados da sílica e insolúveis (insolúveis em HCl 1+1) se acham entre 2,04 e 9,11% média igual a 4,07%. Êsses valores em geral se acham estreitamente ligados ao teor de cinzas. Aos números mais altos de sílica e insolúveis correspondem os teores mais altos de cinza.

i - Carbono - O carbono oscilou entre 27 e 42% de C com uma média de 33,90%.

j - pH - Os índices pH variaram entre os limites 5,60 e 6,70, dando uma média de 6,12.

k - Relação C/N - A relação C/N variou na faixa de 12,20 a 38,00, mostrando valor médio de 25,91.

l - Umidade - Os dados de umidade se limitam entre 67,30 e 79,38% e média de 75,70%.

4.2. Efeito sôbre as plantas.

4.2.1. Ensaio de vegetação em vasos.

4.2.1.1. Terra arenosa do campo da S.T.Q.A.

O Quadro XVI mostra as produções de palhas de arroz,

colhida no mês de abril, 5 meses mais ou menos após a sementeira nos vasos. A produção de grãos foi prejudicada pelo ataque de passaros não tendo sido por esse motivo incluído no trabalho.

Produção de palhas em g/vaso no
ensaio da terra arenosa

Testemunha	Torta	Adubo mineral	Adubo mineral + Torta
16,50	89,50	70,00	65,00
16,00	84,00	71,50	76,00
17,00	100,00	64,30	67,50
20,00	73,20	64,50	72,00
Totais 69,50	346,70	270,30	280,50
Médias 17,34	86,67	67,57	70,10

Quadro XVI

4.2.1.1.A. Análise estatística.

A análise estatística, resumida no Quadro XVII mostra que houve um efeito altamente significativo dos tratamentos, na ordem de 0,1%, pelo teste F de BRIEGER (1946).

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	F	Signif.
Tratamentos	3	10.751,37	3.584,00	59,8	9,34	***
Resíduo	12	497,00	91,40	6,4	--	---
Totais	15	11.248,37	--	--	--	---

C.V. = 10,70%

Quadro XVII

Dada as suas características de um ensaio fatorial (3.3.1.1.) foi feita a decomposição dos seus graus de liber-

dade a fim de estudar os efeitos da interação Torta x Adubo mineral (Quadro XVIII).

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Torta (T)	1	5.132,13	5.132,13	71,60	11	***
Adubo mineral (A)	1	1.133,38	1.133,38	33,60	5,2	***
Int. AxT	1	4.456,60	4.456,60	66,90	10,4	***
Resíduo	12	497,00	41,40	6,40	--	-

Quadro XVIII

Tendo a interação se mostrado significativa procedeu-se a decomposição dos graus de liberdade, observando-se os contrastes da torta em presença e ausência de adubo mineral (PIMENTEL GOMES, 1955), cujos resultados se encontram no Quadro XIX.

Pelo que este último apresenta pode-se constatar que a torta em ausência de adubo mineral mostrou-se significativa na ordem de 0,1% enquanto em presença de adubo mineral não mostrou significância. Tal fato nos permite, concluir que a torta só teve efeito em ausência de adubo mineral.

Isolamento da interação

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Torta em ausência de Adubo mineral	1	9.604,98	9.604,98	98,00	15,0	***
Torta em presença de Adubo mineral	1	13,00	13,00	3,60	--	-
Adubo mineral	1	1.133,80	66,90	66,90	10,4	***

Quadro XIX

4.2.1.1.B. Análise química das palhas.

As análises químicas processadas nas amostras correspondentes às 4 repetições de cada tratamento se acham no Quadro XX.

% de elementos minerais das palhas (sêca a 75-80°C)

Tratamentos	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	S%
1 - Testemunha	1,260	0,096	1,240	0,500	0,74	0,53
2 - Torta	1,960	0,171	2,460	0,900	1,32	0,53
3 - Adubo mineral	1,540	0,148	2,730	0,900	1,14	0,51
4 - Adubo mineral mais Torta	1,680	0,113	2,500	0,920	0,74	0,54

Quadro XX

Examinando o Quadro XX notamos que a Testemunha mostra teor muito mais baixo de elementos minerais em geral do que os outros tratamentos. O tratamento nº 2, Torta, mostrou as percentagens mais altas de N, P e Mg. Quanto ao nº 3, Adubo mineral, apresentou o teor em K mais elevado. O cálcio mostrou ser inferior só na Testemunha, o que está de acôrdo com o baixo teor de cálcio da terra arenosa. E o enxôfre manteve-se mais ou menos constante para todos os tratamentos.

4.2.1.2. Terra roxa.

O Quadro nº XXI mostra a produção de palhas do ensaio com terra roxa, colhida na mesma época que o da terra arenosa. Como o outro, também teve a produção de grãos prejudicada pelo ataque de pássaros.

Produção de palha em g/vaso no ensaio de Terra roxa

Testemunha	Torta	Adubo mineral	Adubo mineral+ + Torta	"Ortho-Till"
36,00	100,00	78,00	87,00	45,00
65,00	87,50	76,50	72,00	35,30
60,00	107,00	72,00	78,00	46,40
51,00	97,50	75,00	73,50	37,50
Tot. 212,00	392,00	301,50	310,50	161,10
Méd. 53,00	98,00	75,25	77,62	41,10

Quadro XXI

4.2.1.2.A. Análise estatística.

A análise estatística se acha resumida nos Quadros a seguir.

Causa de variação	G.L.	S.O.	Q.M.	Êrro	F	Signif.
Tratamentos	4	7.961,8	1.190,4	3,45	4,5	**
Resíduo	15	911,0	60,6	7,8	-	-
Total	19	8.873,0	--	--	-	-

Quadro XXII

Tendo dado significativo à ordem de 1%, dividimos os 5 tratamentos em 2 grupos: grupo A (tratamentos fatoriais): Testemunha, Torta, Adubo mineral e Adubo mineral + Torta; e grupo B: "Ortho-Till".

Examinamos então os contrastes grupo A x grupo B e dentro do grupo A, cujos resultados se encontram no Quadro XXIII.

Causa de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	ν	Signif.
Grupo A x Grupo B	1	3.897,6	3.897,6	62,43	8,00	**
dentro Grupo A	3	4.064,3	1.354,7	36,80	4,70	**
Resíduo	15	911,0	60,6	7,80	--	--

Quadro XXIII

Tendo o grupo A (dentro) dado significativo foi feita a decomposição dos seus graus de liberdade, sendo a análise de variância apresentada no Quadro XXIV.

Causa de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	ν	Signif.
Torta	1	2.232,56	2.232,56	47,20	6,0	**
Adubo mineral	1	4,00	4,00	2,00	-	-
Ad. min. x Torta	1	1.827,60	1.827,60	42,60	5,4	**
Resíduo	15	911,00	60,60	7,80	-	-

Quadro XXIV

A interação Adubo mineral x Torta deu significativa o que nos obrigou a uma nova análise, estudando, desta vez, os efeitos da Torta em presença e em ausência do adubo mineral.

Isolamento da interação

Causa de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	ν	Signif.
Torta em aus. de Adubo mineral	1	4.050,0	4.050,00	63,00	8,00	**
Torta em pres. de Adubo mineral	1	10,0	10,00	3,00	-	-
Resíduo	15	911,0	60,60	7,80	-	-

Quadro XXV

Os resultados da análise estatística nos permite concluir que a torta só teve efeito em ausência de adubo mineral.

O tratamento "Ortho-Till" em confronto com a Testemunha pelo teste de Tukey (PIMENTEL GOMES, 1954), não apresentou diferença significativa.

$$\text{Testemunha} - \text{"Ortho-Till"} = 53,00 - 41,10 = 11,90$$

$$q = 4,37 \quad s = 7,80 \quad r = 4 \quad n = 5$$

$$= q \frac{s}{\sqrt{r}} = 17,043 \text{ (d.m.s.)}$$

$$11,90 < 17,043$$

4.2.1.2.B. Análise química das palhas.

As análises se referem como as da terra arenosa às 4 repetições de cada tratamento reunidos numa só amostra.

Análise químicas das palhas - % matéria seca

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
1- Testemunha	0,98	0,096	2,05	0,92	0,92	0,44
2- Torta	1,68	0,113	2,63	1,15	1,54	0,53
3- Adubo mineral	1,40	0,122	2,85	1,025	1,32	0,51
4- Ad.Min. + Torta	1,54	0,141	2,84	1,050	1,14	0,49
5- "Ortho-Till"	0,70	0,066	2,01	0,75	0,70	0,45

Quadro XXVI

Examinando o Quadro XXVI observamos que na terra roxa o teor mineral das palhas de um modo geral decresceu, exceção feita ao potássio e cálcio. O tratamento nº 1, testemunha, apresentou os índices mais baixos; o nº 2, Torta,

mostra a maior percentagem de nitro gênio , cálcio e enxôfre. O adubo mineral + Torta mostra superioridade sôbre o adubo mi neral nos dados de nitrogênio, fósforo e cálcio. Quanto ao "Ortho-Till" deu resultados aparentemente mais baixos do que a Testemunha para os elementos nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio.

4.2.1.3. Discussão dos resultados.

Examinando a interpretação estatística dos dados das duas experiências, verificamos que em ambas a ação da Tor ta sôbre a produção de palhas foi muito eficiente. Aliás, êsse tratamento mostrou visível supremacia sôbre os demais desde os primeiros dias das plantas. A mistura mineral ape sar de levar ao solo quantidade muito grande de elementos mi nerais assimiláveis não afetou a germinação, nem o desenvolvi mento das plantinhas, produzindo no final uma quantidade de palha bem superior à testemunha, embora inferior ao com torta.

De um modo geral os tratamentos adubados (com torta ou adubo mineral) extraíram mais elementos minerais do solo do que a testemunha. Excetua-se o "Ortho-Till", que mostrou teor mineral aparentemente mais baixo que a testemunha.

O nitrogênio foi muito superior no tratamento com torta para ambas as terras o que demonstra ser aquele elemento liberado com relativa rapidez em formas assimiláveis, o que, aliás, está de acôrdo com RAMIREZ citado por SAMUELS e LAN- DRAU(1955). Levando em conta que a torta e a mistura mineral conduziram ao solo a mesma quantidade de N, P₂O₅ e K₂O, a ação tão positiva daquele pode ser atribuída em grande parte à inclusão dos elementos secundários, Ca, Mg e S e mesmo pela contribuição de micronutrientes essenciais como Fe, Cu, Mn e B, os quais podem nela ocorrer. Sob o ponto de vista mineral,

NOTAS

a torta, embora pobre em P_2O_5 , K_2O e MgO , relativamente, é rica em Ca e S, dada a alta dose em que foi aplicada, conduziu ao solo apreciável quantidade daqueles elementos que se encontram além de tudo numa forma disponível. BRASIL SOBRINHO (1958), aplicando doses crescentes de torta em solos idênticos ao da presente experiência, em condições de vaso, obteve nítida elevação nos teores dos elementos trocáveis dos referidos solos (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e $PO_4^{=}$) num tempo relativamente curto; paralelamente, o pH dos dois solos se elevou até pouco acima de 7. Por outro lado, (PANDALAI e colaboradores, 1954; SAMUELS e LANDRAU, 1955) o seu conteúdo orgânico deve ser considerado, convindo lembrar a quantidade apreciável de matéria orgânica fornecida com todos os seus benefícios sôbre as propriedades físicas do solo (WAKSMAN, 1954; MILLAR, 1954).

4.2.2. Ensaio de campo.

4.2.2.1. Ensaio fatorial 2^2 de algodão, milho e cana-de-açúcar.

Os ensaios do esquema fatorial 2^2 foram instalados na terra arenosa da S.T.Q.A.

4.2.2.1.A. Algodão.

1 - Resultados - Os resultados do ensaio de algodão se acham expostos no Quadro XXVII e se referem a kg de algodão em carôço por canteiro, cuja área tem 50 m². A duração do experimento foi de 3 anos, sendo a adubação feita no 1º ano, mostrando os 2 anos seguintes, o efeito residual. Os dados apresentados pelo referido Quadro mostram as produções dos 3 anos agrícolas. As médias de produção de tratamentos são dadas no Quadro XXVIII calculadas em kg/ha e arrobas por alqueire, medidas práticas usadas no cenário agrícola paulista.

MOMBI

Produção de algodão em caroço (kg/canteiro)Ano 1953-54 (1º ano)

Tratamentos	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Bloco D	Totais Tratamen- tos	Médias
(1)	3,600	2,800	6,000	4,200	16,600	4,150
T	5,000	6,000	7,200	5,800	24,000	6,000
A	7,000	5,400	10,000	8,800	31,200	7,800
A+T	<u>8,000</u>	<u>7,600</u>	<u>10,200</u>	<u>8,600</u>	<u>34,200</u>	<u>8,550</u>
Totais	23,600	21,800	33,200	27,400	106,000	--

Ano 1954-55 (2º ano)
(efeito residual)

(1)	9,600	4,300	9,600	8,300	31,800	7,950
T	7,700	6,400	9,800	6,000	29,900	7,475
A	10,100	9,900	12,300	13,200	45,500	11,375
A+T	<u>10,800</u>	<u>11,100</u>	<u>11,400</u>	<u>12,000</u>	<u>45,300</u>	<u>11,425</u>
Totais	38,200	31,700	43,100	39,500	152,500	--

Ano 1955-56 (3º ano)
(efeito residual)

(1)	4,900	3,000	6,400	5,800	20,100	5,025
T	3,900	3,400	7,200	3,800	18,300	4,575
A	9,700	7,200	9,800	9,200	35,900	8,975
A+T	<u>10,900</u>	<u>6,400</u>	<u>11,400</u>	<u>9,800</u>	<u>38,500</u>	<u>9,625</u>
Totais	29,400	20,000	34,800	28,600	112,800	--

Quadro XXVII

M. B. 1

Médias de produção dos tratamentos para
hectare e alqueire

Trat.	1953-54		1954-55		1955-56	
	kg/ha	Ⓐ/alq.	kg/ha	Ⓐ/alq.	kg/ha	Ⓐ/alq. ^(*)
(1)	830,00	133,8	1.590,00	256,5	1.005,00	162,1
T	1.200,00	193,6	1.495,00	239,6	915,00	147,6
A	1.560,00	251,7	2.275,00	367,8	1.795,00	289,4
A+T	1.710,00	275,9	2.285,00	365,4	1.925,00	310,97

Quadro XXVIII

2 - Análise estatística - Procedemos à análise estatística das produções de cada ano agrícola em separado.

Ano 1953-54 (1º ano) - Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	γ	Signif.
Blocos	3	19,05	6,350	2,520	3,55	**
Tratamentos	3	46,41	15,470	3,930	5,54	**
Resíduo	9	4,53	0,503	0,709	-	-
Totais	15	89,83	-	-	-	-

Quadro XXIX

A análise estatística preliminar revelou um efeito significativo ao nível de 1% para os tratamentos. Tratando-se de um ensaio fatorial, procedemos à decomposição dos graus de liberdade correspondentes a tratamentos a fim de se ter idéia do comportamento da torta, do adubo mineral e respectiva interação Torta x Adubo mineral (Quadro XXX).

(*) Uma "arrôba" Ⓐ, representa 15 kg e um alqueire (paulista), 24.200 m².

M. A. A. S.

Decomposição dos graus de liberdade de Tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Torta (T)	1	6,76	6,760	2,600	3,67	**
Adubo min. (A)	1	38,35	38,350	6,190	8,73	***
Int. A x T	1	1,30	1,300	1,140	1,63	-
Resíduo	9	4,53	0,503	0,709	-	-

Quadro XXX

Pelo teste de Tukey (d.m.s. à 5%),

$$\Delta = q \frac{s}{r} = 1,567, \quad \text{onde}$$

$$s = 0,70$$

$$r = 4.$$

O valor q para 4 médias e 9 graus de liberdade foi 4,42 na tabela de Tukey (PIMENTEL GOMES, 1955).

Embora a reação do adubo mineral tenha sido melhor, a torta reagiu significativamente à ordem de 1% pelo teste 1% e 5% pelo teste de Tukey, em relação à testemunha. O adubo mineral + Torta não foi superior ao Adubo mineral pelo teste de Tukey à 5%.

Ano 1954-55 (2º ano) - (efeito residual)

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Blocos	3	17,15	5,720	2,390	1,61	--
Tratamentos	3	53,38	17,700	4,220	2,85	**
Resíduo	9	19,30	2,140	1,480	-	--
Totais	15	89,83	--	--	-	--

Quadro XXXI

C.V. = 9,60%

MOU
Os Quadros XXXI e XXXII mostram respectivamente, as análises de variância para tratamentos, juntos e isolados.

Decomposição dos graus de liberdade dos tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ψ	Signif.
Torta (T)	1	0,27	0,270	0,520	-	-
Ad. Min. (A)	1	52,92	52,920	7,270	4,91	**
Int. AxT	1	0,19	0,190	0,436	-	-
Resíduo	9	19,30	2,140	1,480	-	-

Quadro XXXII

O teste de Tukey à 5% deu uma diferença mínima significativa igual a 3,271.

A torta não teve efeito significativo, isto é, produziu igual à testemunha. O Adubo mineral e Adubo mineral + Torta diferiram da testemunha e da torta na ordem de 1% pelo teste ψ , o que quer dizer, o efeito residual foi somente do adubo mineral.

Ano 1955-56 (3º ano) - (2º ano de efeito residual)

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ψ	Signif.
Blocos	3	27,73	9,240	3,04	3,3	**
Tratamentos	3	81,90	27,300	5,20	5,7	***
Resíduo	9	7,81	0,860	0,92	-	-
Totais	15	117,44	-	-	-	-

C.V. = 13,05%

Quadro XXXIII

M. D. B. S.

Decomposição dos graus de liberdade dos tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	η	Signif.
Torta (T)	1	0,04	0,040	-	-	-
Ad. min. (A)	1	81,00	81,000	9,0	9,8	***
Int. AxT	1	0,86	0,860	-	-	-
Resíduo	9	7,81	0,860	-	-	-

Quadro XXXIV

O teste de Tukey à 5% revelou uma diferença mínima significativa igual a 2,033.

Só o Adubo mineral teve reação significativa à ordem de 0,1% pelo teste η . A Torta não teve ação alguma no 3º ano; não diferiu da testemunha.

3 - Discussão dos resultados - Pelos resultados colhidos com os ensaios de algodão analisados acima, verificamos que a Torta só teve efeito no 1º ano (1953-54), embora significativamente menor do que os tratamentos com adubo mineral. Nos dois anos subsequentes (1954-55 e 1955-56) só houve efeito no adubo mineral. O 2º ano correu bem melhor para o algodão do que o 1º e 3º. Pode-se notar que a produção da testemunha foi tão boa no 2º ano que alcançou uma produção igual aos caneteiros que receberam adubação no primeiro ano.

Nêsse ensaio de algodão, a torta, ou se esgotou rapidamente logo no primeiro ano ou sofreu decomposição incompleta restando no 2º e 3º ano fração dificilmente decomponível. O seu alto teor em cêra pode causar um retardamento na sua decomposição (OWEN, 1954); a relação C/N, que de modo geral nas tortas aparece muito alta, pode também influir na intensidade da decomposição desses resíduos orgânicos.

Para SAMUELS e LANDRAU(1955) a torta tem muito pe-

quena ação residual no solo, decompondo-se rapidamente e libertando o seu N como nitratos. Esses autores observaram que aplicações de 200 t/acre ou mais(*) em solos arenosos não deram qualquer efeito mesmo depois de um ano.

4.2.2.1.B. Milho.

1 - Resultados - As produções de milho em grãos dos anos de 1953-54, 1954-55 e 1955-56 se acham no Quadro XXXV.

Produção de grãos de milho em kg/canteiro Ano 1953-54 (1º ano)

Tratamentos	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Bloco D	Totais Tratamentos	Médias
(1)	18,000	8,600	9,400	11,400	47,400	11,850
T	19,600	15,000	14,600	15,800	65,000	16,250
A	20,600	21,000	18,600	20,600	80,800	20,200
A+T	<u>19,200</u>	<u>19,600</u>	<u>18,400</u>	<u>20,200</u>	<u>77,400</u>	<u>19,350</u>
Totais	77,400	64,200	61,000	68,000	270,600	-

Ano 1954-55 (2º ano) (efeito residual)

(1)	13,200	11,200	9,600	11,800	45,800	11,450
T	15,600	12,800	14,000	15,800	58,200	14,550
A	16,600	17,600	18,800	20,000	73,000	18,250
A+T	<u>18,000</u>	<u>20,000</u>	<u>18,600</u>	<u>20,000</u>	<u>76,600</u>	<u>19,150</u>
Totais	63,400	61,600	61,000	67,600	253,600	-

Ano 1955-56 (3º ano) (efeito residual)

(1)	12,200	9,000	5,000	10,200	38,800	9,700
T	13,800	9,600	8,600	11,200	43,200	10,800
A	14,600	16,000	14,400	11,400	54,000	14,500
A+T	<u>15,000</u>	<u>15,600</u>	<u>12,800</u>	<u>15,200</u>	<u>58,600</u>	<u>14,650</u>
Totais	55,600	50,200	40,800	48,000	194,600	-

Quadro XXXV

(*) Um "acre" é igual a 4.047 m².

NOUS

No Quadro XXXVI são apresentadas as produções de milho em grãos em sacos de 60 kg/ha e "carros"/alqueire, unidades práticas muito usadas no Estado de São Paulo. Um "carro" de milho equivale a 10 sacos de 60 kg de milho em grãos.

Médias de produção dos tratamentos para 1 ha (em grãos)

Trat.	1953-54		1954-55		1955-56	
	sacos/ha	carro/alqueire	sacos/ha	carro/alqueire	sacos/ha	carro/alqueire
(1)	39,50	9,57	38,10	9,22	32,30	8,38
T	54,20	13,12	48,50	11,73	36,00	8,72
A	67,50	16,35	60,80	14,71	45,00	10,90
A+T	64,50	15,60	63,80	15,44	48,80	11,82

Quadro XXXVI

2 - Análise estatística - A análise estatística foi feita da mesma forma que a do ensaio de algodão, isto é, dos 3 anos em separado, como mostram os Quadros XXXVII e XLI.

Ano 1953-54 (1º ano)
Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	<i>v</i>	Signif.
Blocos	3	37,962	12,654	3,55	1,73	-
Tratamentos	3	171,102	57,034	7,55	3,70	**
Resíduo	9	37,868	4,207	2,05	-	-
Totais	15	246,932	-	-	-	-

C.V. = 12,12%

Quadro XXXVII

O efeito dos tratamentos foi significativo à ordem de 1%. A seguir os graus de liberdade dos tratamentos foram decompostos sendo analisados os contrastes de maior interesse, segundo o Quadro XXXVIII.

MUNES
Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Torta (T)	1	12,70	12,700	3,56	1,73	-
Ad. min. (A)	1	131,20	131,200	11,45	5,59	***
Int. AxT	1	27,20	27,200	5,21	2,56	*
Resíduo	9	37,87	4,207	2,05	-	-

Quadro XXXVIII

O efeito da interação foi significativo havendo a necessidade de nova decomposição, conforme mostra o Quadro XXXIX (PIMENTEL GOMES, 1955).

Isolamento da interação

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
T em aus. de A	1	38,72	38,720	6,22	3,03	**
T em pres. de A	1	1,44	1,440	1,20	-	-
Adubo mineral	1	131,20	131,200	11,45	5,59	***
Resíduo	9	37,87	4,207	2,05	-	-

Quadro XXXIX

Houve resposta significativa do Adubo mineral ao nível de 0,1%, mas a Torta só teve efeito em ausência do adubo mineral e então ao nível de 1%, pelo teste ν .

Ano 1954-55 (2º ano)
Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	<i>24</i>	Signif.
Blocos	3	6,66	2,22	1,44	1,13	-
Tratamentos	3	150,80	50,27	7,08	5,36	***
Resíduo	9	15,62	1,74	1,32	-	-
Totais	15	173,08	-	-	-	-

C.V. = 8,3%

Quadro XL

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	<i>24</i>	Signif.
Torta (T)	1	16,00	16,00	4,00	3,03	**
Ad. min. (A)	1	129,96	129,96	11,40	8,64	***
Int. AxT	1	4,84	4,84	2,20	1,67	-
Resíduo	9	15,62	1,74	1,32	-	-

Quadro XLI

O teste de Tukey à 5% mostrou uma diferença mínima significativa igual a 2,917.

Houve efeito significativo para o adubo mineral ao nível de 0,1% e para a torta ao nível de 1%, pelo teste 24. Isso quer dizer que a torta mostrou efeito residual no 2º ano.

MOMAS
Ano 1955-56 (3º ano) - (2º ano de efeito residual)

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Blocos	3	28,18	9,39	3,07	-	-
Tratamentos	3	84,71	28,24	5,31	2,870	**
Resíduo	9	30,89	3,43	1,85	-	-
Totais	15	143,78	-	-	-	-

C.V. = 10,94%

Quadro XLII

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Torta (T)	1	5,06	5,06	2,25	1,22	-
Ad. min. (A)	1	78,32	78,32	8,85	4,78	***
Int. AxT	1	1,33	1,33	1,15	-	-
Resíduo	9	30,89	3,43	1,85	-	-

Quadro XLIII

a d.m.s. pelo teste de Tukey foi igual a $\Delta = 4,088$.

Somente a adubação mineral foi significativa e ao nível de 0,1%. Não houve, portanto, efeito residual algum da torta no 3º ano agrícola ou dois anos após a sua aplicação, enquanto que o adubo mineral manteve apreciável efeito.

3 - Discussão dos resultados - Tivemos no presente ensaio de milho uma resposta favorável da torta no 1º ano, embora em ausência do adubo mineral. No 2º ano ainda houve efeito acentuado do mesmo tratamento se bem que menor que o do adubo mineral. No 3º ano já a torta não manifestou mais efeito algum, enquanto que o mineral manteve a sua ação residual.

O tratamento adubo mineral mais torta nos três anos de ensaio mostrou produções que não diferiram estatisticamente do adubo mineral.

Em vista dos resultados revelados pela análise estatística podemos admitir que a torta mostrou-se fornecedora de elementos minerais disponíveis à planta que perduraram no solo até o 2º ano. No 3º ano o efeito da torta foi insuficiente para garantir a sua superioridade sobre a testemunha.

O adubo mineral e a torta levaram ao solo a mesma quantidade dos elementos N, P₂O₅ e K₂O. Entretanto, a mistura mineral foi mais efetiva mantendo não só ação residual até o 3º ano, como também, garantindo produções muito superiores às obtidas pelo uso da torta.

4.2.2.1.C. Cana de açúcar.

1 - Resultados - O Quadro XLIV mostra as produções de cana de açúcar nos anos agrícolas de 1954-55 e 1955-56, correspondentes à cana planta e sóca. Os dados se referem a kg/parcela de 45 m². No Quadro XLV encontram-se as produções expostas em t/ha e t/alq., para os 2 anos agrícolas, cana planta e sóca.

Produção de cana em kg/canteiro

Ano 1954-55 (cana-planta)

<u>Tratamentos</u>	<u>Bloco A</u>	<u>Bloco B</u>	<u>Bloco C</u>	<u>Bloco D</u>	<u>Totais tratamentos</u>	<u>Médias</u>
(1)	118,00	254,00	196,00	311,00	779,00	194,750
T	183,00	276,00	206,00	244,00	909,00	227,250
A	235,00	287,00	317,00	304,00	1.143,00	285,750
T+A	<u>274,00</u>	<u>307,00</u>	<u>235,00</u>	<u>336,00</u>	<u>1.152,00</u>	<u>288,000</u>
Totais	810,00	1.124,00	954,00	1.095,00	3.983,00	--

M. O. B. S.

Ano 1955-56 (sóca)

(1)	71,40	150,00	113,00	172,00	506,40	126,50
T	92,30	195,90	45,50	127,80	462,50	115,62
A	200,00	126,20	199,20	157,70	683,10	170,52
T+A	<u>131,20</u>	<u>102,90</u>	<u>250,70</u>	<u>127,80</u>	<u>612,60</u>	<u>153,15</u>
Totais	494,90	575,00	609,40	585,30	2.264,60	--

Quadro XLIV

Médias de produção em t/alqueire

Tratamento	1954-55		1955-56	
	t/ha	t/alqueire	t/ha	t/alqueire
(1)	43,28	104,74	28,11	68,03
T	50,50	112,21	25,69	62,17
A	63,49	153,65	37,89	91,69
T+A	63,99	154,86	34,03	82,35

Quadro XLV

2 - Análise estatística - Os dados da análise estatística se acham nos Quadros XLVI a XLVIII.

Ano 1954-55 (cana-planta)Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	<i>il</i>	Signif.
Blocos	3	15.636,25	5.212,00	72,18	2,33	*
Tratamentos	3	25.151,00	8.383,66	91,55	2,95	**
Resíduo	9	8.653,75	961,53	31,01	-	-
Totais	15	49.441,00	-	-	-	-

C.V. = 12,45%

Quadro XLVI

MOUBS

Os tratamentos revelaram-se significativos à ordem de 1% pelo teste χ^2 . Sendo o ensaio fatorial procedeu-se a decomposição dos seus graus de liberdade a fim de se conhecer os efeitos da interação.

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	χ^2	Signif.
Torta (T)	1	1.465,250	1.465,250	38,280	1,23	-
Ad.min. (A)	1	23.028,000	23.028,000	151,700	4,28	**
Int. AxT	1	0,658	0,658	0,811	-	-
Resíduo	9	8.653,750	961,530	31,010	-	-

Quadro XLVII

Pelo teste de Tukey, a d.m.s. à 5% resultou igual a 68,532.

Só a adubação mineral foi significativa e à ordem de 1% pelo teste χ^2 . A torta não mostrou efeito algum nêse ano agrícola.

Ano 1955-56 (cana-sóca)

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	χ^2	Signif.
Blocos	3	1.848,04	616,01	24,82	-	-
Tratamentos	3	8.201,57	2.733,86	52,28	0,87	-
Resíduo	9	32.228,27	3.580,92	59,84	-	-
Totais	15	42.277,88	-	-	-	-

C.V. = 42,27%

Quadro XLVIII

MOURA
Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	<i>2e</i>	Signif.
Torta (T)	1	817,96	817,96	-	-	-
Ad. min. (A)	1	6.674,93	6.674,93	81,7	1,3	-
Int. AxT	1	708,68	708,68	-	-	-
Resíduo	9	32.228,27	3.580,92	59,84	-	-

Quadro XLIX

Não houve efeito significativo de tratamentos na cana-sóca como se pode vêr pelos Quadros XLVIII e XLIX. Aliás, isso pode ser explicado pelo alto coeficiente de variação que atingiu 42,27%.

A torta aplicada na cana, na dose de 20 t/ha, sêca, na terra arenosa da S.T.Q.A., não causou efeito algum nem mesmo no 1º corte ou cana planta.

3 - Discussão dos resultados - No presente ensaio de cana a torta, de 2 meses de idade, aplicada no plantio não produziu efeito algum, nem na cana-planta, nem na sóca. Sòmente os dois tratamentos mineral + torta tiveram efeito favorável. Não houve diferença de produção entre êstes de onde se deduz que os seus efeitos se devem sòmente à presença de mistura mineral. Resultados semelhantes têm aparecido na literatura (HARREVELD, 1929; GONZALEZ, 1937; ANÔNIMO, 1938). SAMUELS e LANDRAU(1955), trabalhando com cana em 4 diferentes tipos de solo observaram que num deles as produções obtidas com a aplicação isolada de 40, 60 e 80 t/acre de torta natural foram menores do que aquelas dadas pela aplicação de uma mistura mineral contendo 250 lb de N e 300 lb de K₂O. A mistura mineral + 20 t/acre de torta também produziu menos que o mineral isolado. Mostraram os citados autores que usada sozinha a torta

não se mostrou tão boa quanto uma formula mineral, embora em alguns casos resultados favoráveis fossem obtidos.

Por outro lado, reações favoráveis têm sido observadas por outros autores. Assim, em cana-de-açúcar, LOCSIN (1930; 1953) e COWLEY(1953). Em cultura de abacaxí, cujo ciclo também é longo, HERNANDEZ-MEDINA(1952; 1952-a), HERNANDEZ-MEDINA e colaboradores(1953); LUGO-LOPEZ e colaboradores (1953; 1954, 1956) HERNANDEZ-MEDINA(1957).

4.2.2.2. Ensaio fatorial Torta x Mineral 4 x 2 de algodão: milho e cana-de-açúcar.

4.2.2.2.A. Algodão.

Instalado na terra arenosa do campo da S.T.Q.A.

1 - Resultados - Os resultados acham-se expostos no Quadro L e representam quilos de algodão em carôço por canteiro de 32 m². O Quadro LI mostra as produções calculadas em kg/ha e @/alqueire.

Produção de algodão em carôço

Ano 1954-55 (1º ano)

kg/canteiro

Tratamentos	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Bloco D	Totais trat.	Médias
(1)	5,200	5,200	5,400	4,450	20,250	5,062
T ₁	8,800	4,900	7,800	7,500	29,000	7,250
T ₂	6,400	8,600	8,300	9,800	33,100	8,275
T ₃	8,700	6,900	8,800	7,150	31,550	7,887
M	7,000	7,200	7,100	8,000	29,300	7,425
MT ₁	7,500	5,500	7,300	9,800	30,100	7,525
MT ₂	6,400	8,600	8,200	9,100	32,300	8,075
MT ₃	<u>9,800</u>	<u>5,700</u>	<u>9,600</u>	<u>8,000</u>	<u>33,100</u>	<u>8,275</u>
Totais	59,800	52,600	62,500	63,800	238,700	--

MOURA

		<u>Ano 1955-56</u>				
(1)	5,000	4,400	4,000	3,200	16,600	4,150
T ₁	5,600	5,000	4,800	4,400	19,800	4,950
T ₂	5,800	5,600	5,400	5,000	21,800	5,450
T ₃	6,400	6,400	5,200	4,800	22,800	5,700
M	6,000	6,200	5,400	6,200	23,800	5,950
MT ₁	5,400	6,400	5,600	5,200	22,600	5,650
MT ₂	5,200	6,600	5,400	5,200	22,400	5,600
MT ₃	<u>6,000</u>	<u>5,000</u>	<u>6,800</u>	<u>4,600</u>	<u>22,400</u>	<u>5,600</u>
Totais	45,400	45,600	42,600	38,600	172,200	--

Quadro L

No ano agrícola 1955-56 como foi dito em 3.4.2.1. os canteiros foram subdivididos em 2 sub-canteiros e em seguida um deles foi readubado e outro não. Por ocasião da colheita, entretanto, por lamentável engano, foi colhida a produção do canteiro inteiro em vez de o fazer por sub-parcela. Portanto, os números que fazem parte do Quadro L Ano de 1955-56 se referem à parcela inteira.

Produção dos tratamentos em arrobas/alqueire

Tratamentos	1954-55		1955-56	
	kg/ha	@ /alq.	kg/ha	@ /alq.
(1)	1.582	255,22	1.297	209,33
T ₁	2.266	365,57	1.547	249,50
T ₂	2.586	417,20	1.703	274,67
T ₃	2.465	397,68	1.781	287,25
M	2.320	374,29	1.859	300,00
MT ₁	2.352	379,45	1.766	284,83
MT ₂	2.523	407,03	1.750	282,41
MT ₃	2.586	417,20	1.750	282,41

Quadro LI

MOCAS

2 - Análise estatísticaAno 1954-55(1º ano)

A análise estatística do ano 1954-55 se acha exposta nos Quadros LII a LIV.

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	\sqrt{e}	Signif.
Blocos	3	9,39	3,130	1,770	1,77	*
Tratamentos	7	30,81	4,400	2,100	1,97	*
Resíduo	21	23,89	1,137	1,066	-	-
Totais	31	64,09				C.V. = 19,7%

Quadro LII

Os efeitos dos tratamentos foram significativos ao nível de 5%, como se pode ver no Quadro LII. Os graus de liberdade dos tratamentos foram decompostos para se verificar o efeito dos seus componentes Torta (T), adubo mineral (M) e a interação MxT, cujos resultados se acham no Quadro LIII

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	\sqrt{e}	Signif.
Torta (T)	3	20,05	6,680	2,580	2,42	**
Ad. min. (M)	1	3,72	3,720	1,930	1,81	-
Int. (MxT)	3	7,04	2,350	1,530	1,43	-
Resíduo	21	23,89	1,137	1,066	-	-

Quadro LIII

O teste de Tukey revelou uma d.m.s. igual a 2,542.

MOUBS

A Torta teve resposta significativa ao nível de 1%. Nem o adubo mineral, nem a interação foram significativos. Procuramos estudar a regressão entre as doses de torta e as produções respectivas.

As somas dos quadrados das regressões linear, quadrática e cúbica se acham no Quadro LIV.

Análise da variância da regressão,
entre dose de torta x produção

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	f	Signif.
Regr. linear	1	16,64	16,64	4,08	3,83	**
" quadrática	1	3,32	3,32	1,82	1,71	-
" cúbica	1	0,09	-	-	-	-
Torta	3	20,05	-	-	-	-
Resíduo	21	23,89	1,137	1,066	-	-

Quadro LIV

A regressão linear foi significativa ao nível de 1%. Quanto à regressão quadrática e cúbica não foram significativas.

A equação de regressão linear calculada pelo método dos polinômios ortogonais (PIMENTEL GOMES, 1955) foi a seguinte:

$$Y = 0,016 X + 6,493.$$

Os valores calculados de Y determinados pela substituição de X na equação são os que se seguem:

t/ha	kg/canteiro	kg/ha
Para X = 0	Y = 6,493	2.029
X = 40	Y = 7,133	2.229
X = 80	Y = 7,773	2.429
X = 120	Y = 8,413	2.629

11/01/31

Ensaio de aplicação de torta em algodão
Fatorial 4 x 2 (1º ano)

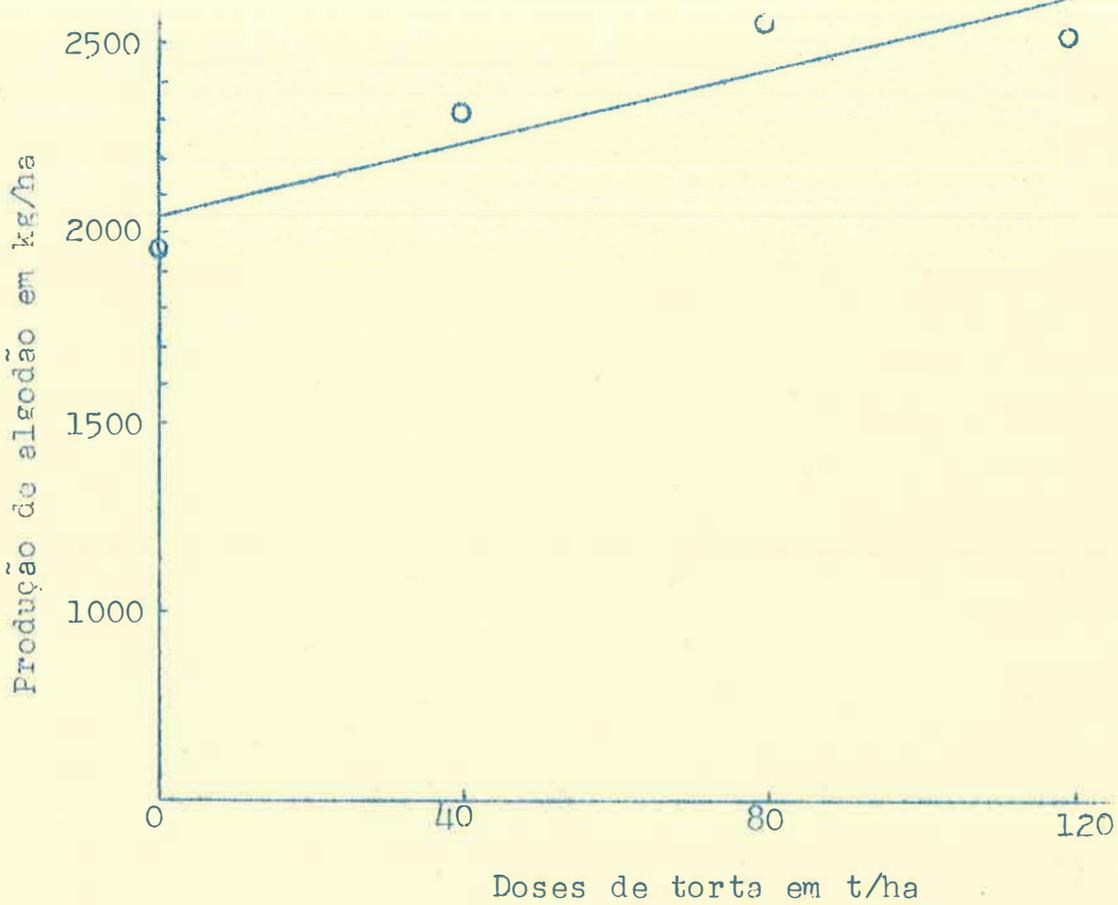


Gráfico 1

Os valores observados são aqueles realmente encontrados no ensaio representados pelas médias das diversas doses de torta. Assim:

<u>t/ha torta</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>kg/ha</u>
X = 0	Y = 6,243	1,951
X = 40	Y = 7,387	2,309
X = 80	Y = 8,175	2,554
X = 120	Y = 8,081	2,525

Pode-se observar pelo gráfico 1 e pelos resultados

obtidos que a produção de algodão reagiu favoravelmente à aplicação das diversas doses de tortas.

Aplicando o teste de Tukey entre as médias dos 8 tratamentos observa-se que o M ou mineral, T₁ ou 1 dose de torta e o MT₁, combinação dos 2 precedentes, não diferem da testemunha, enquanto que os tratamentos restantes embora não difiram entre si, mostram-se superiores àquele tratamento. Donde se pode tirar que com a exclusão da testemunha os 7 tratamentos restantes não diferem entre si.

Ano 1955-56

(2º ano)

(parcelas subdivididas)

Embora tenha-se perdido as produções de sub-parcelas, conforme foi dito em 1-Resultados, procedemos a análise da variância da primeira parte da análise estatística ou seja, aquela que se refere às produções das parcelas inteiras. A análise da variância se acha no Quadro IV. A 2ª parte, que foi sacrificada, se refere ao estudo dos efeitos da readubação e da interação entre a readubação e os tratamentos.

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	<i>fl</i>	Signif.
Blocos	3	4,00	1,334	1,155	2,08	*
Tratamentos	7	9,18	1,312	0,146	2,07	**
Resíduo	21	6,44	0,307	0,554	-	-
Parcelas	31	19,62	-	-	-	-

C.V. = 10,30%

Quadro LV

Os tratamentos foram significativos ao nível de 1%

MORAS
 pelo teste χ^2 . Os graus de liberdade foram decompostos a fim de se estudar os efeitos da torta, adubo mineral e interação adubo mineral x Torta, cujos resultados se acham no Quadro LVI.

Decomposição dos graus de liberdade

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	χ^2	Signif.
Ad. min. (M)	1	3,24	3,24	1,800	3,25	**
Torta (T)	3	1,66	0,55	0,744	1,34	-
Int. (MxT)	3	4,28	1,43	1,193	2,15	*
Resíduo	21	-	-	0,554	-	-

Quadro LVI

Deram resultados significativos os tratamentos adubo mineral, à 1%, e a interação MxT, à 5%. A torta não teve efeito significativo; entretanto, dada a possibilidade da interação estar escondendo os seus efeitos, procedemos a subdivisão daquele tratamento verificando a sua reação "em presença" e "em ausência" do adubo mineral. O Quadro LVII mostra os valores correspondentes a esta subdivisão.

Análise da variância da torta em presença e em ausência do adubo mineral

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	χ^2	Signif.
T em pres. de M	3	0,34	0,114	0,337	-	-
T em aus. de M	3	5,60	1,866	1,370	2,47	**
Resíduo	21	6,14	0,307	0,554	-	-

Quadro LVII

Pelo exposto no Quadro LVII pode-se observar que isolada a interação o efeito da torta apareceu. Assim, houve

significância ao nível de 1% no tratamento torta em ausência do adubo mineral.

Comprovado o efeito da torta (em ausência do adubo mineral) procedemos a determinação da regressão entre as doses aplicadas e a produção. As somas dos quadrados das regressões linear, quadrática e cúbica se acham no Quadro LVIII.

Análise da variância da regressão
entre doses de torta x produção

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	<i>29</i>	Signif.
Regr. linear	1	5,304	5,304	2,300	4,15	***
Regr. quadrática	1	0,302	0,302	0,550	-	-
Regr. cúbica	1	0,003	0,003	-	-	-
T em aus. de M	3	5,600	-	-	-	-
Resíduo	21	-	-	0,554	-	-

Quadro LVIII

Só a regressão linear foi significativa e à ordem de 0,1% pelo teste *F*. A equação de regressão linear foi calculada do mesmo modo feito para a produção do 1º ano deste mesmo ensaio (ano agrícola de 1954-55), resultando igual a: $Y = 0,0129 X + 4,288$, onde $X = t/ha$ de torta e $Y = kg$ por parcela de algodão em caroço.

Os valores calculados nela equação, correspondentes às doses de torta empregadas foram os seguintes

<u>t/ha torta</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>kg/ha</u>
Para $X = 0$	$Y = 4,288$	1,340
$X = 40$	$Y = 4,804$	1,501
$X = 80$	$Y = 5,320$	1,662
$X = 120$	$Y = 5,836$	1,824

Os valores observados no ensaio nos tratamentos com

MORISS

Ensaio de aplicação de torta em algodão
Fatorial 4 x 2 (2º ano)

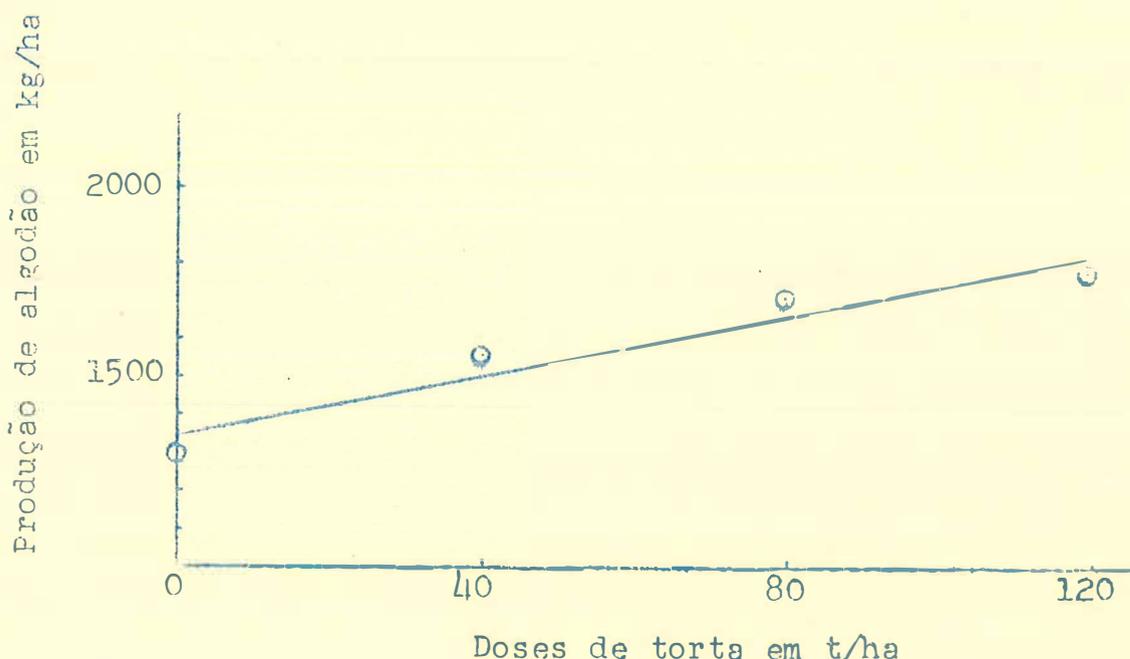


Grafico 2

torta em ausência de adubo mineral são os seguintes

<u>t/ha torta</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>kg/ha</u>
X = 0	Y = 4,150	1.297
X = 40	Y = 4,950	1.547
X = 80	Y = 5,450	1.703
X = 120	Y = 5,700	1.781

O gráfico 2 para melhor compreensão dá êsses valores de X calculados em kg/ha. Os pontos representam as produções observadas.

3 - Discussão dos resultados - O algodão reagiu favoravelmente à aplicação de torta no primeiro ano; a dose de 40 t/ha não foi suficiente para dar produção maior que a testemunha; o mesmo se deu com a mistura mineral e com a combinação dêsses dois tratamentos. As doses de 80 e 120 t/ha, quer isoladas, quer associadas à minstura mineral produziram efeito

Milho
favorável em relação à testemunha mas não diferiram entre si, nem aos demais tratamentos.

Pode-se observar pelo gráfico 1 a regressão entre doses de torta e produção.

No segundo ano procedeu-se a readubação da metade dos canteiros mas a análise estatística feita corresponde somente ao canteiro inteiro. Portanto, não foi possível determinar isoladamente o efeito da readubação. Mas, de um modo geral, considerando os efeitos de readubação e ação residual, observou-se resposta da torta em ausência do adubo mineral. Entretanto, a resposta do adubo mineral não foi menor. O adubo mineral, isolado ou com torta, manteve produções iguais às aquelas alcançadas pela torta aplicada sozinha.

O gráfico 2 ilustra o comportamento das diferentes doses de torta em ausência do adubo mineral.

Dados referentes a aplicação de torta de filtro sobre o algodão não foram encontrados na literatura.

4.2.2.2.B. Milho.

Os ensaios de milho tipo fatorial Torta x Adubo mineral 4x2 são em número de dois correspondentes aos anos agrícolas 1954-55 e 1955-56. Este último constitui o efeito residual do primeiro e procedeu-se nele, da mesma forma que para o algodão, a subdivisão dos canteiros com readubação de uma das metades ou sub-parcelas com doses de adubo idênticas ao 1º ano agrícola. O controle da produção foi feito por sub-parcelas.

1 - Resultados - Os resultados dos referidos ensaios se acham apresentados nos Quadros LIX e LX significando kg de milho em grãos por parcela (32 m²) ou sub-parcelas (16 m²), sendo por parcela no ano agrícola de 1954-55 e por parcela e sub-parcela no ano agrícola de 1955-56, no qual foi feito a subdivisão dos canteiros.

Produção de milho em grãos - kg/parcela (32 m²)

Ano 1954-55 (1º ano)

Tratamentos	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Bloco D	Totais tratamento	Médias
(1)	7,600	5,600	10,000	5,400	28,600	7,150
T ₁	11,200	8,000	9,200	9,400	37,800	9,450
T ₂	12,400	12,600	10,900	9,600	45,500	11,375
T ₃	12,200	9,600	10,000	8,200	40,000	10,000
M	7,400	9,200	11,000	8,600	36,200	9,050
MT ₁	13,400	11,400	12,000	8,000	45,400	11,350
MT ₂	14,200	11,800	11,400	12,000	49,400	12,350
MT ₃	10,400	10,400	10,800	9,800	41,400	10,100
Totais	88,800	78,600	85,300	71,600	324,300	--

Ano 1955-56 (2º ano)

(1)	7,300	7,800	8,000	7,000	29,500	7,375
T ₁	9,200	8,800	8,600	6,600	33,200	8,300
T ₂	10,000	9,400	10,600	7,400	37,400	9,450
T ₃	10,400	8,200	10,400	8,000	37,000	9,250
M	10,200	8,400	11,000	8,600	38,200	9,550
MT ₁	10,600	9,600	9,400	8,800	38,400	9,600
MT ₂	11,000	8,800	9,600	8,400	37,800	9,450
MT ₃	11,600	10,000	8,400	10,200	40,200	10,050
Totais	80,300	70,400	76,000	65,000	291,700	--

Quadro LIX

No Quadro LX as sub-parcelas correspondentes à testemunha figuram somente na coluna não readubada por não ter havido nem adubação, nem readubação nesse tratamento. A sua presença entre os demais dados se deve à necessidade de sua utilização para o cálculo da soma dos quadrados de sub-parcelas. Entretanto, esses valores só foram computados nas somas totais

MADEIRA

Produção de milho em grãos
kg/sub-parcela (16m²)

Ano 1955-56

Tratamentos	Bloco A		Bloco B		Bloco C		Bloco D		Tratamentos		
	readu- bado	nao rea- dubado	Totais de parcelas								
(1)	-	3,600	-	3,400	-	3,900	-	3,500	-	-	29,500
		3,700		3,800		4,100		3,500			
T1	4,800	4,400	4,600	4,200	4,400	4,200	3,600	3,000	17,400	15,800	33,200
T2	4,600	5,400	4,400	5,000	5,200	5,400	3,800	3,600	18,000	19,400	37,400
T3	5,400	5,000	4,200	4,000	5,600	4,800	4,000	4,000	19,200	17,800	37,000
M	5,800	4,400	4,400	4,000	4,800	6,200	4,600	4,000	19,600	18,600	38,200
MT1	5,600	5,000	5,000	4,600	4,800	4,600	4,000	4,800	19,400	19,000	38,400
MT2	5,200	5,800	4,000	4,800	4,800	4,800	4,000	4,400	18,000	19,800	37,800
MT3	5,600	6,000	5,400	4,600	4,200	4,200	5,800	4,400	21,000	19,200	40,200
Tot. subparc.	37,000	36,000	32,000	31,200	33,800	34,200	29,800	28,200	132,600	129,600	291,700
Tot. parcelas	73,000		63,200		68,000		58,000		262,200		291,700

Quadro LX

de parcelas e total geral do ensaio.

Produção por hectare e por alqueire

As produções dos ensaios foram calculadas em função de kg/ha e carros/alqueire, medidas usadas no nosso meio agrícola. Esses dados se acham no Quadro LXI.

Produção em kg/ha e carros/alqueire (*)

Tratamentos	1954-55		1955-56			
	kg/ha	carros/alq.	Readubado		não readubado	
			kg/ha	carros/alq.	kg/ha	carros/alq.
(1)	2,234	9,00	-	-	-	-
T ₁	2,953	11,90	2,719	10,96	2,469	9,95
T ₂	3,555	14,33	2,812	11,33	3,112	12,54
T ₃	3,125	12,59	3,000	12,10	2,781	11,21
M	2,828	11,40	3,062	12,34	2,906	11,71
MT ₁	3,547	14,29	3,031	12,21	2,969	11,97
MT ₂	3,859	15,55	2,812	13,33	3,094	12,47
MT ₃	3,156	12,72	3,250	13,10	3,000	12,09

(*) 1 carro de milho é igual a 10 sacos de 60 kg ou 600 kg de milho debulhado; 1 alqueire é igual a 24,200 m².

Quadro LXI

2 - Análise estatística.

Ano 1954-55

1º ano

A análise da variância para tratamentos se acha no Quadro LXII.

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	<i>2a</i>	Signif.
Blocos	3	21,68	7,230	2,688	2,60	**
Tratamentos	7	74,16	10,590	3,254	3,15	**
Resíduo	12	35,71	1,700	1,034	-	-
Totais	31	131,55	-	-	-	-

C.V. = 11,3%

Quadro LXII

Houve efeito significativo para tratamentos ao nível de 1% pelo teste *F*.

A decomposição dos graus de liberdade de tratamentos com os efeitos da torta, adubo mineral e interação TxM se acha no Quadro LXIII.

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	<i>2a</i>	Signif.
Torta (T)	3	57,58	19,190	4,386	4,24	***
Ad. min. (M)	1	13,13	13,130	3,623	3,50	***
Int. MxT	3	3,45	1,150	1,072	1,04	-
Resíduo	21	35,71	1,700	1,034	-	-

C.V. = 10,2%

Quadro LXIII

a d.m.s. pelo teste de Tukey à 5% = 2,466.

Os efeitos da torta e do adubo mineral foram significativos ao nível de 0,1%. A interação não foi significativa.

Uma vez que não houve resposta significativa da interação procedeu-se ao estudo da regressão entre as diferentes doses de torta com a produção de milho. O Quadro LXIV traz o resumo da análise da variância correspondente às regressões

linear, quadrática e cúbica.

Decomposição dos graus de liberdade da
torta para estudo da regressão

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	f	Signif.
Regressão linear	1	23,639	23,639	4,860	4,72	***
Regressão quadrática	1	31,800	31,800	5,640	5,48	***
Regressão cúbica	1	2,139	2,139	1,460	-	-
Torta	3	57,578	-	-	-	-
Resíduo	21	35,710	1,700	1,034	-	-

Quadro LXIV

As regressões linear e quadrática foram altamente significativas. Portanto, calculou-se a equação de regressão quadrática ou de 2º grau pelo método dos polinômios ortogonais (PIMENTEL GOMES, 1955).

A equação de regressão de 2º grau achada foi:

$$Y = 0,000625 X^2 + 0,0845 X + 8,56$$

Dando a X os valores correspondentes às doses de torta aplicadas, os valores de Y calculados na equação (valores calculados) foram os seguintes:

	<u>t/ha torta</u>	<u>kg/canteiro</u>	<u>kg/ha</u>
Para	X = 0	Y = 8,560	2,675
	X = 40	Y = 10,940	3,419
	X = 80	Y = 11,323	3,538
	X = 120	Y = 9,713	3,035

Os valores observados, apresentados no gráfico 3 através de pontos rodeados por uma circunferência são os que se seguem.

MOVBS

Ensaio de aplicação de torta em milho
Fatorial 4 x 2 (1º ano)

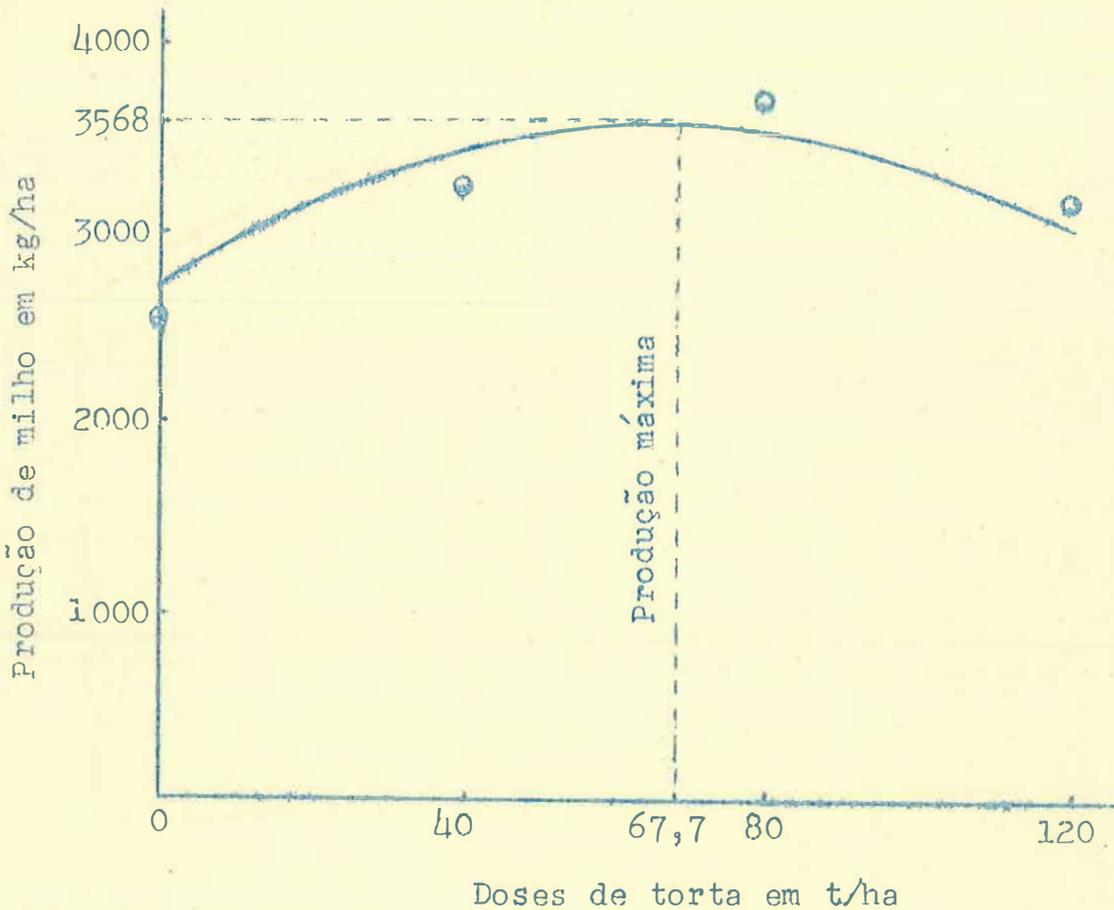


Gráfico 3

<u>t/ha torta</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>kg/ha</u>
X = 0	Y = 8,100	2,531
X = 40	Y = 10,400	3,250
X = 80	Y = 11,862	3,707
X = 120	Y = 10,050	3,141

A representação gráfica da curva se encontra no gráfico 3.

A produção máxima calculada corresponde a Y = 11,417 kg/ parcela ou 3.568 kg/ha para uma aplicação de 67,6 t/ha de torta de filtro.

Aplicando o teste de Tukey entre os tratamentos observa-se que os tratamentos com adubo mineral + Torta não diferem daqueles contendo só torta, mas o MT₂ difere significativamente do M.

Ano 1955-56

2º ano

A análise estatística correspondente ao ano 1955-56 se divide em partes: 1ª e 2ª parte. A 1ª parte se refere ao estudo dos contrastes e da análise da variância referente às parcelas inteiras. A 2ª parte se refere às sub-parcelas, ou seja, a readubação e a interação readubação x tratamentos. No Quadro LXV se acha exposta a 2ª parte.

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Blocos	3	8,32	2,773	5,266	8,94	***
Tratamentos	7	10,36	1,480	1,217	2,066	**
Resíduo (a)	<u>21</u>	<u>7,29</u>	<u>0,347</u>	<u>0,589</u>	-	-
Parcelas	31	25,97	-	-	-	-
Readubação	1	0,16	0,160	0,400	2,56	*
Int. Read.xTrat.	6	1,61	0,268	0,518	3,32	***
Resíduo (b)	<u>25</u>	<u>6,10</u>	<u>0,244</u>	<u>0,156</u>	-	-
Sub-parcelas	63	34,00	-	-	-	-

Quadro LXV

Pode-se observar no Quadro LXV que na 1ª parte da análise os tratamentos tiveram efeito significativo ao nível de 1% pelo teste ν . Tanto a readubação quanto a interação Read.xTrat. resultaram significativas na 2ª parte da análise.

A primeira ao nível de 5%; a segunda ao nível de 0,1%.

1ª parte: procedeu-se à decomposição dos graus de liberdade de tratamentos conforme se observa no Quadro LXVI.

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	χ^2	Signif.
Mineral	1	4,79	4,790	2,188	3,71	**
Torta	3	3,29	1,097	1,048	1,78	*
Int. MxT	3	2,28	0,760	0,872	-	-
Resíduo (a)	21	7,29	0,347	0,589	-	-

Quadro LXVI

No mesmo Quadro nota-se que os tratamentos mineral e torta foram significativos ao nível de 1 e 5% respectivamente.

Uma vez que a interação não foi significativa procedeu-se ao estudo da regressão entre as doses da torta e produção. O Quadro LXVII dá a análise de variância correspondente às regressões linear, quadrática e cúbica.

Decomposição dos graus de liberdade da torta para estudo da regressão

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Êrro	χ^2	Signif.
Regr. linear	1	3,220	3,220	1,794	3,04	**
Regr. quadrática	1	0,056	0,056	0,237	-	-
Regr. cúbica	1	0,005	0,005	0,071	-	-
Torta	3	3,290	3,290	-	-	-
Resíduo	21	35,710	1,700	0,589	-	-

Quadro LXVII

No Quadro LXVII observa-se que somente a regressão linear foi significativa e ao nível de 1%.

MCMRS

Determinou-se então a equação de regressão linear que corresponde a $Y = 0,005 X + 4,258$.

Dando a X os valores das doses aplicadas de torta correspondeu as seguintes produções para Y:

<u>t/ha torta</u>	<u>kg/sub-parcela</u>	<u>kg/ha</u>
X = 0	Y = 4,258	2,661
X = 40	Y = 4,458	2,786
X = 80	Y = 4,658	2,911
X = 120	Y = 4,858	3,036

Os valores observados nas condições do experimento foram os seguintes:

<u>t/ha torta</u>	<u>kg/sub-parcela</u>	<u>kg/ha</u>
X = 0	4,231	2,644
X = 40	4,475	2,796
X = 80	4,700	2,938
X = 120	4,825	3,016

O gráfico 4 mostra a reta correspondente aos valores calculados. Os pontos rodeados por uma circunsferência representam os valores observados.

2ª parte: refere-se ao estudo de contrastes correspondentes a 2ª parte, da readubação.

Pelo Quadro LXV vimos que a readubação teve efeito significativo. Entretanto, dado que a interação foi significativa houve necessidade do seu isolamento, estudando-se os efeitos de cada tratamento.

O Quadro LXVIII traz a análise da variância dos contrastes readubado x não readubado dentro de cada tratamento.

Morris

Ensaio de aplicação de torta em milho

Fatorial 4 x 2 (2º ano)

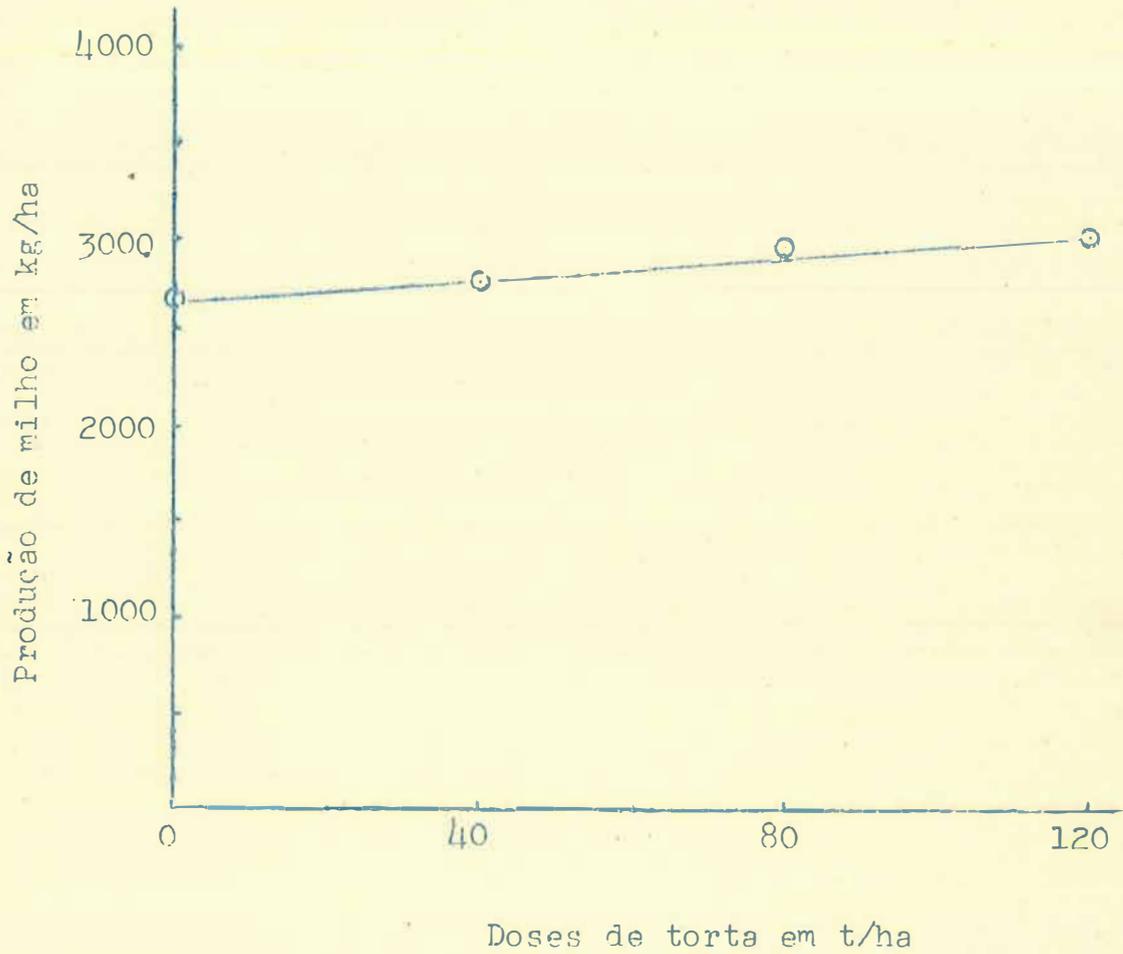


Grafico 4

Isolamento da interação Read.xTrat.

Causa da variação	G.L.	S.Q.-Q.M.	Erro	<i>z</i>	Signif.
T ₁	1	0,31	0,566	3,62	**
T ₂	1	0,24	0,490	3,14	**
T ₃	1	0,25	0,500	3,20	**
M	1	0,13	0,361	2,31	*
MT ₁	1	0,02	0,041	-	-
MT ₂	1	0,41	0,641	4,1	***
MT ₃	<u>1</u>	<u>0,41</u>	<u>0,641</u>	<u>4,1</u>	***
Total	7	1,77	-	-	-
Resíduo (b)	25	-	0,156	-	-

Quadro LXVIII

Vê-se pelo Quadro LXVIII que a readubação no tratamento MT₁ não teve efeito algum, enquanto que no tratamento T₂ o efeito foi negativo.

Outros contrastes de interêsse foram aqueles encontrados dentro dos grupos readubados e não readubados; isto é, a diferença entre os tratamentos dentro de cada grupo. A relação abaixo mostra os tratamentos e respectivas comparações.

	<u>readubados</u> <u>médias</u>	<u>não readubados</u> <u>médias</u>
T ₁	4,35	3,95
T ₂	4,50	4,85
T ₃	4,80	4,45
M	4,90	4,65
MT ₁	4,85	4,75
MT ₂	4,50	4,95
MT ₃	5,25	4,80

d.m.s. teste de Tukey à 5% = 0,595

$n' = 43 \text{ gl}$

$s' = 0,271$

$q = 4,39$

M. G. B. S.

n' e s' foram calculados segundo PIMENTEL GOMES (1955).

No grupo dos readubados o tratamento MT_3 sobrepujou a todos. Os restantes não diferem entre si.

Entre os não readubados, o tratamento T_1 foi o menor de todos. O tratamento T_3 não diferiu do T_1 .

3 - Discussão dos resultados.

Pelo gráfico 4 pode-se observar que a torta aumentou significativamente a produção do milho nas doses 1, 2 e 3, no 1º ano, ou no ano da sua aplicação. Das 3 doses aparentemente a dose 1 ou de 40 t/ha foi a mais eficiente, pois foi aquela cujo aumento de produção foi maior. À dose 2 correspondeu aumento de produção sensivelmente menor para cair bastante na dose 3.

O máximo de produção calculado corresponde à aplicação de 67,70 t/ha de torta com a produção de 3.568 kg/ha. O efeito da torta se deu neste ensaio em presença ou ausência da mistura mineral. Os tratamentos contendo adubo mineral + + torta produziram mais do que o mineral isolado e iguais aos seus correspondentes contendo somente torta.

No 2º ano houve efeito da readubação para todos os tratamentos menos dois: no T_2 , ou 2 doses de torta, a readubação produziu um decréscimo de produção; e no MT_1 não houve efeito algum.

Dentre os tratamentos readubados somente o tratamento MT_3 (mineral + 3 doses) se sobressaiu, sendo os demais iguais entre si. Quanto aos não readubados o T_1 (1 dose) pro

duziu menos de todos os outros tratamentos com exceção do T₃ (3 doses) que deu produção semelhante.

4.2.2.2.C. Cana-de-açúcar.

Instalado na Seccão Técnica de "Química Agrícola".

1 - Resultados - Os resultados acham-se colocados no Quadro LXIX e mostram as produções de cana-planta e sóca nos anos agrícolas de 1954-55 e 55-56 em kg/canteiro de 60 m².

Produção de cana (cana-planta)

Ano 1954-55

kg/canteiro

Tratamentos	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Bloco D	Totais trat.	Médias
(1)	264,0	623,0	266,0	348,0	1.501,0	375,00
T ₁	339,0	820,6	446,0	486,0	2.091,6	522,75
T ₂	448,0	613,0	501,0	463,0	2.025,0	506,25
T ₃	557,0	873,8	538,0	640,5	2.609,3	652,30
M	632,0	812,1	668,0	879,0	2.991,1	747,7
MT ₁	625,5	867,0	678,0	788,5	2.958,5	739,6
MT ₂	685,5	782,8	662,0	685,5	2.818,8	704,7
MT ₃	668,5	836,5	682,0	707,0	2.890,0	722,5
Totais	4.219,5	6.224,8	4.441,0	5.000,0	19.885,3	--

Ano 1955-56 (cana-sóca)

(1)	109	552	127	228	1.016	254,0
T ₁	145	762	189	190	1.286	324,0
T ₂	163	450	294	158	1.065	266,2
T ₃	305	1.010	176	316	1.807	451,7
M	364	793	438	812	2.407	601,7
MT ₁	375	926	478	768	2.547	636,7
MT ₂	368	924	426	469	2.187	546,7
MT ₃	331	833	403	449	2.016	504,0
Totais	2.160	6.250	2.531	3.390	14.331	--

M. O. M. S.
O Quadro LXX apresenta as produções de cana em t/ha e t/alq. para os 2 anos agrícolas, cana-planta e cana-sóca.

Produção em t/ha e t/alqueire

Tratamentos	1954-55		1955-56	
	t/ha	t/alq.	t/ha	t/alq.
(1)	62,50	151,25	42,33	102,44
T ₁	87,12	210,83	54,00	130,68
T ₂	84,37	204,18	44,36	107,35
T ₃	108,71	263,08	75,28	182,18
M	124,61	301,56	100,28	242,68
MT ₁	123,33	298,46	106,11	256,79
MT ₂	117,44	284,20	91,11	220,49
MT ₃	120,41	291,39	84,00	203,28

Quadro LXX

2 - Análise estatística - Os dados da análise estatística se acham nos Quadros LXXI a LXXVI.

Ano de 1954-55

(cana-planta)

Os dados da análise da variância para tratamentos se encontram no Quadro LXXII.

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.O.	Q.N.	Erro	<i>ψ</i>	Signif.
Blocos	3	302.313,38	100.771,12	317,4	4,51	***
Tratamentos	7	526,463,36	75.209,05	274,2	3,90	***
Resíduo	21	103.838,69	4.944,70	70,3	-	-
Total	31	932.615,43	-	-	-	-

Quadro LXXI

MOURA
 Houve significância de tratamentos ao nível de 0,1% pelo teste *F*.

Procedemos à decomposição dos graus de liberdade correspondente à torta, adubo mineral e interação cuja variância se acha no Quadro LXXII.

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	<i>F</i>	Signif.
Torta (T)	3	65.602,87	21.867,62	148,87	2,12	*
Mineral (M)	1	367.974,76	367.974,76	606,60	8,63	**
Int. MxT	3	92.885,73	40.961,91	175,90	2,50	**
Resíduo	21	103.838,69	4.944,70	70,30	-	-

Quadro LXXII

O tratamento com adubo mineral e a interação foram significativos ao nível de 1% e a torta à ordem de 5%.

Como a análise de variância revelou que a interação é significativa procedemos a nova decomposição dos graus de liberdade isolando desta vez os efeitos da torta em ausência e em presença do adubo mineral (Quadro LXXIII).

Torta em presença e em ausência do adubo mineral

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	<i>F</i>	Signif.
T em pres. M	3	4.390,56	1.463,52	38,2	-	-
T em aus. M	3	154.098,04	51.366,01	226,6	3,22	***
Ad. mineral	1	367.974,76	367.974,76	606,6	8,63	***
Resíduo	21	103.838,69	4.944,70	70,3	-	-

Quadro LXXIII

Pelos resultados da análise da variância exposta no

MOUBS

Quadro LXXIII vemos que a torta só teve efeito significativo em ausência do adubo mineral, e isso ao nível de 0,1%.

Sendo 4 as doses de torta experimentadas no ensaio calculamos a regressão existente entre as referidas doses e a produção nos tratamentos sem adubo mineral.

A análise da variância da regressão se acha no Quadro LXXIV.

Análise da variância da regressão entre doses de torta x produção

Regressões	G.L.	S.O.	Q.M.	Erro	<i>f</i>	Signif.
Linear	1	132.706,49	132.706,49	364,50	5,180	***
2º grau	1	2,48	2,48	1,57	-	-
3º grau	1	21.389,07	21.389,07	146,20	2,080	*
T em aus. de adubo min.	3	154.098,04	-	-	-	-
Resíduo	21	103.838,69	4.944,70	70,3	-	-

Quadro LXXIV

Tanto a regressão linear quanto a regressão cúbica ou de 3º grau foram significativas pelo teste *F*. A primeira ao nível de 0,1% e a segunda ao nível de 5%. A regressão quadrática ou de 2º grau não foi significativa.

Uma vez que as regressões linear e cubica foram significativas, calculamos, ainda pelo método dos polinômios ortogonais as suas respectivas equações que são as seguintes:

$$\text{Equação de regressão linear } Y = 2,036 X + 392,029$$

$$\text{Equação de regressão cúbica } Y = 54,5 \left(\frac{X}{40} - 1,5 \right)^3 -$$

$$- 0,392 \left(\frac{X}{40} - 1,5 \right)^2 - 30,29 \left(\frac{X}{40} - 1,5 \right) + 514,49$$

onde X representa as doses de torta em kg/parcela e Y a produção de cana em t/ha.

MOISS

Ensaio de aplicação de torta em cana-de-açúcar - Fatorial 4x2 - STQA - 1º Ano.

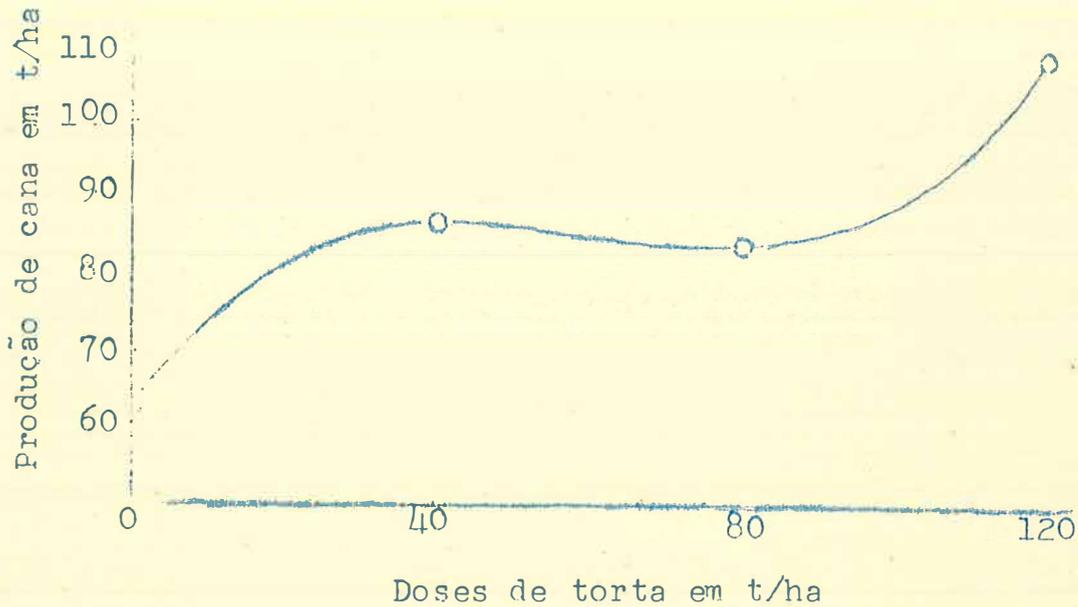


Gráfico 5

O gráfico 5 se refere à regressão cúbica e foi construído em função das produções calculadas através de 3º grau, dando a X os valores correspondentes às doses empregadas. Assim, para as diferentes doses de torta, corresponderam os seguintes valores de Y calculados para t/ha de cana.

<u>t/ha torta</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>t/ha</u>
X = 0	Y = 375,11	62,52
X = 40	Y = 522,72	87,12
X = 80	Y = 506,06	84,34
X = 120	Y = 652,11	108,68

A linha contínua do gráfico mostra as produções calculadas e os pontos marcados com pequenas circunferências mostram as produções observadas em ausência de adubo mineral. Nota-se que não há praticamente diferença entre ambas. As

produções observadas são as seguintes:

<u>t/ha torta</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>t/ha</u>
X = 0	Y = 375,00	62,50
X = 40	Y = 522,75	87,12
X = 80	Y = 506,25	84,37
X = 120	Y = 652,30	108,71

Ano 1955-56

(sóca)

A análise estatística dos dados se acha no Quadro LXXV.

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	\mathcal{V}	Signif.
Blocos	3	1.279.486,34	426.495,45	653,07	5,49	***
Tratamentos	7	626.393,47	89.484,78	299,14	2,52	*
Resíduo	21	296.764,41	14.131,64	118,88	-	-
Total	31	2.202.644,22	-	-	-	-

C.V. = 26,5%

Quadro LXXV

Houve para tratamentos um efeito significativo ao nível de 5%. Sendo assim, tornou-se necessária a decomposição dos seus graus de liberdade, o que se vê no Quadro LXXVI.

ALCANTARA
Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Torta (T)	3	22.947,59	7,649,20	87,46	-	-
Ad.min.(M)	1	486.799,03	486.799,03	697,71	5,9	***
Int. MxT	3	116.646,85	38.882,28	62,36	-	-
Resíduo	21	296.764,41	14.131,64	118,88	-	-

Quadro LXXVI

O teste de Tuley apontou uma d.m.s. à 5% igual a 272,43.

Só houve efeito significativo para o adubo mineral, ao nível de 0,1% pelo teste ν . A interação MxT e a torta não foram significativos.

Vê-se, portanto, que no ano presente, a torta não teve efeito residual

3 - Discussão dos resultados - O efeito da torta na produção de cana no primeiro ano ou seja da cana-planta só se fez sentir em ausência do adubo mineral, isto é, quando a torta foi aplicada isoladamente. O gráfico 5 mostra o comportamento das diversas doses de torta sobre a produção. Pelo gráfico observamos que a curva de produção é de 3º grau. A produção de cana cresce com a incorporação de 40 t/ha de torta até o nível de 87,12 t/ha, mantém-se com produção igual à dose T₂ (80 t/ha) e se eleva novamente até 108,7 t/ha na dose de 120 t/ha de torta.

O tratamento adubo mineral, constante da aplicação de 40-100-80 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, produziu na cana-planta efeito muito superior ao da torta.

No 2º ano (sóca), a ação fertilizante do adubo mineral continuou a produzir resultado favorável enquanto que

MOURA
a torta não mostrou efeito residual algum.

É preciso frizar que o ensaio fatorial 2x2 citado em 3.2.2.1.C. instalado no mesmo solo teve reação mais ou menos semelhante, isto é, a torta não teve efeito nem no primeiro ano, nem na cana-sóca. enquanto que no presente ensaio pode-se afirmar que o efeito da torta foi pouco favorável; produziu bem menos que a mistura mineral.

As análises do solo de ambos os experimentos revelaram baixo teor de K₂O o mesmo acontecendo com a torta utilizada.

Para COURY e colaboradores(1957) o K₂O é o elemento limitante para a cana naquele tipo de solo. O K₂O levado pela torta ao solo não foi suficiente para satisfazer as necessidades reais da planta enquanto que a quantidade levada pela mistura mineral o foi. Segundo SAMUELS e LANDRAU(1955) a torta pode dar resultados favoráveis quando aplicada em solos carentes de P₂O₅ e N, mas usada em solos onde haja forte carência de K₂O, ela não pode garantir um suprimento adequado desse elemento, cuja exigência por parte da cana é enorme, influenciando por outro lado no aumento na riqueza em açúcar (COURY e colaboradores,1957).

4.2.2.2.D. Cana-de-açúcar.

Instalado em terreno da Usina Monte Alegre.

1 - Resultados - Os dados da produção de cana dos anos agrícolas de 1954-55 e 55-56, em kg/canteiro de 60 m² se acham expostos no Quadro LXXVII. Esses mesmos valores, calculados em função de t/ha e t/alqueire, se acham no Quadro LXXVIII.

Produção de cana (cana-planta)Ano 1954-55kg/canteiro

Tratamen- tos	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Bloco D	Totais trat.	Médias
(1)	221,6	215,8	181,6	207,4	826,4	206,6
T ₁	460,6	220,8	355,0	294,6	1.401,0	350,2
T ₂	331,6	343,4	285,6	383,8	1.344,4	336,1
T ₃	442,2	386,0	411,0	381,4	1.620,6	405,1
M	313,6	358,6	411,0	375,2	1.458,4	364,6
MT ₁	376,8	418,6	483,4	388,4	1.587,2	396,8
MT ₂	442,2	414,6	403,4	409,0	1.669,2	417,3
MT ₃	482,4	421,0	434,0	400,0	1.737,4	434,35
Totais	3.071,0	2.848,8	2.885,0	2.839,8	11.644,6	-

Ano 1954-55 (cana-sóca)

(1)	211,0	190,0	235,0	300,0	936	234,0
T ₁	329,0	244,0	294,0	370,0	1.237	309,25
T ₂	310,0	321,0	249,0	313,0	1.193	298,25
T ₃	342,0	420,0	356,0	328,0	1.446	361,50
M	335,0	250,0	260,0	350,0	1.195	298,75
MT ₁	350,0	456,0	352,0	323,0	1.481	370,25
MT ₂	426,0	377,0	363,0	366,0	1.532	383,00
MT ₃	392,0	418,0	444,0	448,0	1.702	425,50
Totais	2.695,0	2.676,0	2.553,0	2.798,0	10.722	-

Quadro LXXVII

MOMAS

Produção em t/ha e t/alqueire

Tratamentos	1954-55		1955-56	
	t/ha	t/alq.	t/ha	t/alq.
(1)	34,43	83,32	39,00	94,38
T ₁	58,36	141,23	51,54	124,73
T ₂	56,01	135,54	49,71	120,30
T ₃	67,51	163,37	60,25	145,80
M	60,76	147,04	49,79	120,49
MT ₁	66,13	160,03	61,71	149,34
MT ₂	69,55	168,31	63,83	154,47
MT ₃	72,39	175,18	70,91	171,60

Quadro LXXVIII

2 - Análise estatística - Os dados da análise estatística se encontram nos Quadros LXXIX a LXXXII.

Ano 1954-55

(cana planta)

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.O.	Q.M.	Erro	χ^2	Signif.
Blocos	3	4.401,77	1.467,25	-	-	-
Tratamentos	7	145.206,71	20.743,82	144,03	3,686	***
Resíduo	21	33.049,36	1.573,78	39,7	-	-
Totais	31	182.657,84	-	-	-	-

C.V. = 10,74%

Quadro LXXIX

Na análise da variância preliminar resumida no Quadro LXXIX houve significância de tratamentos ao nível de 0,1% pelo teste χ^2 .

A decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

com os efeitos da torta adubo mineral e interação MxT se acha no Quadro LXXX.

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	λ	Signif.
Torta (T)	3	76.052,74	25.350,91	159,2	4,07	***
Mineral (M)	1	49.596,75	49.596,75	224,7	5,75	***
Int. MxT	3	19.557,22	6.519,07	80,7	2,06	*
Resíduo	21	33.049,36	1.573,78	39,0	-	-

Quadro LXXX

O efeito da torta e do adubo mineral foram significativos ao nível de 0,1%. Quanto à interação MxT foi significativa ao nível de 5%.

Tendo resultado significativa a interação houve necessidade da decomposição dos tratamentos com o isolamento dos efeitos da torta em presença e em ausência do adubo mineral, cuja análise se acha no Quadro LXXXI.

Torta em presença e em ausência do adubo mineral

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	λ	Signif.
T em pres. de M	3	10.799,70	3.599,90	59,90	1,53	-
T em aus. de M	3	84.809,81	28.269,93	168,10	4,30	***
Resíduo	21	33.049,36	1.573,78	-	-	-

Quadro LXXXI

A torta em ausência de mineral resultou significativa ao nível de 0,1% enquanto que em presença de mineral não foi significativa.

Procedido o isolamento da interação foi feita a de-

terminação da regressão entre as doses aplicadas de torta e a produção. As somas dos quadrados das regressões linear, quadrática e cúbica se acham no Quadro LXXXII.

Análise da variância da regressão entre
doses de torta x produção

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	$\sqrt{}$	Signif.
Regr. linear	1	67.628,45	67.628,45	260,05	6,65	***
Regr. quadrática	1	5.565,10	5.565,10	74,60	1,91	-
Regr. cúbica	1	11.616,20	11.616,20	107,77	2,75	*
T em aus. de M	3	84.809,75	-	-	-	-
Resíduo	21	33.049,36	1.573,78	39,07	-	-

Quadro LXXXII

As regressões linear e cúbica resultaram significativas. A primeira ao nível de 0,1% e a segunda ao nível de 5%. Sendo assim, foram calculadas as equações de regressão linear e cúbica pelo método dos polinômios ortogonais (PIMENTEL GOMES, 1955).

As equações achadas foram:

$$Y = 1,454 X + 237,30 \text{ (linear)}$$

$$Y = 40,16\left(\frac{X}{40} - 1,5\right)^3 - 18,65\left(\frac{X}{40} - 1,5\right)^2 - \\ - 24,18\left(\frac{X}{40} - 1,5\right) + 347,825$$

Dando a X os valores correspondentes às doses de torta e ao Y as produções, resultaram os seguintes dados de produção

11/11/55

	<u>t/ha torta</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>t/ha</u>
Para	X = 0	Y = 206,990	34,50
	X = 40	Y = 350,233	58,37
	X = 80	Y = 334,283	55,71
	X = 120	Y = 405,133	67,52

Os valores observados nas condições do ensaio são os seguintes

	<u>t/ha torta</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>t/ha</u>
	X = 0	Y = 206,6	34,43
	X = 40	Y = 350,2	58,36
	X = 80	Y = 336,1	56,01
	X = 120	Y = 405,1	67,51

A representação gráfica apresentada no gráfico 6 é a da regressão cúbica, por ser a mesma a de ordem superior. Os pontos rodeados de pequena circunferência significam os valores observados. Para maior facilidade no exame do gráfico os valores de Y e de X foram expostos em t/ha.

Ano agrícola 1955-56

(sóca)

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ν	Signif.
Blocos	3	3.786,63	1.262,21	35,53	-	-
Tratamentos	7	103.870,88	14.838,70	121,81	2,70	**
Resíduo	21	42.608,37	2.028,47	45,03	-	-
Totais	31	150.265,88	-	-	-	-

C.V. = 13,44%

Quadro LXXXIII

A análise estatística preliminar revelou um efeito altamente significativo para os tratamentos (Quadro LXXXIII).

MCM/83

Ensaio de aplicação de torta em cana-de-açúcar
Fatorial 4 x 2 - U.M. Alegre - 1º Ano.

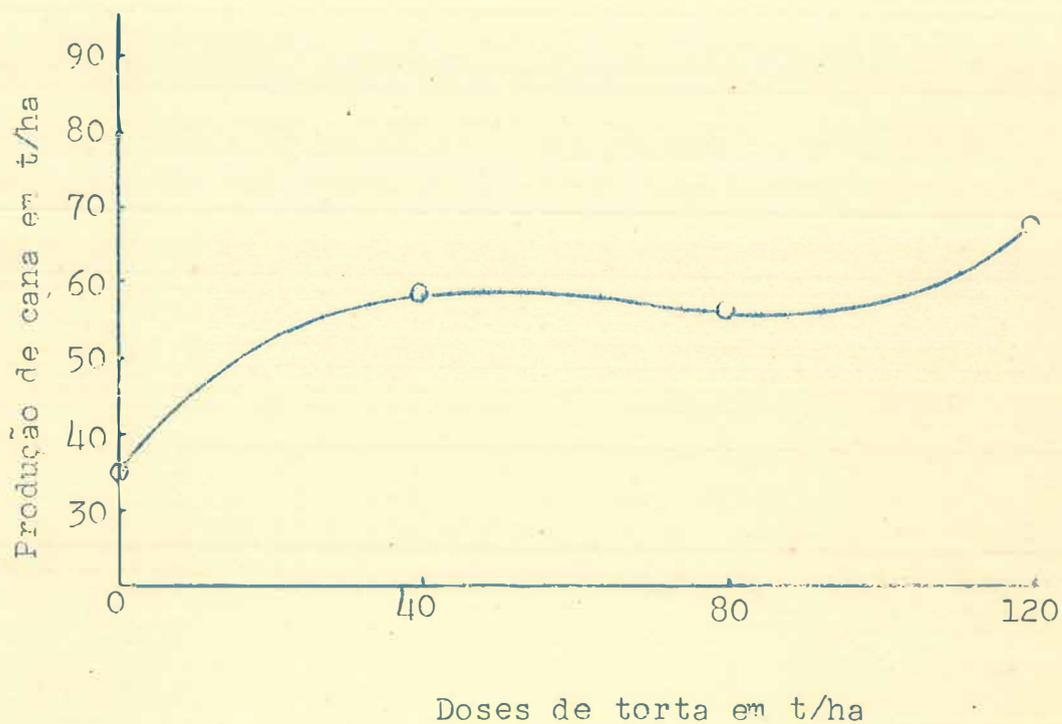


Grafico 6

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	<i>29</i>	Signif.
Torta (T)	3	65.486,63	21.828,87	147,75	3,28	***
Ad.min. (M)	1	37.675,13	37.675,13	194,10	4,31	***
Int. (MxT)	3	709,12	-	-	-	-
Resíduo	21	42.608,37	2.028,47	45,03	-	-

Quadro LXXXIV

A d.m.s. pelo teste de Tukey é igual à 102,3.

Ambos os tratamentos, com torta e com adubo mineral mostraram um efeito altamente significativo (nível de *1%* igual a 0,1%). A interação não teve efeito significativo.

Procedemos em seguida ao estudo da regressão entre doses de torta e produção de cana conforme pode-se vêr no resumo da análise de variância da regressão (Quadro LXXXV).

Análise da variância da regressão entre doses de torta x produção

Causa da variação	G.L.	S.Q.-Q.M.	Erro		Signif.
Regr. linear	1	58.446,02	241,76	5,36	***
Regr. quadrática	1	840,50	28,99	-	-
Regr. cúbica	1	6.200,10	781,74	1,75	-
Torta	3	65.486,62	-	-	-
Resíduo	21	-	45,03	-	-

Quadro LXXXV

Pelo Quadro LXXXV somente a regressão linear deu significativa, altamente, ou ao nível de 0,1%.

A equação de regressão linear calculada de modo idêntico ao dos ensaios precedentes deu a seguinte equação:

$$Y = 0,955 X + 277,73$$

onde X representa t de torta/ha e Y as produções em kg/parcela.

Dando a X os valores correspondentes às aplicações da torta caberá a Y os seguintes valores calculados:

<u>t/ha tota</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>kg/ha</u>
X = 0	Y = 277,73	46,29
X = 40	Y = 315,93	52,65
X = 80	Y = 354,13	59,02
X = 120	Y = 392,35	65,39

Os valores observados são as médias dos tratamentos com torta em ausência e em presença do adubo mineral. São os seguintes:

<u>t/ha torta</u>	<u>kg/parcela</u>	<u>t/ha</u>
X = 0	Y = 266,38	44,39
X = 40	Y = 339,75	56,62
X = 80	Y = 340,62	56,77
X = 120	Y = 393,50	65,58

O gráfico 7 mostra a reta obtida com os valores calculados e ao longo da mesma reta se encontram representadas dentro de pequenas circunferências os valores observados ou encontrados.

3 - Discussão dos resultados - Um efeito favorável da torta, no 1º ano, sobre a produção de cana, foi constatado somente em ausência do adubo mineral. As regressões linear e cúbica foram significativas obtendo-se nesta última uma curva (gráfico 6) cuja equação é do 3º grau; essa curva se assemelha bastante à obtida no ensaio com cana, em terra arenosa (4.2.2.2.C.). A produção de cana aumenta de 31,43 t/ha na testemunha a 58,36 t/ha com a dose de 40 t/ha de torta, man-

Ensaio de aplicação de torta em cana-de-açúcar

Fatorial 4 x 2 - U.M. Alegre (sóca)

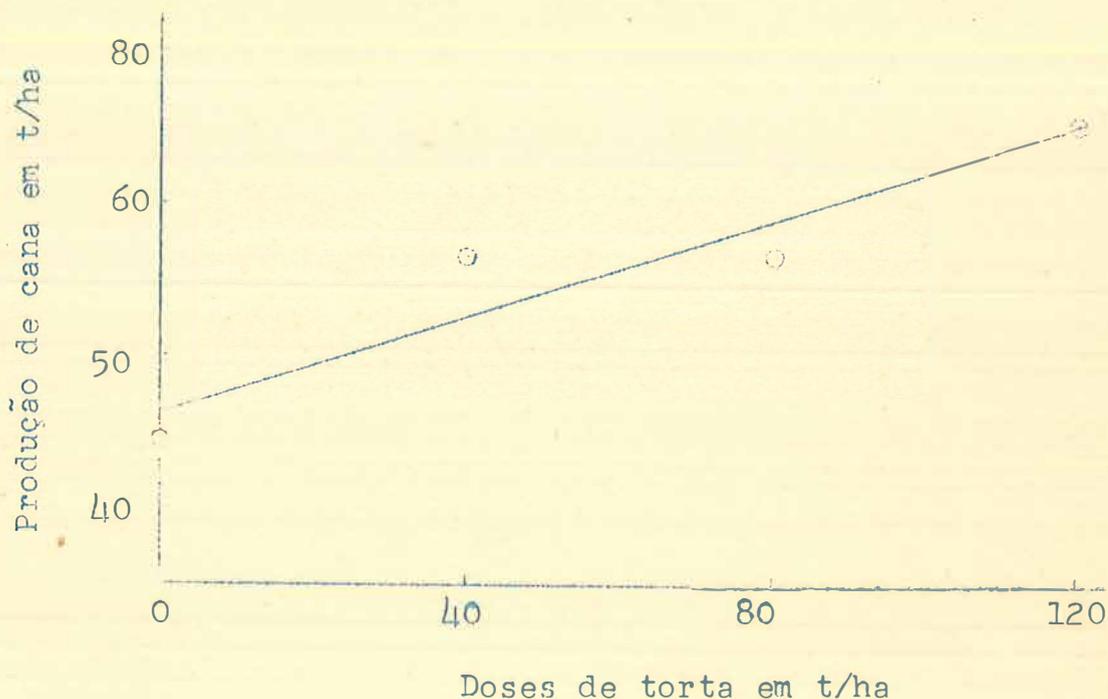


Grafico 7

tendo-se na dose 2 (80 t/ha de torta), para crescer de novo atingindo 67,51 t/ha na 3ª dose (120 t/ha de torta). Não houve superioridade do adubo mineral sobre a torta.

No 2º ano (produção da cana-sóca) houve apreciável ação residual da torta tanto em ausência do adubo mineral como associado a êle.

Estabelecendo-se um confronto entre os resultados obtidos nas terras roxa (1 ensaio) e arenosa (2 ensaios) verifica-se que uma reação favorável da torta isoladamente ocorreu tanto na terra roxa, como na terra arenosa (só num dos ensaios), em relação à testemunha; porém, na terra roxa, o resultado foi bem superior à arenosa, tendo mesmo se nivelado à produção de cana obtida com adubo mineral.

LUGO-LOPEZ e colaboradores(1956) em ensaios de torta

MOCBA

com abacaxi, realizados em solos leves e pesados, observaram resultados favoráveis nos últimos, confirmando o ocorrido em cana com terra roxa (solo pesado) e terra arenosa (solo leve). Admitem mesmo que qualquer adubo orgânico com baixo teor em N, como palhaça de cana, aplicada a solo leve (latosol) com o propósito de elevar o teor em matéria orgânica, é de valor duvidoso, de vez que a porcentagem em matéria orgânica e a produção agrícola não sofreram progresso.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A finalidade do presente trabalho foi estudar o aproveitamento da torta de filtro de usina de açúcar como fertilizante.

Preliminarmente foi realizado um estudo da composição mineral da torta, tomando-se amostras de dez diferentes usinas de vários municípios da região açucareira de Piracicaba. Foram feitas análises químicas destas amostras, procedendo-se à dosagem dos seus principais componentes.

Com o objetivo de avaliar o efeito de aplicação de torta sobre as plantas e particularmente sobre a produção de algumas culturas, foi realizado um ensaio de vegetação em vasos com arroz (Oriza sativa L., var. Dourado) e ensaios de campo com algodão (Gossypium hirsutum L., var. IAC-817), milho (Zea mays L., var. Cateto) e cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L., var. Co 421 e Co 419).

No ensaio de vegetação em vasos a torta foi aplicada na dose de 200 t/ha levando-se em conta apenas a produção da palha do arroz; dessa palha, foi feita análise química dos principais elementos. A produção de grãos foi afetada por ataque de pardais e não pôde ser considerada. O ensaio foi instalado em 2 tipos de solo: terra arenosa do campo da Seção Técnica "Química Agrícola" e terra roxa da Fazenda Modelo.

Duas séries de ensaios de campo com as culturas de algodão, milho e cana-de-açúcar foram instalados na terra arenosa da Seção Técnica "Química Agrícola". Uma série constou de ensaios fatoriais adubo mineral x torta 2² nos quais foram obtidos dados de produção de três anos consecutivos para o algodão e milho e de dois anos para a cana (cana-planta e soca). A segunda série incluiu experimentos fatoriais torta x adubo mineral 4 x 2, com doses de torta fresca equivalentes à 0, 40,

80 e 120 t/ha, utilizando-se as mesmas culturas. Os dados apresentados se referem, neste último caso, às produções de dois anos consecutivos para o algodão, milho e cana. Um ensaio de cana do mesmo tipo foi feito em terra roxa da Usina Monte Alegre, propriedade da Refinadora Paulista S.A., situada em Piracicaba.

Nos experimentos fatoriais 2^2 a adubação mineral constou NPK em quantidades equivalentes às contidas na torta. Já nos ensaios de 4×2 com cana a adubação foi de 40-100-80 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , enquanto para o milho e o algodão usamos 25-100-50 dos mesmos nutrientes.

O trabalho permite tirar as seguintes conclusões:

5.1. Estudos da composição mineral das tortas de filtro.

A composição mineral da torta de filtro é muito variada. Em função dos resultados encontrados foi organizada a seguinte na qual figuram os limites encontrados das percentagens dos elementos e as respectivas médias, tudo referente ao material seco em estufa a $80^\circ C$.

O nitrogênio solúvel oscila entre 10 e 20% do nitrogênio total; os teores de P_2O_5 e K_2O são relativamente baixos. A percentagem de CaO é boa, sendo o cálcio o nutriente predominante nas tortas; o teor de MgO é baixo e a quantidade de S é apreciável. Entretanto, o que ressalta é a percentagem de matéria orgânica, de valor superior a 70%. A relação C/N oscila bastante entre números limites muito amplos, de 12 a 38, compreendendo desde relações úteis ao solo até outras de pouco valor para os processos de humificação.

M. G. B. S.

	Valores limites mat. seca a 80°C	Médias	Nº de amostras
N total	De 0,90 a 2,70%	1,45%	17
N solúvel	" 0,12 a 0,26%	0,16%	10
P ₂ O ₅ total	" 0,45 a 1,92%	1,11%	16
K ₂ O "	" 0,30 a 1,49%	0,70%	16
CaO "	" 2,35 a 8,45%	5,25%	16
MgO "	" 0,29 a 0,80%	0,52%	16
S "	" 0,65 a 2,05%	1,44%	11
Matéria orgânica	" 72,27 a 88,00%	81,70%	16
Cinzas	" 12,00 a 27,73%	18,37%	16
Sílica e insolúveis	" 2,08 a 9,11%	4,07%	11
Carbono (C)	" 27,00 a 42,00%	33,90%	16
pH	5,60 a 6,70	6,12	16
Relação C/N	12,20 a 38,00	25,91	16

5.2. Ensaio de vegetação em vasos com arroz.

a) A torta nos dois tipos de solo estudados, proporcionou na dose de 200 t/ha, uma produção de palha de arroz superior à dos demais tratamentos.

b) O efeito fertilizante da torta só se evidenciou quando em ausência do adubo mineral.

c) O arroz adubado com torta apresentou um conteúdo de elementos minerais bem mais elevado do que o sem adubo; mostrou, ademais, maior teor de N e Mg em confronto com os tratamentos que receberam adubo mineral.

d) Uma conclusão prática importante do ensaio é que a torta realmente deve influir na produção de arroz, substituindo a adubação mineral.

MOCAS
5.3. Ensaio de campo.

5.3.1. Algodão.

a) Fatorial 2^2 : Houve reação razoável da torta no 1º ano. Entretanto, a adubação mineral deu produção muito superior. No segundo e terceiro anos houve efeito residual somente do adubo mineral.

b) Fatorial 4×2 : A torta teve efeito favorável no 1º ano associada ou não ao adubo mineral; no 2º ano houve reação mas somente em ausência deste último. Não obstante, coube ao adubo mineral a melhor produção.

5.3.2. Milho.

a) Fatorial 2^2 : Constatou-se uma ação fertilizante apreciável da torta sobre o milho, em dois anos, embora o adubo mineral tivesse dado produções maiores. No 3º ano somente o adubo mineral teve ação residual sensível.

b) Fatorial 4×2 : O efeito da torta associada ou não ao adubo mineral, foi significativo no 1º ano. O máximo de produção corresponde ao uso de 68 t/ha aproximadamente de torta. A readubação não mostrou efeito para os tratamentos. O efeito residual foi maior para o adubo mineral.

5.3.3. Cana-de-açúcar.

a) Fatorial 2×2 : Não houve efeito algum da torta nem no primeiro ano (cana planta) nem no 2º (soca).

b) Fatorial 4×2 (terra arenosa): Neste solo da Seção Técnica "Química Agrícola" a torta teve efeito pouco favorável no primeiro ano, isolada ou associada ao adubo mineral; este último teve um efeito bem maior do que a torta. No 2º ano só houve efeito residual para o adubo mineral.

Alumina
c) Fatorial 4x2 (terra roxa): Na terra roxa da Usi na Monte Alegre a reação da torta foi boa nos dois anos (cana planta e soca), sendo que no 1º ano agiu melhor isoladamente, tendo mesmo se nivelado à produção conseguida graças ao adubo mineral. Contudo, no 2º ano apreciável ação fertilizante da torta se fez sentir tanto no seu emprêgo isoladamente, como associada ao adubo mineral.

A conclusão geral que se tira é que a torta de usinas de açúcar, se aplicada em doses elevadas (de 40 a 120 t/ha) tem efeito favorável bastante evidente nas lavouras de arroz, milho, cana e algodão, com efeito residual apreciável em terra roxa, mas praticamente nulo em solos arenosos. Esta discor- dância provávelmente se deve à diferença da composição granu- lométrica dêsses solos. A torta, em quase todos os casos, foi substituída até com vantagem por adubos minerais, o que mostra não ser, geralmente, aconselhável o seu uso, se se fizer aduba- ção conveniente com N, P e K. No entanto, poderá substituir, pelo menos em parte, a adubação mineral, sempre que se possa aplicá-la em quantidade apreciáveis e a preços baixos.

6. AGRADECIMENTOS.

Agradecimentos são devidos as seguintes pessoas:

1) Aos Professores Tufi Coury, Catedrático da 2ª Cadeira "Química Agrícola e Eurípedes Malavolta, Catedrático da 20ª Cadeira "Química Orgânica e Biológica", e Livre Docente de Química Agrícola. O primeiro, pelas sugestões e revisão do manuscrito. O segundo pela orientação geral do trabalho.

2) Ao Dr. Frederico Pimentel Gomes, Livre Docente de Matemática, pela orientação na parte estatística e palavras de estímulo.

3) Aos colegas Francisco A.F. de Mello, Henrique P. Haag e Sylvio Arzolla pelas sugestões e auxílios prestados.

4) Ao Dr. Eno M. Cardoso, na ocasião, gerente da Usina M. Alegre, e Halcio de Oliveira, Engº Agrº da mesma usina pela cessão gratuita de torta e pela instalação de um experimento.

5) Ao Sr. Valentim Bombo Filho, pela ajuda na fiscalização dos ensaios.

6) Aos Srs. Armando Porta, Vinicius Ferraz e Antenor Carioca, respectivamente, técnico e prático de laboratório e zelador, pelo auxílio nas análises de solos.

7) À tôdas as usinas e, em especial, à Usina Monte Alegre, que forneceram o material para análise ou ensaio.

8) Aos Srs. José B. Amaral, Nelson R. Lopes e Olavo de Mello Coelho, pela parte datilográfica e mimeográfica.

7. LITERATURA.

ALMEIDA, J.R. DE

1944 - As Tortas das Usinas de Açucar, Brasil Açucareiro
23:483-487.

ALMEIDA, J.R. DE

1944-a - As Tortas das Usinas de Açucar, Brasil Açucareiro
24:205-207; 311-314, 536-542.

ANÔNIMO

1938 - Filter Press Cake For Humus Production, Int. Sug.
J., 40:9.

ANÔNIMO

1942 - Fertilizer Value and Wax Content of Filter Cake,
Chem. Dept. of the Exp. Sta. Proc. of the 16th Cong. S.
Afr. Tech. Assoc., 52-53, Int. Sug. J., 1943, 45:161.

ANÔNIMO

1954 - Fertilizantes Orgânicos - Análise de alguns adubos
e outros produtos, Serv. de Fiscalização de Adubos e ou-
tros Produtos, D.P.V. - S. Agr. F.S.Paulo.

ANÔNIMO

1955 - Molasses and Filter Press Mud as Fertilizer, Kenya,
Dept. Agric. Rpt, Int. Sug. J., 1958 57:34.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS

1950 - Official and Tentative Methods of Analysis, Washing-
ton 4, D.C.

AVICE, R.

1938 - Utilization of the By-Products of the Sugar Indus-
try in Mauritius, Proc. of the Sixth Cong. of the Int. Soc.
of Sug. Cane Tech., 928-930, Int. Sug. J., 1939, 41:477.

BORDEN, R.J.

1935 - Some Plant Food Values in Molasses and Filter Cake,
Hawaiian Planters' Record, Int. Sug. J., 1936, 38:31.

BRASIL SOBRº, M.O.C.

1958 - Efeito da aplicação de torta de filtro Cliver sobre
algumas características do solo (em preparação).

BRIEGER, F.G.

1946 - Limites Unilaterais e Bilaterais na Análise Estatís-
tica, Bragantia 6:479-545.

CATANI, R.A. e A. Küpper

1946 - Algumas Características Químicas dos Solos do Esta-
do de São Paulo e sua Interpretação Analítica, Bragantia
6:147-163.

CATANI, R.A.

1954 - A Determinação do Potássio Pelos Métodos do Cobal-
tihexanitrato e de Fotometria de Chama, Tese de Concurso
Para Provimento Efetivo da 10ª Cadeira Química Analítica
da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", U.S.P.

- CATANI, R.A., J. Romano Gallo e H. Gargantini
1955 - Amostragem de Solo, Métodos de Análise, Interpretação e Indicações Gerais para Fins de Fertilidade, Boletim nº 69 do Instituto Agrônomo de Campinas.
- CHO-CHING, TSEN e M.C. TSAI
1947 - Report of Taiwan Sugar Experiment Station, 2:42-43, Int. Sug. J., 1949, 51:231.
- COURY, T., E. Malavolta, F. Pimentel Gomes, O. Valsecchi, J.D.P. Arzolla, M.O.C. Brasil Sobr^o, H.P. Haag, F.A.F. de Mello, R.F. Novaes, G. Ranzani e L.N. Menard
1957 - A Diagnose Foliar na Cana de Açúcar, Tese aprovada no VI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Bahia.
- COVLEY, G.R.M.
1951 - Aprovechamiento de la Cachaza Como Magnífico Fertilizante en los Canaverales. Mem. Assoc. Tec. Azuc. Cuba (XXV Conf. Anual) 25:57-80, Int. Sug. J., 1953, 55:171.
- DROSDOFF, M. and D.C. Nearpass
1948 - Quantitative Microdetermination of Magnesium in Plant Tissue and Soil Extracts, Anal. Chem. 20:673-674.
- GONZALEZ, A.J.
1937 - Use of Cachaza in Fertilizing Cane fields, Mem. Assoc. Tecn. Agric. de Cuba, 11:269-279, Int. Sug. J., 1939, 41:71.
- GUANZON, G.A.
1927 - Utilization of Filter-Press Cake in the P.I., Sugar News, 1927, 877-882, Int. Sug. J., 1928, 30:279.
- HARREVELD, P.V.
1929 - Sem título, Int. Sug. J., 1929, 31:42.
- HERNANDEZ-MEDINA, E.
1952 - The Beneficial Effect of Filter Press Cake on Pineapple Growth Development and Production - I. - Effect on the Plant Crop and II. - Effect on the Ratoon Crop, The J. of Agric. of the Univ. Puerto Rico, 36:255-280, 281-301.
- HERNANDEZ-MEDINA, E.
1952-a - Filter Press Cake Increases Pineapple Yields in Puerto Rico P.R. Agr. Expt. Sta. Bull 104, pp. 48 U.P.R. Rio Piedras.
- HERNANDEZ-MEDINA, E., M.A. Lugo-Lopez e H.R. Cibes-Vlade
1953 - The Beneficial Effect of Filter-Press on Pineapple Yields Under Filter Conditions Agr. Univ. P.Rico, 37:206-212 (Agr. Exp. Sta. Rio Piedras, P.R.).
- KERR, H.W. e C.R. Von Stieglitz
1938 - Agricultural Value of Rotary Filter and Subsider Muds, The Cane Grower Quarterly Bull. 6:43-45, Int. Sug. J. 1939, 41:281.
- LOCSIN, C.I.
1930 - Press Cake Fertilizer, Sugar News, 11:255-260, Int. Sug. J., 1930, 32:488.

LOCSIN, C.L.

1953 - Filter Cake as Fertilizer, Sugar-News, 29:405, Int. Sug. J., 1954, 56:89.

LOOMIS, W.E. e A. Shull

1939 - Experiments in Plant Physiology, First Edition, Mc Graw-Hill Book Co., Inc., N.York.

LUGO-LOPEZ, M.A., Hernandez-Medina, H.R. Cibes-Vlade and J.V. Chandler

1953 - The Effect of Filter-Press Cake on the Physical and Chemical Properties of Soils, J. Agr. Univ. P. Rico 37: 213-223.

LUGO-LOPEZ, M.A., Hernandes Medina, H.R. Cibes-Vlade and J.V. Chandler

1954 - Influence of Filter Press Cake on Pineapple Yields and Soil Properties, Soil Sci. 78:257-265.

LUGO-LOPEZ, M.A., Hernandes Medina e P. Landrau

1956 - Differential Response of Some Tropical Soils to Additions of Organic Matter, The J. of Agr. of the Univ. of P.Rico, 40:79-78.

LUGO-LOPEZ, M.A., J.A. Bonnet, and R. Pèrez-Escolar

1957 - Effect of Soil-Structure Stabilizers on the Production of Tobacco Plants in the Seedbed, The J. of Agr. of the Univ. P.Rico, Rio Piedras, 41:189-196.

MALAVOLTA, E.

1952 - Estudos Químico-Agrícolas sôbre o Enxôfre, Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Separata nº 162, Piracicaba, p.82.

MALAVOLTA, E. e T. Coury

1954 - Apostila de Práticas de Química Agrícola, Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

MANOFF, I.

1947 - Filter-Press Cake Produced in Differents Factories in Tuccuman, Argentina, Rev. Ind. & Agric. Tuccuman, 36:105-112, Int. Sug. J., 1948, 50:187.

MARTIN, J.P.

1942 - The Use of Trash, Filter Cake and Bagasse, Hawaiian Planter's Record, 46:53, Int. Sug. J., 1943, 45:148.

MAZE, W.J.

1934 - Filter Press Mud Disposal: Use For Making Camp Fuel Briquettes, Proc. of the 54th an Meeting of the Hawaiian Sug. Planter's Assoc., Honolulu, 15-16, Int. Sug. J., 1935, 37:280.

MILLAR, C.E.

1955 - Soil Fertility, John Wiley & Sons, Inc., New York, p. 80-110.

OWEN, W.L.

1954 - Dewaxed Retreated Refinery Filter Press Mud as a Plant Food and Plant - Growth Stimulant, Sugar, Lond., Engl., 49:40-42.

OWEN, W.L.

1958 - Composting Filter Cake Muds Sugar Journal, La.,
U.S.A., 21:37-43.

PANDALAI, K.M., H. Sankarasubramoney y K.P.V. Menon

1953 - El Empleo de los Residuos de las Prensas Filtro de
las Fabricas de Azucar como suministradores de K₂O para
Mejorar Las Tierras de Cocoteros, The Indian Coconut Jour-
nal - VII, 1, Revista de la Potasa, 1955 Sec. 16, 12^a Cont.
Com. Mens. del Int. de la Potassa, Berna.

PIMENTEL-GOMES, F.

1954 - Comparação Entre Médias de Tratamentos Na Análise
da Variância, Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P.,
XI:1-13.

PIMENTEL-GOMES, F.

1955 - Curso de Estatística Experimental, I e II partes,
Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

PIPER, C.S.

1950 - Soil and Plant Analysis, Interscience Publ., Inc.,
New York, pp. 263-264.

RANDS, R.D.

1923 - Filter Press Cake on Louisiana Plantations, Sug.
Bull. 11:2-5, Int. Sug. J., 1933, 35:233.

RANZANI, G.

1956 - Levantamento da Carta de Solos da Secção Técnica
"Química Agrícola", da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Tese,
Piracicaba.

SAMUELS, G. e P. Landrau

1955 - Filter Press Cake as a Fertilizer, Sugar Journal
18:30-34.

THOMPSON, L.M.

1957 - Soils and Soil Fertility, Second Ed., Mc Graw-Hill
Book Company, Inc., New York, p. 15-16.

TOTH, S.J., A.L. Prince, A. Wallace and D.S. Mikkelsen

1948 - Rapid Quantitative Determination of Eight Mineral
Elements in Plant Tissue By a Systematic Procedure invol-
ving Use of a Flamme Photometer, Soil Sci., 66:459-466.

WAKSMAN, S.

1954 - Soil Microbiology, John Wiley & Sons, Inc., New
York.