BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 15

Campinas, julho de 1956

N.º 14

ADUBAÇÃO DO MILHO

IX — ENSAIO COM LODO DE FOSSAS SÉPTICAS "OMS" (*)

G. P. VIÉGAS, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cereais*, e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo (**), Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônomo*

RESUMO

No presente artigo os autores apresentam os resultados de um ensaio conduzido em terra roxa misturada, na Estação Experimental Central, Campinas, para estudar o efeito, na cultura do milho, do adubo OMS completado ou não com fósforo e potássio. O adubo OMS é um pó resultante da decantação, em tanques sépticos, do material de esgotos das cidades, contendo aproximadamente 10% de umidade, 45% de matéria orgânica, 2,5% de N, 0,7% de P_2O_5 e 0,2% de K_2O . O ensaio constou de 16 tratamentos compreendendo tôdas as combinações de: 1) 0, 2,5, 5 e 10 t/ha de adubo OMS; 2) 0 e 80 kg/ha de P_2O_5 na forma de farinha de ossos e 3) 0 e 50 kg/ha de K_2O na forma de cinzas de café (que também forneceram 20 kg/ha de P_2O_5). Os adubos foram empregados somente no primeiro ano, 1943-44, mas o ensaio foi conduzido durante três anos.

O efeito do fósforo foi muito pequeno (provavelmente porque a terra havia sido adubada com adubos fosfatados nas culturas anteriores ao ensaio), ao passo que o potássio aumentou extraordinariamente a produção no primeiro ano e teve magnífico efeito residual nos dois anos seguintes. O efeito do adubo OMS foi pequeno na ausência do potássio, mas elevou-se substancialmente na presença desse nutriente. As doses de 5 e 10 t/ha deram resultados satisfatórios; contudo, aumentaram relativamente mais a produção de colmos que a de grãos. O efeito do nitrogênio de OMS foi rápido, mas aparentemente pouco duradouro. Para melhor aproveitamento do seu nitrogênio, a aplicação do adubo OMS deveria ser feita com freqüência (talvez anualmente) e em doses moderadas, completadas, conforme a terra, com fósforo e potássio.

1 — INTRODUÇÃO

Em diversos países se aproveita como adubo o material proveniente dos esgotos, seja de cidades, seja de pequenas aglomerações humanas. A composição desse material é muito variável, dependendo não somente da alimentação da população como, principalmente, do tratamento a que êle é submetido antes de ser utilizado como adubo.

(*) Recebido para publicação em 17 de dezembro de 1955.

(**) Contratado mediante subvenção do Sindicato da Indústria de Adubos e Colas no Estado de São Paulo ao Fundo de Pesquisas.

A partir de 1930 se instalaram, em nosso país, muitas fossas sépticas do sistema OMS (Otto Mohr System), as quais, segundo Serpa (11), constituem um aperfeiçoamento do tanque de Imhoff e adotam os princípios estabelecidos por Travis. Em São Paulo também foram construídos vários tanques decantadores desse tipo.

Depois de seco e moído, o lodo resultante da decantação se apresenta sob a forma de pó praticamente inodoro. Várias análises feitas pela antiga Seção de Fiscalização de Adubos do Instituto Agrônômico mostraram que, nessas condições, o material contém aproximadamente 10% de umidade, 45% de matéria orgânica, 2,5% de N, 0,7% de P_2O_5 , 0,2% de K_2O e 1,2% de CaO .

Para estudar o comportamento desse adubo, em 1937-38 a Seção de Cereais, então a cargo do Eng. Agr. P. Cuba, realizou três ensaios preliminares (1), sendo um no campo e dois em vasos. No ensaio de campo, conduzido na Estação Experimental Central, Campinas, o adubo OMS não teve a menor influência sobre a produção do milho, aparentemente porque a gleba utilizada era bastante fértil. Contudo, nos ensaios em vasos, com arroz, usando-se como substrato terra roxa misturada e empregando-se doses correspondentes a 800 kg/ha de OMS e 400 kg/ha de superfosfato, os resultados obtidos foram muito animadores. Num deles, a produção média de palha + grãos foi de 24,7 g nos vasos sem adubo, 43,4 g nos com superfosfato e 38,5 g nos com OMS; no outro, os vasos sem adubo produziram 36,7 g, os com superfosfato 54,2 g, os com OMS 82,9 g e os com superfosfato + OMS 79,5 g.

Em 1943-44 foi instalado um ensaio para estudar, com mais pormenores, o efeito do adubo OMS sobre a produção do milho. Conquanto não mais se cogite desse adubo no momento, não é para estranhar que, mais uma vez, venha à baila o aproveitamento da riqueza que representa o material dos esgotos, que estamos perdendo. Além disso, os resultados obtidos nesse ensaio também põem em evidência aspectos interessantes das adubações potássica, azotada e fosfatada, e contribuem para esclarecer o efeito da adubação orgânica em nosso meio. Daí julgarmos conveniente sua publicação, o que constitui o objetivo deste trabalho.

2 — PLANO EXPERIMENTAL

O ensaio teve 16 tratamentos, compreendendo todas as combinações de: 1) sem adubo OMS, 2,5 (α_1), 5 (α_2), 10 t/ha de adubo OMS (α_3); 2) sem farinha de ossos, com farinha de ossos (p); 3) sem cinzas de café, com cinzas de café (c). Delineamento fatorial $4 \times 2 \times 2$ em blocos ao acaso, com quatro repetições. Canteiros com quatro fileiras de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,20 m; 0,20 m entre as covas da mesma fileira; três sementes por cova, deixando-se somente uma planta no des-

(1) Dados, não publicados, existentes no arquivo da Seção de Cereais.

baste. Tendo sido aproveitadas somente as duas fileiras centrais de cada canteiro, sua área útil foi de 24 m², teve 100 covas e, sempre que possível, após o desbaste ficou com 100 plantas.

No capítulo 1 já foi indicada a composição do adubo OMS. As cinzas de café tinham 20% de K₂O e 8% de P₂O₅, sendo empregadas na dose de 250 kg/ha (50 kg/ha de K₂O e 20 kg/ha de P₂O₅). A farinha de ossos degelatinados tinha 28% de P₂O₅ e foi usada na dose de 285 kg/ha (80 kg/ha de P₂O₅).

O ensaio foi instalado em 1943-44, na Estação Experimental Central, Campinas, numa área de terra roxa misturada que já havia sido adubada, pelo menos com fósforo, nas culturas anteriores de cereais. Os adubos foram aplicados no momento do plantio, sendo que OMS foi espalhado em toda a área dos correspondentes canteiros e incorporado à camada superficial do solo, enquanto a farinha de ossos e as cinzas foram distribuídas, como de costume, nos sulcos destinados às sementes e levemente misturadas com a terra.

Essas adubações foram feitas somente em 1943-44, mas os canteiros foram de novo plantados com milho nos dois anos seguintes, a fim de observar-se o efeito residual dos tratamentos.

No primeiro ano se usou a variedade Pinhal; nos dois últimos, a Armour. O plantio foi efetuado na segunda quinzena de outubro e o desbaste, 25-35 dias após a sementeação, fazendo-se a colheita em abril ou maio.

3 — RESULTADOS OBTIDOS

No quadro 1 se encontram as produções de grãos e de colmos, por tratamento e por ano; no 2, dados da análise estatística; finalmente, no 3, os valores médios (dos três anos) referentes a “stand”, altura das plantas e das espigas, índice de espigas, produção de grãos e colmos, relação grãos: colmos e rendimento. Os valores do quadro 3 nem sempre exprimem bem a importância de certos tratamentos, cujo efeito variou consideravelmente nos três anos. Tais variações serão mencionadas nas linhas que se seguem.

3.1 - PRIMEIRO ANO

Em 1943-44 as chuvas foram deficientes por ocasião do florescimento, verificado cerca de 80 dias após o plantio. Fora disso, porém, o tempo correu sempre favoravelmente. Em média de todos os tratamentos, germinaram 90% das sementes plantadas e o “stand” final foi de 93% do correspondente “stand” perfeito, não se notando diferença entre os tratamentos. A produção de grãos foi muito boa, alcançando, em média de todos os tratamentos, 2.797 kg/ha.

A análise estatística da produção de grãos mostrou que o efeito principal C foi altamente significativo. Os efeitos principais P e O, assim como as interações, não atingiram os limites de significância.

QUADRO 1.—Produção anual de grãos e colmos por tratamento e médias dos três anos

Tratamentos	Grãos				Colmos			
	1943-44	1944-45	1945-46	Médias	1943-44	1944-45	1945-46	Médias
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
(1) -----	2.019	852	963	1.278	3.198	1.365	1.354	1.972
<i>o</i> ₁ -----	2.973	1.681	1.300	1.985	4.198	1.771	1.385	2.451
<i>o</i> ₂ -----	2.171	1.229	992	1.463	4.177	1.615	1.458	2.417
<i>o</i> ₄ -----	1.842	1.085	1.198	1.375	3.396	1.719	2.000	2.372
<i>c</i> -----	2.870	1.283	1.411	1.855	3.917	1.677	1.406	2.333
<i>o</i> _{1c} -----	2.808	1.046	1.126	1.660	3.417	1.240	1.510	2.056
<i>o</i> _{2c} -----	3.358	1.457	1.438	2.084	4.885	1.979	1.656	2.840
<i>o</i> _{4c} -----	3.508	1.542	1.960	2.337	4.844	2.271	1.896	3.004
<i>p</i> -----	2.250	1.079	1.165	1.498	2.958	1.531	1.427	1.972
<i>o</i> _{1p} -----	2.223	1.016	1.053	1.431	3.396	1.542	1.219	2.052
<i>o</i> _{2p} -----	2.556	1.194	1.122	1.624	4.010	1.740	1.417	2.389
<i>o</i> _{4p} -----	2.160	1.139	1.464	1.587	3.688	1.740	1.802	2.410
<i>pc</i> -----	3.198	1.452	1.716	2.122	3.906	1.958	1.969	2.611
<i>o</i> _{1pc} -----	3.517	1.917	1.682	2.372	4.604	2.469	1.906	2.993
<i>o</i> _{2pc} -----	3.590	1.704	1.565	2.286	4.708	2.437	1.917	3.021
<i>o</i> _{4pc} -----	3.709	1.849	2.053	2.537	5.333	3.031	2.521	3.628
Médias -----	2.797	1.345	1.388	1.843	4.040	1.880	1.678	2.533

Além de significativo, o efeito das cinzas foi magnífico, de +1.046 kg/ha. Tendo sido de + 900 kg/ha na ausência do adubo OMS, na presença deste cresceu até alcançar +1.607 kg/ha, quando se usou a dose 4.

O efeito principal P, não significativo, foi de apenas +206 kg/ha, não se modificando substancialmente na ausência dos outros adubos.

Quanto ao efeito principal O, não significativo, foi de + 284 kg/ha. Nota-se, porém, que na ausência das cinzas os incrementos devidos ao adubo OMS diminuíram à medida que se tornou maior a dose empregada; na presença das cinzas, porém, a dose 1 de OMS aumentou a produção de semente 128 kg/ha, enquanto a dose 2 a elevou de 440 kg/ha e a dose 4, de 575 kg/ha.

O efeito principal C, que correspondeu a +46% na produção de grãos, foi somente de +23% na de colmos. P também foi menos pronunciado na produção de colmos. No que toca ao adubo OMS, enquanto as doses 1, 2 e 4 aumentaram a produção de grãos de apenas 11, 13 e 9%, na de colmos os aumentos foram, respectivamente, de 12, 27 e 23%. Verifica-se, assim, que o efeito das doses 2 e 4 de OMS no crescimento do milho foi grande, mas certo fator impediu que êsse maior desenvolvimento vegetativo fôsse convenientemente aproveitado para aumentar a produção de grãos.

Feita a análise estatística da produção de colmos, verificou-se que o efeito principal P e as interações continuaram não alcançando os limites de significância; mas C e, agora, também O, foram significativos. Em relação aos tratamentos sem OMS, os aumentos médios provocados pelas

doses 1, 2 ou 4 dêste adubo foram significativos. Com a dose 2, a produção foi significativamente superior à obtida com a dose 1, mas a dose 4 causou depressão, significativa, em relação à dose 2.

Correspondendo ao que se viu atrás, a relação grãos:côlmos foi de 1:1,60 em média dos tratamentos sem cinzas, e 1:1,34 nos com cinzas. Nos tratamentos sem ou com farinha de ossos, a proporção de côlmos foi, respectivamente, de 1,49 e 1,40 (sempre em relação a 1 de grãos). Enquanto isso, nos sem OMS ou com a dose 1 dêste adubo ela foi de 1,35 ou 1,36 mas elevou-se, nos que tiveram as doses 2 e 4, para 1,52 e 1,54, respectivamente. Comparando-se a média dos tratamentos que não tiveram OMS, ou receberam apenas a dose 1 dêste adubo, com a dos que tiveram as doses 2 e 4, verifica-se que, na ausência das cinzas, a proporção de côlmos aumentou de 1,45 para 1,75, enquanto na presença dêste adubo passou apenas de 1,28 para 1,40. Assim, as cinzas atenuaram o efeito desfavorável das doses maiores de OMS, sem, contudo, eliminá-lo completamente.

Na altura das plantas, a influência das cinzas foi pequena e a da farinha de ossos foi praticamente nula. A influência do adubo OMS também foi pequena, mas consistente: nos tratamentos sem OMS ou com as doses 1, 2 e 4 as plantas mediram, respectivamente, 2,37, 2,40, 2,47 e 2,50 m. A altura das espigas também não foi afetada pela farinha de ossos e aumentou muito pouco em consequência da aplicação de cinzas. Sem OMS, as espigas ficaram a 1,57 m de altura; com as doses 1, 2 e 4 dêste adubo, elevaram-se para 1,60, 1,70 e 1,69 m, respectivamente.

O índice de espigas (número de espigas por 100 plantas) não foi modificado pela farinha de ossos, mas as cinzas elevaram-no apreciavelmente (70, sem cinzas, 83, com cinzas). A dose 1 de OMS elevou o índice de 76 para 81, mas as doses 2 e 4 fizeram-no baixar para 78 e 72, respectivamente.

QUADRO 2.—Decomposição da variância para tratamentos. Produção de grãos e de côlmos em quilos por canteiro de 24m²

Efeitos	G.L.	1943-44		1944-45		1945-46	
		Grãos	Côlmos	Grãos	Côlmos	Grãos	Côlmos
Tratamentos	15	9,2147***	0,1124***	2,3767	4,4947	2,5918**	2,6940
O -----	3	2,0623	0,1707**	1,3127	5,4300	3,2502**	6,0033***
P -----	1	3,9402	0,0047	1,9810	11,3900	2,9498**	3,2900***
C -----	1	100,7514***	0,6260***	12,7499*	23,5200**	19,6693**	10,6400**
OP -----	3	0,5396	0,0165	0,0563	0,0333	0,0662	0,2200
OC -----	3	4,4007	0,0699	1,2969	2,2033	0,7873	0,0567
PC -----	1	2,3716	0,0834	5,8443	10,0800	0,7656	6,8200***
OPC -----	3	3,3831	0,0667	2,3608	2,0100	1,0607	0,2733
Erro -----	45	2,3623	0,0277	3,0073	3,2509	0,5003	0,4111
Prod. média -----		6,71	9,70	3,23	4,51	3,33	4,03
C. var., % -----		11,40	0,86	26,90	20,00	10,60	7,96

O rendimento (pêso dos grãos em relação ao das espigas com palha) não foi alterado pelos diversos tratamentos, nem mesmo pelas maiores doses de OMS.

3.2 - SEGUNDO ANO

Em 1944-45 choveu bem em outubro, novembro e de janeiro em diante; em dezembro, porém, só caíram 42 mm. Plantado em meados de outubro, o milho nasceu muito bem (87% das sementes plantadas, sem diferença entre os tratamentos), mas a seca de dezembro o prejudicou consideravelmente. Assim, apesar do "stand" final ter sido bom (79% do "stand" perfeito, praticamente sem diferença entre os tratamentos), e do florescimento ter-se verificado em meados de janeiro, com tempo chuvoso, a produção de grãos, em média de todos os tratamentos, foi de apenas 1.345 kg/ha. Além de reduzir muito o desenvolvimento das plantas em geral, parece que a seca de dezembro também concorreu para aumentar a variação entre os canteiros com idêntico tratamento, de maneira que efeitos relativamente grandes e consistentes não alcançaram os limites de significância.

A análise estatística da produção de grãos revelou que somente o efeito principal C foi significativo.

Apesar de não ter sido feita nova adubação, e da queda geral da produção, o efeito C, além de significativo, foi elevado, de + 372 kg/ha. Nesse ano o efeito das cinzas ainda mostrou tendência para aumentar quando se elevaram as doses de OMS.

O efeito principal P, não significativo, foi de apenas +146 kg/ha. A resposta à farinha de ossos foi praticamente a mesma na ausência ou presença dos outros adubos.

Quanto ao efeito principal O, não significativo, foi de + 239 kg/ha. Em média de tôdas as doses, o aumento devido a OMS foi praticamente o mesmo na ausência ou presença das cinzas, mas, como no ano anterior, na ausência destas ele diminuiu à medida que se elevou a dose empregada, enquanto na presença das cinzas os incrementos provocados pelas doses 1, 2 e 4 foram, respectivamente, 114, 213 e 328 kg/ha.

O efeito P, que foi de 11% na produção de grãos, na de colmos foi mais pronunciado, de +20%. O manteve-se no mesmo nível, com +32% na produção de grãos e +31% na de colmos. As doses 1 e 2 de OMS também elevaram mais ou menos paralelamente as produções de grãos e de colmos, mas a dose 4 só aumentou de 20% a de grãos, elevando de 34% a de colmos. Correspondentemente, a proporção de colmos, que foi de 1,34 e 1,45 em média dos tratamentos sem ou com farinha de ossos, de 1,40 e 1,39 nos sem ou com cinzas e de 1,34 em média dos sem OMS ou com as doses 1 e 2 deste adubo, aumentou para 1,56 quando se usou a dose 4. Vê-se que nesse ano os resíduos do adubo OMS ainda provocaram excesso de vegetação, mas, tanto quanto indicam os resultados obtidos, somente nos canteiros que receberam a dose 4.

QUADRO 3.—Valores médios (de 1943-44 a 1945-46) dos dados indicados (médias dos tratamentos com ou sem os adubos em estudo)

Tratamentos	"Stand"		Altura		Índice de espigas	Produção		Relação grãos : colmos	Rendimento		
	Inicial	Final	das plantas	das espigas		de grãos	de colmos		grãos	subugos	palha
	%	%	m	m		kg/ha	kg/ha		%	%	%
Sem c -----	87	81	1,91	1,14	61	1.530	2.254	1 : 1,47	70	17	13
Com c -----	87	84	2,01	1,21	70	2.156	2.811	1 : 1,30	69	16	15
Sem p -----	87	82	1,95	1,16	65	1.754	2.431	1 : 1,39	70	17	13
Com p -----	87	83	1,97	1,19	67	1.932	2.634	1 : 1,36	68	17	15
Sem o -----	87	80	1,90	1,11	64	1.688	2.222	1 : 1,32	70	16	14
Com o ₁ -----	87	81	1,93	1,14	67	1.862	2.388	1 : 1,28	69	17	14
Com o ₂ -----	87	83	1,99	1,21	66	1.864	2.667	1 : 1,43	69	17	14
Com o ₄ -----	87	84	2,03	1,24	66	1.959	2.853	1 : 1,46	69	17	14
Médias gerais -----	87	82	1,96	1,18	66	1.843	2.533	1 : 1,37	69	17	14

Deve-se notar, porém, que na análise estatística da produção de colmos, tal como na de grãos, somente o efeito principal C foi significativo.

No ano em estudo as plantas cresceram pouco. A farinha de ossos praticamente não lhes modificou a altura; as cinzas aumentaram-na ligeiramente e OMS um pouco mais. Na altura das espigas a influência de cada adubação foi semelhante à exercida na altura das plantas.

O índice de espigas também não sofreu alteração pela aplicação da farinha de ossos, mas as cinzas o melhoraram sensivelmente, passando-o de 57 para 63. Nos canteiros sem OMS ele foi de 55, elevando-se para 63 nos com as doses 1 e 2, e descendo para 60 nos com a dose 4.

O rendimento de grãos não foi modificado pelos diversos tratamentos.

3.3 - TERCEIRO ANO

O tempo correu favoravelmente em 1945-46. O plantio foi efetuado em 24 de outubro. Em média de todos os tratamentos, a germinação foi de 84%, mas o "stand" final baixou para 75%, não se observando diferenças consistentes entre os tratamentos. O florescimento se processou cerca de 90 dias após o plantio, num período chuvoso. A produção, contudo, foi apenas de 1.388 kg/ha, em média de todos os tratamentos, caindo a menos de 1.000 kg/ha nos canteiros sem adubo, mas oscilando em torno de 2.000 kg/ha naqueles com as melhores adubações.

A análise estatística da produção de grãos revelou que os efeitos principais O, P e C foram altamente significativos.

O efeito C, tratando-se de aplicação feita somente no primeiro ano, foi relativamente enorme, de +462 kg/ha. Continuou a tendência para aumentar o efeito das cinzas à medida que se elevaram as doses de OMS.

O efeito principal P, que agora se tornou significativo, foi pequeno, de +180 kg/ha.

Quanto a O, embora significativo, foi muito pequeno, de + 99 kg/ha. Mas este valor, sendo a média dos efeitos das diferentes doses, mascara o fato de que as doses 1 e 2 de OMS não mais aumentaram a produção, ao passo que os resíduos da dose 4 ainda a elevaram de 355 kg/ha. Na presença das cinzas, o aumento devido à dose 4 de OMS continuou maior que na sua ausência, alcançando 443 kg/ha.

A análise estatística da produção de colmos mostrou que os efeitos principais O, P e C, bem como a interação PC, foram significativos.

Na produção de colmos, os efeitos C e P foram relativamente menores que na de grãos. As doses 1 e 2 de OMS praticamente não a modificaram, mas o aumento causado pela dose 4 ainda foi grande (34%) e um pouco maior que o por ela provocado na produção de grãos (27%).

A farinha de ossos continuou influiu pouco na relação grãos: colmos. Nos tratamentos sem cinzas, a proporção de colmos foi de 1,30, diminuindo, nos com cinzas, para 1,14. A influência de OMS se tornou, agora, muito pequena, pois nos tratamentos sem este adubo ou com sua

dose 1, aquela proporção foi de 1,17; nos com as doses 2 e 4 elevou-se apenas para 1,26 e 1,23, respectivamente.

As cinzas e a farinha de ossos pouco aumentaram a altura das plantas; do adubo OMS, somente a dose 4 teve influência apreciável. Na altura das espigas o efeito dos adubos foi proporcionalmente o mesmo que na altura das plantas.

O índice de espigas, que foi baixo, de 58 em média de todos os tratamentos, ainda foi beneficiado pelas cinzas, passando de 54 para 62, e, no presente ano, também pela farinha de ossos, que o elevou de 55 para 61. As doses 1 e 2 de OMS o deprimiram ligeiramente, mas a dose 4 o elevou (59, sem OMS, 64, com a dose 4).

O rendimento de grãos continuou inalterado pelos diversos tratamentos.

4 — DISCUSSÃO

No segundo ano do ensaio o tempo foi desfavorável ao milho em pequena parte do seu ciclo; no terceiro, porém, correu bem. Entretanto, apesar do "stand" ter sido sempre satisfatório, a produção de grãos, que foi, em média de todos os tratamentos, de 2.797 kg/ha no primeiro ano, baixou para cerca da metade nos dois anos seguintes. Esta queda parece ter sido causada, em parte, pela repetição da cultura do milho no mesmo terreno, em parte pelo fato de se terem empregado adubos somente no primeiro ano do ensaio.

4.1 - EFEITO DA FARINHA DE OSSOS

Além de só ter sido significativo no terceiro ano, o efeito principal P foi pequeno na produção de grãos, respectivamente de +206, +146, e +180 kg/ha nos primeiro, segundo e terceiro anos. O aumento devido à farinha de ossos aplicada no primeiro ano foi, portanto, no total dos três anos, de 532 kg/ha.

Entre os tratamentos sem farinha de ossos figuram os com cinzas e com o adubo OMS, ambos contendo quantidade apreciáveis de fósforo. Por isso poder-se-ia objetar que o efeito principal P foi pequeno porque a farinha de ossos atuou, em parte, como simples dose suplementar de fósforo. Entretanto, na ausência das cinzas ou de OMS, os aumentos que ela provocou não foram substancialmente superiores ao efeito principal. A pequena resposta ao fósforo, num solo em que o milho geralmente reage muito bem à adubação fosfatada, ao nosso ver se explica pelo fato da área utilizada para o ensaio ter sido adubada com esse nutriente nas culturas que o precederam.

Como a produção geral caiu muito do primeiro para o terceiro ano, as diferenças acima, em quilos por hectare, não evidenciam a crescente escassez de fósforo nos canteiros que não receberam farinha de ossos no ensaio. Uma prova dessa tendência se tem nos fatos de que no primeiro

ano o efeito P não foi significativo, quer na produção de grãos, quer na de colmos; no segundo, porém, já se aproximou do limite de significância para a produção de colmos, e, no terceiro, foi significativo tanto para grãos como para colmos. Uma idéia mais clara do assunto se tem no efeito relativo que, tendo sido, para a produção de grãos, de 8% no primeiro ano, passou para 11% no segundo e 14% no terceiro. Comparando-se simplesmente o tratamento p com o (1), a tendência para o aumento do efeito seria bem mais pronunciada.

4.2 - EFEITO DAS CINZAS

O efeito principal C foi magnífico, de +1.046, +372 e +462 kg/ha, respectivamente nos primeiro, segundo e terceiro anos. Esse efeito foi significativo nos três anos. Ao todo, os 250 kg/ha de cinzas aplicados no primeiro ano provocaram um aumento de 1.880 kg/ha de grãos. Isso, em média de todos os tratamentos, sem distinguir as doses de OMS. Acontece, porém, que o efeito das cinzas cresceu com a dose de OMS, de sorte que os aumentos, na presença da dose 4 deste adubo, foram bem maiores.

Como a produção caiu muito no decorrer do ensaio, uma idéia mais clara do efeito das cinzas se tem nos aumentos relativos de produção devidos a esse adubo, que foram de 46%, 32% e 40%, respectivamente nos primeiro, segundo e terceiro anos.

A dose de cinzas que se usou tinha 50 kg/ha de K_2O , mas também 20 kg/ha de P_2O_5 . Como o efeito do fósforo, mesmo na dose de 80 kg/ha de P_2O_5 , foi pequeno, deve-se atribuir ao potássio a maior parte (cerca de $\frac{3}{4}$) do aumento de produção provocado pelas cinzas.

Para se compreender melhor a razão do grande efeito residual de uma dose tão moderada de potássio, deve-se ter em vista que, da quantidade desse nutriente absorvida pelo milho, normalmente 80-90% ficam nos colmos e nas folhas, e que, no presente ensaio, a palhaça foi sempre incorporada ao solo dos canteiros que a produziram.

4.3 - EFEITO DO ADUBO OMS

Na produção de grãos, o efeito principal O foi de +284, +239 e +99 kg/ha, respectivamente nos primeiro, segundo e terceiro anos, perfazendo um total de 622 kg/ha nos três anos. Somente no terceiro ano esse efeito foi significativo.

Em média de todas as doses, o aumento, na produção de grãos, devido ao adubo OMS, foi praticamente o mesmo na ausência ou na presença das cinzas. Observa-se, contudo, que na ausência destas ele diminuiu à medida que se elevou a dose empregada, enquanto na presença das cinzas as diferenças provocadas pelas doses 1, 2 e 4 foram, respectivamente, de +128, +440 e +575 kg/ha, no primeiro; +114, +213 e +328 kg/ha, no segundo; -160, -62 e + 443 kg/ha, no terceiro ano.

No total dos dois primeiros anos, essas diferenças foram, respectivamente, +242, +653 e +903 kg/ha; no dos três anos, +82, +591 e +1.346 kg/ha de grãos.

Conquanto na produção de grãos o efeito principal O tenha sido pequeno, só alcançando significância estatística no terceiro ano, na de côlmos êle foi grande, tendo sido significativo no primeiro e terceiro anos.

Na produção de côlmos, o efeito da farinha de ossos foi aproximadamente o mesmo, e o das cinzas um pouco menor que na de grãos, enquanto o de OMS, com as doses 2 e 4, no primeiro ano, e com a dose 4, no segundo, foi muito maior. Correspondentemente, a relação grãos: côlmos pouco foi modificada pela farinha de ossos e a adição de cinzas a tornou mais estreita, ao passo que no primeiro ano, quando se usaram as doses 2 ou 4 de OMS, e no segundo, quando se empregou a dose 4, a proporção de côlmos aumentou consideravelmente. As cinzas atenuaram êste efeito desfavorável de OMS, mas a dose empregada parece ter sido insuficiente para eliminá-lo por completo.

O índice de espigas só foi melhorado pela farinha de ossos no terceiro ano, mas as cinzas o elevaram bastante nos três anos. As doses 1 e 2 de OMS o afetaram favoravelmente nos dois primeiros anos, enquanto a dose 4 o prejudicou no primeiro e, embora o beneficiasse em relação ao dos tratamentos sem OMS, foi inferior às outras doses no segundo ano; sòmente no terceiro ano é que a dose 4 se mostrou mais benéfica ao índice de espigas que as demais doses.

Do que foi dito se conclui que as doses 2 e 4 de OMS, no primeiro ano, e a dose 4, no segundo, provocaram grande aumento na vegetação do milho, aumento êste que não foi convenientemente aproveitado para a produção de grãos. Em outras palavras: elas tornaram as plantas maiores, sem aumentar-lhes, correspondentemente, a eficiência, no que toca à frutificação.

A dose 4 de OMS (10 t/ha) continha, em números redondos, 250:70:20 kg/ha de $N:P_2O_5:K_2O$; as doses 2 e 1, respectivamente a metade e a quarta parte dessas quantidades. Trata-se, portanto, de um adubo relativamente rico de nitrogênio, mas pobre de fósforo e paupérrimo de potássio, com uma relação $N:P:K$ desequilibrada para muitas das nossas terras, inclusive a que foi utilizada para o ensaio, que era pobre de potássio. Se a decomposição de sua matéria orgânica e a conseqüente liberação do nitrogênio fôssem muito lentas, talvez não houvesse inconveniente em aplicá-lo, mesmo sòzinho e em doses elevadas, na cultura do milho. Contudo, os resultados obtidos mostram que êsse não foi o caso, tanto que no primeiro ano do ensaio, alguns meses depois da aplicação, grande parte do nitrogênio pôde ser aproveitada pelas plantas, como se viu pelo excesso de vegetação.

Aliás, as nossas observações apenas confirmam o que dizem vários autores sôbre a disponibilidade do nitrogênio em adubos preparados com o material em aprêço. Assim é que Schneidewind (9), na Alemanha,

coloca a "Poudrette" logo após as farinhas de chifre, peixe e carne. Wagner (12), também na Alemanha, acha que o efeito do nitrogênio da "Poudrette" é comparável ao das farinhas de carne ou peixe e da torta da mamona. Cranfield (4), na Inglaterra, tendo feito várias experiências com lodo proveniente de tanques sépticos, concluiu que o material constitui um bom adubo orgânico, podendo ser usado como substituto do estêrco de curral, desde que suplementado com fertilizantes minerais. Bould (3), também na Inglaterra, acha que o nitrogênio dêsse material é de efeito mais rápido que o do estêrco, sendo comparável ao da farinha de carne-e-osso. Prjanischnikow (5), na Rússia, afirma que o nitrogênio da "Poudrette" se torna assimilável mais facilmente que o do estêrco, e que, em regra, as plantas podem aproveitar 56-60% dêles no primeiro ano de sua aplicação. Nos Estados Unidos, Rubins e Bear (8) verificaram, em experiências de nitrificação e de vegetação, que o nitrogênio da "Milorganite", quanto à sua disponibilidade, é comparável ao das tortas de algodão ou mamona e das farinhas de sangue ou peixe. Armiger e seus colaboradores (1, 2), também nos Estados Unidos, concluíram, de ensaios de vegetação, que o nitrogênio da "Milorganite" é facilmente aproveitável pelas plantas. Na China, Richardson e Wang (7) determinaram, em experiências de laboratório, que o nitrogênio do "night-soil" podia ser facilmente utilizado pelas plantas, e, após ensaios feitos no campo, Richardson e seus colaboradores (6) afirmaram que para o arroz, em terra bem provida de fósforo e potássio, aquele adubo, usado na mesma dose de nitrogênio, era superior ao composto e às ramas da leguminosa *Vicia faba* L., sendo seu efeito semelhante ao das tortas oleaginosas. Em experiências que Scott (10) realizou com trigo e milho durante vários anos, também na China, as fezes humanas secas se mostraram tão eficazes e de efeito tão rápido quanto o sulfato de amônio, quando comparados na mesma dose de nitrogênio.

O efeito residual das doses 2 e 4 do adubo OMS foi satisfatório no segundo ano do ensaio; no terceiro, somente a dose 4 aumentou a produção. Como neste último ano não mais se notou o excesso de vegetação observado nos dois anteriores, parece que, se ainda restava, então, nitrogênio de OMS, era muito pouco. O aumento de 443 kg/ha que a dose 4 ainda provocou, deve ser atribuído principalmente ao resíduo das apreciáveis quantidades de fósforo e potássio que essa dose continha. Os dados disponíveis não permitem determinar se o nitrogênio ainda contribuiu para o efeito residual da dose 2 no segundo ano. O fato é que nesse ano ela não mais provocou excesso de vegetação. E isso apesar da produção ter sido, em geral, pequena, condição em que uma quantidade moderada de nitrogênio no solo poderia tornar-se excessiva.

O efeito residual, aparentemente pequeno, da matéria orgânica e do nitrogênio do adubo OMS no presente ensaio está de acordo com observações feitas mesmo em climas mais favoráveis à sua permanência no solo. Prjanischnikow (5), na Rússia, afirma que o nitrogênio da "Poudrette" não permanece muito tempo no solo e recomenda repetir a aplicação dêsse

adubo com freqüência. Schneidewind (9) e Wagner (12), na Alemanha, recomendam que, nas terras leves, a aplicação daquele adubo não seja feita no outono, mas na primavera, para evitar-se o arrastamento do nitrogênio. Richardson e seus colaboradores (6), na China, das experiências já citadas concluíram que o efeito residual do "night-soil", verificado na cultura da colza, feita sempre no inverno e que sucedia à do arroz, era muito pequeno. Scott (10), também na China, constatou que o nitrogênio das fezes secas tinha muito pequeno efeito residual.

Nas condições do ensaio, aplicando-se os adubos uma só vez para três anos, a dose de OMS que mais aumentou a produção de grãos foi a 4, de 10 t/ha. Esta dose, contudo, mesmo na presença da quantidade usada de potássio, provocou excesso de vegetação nos primeiro e segundo anos, enquanto no terceiro ano seus componentes mais importantes — a matéria orgânica e o nitrogênio — praticamente não mais influíram na produção. Com o emprêgo de dose bem menor que 10 t/ha, visando-se apenas dois anos de efeito, certamente se conseguiria melhor aproveitamento desses elementos. De fato, no total dos dois primeiros anos, a dose 2, de 5 t/ha, provocou um aumento de produção não muito inferior ao obtido com 10 t/ha. Acontece, porém, que ela também causou, é verdade que somente no primeiro ano, excesso de vegetação, e é duvidoso que, para seu efeito residual no segundo ano, a matéria orgânica e o nitrogênio ainda tenham contribuído apreciavelmente. Assim, e como a dose 1, de 2,5 t/ha, deu resultados muito fracos, parece-nos mais acertado que, numa terra como a do ensaio, se apliquem, anualmente, doses um pouco menores que a 2, reforçando-se, para evitar desequilíbrio na relação N:P:K, desde logo, a dose de potássio, e, quando necessário, também a de fósforo.

5 — CONCLUSÕES

a) Além de só ter sido significativo no terceiro ano, o efeito do fósforo foi muito pequeno, provavelmente porque a área utilizada para o ensaio havia recebido adubos fosfatados nas culturas que o precederam. Observou-se, porém, tendência para aumentar o efeito relativo desse nutriente no segundo e terceiro anos.

b) No primeiro ano, quando foi aplicado, o potássio aumentou considerável e significativamente a produção, e teve magnífico efeito residual, significativo, nos dois anos seguintes.

c) Na produção de grãos, o efeito principal do adubo OMS foi pequeno, sendo significativo somente no terceiro ano. A medida que se usaram doses maiores de OMS, seu efeito diminuiu na ausência do potássio, mas aumentou consideravelmente na presença deste nutriente. Na produção de colmos e folhas, o efeito principal de OMS, além de ser significativo no primeiro e terceiro anos, foi muito maior que na de grãos. A grande quantidade de nitrogênio empregada com a dose de 10 t/ha de OMS parece ter desequilibrado a relação N:P:K no primeiro e segundo anos,

aumentando muito o pêso das plantas sem aumentar-lhes, correspondentemente, a produção de grãos. A dose de 5 t/ha teve efeito semelhante, mas somente no primeiro ano.

d) No segundo ano, notou-se apreciável efeito residual das doses de 5 e 10 t/ha de OMS; no terceiro ano, somente a dose maior elevou a produção. Parece que se deve isso principalmente ao fósforo e potássio de OMS, pois com a dose de 10 t/ha não mais se observou efeito do seu nitrogênio no terceiro ano e é muito duvidoso que, com a dose de 5 t/ha, êsse nutriente ainda tenha atuado no segundo ano.

e) O efeito do nitrogênio do adubo OMS é, portanto, relativamente rápido, mas pouco duradouro. Por outro lado, empregando-se, de uma vez, uma dose elevada de OMS, torna-se excessiva a quantidade de nitrogênio, mesmo na presença de doses normais de fósforo e potássio. Assim, para melhor aproveitamento do nitrogênio e da matéria orgânica de OMS, convém aplicá-lo com freqüência (talvez anualmente) e em doses moderadas (3-4 t/ha), completando-as, conforme a terra, com a necessária quantidade de potássio e fósforo.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH CORN. IX -- TRIAL WITH DRIED SEWAGE SLUDGE

SUMMARY

This paper reports the results of an experiment conducted in "terra roxa misturada" soil at the Central Experiment Station, Campinas, to study mainly the effect of dried sewage sludge as a fertilizer for corn. The product contained approximately 10% water, 45% organic matter, 2.5% N, 0.7% P_2O_5 , and 0.2% K_2O and was used at the dosages of 2.5, 5 and 10 metric tons to the hectare, either alone or supplemented with phosphorus (bone meal), potassium (coffee beans ash), or both. All the fertilizers were applied only in the first year, 1943-44, but corn was planted in the same plots for three consecutive years.

The yield increase due to phosphorus was small, apparently because the area used for the experiment had been fertilized with phosphates in the previous crops. Potassium increased considerably the yield in the first year and showed excellent residual effect in the two succeeding years. In the absence of potash the sludge product acted poorly, but in the presence of that nutrient its effect increased appreciably. The 5 and 10 tons rates gave satisfactory results; however, they increased comparatively more the production of stover than the grain yield.

The nitrogen of the sludge product acts fairly quickly, but apparently little of it remains in the soil for the succeeding crops. For better utilization of its nitrogen, the sludge product should be applied frequently (perhaps annually) and at moderate rates, supplemented with potash and phosphate, according to the soil.

LITERATURA CITADA

1. ARMIGER, W. H., CLARK, K. G., LUNDSTROM, F. O. [e outros]. Urea-form: greenhouse studies with perennial ryegrass. Agron. J. 43:123-127. 1951.
2. ———, FORBES, I. (júnior), WAGNER, R. E. [e outros]. Urea-form — a nitrogenous fertilizer of controlled availability: experiments with turf grasses. J. Amer. Soc. Agron. 40:342-356. 1948.

3. **BOULD, C.** Availability of nitrogen in composts prepared from waste materials. *Emp. J. exp. Agric.* 62:103-110. 1948.
4. **CRANFIELD, H. T.** Experiments on the manurial value of sewage sludge from septic tanks. *Emp. J. exp. Agric.* 28:319-328. 1939.
5. **PRJANISCHNIKOW, N.** Die Düngerlehre. Tradução, para o alemão, da 5.^a edição russa, por M. v. Wrangell. Berlin, Paul Parey, 1922. p. 388-389.
6. **RICHARDSON, H. L., HWANG, S. T., FENG, C. L.** [e outros]. The use of organic and inorganic manures with rice: a continuous factorial experiment. *Emp. J. exp. Agric.* 45:33-50. 1944.
7. ————— & **WANG, Y.** Nitrogen conservation of night soil in Central China. I- Change in night soil, faeces and urine on storage. *Soil Sci.* 54:381-389. 1942.
8. **RUBINS, E. J. & BEAR, F. E.** Carbon-nitrogen ratios in organic fertilizer materials in relation to the availability of their nitrogen. *Soil Sci.* 54:411-423. 1942.
9. **SCHNEIDEWIND, W.** Die Ernährung der landwirtschaftl. Kulturpflanzen. 5.^a ed., Berlin, Paul Parey, 1922. p. 312.
10. **SCOTT, J. C.** Field tests with composts incorporating human faeces. *Emp. J. exp. Agric.* 66:73-82. 1949.
11. **SERPA, E. T.** Certificado da Diretoria de Engenharia, Ministério da Guerra. In Fossas sépticas ou poços decantadores verticais OMS. São Paulo, Sociedade OMS Ltda., [1937?] 4 p.
12. **WAGNER, P.** Anwendung Künstlicher Düngemittel. Berlin, Paul Parey, 1926. p. 125.