

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo*

Vol. 14

Campinas, março de 1955

N.º 16

## ADUBAÇÃO DO MILHO

### II — ADUBAÇÃO MINERAL QUANTITATIVA (\*)

G. P. VIÉGAS

*Engenheiro agrônomo, Seção de Cereais, Instituto Agrônomo*

#### RESUMO

O milho figura entre as seis principais culturas do Estado de São Paulo, oferecendo a região sul, onde mais ampla é a área de solos do glacial, excepcionais vantagens para seu cultivo, dada a topografia, facilidade de acesso e proximidades do mercado. Solos do glacial, porém, em geral apresentam baixa fertilidade.

A partir de 1946/47 foram conduzidos ensaios em Campinas, Ipanema e Eng. Hermilo — localidades situadas em solos desse tipo — em blocos ao acaso, com quatro repetições, canteiros com 30 m<sup>2</sup> de área útil. Foram estudados 10 tratamentos, a saber: três níveis de azoto, cinco de fósforo e quatro de potássio. O efeito do azoto e do potássio foi estudado comparando-se fórmulas em que o fósforo figurava no nível mais elevado. O azoto foi aplicado na forma de salitre do Chile, com 15,5% de N; o fósforo, na forma de superfosfato, com 20,8% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e o potássio, na de cloreto de potássio, com 61% de K<sub>2</sub>O. As doses básicas de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O estudadas foram, respectivamente, 25, 25 e 45 kg/ha desses elementos. Os adubos foram aplicados nos sulcos de plantio. Em Campinas, os ensaios foram conduzidos durante cinco anos; em Ipanema e em Eng. Hermilo, em quatro anos consecutivos. Nesta última localidade o ensaio foi plantado mais um ano (1951/52), sem aplicação de adubos, para estudos do efeito residual.

Tanto em Campinas com em Ipanema e Eng. Hermilo, os dados obtidos, analisados estatisticamente, deram resultados altamente significativos (coeficientes de variação: 13,5, 5,2 e 12,8%, respectivamente) e concordes: (a) em Campinas e Ipanema o azoto deu resultados favoráveis; (b) a reação à aplicação de fósforo foi muito pronunciada, nas três localidades; (c) não houve, em geral, reação para aplicação de potássio.

Em Campinas, para uma aplicação de 75 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tivemos aumento de 620 kg/ha na produção de grãos; em Ipanema, para igual dose desse elemento, o aumento foi de 1.380 kg/ha e em Eng. Hermilo de 1.540 kg/ha. Nesta última localidade a aplicação de 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fez, praticamente, dobrar a produção por área. As doses mais econômicas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para as citadas localidades, foram de 80, 70 e 90 kg/ha, se computarmos a Cr\$1,80 e Cr\$2,50 o quilo respectivamente, os preços do milho e do adubo (preços de 1953).

O efeito relativo do fósforo foi mais acentuado em Ipanema e Eng. Hermilo, do que em Campinas.

(\*) O primeiro trabalho desta série foi publicado em Arch. fitotéc. 4: 407-418. 1951.

Agradecemos aos srs. Engs. Agrs. Erik Smith, H. Vaz de Arruda, E. S. Freire pelo valioso auxílio prestado na elaboração do presente trabalho. Consignamos igualmente nossos agradecimentos ao Sr. Osvaldo R. Miranda, que nos proporcionou amplas facilidades à realização das experiências em Eng. Hermilo.

Recebido para publicação em 3 de fevereiro de 1955.

O azoto melhorou a producao em Campinas e em Ipanema. A aplicacao de 25 kg/ha desse elemento ja deu acrescimo significativo a producao. A aplicacao de 50 kg/ha de N aumentou de 700 kg/ha a media de producao de milho em Ipanema, localidade cujo solo e arenoso, claro.

O potassio nao trouxe aumento de producao em nenhuma das localidades citadas. Este nutriente ate mesmo apresentou efeitos depressivos sobre a producao, mormente em Ipanema e Eng. Hermilo.

O que foi dito no item acima se refere as medias gerais. Devemos, contudo, salientar que embora cada ensaio tenha sido realizado sempre na mesma area, o efeito do potassio, e mesmo do azoto, variou extraordinariamente conforme o ano.

O frequente efeito nulo ou negativo da adubacao potassica e, por vezes, tambem da adubacao azotada, nao parece ter sido causado por desequilibrio na relacao N:P:K, visto como o fosforo — o elemento que mais reagiu em todas as terras estudadas — figurou com dose suficiente (100 kg/ha de  $P_2O_5$ ) nos tratamentos em que se procurou determinar, por comparacao, a reacao do potassio e do azoto.

Analisando mais detalhadamente efeitos depressivos das adubacoes potassica e azotada, verificou-se, em Campinas, que em ano de poucas chuvas (1947/48) a germinacao foi grandemente prejudicada pelo salitre do Chile e pelo cloreto de potassio, provavelmente devido ao excesso de concentracao de sais solubeis provocado pela aplicacao dos adubos nos sulcos de plantio. A vista dos dados disponiveis nao se encontra uma explicacao segura para o que ocorreu nos outros tres anos (1948/49, 1949/50 e 1950/51).

Em Eng. Hermilo notou-se tambem, pelo menos em 1947/48, que o "stand" ficou prejudicado, provavelmente pela aplicacao de salitre do Chile e cloreto de potassio nos sulcos.

Correlacionando a producao de graos com a de palha, em Campinas, verifica-se que os mais altos niveis sao alcançados quando, a par de elevada dose de  $P_2O_5$  (100 kg/ha), e feita tambem adubacao azotada e potassica, embora pequena (25 kg de N e 45 kg de  $K_2O$ ).

O indice de espigas, o rendimento de graos, a altura das plantas e das espigas, a producao de colmos e a producao por planta foram, em maior ou menor grau, afetados principalmente pela ausencia de fosforo.

## 1 - INTRODUÇÃO

O milho figura entre as seis principais culturas do Estado de São Paulo, ocupando extensa área de cultivo, ao lado do algodão e café. É o nosso principal cereal, a par do arroz. A região mais produtora de milho situa-se ao sul do Estado, onde os solos do glacial abrangem grandes extensões. Nas zonas agrícolas de Avaré e Itapetininga ele cobre as maiores áreas de cultura, vindo num segundo plano, em importância no Estado, as de Ribeirão Preto e Bebedouro.

Os solos do glacial são, em sua maior parte, de baixa fertilidade, apresentando, porém, topografia favorável (4, 6). Estas características, aliadas à proximidade do mercado consumidor, fazem daquela região uma área de excepcional importância para o desenvolvimento da cultura do milho.

Entre nós, poucos ainda são os dados experimentais, sobretudo para apreciar, sob o aspecto quantitativo, a necessidade da planta em azoto, fosforo e potassio, nos principais tipos de solos do Estado de São Paulo. A partir de 1946, resolvemos realizar uma série de ensaios em Campinas, Eng. Hermilo e Ipanema, localidades situadas dentro da faixa de solos do glacial. O objetivo deste trabalho é analisar resultados colhidos nesses ensaios.

## 2 - PLANO EXPERIMENTAL

O plano adotado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os canteiros tinham 50 m<sup>2</sup> (5x10m), sendo plantadas 5 fileiras de 10m de comprimento, no espaçamento de 1,00m entre linhas e 0,20m entre covas. Foram plantadas três sementes e deixada uma planta por cova, por ocasião do desbaste. Foram colhidas apenas as três linhas centrais de cada canteiro, ou sejam, 30 m<sup>2</sup> (1). Os ensaios foram sempre plantados com milho no mesmo local, com novas aplicações dos adubos, seguindo a mesma distribuição dos tratamentos.

As adubações e as doses respectivas figuram no quadro 1.

QUADRO 1. — Ensaios de adubação de milho. Designação dos tratamentos e respectivas doses em kg/ha

Tratamentos	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	kg/ha	kg/ha	kg/ha
041	0	100	45
241	50	100	45
101	25	0	45
111	25	25	45
121	25	50	45
131	25	75	45
140	25	100	0
141	25	100	45
142	25	100	90
143	25	100	135

Os tratamentos permitem estudar a reação ao azôto (série 041, 141, e 241), ao fósforo (série 101, 111, 121, 131 e 141) e ao potássio (série 140, 141, 142 e 143). Tivemos, assim : (a) três níveis de azôto, 0, 1 e 2 N ; (b) cinco níveis de fósforo, 0, 1, 2, 3, 4 e 5 P e (c) quatro níveis de potássio, 0, 1, 2 e 3 K.

Nêsses ensaios incluímos propositalmente, mais níveis de fósforo, por sabermos, de experiências anteriores, ser êste o fator limitante da produção. As doses de azôto e potássio foram estudadas mantendo-se alto o nível de fósforo (100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

O azôto foi aplicado na forma de salitre do Chile, com 15,5% de N ; o fósforo, na forma de superfosfato, com 20,5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e o potássio, na forma de cloreto de potássio, com 61% de K<sub>2</sub>O.

Os adubos, já misturados, eram aplicados nos sulcos, por ocasião do plantio do milho, tomando-se a precaução de incorporá-los à terra do fundo do sulco, da melhor maneira possível.

Os ensaios foram plantados com a variedade Cateto ou hídridos (H.300 ou H.3531), êstes oriundos do cruzamento de linhagens derivadas daquela variedade. O ciclo vegetativo dêsse milho é de 80 dias do plantio ao florescimento, e de 180 dias do plantio à colheita, aproximadamente. Isto é,

(1) Em Eng. Hermilo foram colhidas as cinco linhas de cada canteiro, isto é, 50 m<sup>2</sup>.

plantado em meados de outubro, o milho floresce na primeira quinzena de janeiro, podendo-se processar a colheita em abril, quando os grãos apresentam cêrca de 13% de umidade.

### 2.1 - LOCALIZAÇÃO

Em Campinas o ensaio foi localizado na Estação Experimental Central, em gleba de terra roxa misturada, que vinha sendo cultivada já há alguns anos com cereais, recebendo estas culturas sobretudo adubações fosfatadas.

Em Ipanema o ensaio foi plantado na Estação Experimental, em terra arenosa do glacial, que não vinha sendo cultivada, estando coberta por pastagem há vários anos.

Em Eng. Hermilo o ensaio foi localizado também em velha pastagem (local denominado Pocinho) do glacial, com solo argiloso, vermelho, na fazenda Sta. Albertina, de propriedade do Sr. Osvaldo Rocha Miranda.

No quadro 2 apresentamos os resultados das análises de amostras de solo colhidas nos locais onde foram instalados os ensaios.

QUADRO 2. — Resultados das análises do solo onde foram realizados os ensaios de adubação de milho (\*)

Determinações	Campinas	Ipanema	Eng. Hermilo
Matéria orgânica.....(g)	3,35%	1,17%	1,48%
Azôto total.....(N g)	0,14%	0,05%	0,14%
Índice pH.....	5,60	5,95	5,30
Fósforo.....(PO <sub>4</sub> me)	0,83	0,20	0,05(**)
Cálcio.....(Ca me)	2,95	2,61	5,22
Potássio.....(K me)	0,05	0,22	0,41

(\*) Efetuadas nas Seções de Química Mineral e Agrogeologia, Instituto Agronômico.

(\*\*) Fósforo solúvel.

### 3 - OBSERVAÇÕES EFETUADAS

As observações efetuadas em Campinas foram mais detalhadas, e menos completas em Eng. Hermilo e Ipanema.

A porcentagem média de falhas na germinação é, em geral, superior àquela observada na colheita, visto como a primeira é determinada antes do desbaste, efetuado quando o milho tem 30 dias de idade.

Dados sôbre altura de plantas e espigas foram obtidos medindo-se 10 plantas de cada canteiro, após o florescimento.

O índice de espigas foi calculado determinando-se o número de espigas em 100 plantas.

Por rendimento, entende-se a proporção de grãos, sabugo e palha, expressa em porcentagem, sôbre o pêsco das espigas com palha.

Tais dados, assim como os da produção de grãos, como mencionamos, foram determinados nas três linhas centrais de cada canteiro. Em Campinas

também foi obtido o pêso dos colmos, isto é, pêso da parte aérea das plantas, depois de colhidas as espigas.

Damos a seguir, em forma resumida, dados gerais sôbre cada ensaio, nos respectivos anos agrícolas.

### 3.1 - CAMPINAS

Em 1946/47, o ensaio foi plantado com a variedade Cateto, em 19 de novembro de 1946, e colhido em 7 de maio de 1947. A germinação foi muito boa, apresentando em média, na colheita, pouco mais de 14% de falhas. A produção média geral do ensaio foi regular, 1.890 kg/ha.

Em 1947/48, foi executado o plantio em 11 de outubro de 1947; colheita em 12 de abril de 1948; var. Cateto. A proporção de falhas na germinação foi elevada, cêrca de 46%. Após o desbaste, porém, o número médio de falhas era de 37%. A produção média alcançada foi de 2.290 kg/ha. Em 11 de fevereiro, quando foi efetuado o protocolo por pontos, do desenvolvimento das plantas, os tratamentos sem fósforo (101), ou com uma dose dêsse elemento (111), pareciam piores que os demais.

No ano agrícola 1948/49, o ensaio foi plantado com o híbrido H.3531 em 18 de outubro de 1948, e colhido em 28 de abril de 1949. A produção média observada foi baixa, 1.410 kg/ha. O número de falhas na germinação, em média, foi de 30%; após o desbaste a incidência de falhas ficou reduzida, porém, a 11%.

Em 1949/50, o ensaio foi semeado com Cateto em 19 de outubro de 1949, efetuando-se a colheita em 24 de abril de 1950. A produção média foi regular, isto é, 1.830 kg/ha; a proporção média de falhas na germinação foi de 34%; a média geral de falhas, por ocasião da colheita, foi baixa, 12%. Em 1.º de fevereiro notou-se que os tratamentos sem fósforo (101) apresentavam menor desenvolvimento. Constatou-se também que o sem azôto (041) estava pior do que o com uma dose dêsse elemento (141); o melhor, quanto ao desenvolvimento, era o tratamento 241, com duas doses de azôto. O tratamento com três doses de potássio (143) estava pior.

Em 1950/51, o ensaio foi semeado também com Cateto, em 17 de outubro de 1950, tendo sido efetuada a colheita em 2 de abril de 1951. A germinação foi boa, sendo de 16% o número de falhas observadas. Por ocasião da colheita, a proporção de falhas era baixa, 6%. A produção média, neste ano, foi das mais elevadas no ensaio de Campinas, ou seja, 2.400 kg/ha.

Os dados médios gerais obtidos nesta localidade nos cinco anos em que foi realizado o ensaio, figuram no quadro 3.

### 3.2 - IPANEMA (2)

No ano de 1947/48, o ensaio foi plantado em 5 de novembro de 1947, com sementes do híbrido simples II.300 do tipo Cateto. A proporção média de falhas, por ocasião da colheita, foi muito baixa, apenas 5%. A produção média do ensaio foi elevada, atingindo 2.940 kg/ha.

(2) O trabalho realizado em Ipanema foi conduzido em colaboração com o Eng. Agr. Erik Smith.

QUADRO 3. — Ensaio de adubação mineral do milho em Campinas. Médias dos resultados obtidos durante cinco anos (1946/47 a 1950/51)

Tratamento	Grãos t/ha	Colmos t/ha	Falhas		Índice de espigas	Rendimento			Produg. média p/planta	Altura		Comprimento espigas cm	Plantas	
			Na ger.	Na colh.		Grãos	Sabugo	Palha		Plantas	Espigas		Caidas	Quebradas
			%	%	%	%	%	%	g	m	m	%	%	%
041-----	1,85	3,20	25	14	71	68	16	16	54	2,06	1,28	12	6	9
241-----	2,27	3,67	29	18	80	69	16	15	68	2,19	1,37	13	6	7
101-----	1,38	2,53	28	18	64	67	18	15	43	1,99	1,18	12	5	8
111-----	1,81	3,03	28	16	74	68	17	15	54	2,07	1,25	13	6	8
121-----	1,80	3,12	26	16	74	68	17	15	54	2,09	1,26	12	7	8
131-----	2,00	3,20	25	17	76	68	16	16	60	2,12	1,28	13	5	10
140-----	1,95	3,26	26	15	74	68	17	15	57	2,07	1,24	13	6	9
141-----	2,23	3,73	26	14	80	68	17	15	65	2,19	1,36	13	7	10
142-----	2,14	3,72	27	15	76	70	16	14	62	2,17	1,35	13	7	7
143-----	2,20	3,67	28	18	79	69	16	15	66	2,10	1,28	13	7	7

No ano 1948/49, o ensaio foi plantado em 29 de outubro de 1948, sendo também constatadas muito poucas falhas, cêrca de 9%, por ocasião da colheita. Nêste ano, e nos subseqüentes, o ensaio foi sempre plantado com sementes do híbrido duplo H.3531. As produções foram altas, da ordem de 2.650 kg/ha. Em 29 de dezembro foi feito protocolo do desenvolvimento das plantas nos diversos tratamentos, verificando-se que no tratamento 101, sem fósforo, elas estavam mal desenvolvidas, mas apresentavam aspecto normal nos tratamentos que receberam êsse elemento. Havia, em vários canteiros, sintômas de deficiência de azôto. Nos canteiros correspondentes ao tratamento 041 as plantas estavam amareladas, mal desenvolvidas; no tratamento 141, ainda eram amareladas, porém tinham melhor desenvolvimento; apresentavam, contudo, ótimo desenvolvimento, fôlhas verde-escuras, no tratamento 241.

No ano 1949/50, o plantio foi efetuado em 20 de outubro de 1949, sendo a proporção média final de falhas igual a 9%. A produção média foi alta, cêrca de 2.900 kg/ha.

Em 1950/51, o plantio foi efetuado tardiamente, em 19 de dezembro de 1950; o número de falhas foi bastante elevado (24%) e a produção média atingiu apenas 1.530 kg/ha. Êste elevado número de falhas pode ser atribuído ao plantio tardio ou à sêca observada após a plantação.

Os resultados obtidos em Ipanema, para os quatro anos, figuram no quadro 4.

QUADRO 4. — Ensaio de adubação mineral do milho em Ipanema. Médias dos resultados obtidos durante quatro anos (1947/48 a 1950/51)

Tratamentos	Grãos	Falhas	Índice de espigas	Rendimento			Produç. média p/planta	Altura	
				Grãos	Sabugo	Palha		Planta	Espigas
	t/ha	%	%	%	%	%	g	m	m
041 -----	2,37	7	78	73	14	13	61	1,94	1,08
241 -----	3,07	11	91	74	12	14	80	2,06	1,17
101 -----	1,26	9	71	69	17	14	35	1,76	0,91
111 -----	2,28	10	86	73	15	12	61	2,03	1,11
121 -----	2,44	9	85	72	15	13	65	1,95	1,08
131 -----	2,64	10	85	73	14	13	70	1,98	1,06
140 -----	3,05	12	94	75	13	12	81	2,05	1,14
141 -----	2,79	12	87	74	14	12	75	2,04	1,13
142 -----	2,55	10	87	72	15	13	68	2,03	1,13
143 -----	2,58	11	86	74	14	12	70	2,01	1,12

### 3.3 - ENGENHEIRO HERMILO

Em 1946/47 o ensaio foi plantado em 10 de outubro de 1946. A proporção média de falhas foi elevada, superior a 50%. A produção média geral do ensaio, plantado com milho comum da localidade, foi de 2.160 kg/ha, alcançando 2.700 kg/ha nos canteiros adubados com 1 N e 4 P. A menor produção foi a do tratamento sem fósforo (101), 1.520 kg/ha.

No ano de 1947/48, o ensaio foi plantado em 16 de outubro de 1947 e as produções médias observadas foram bastante mais altas, ultrapassando

4.000 kg/ha nos tratamentos com níveis mais elevados de fósforo. Notou-se reação perfeitamente proporcional à quantidade de fósforo aplicada.

Em 1948/49, o plantio foi efetuado em 27 de outubro de 1948. Nesse ano tivemos ótimas produções nos canteiros adubados com fósforo. De novo, observamos acentuada reação à adubação fosfatada.

Em 1949/50 foi semeado o ensaio em 24 de outubro de 1949, as produções foram altas e proporcionais às doses de fósforo aplicadas.

Em 1950/51 não foi plantado o ensaio ; mas em 1951/52 êle foi plantado, em 25 de outubro, no mesmo local, sem nenhuma adubação, para se verificar o efeito residual dos tratamentos anteriores.

Os dados médios relativos a Eng. Hermilo, para os quatro anos, figuram no quadro 5.

QUADRO 5. — Ensaio de adubação mineral do milho em Eng. Hermilo. Médias dos resultados obtidos durante quatro anos (1946/47 a 1949/50)

Tratamentos	Grãos	Falhas	Índice de espigas	Rendimento			Produç. média p/planta
				Grãos	Sabugo	Palha	
	t/ha	%	%	%	%	%	g
041.....	3,54	33	100	71	14	15	126
241.....	3,40	39	107	71	14	15	132
101.....	1,85	34	75	67	14	19	68
111.....	2,45	36	87	70	15	15	93
121.....	2,98	33	96	69	14	17	107
131.....	3,39	30	92	72	14	14	116
140.....	3,72	30	103	71	14	15	127
141.....	3,49	31	93	71	14	15	121
142.....	3,62	32	100	71	15	14	128
143.....	3,15	34	96	71	12	17	112

#### 4 - ANÁLISE DA PRODUÇÃO

Para cada uma das localidades limitamo-nos a efetuar a análise da variância, usando os totais dos diversos anos de experiência.

Os dados de Campinas figuram no quadro 6.

Para esta localidade foi feita análise do total das produções dos cinco anos, sendo  $F = 4,20$  (para  $P = 5\%$ ,  $n_1 = 9$  ;  $n_2 = 27$  ;  $F = 3,78$ ). A diferença mínima significativa, para  $P = 5\%$ , foi  $\pm 383$  kg/ha. O coeficiente de variação deste ensaio foi baixo, isto é,  $13,5\%$ .

Pode-se apreciar que, com a aplicação de uma ou duas doses de azoto, o milho deu produção estatisticamente superior ao tratamento sem azoto. Isso mostra que, a despeito do provável arrastamento desse elemento em alguns anos, o nitrogênio melhorou a produção do milho.

Os efeitos mais acentuados são para o fósforo. Pode-se verificar, pelo exame dos dados, que com a aplicação de apenas 1 P houve produção estatisticamente superior ao tratamento sem fósforo. Entre 1 P e 2 P não há



QUADRO 6. — Ensaio de adubação mineral do milho em Campinas. Produção de grãos em quilos por hectare nos anos indicados

Tratamento	1946/47	1947/48	1948/49	1949/50	1950/51	Média
041 -----	1900	2290	1402	1753	1919	1850
241 -----	1840	2190	1847	2196	3273	2270
101 -----	1430	1950	817	1133	1553	1380
111 -----	1930	2140	1283	1506	2186	1810
121 -----	1770	2070	1215	1681	2243	1800
131 -----	2030	2290	1342	1883	2469	2000
140 -----	1880	2400	983	2076	2406	1950
141 -----	2380	2560	1630	2021	2566	2230
142 -----	1760	2700	1707	1949	2576	2140
143 -----	1930	2310	1870	2065	2833	2200
Média -----	1890	2290	1410	1830	2400	1960

d.m.s. =  $\pm 383$ 

diferença estatística de produção. As produções correspondentes a 3 P e 4 P foram superiores às obtidas com 1 P e 2 P.

Quanto ao potássio, não houve diferença estatística de produção com a aplicação de 1 K, 2 K ou 3 K.

Os dados obtidos em Ipanema figuram no quadro 7.

QUADRO 7. — Ensaio de adubação mineral do milho em Ipanema. Produção de grãos em quilos por hectare nos anos indicados

Tratamento	1947/48	1948/49	1949/50	1950/51	Média
041 -----	2950	1980	3040	1490	2370
241 -----	3220	3810	3490	1750	3070
101 -----	1550	1050	1650	796	1260
111 -----	3090	2770	1930	1330	2280
121 -----	3100	2780	2480	1420	2440
131 -----	3120	2800	3220	1440	2640
140 -----	3870	2890	3510	1930	3050
141 -----	3210	2800	3380	1760	2790
142 -----	2700	2900	3050	1560	2550
143 -----	2600	2710	3260	1780	2580
Média -----	2940	2650	2900	1530	2500

d.m.s. =  $\pm 189$ 

Foi feita a análise para a produção total dos quatro anos da experiência,  $F = 61,13$  (para  $P = 5\%$ ,  $n_1 = 9$ ;  $n_2 = 27$ ,  $F = 3,78$ ). A diferença mínima significativa, para  $P = 5\%$ , corresponde a  $\pm 189$  kg/ha. O coeficiente de variação foi de  $5,2\%$ .

Em Ipanema houve aumento de produção com aplicação de 1 N e 2 N. As diferenças observadas superam os limites de significância estabelecidos.

Nesta localidade a reação ao fósforo foi enorme. Nos canteiros sem fósforo a produção foi estatisticamente inferior aos adubados. As produções

correspondentes a 1 P e 2 P são praticamente idênticas e inferiores às obtidas com 3 P e 4 P.

Tôdas as doses de potássio deprimiram a produção. No tratamento sem potássio, a produção foi estatisticamente superior à dos tratamentos que receberam 1 K, 2 K e 3 K.

Os dados obtidos em Eng. Hermilo figuram no quadro 8.

QUADRO 8. — Ensaio de adubação mineral do milho em Eng. Hermilo. Produção de grãos em quilos por hectare nos anos indicados (\*)

Tratamento	1946/47	1947/48	1948/49	1949/50	Média	1951/52
041 -----	2150	3890	4500	3620	3540	3940
241 -----	2160	2420	4960	4040	3400	3870
101 -----	1520	1840	1760	2290	1850	1510
111 -----	2260	2410	2730	2420	2450	2930
121 -----	2280	3610	3370	2680	2980	3400
131 -----	1850	4170	4160	3400	3390	3570
140 -----	2700	4120	4420	3640	3720	3850
141 -----	1850	3690	4930	3490	3490	3830
142 -----	2390	3540	5120	3440	3620	3800
143 -----	2410	2440	4390	3380	3150	3780
Média -----	2160	3210	4030	3240	3160	3450

d.m.s. =  $\pm 588$

(\*) O ensaio não foi plantado no ano agrícola 1950/51. Em 1951/52 foi plantado sem adubo.

A análise foi feita para o total dos anos 1946/47 a 1949/50, sem incluir as produções correspondentes ao ano de 1951/52, porque o ensaio não havia sido plantado no ano anterior e, em 1951/52, foi semeado sem adubo. Para os quatro anos consecutivos em que o ensaio recebeu adubações diferenciais,  $F = 8,46$  (para  $P = 5\%$ ,  $n_1 = 9$ ;  $n_2 = 27$ ,  $F = 3,78$ ). A diferença mínima significativa foi de  $\pm 588$  kg/ha e o coeficiente de variação, 12,8%.

O nitrogênio e o potássio não produziram efeito significativo na produção.

Os tratamentos que receberam crescentes doses de fósforo, apresentam grandes diferenças de produção: o sem fósforo é pior que os demais. Os que receberam 2 P, 3 P e 4 P são superiores ao sem fósforo e ao adubado apenas com uma dose desse nutriente.

O efeito residual da adubação fosfatada, em 1951/52, se fez notar da mesma forma que na média geral dos quatro anos em que o ensaio foi adubado.

## 5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Muito extensa é a literatura relativa à adubação do milho, especialmente no que se refere a trabalhos realizados em regiões de clima temperado, onde a planta reage sobretudo ao nitrogênio.

Pesquisas efetuadas nos Estados Unidos mostram que para uma produção de 100 bu/acre (cêrca de 6.280 kg/ha de grãos), o milho retira do solo 160 libras de azôto, 40 libras de anídrido fosfórico e 125 libras de óxido de potássio, ou sejam, respectivamente 179 kg de N, 45 kg de  $P_2O_5$  e 140 kg de  $K_2O$  por hectare.

O nitrogênio é o elemento que a planta necessita em maior quantidade. Jenny (3) menciona haver estreita relação entre o nitrogênio total e a produção do milho. Sayre (5) verificou que o azoto vai se acumulando na planta até a época de florescimento. Duas semanas antes e três semanas depois da emergência da panícula, a planta necessita as maiores quantidades desse elemento. O nitrogênio é considerado fator limitante da produção de milho.

Recentes pesquisas realizadas em Java por Goor (2), mostram acentuada resposta a "relativamente baixas aplicações de nitrogênio", isto é, 40 a 60 kg/ha desse elemento. O nitrogênio foi o fator limitante, mas conclui Goor que "ao contrário, aplicações (de doses) mais altas, tão comuns em regiões não tropicais, não trarão resultados favoráveis".

Entre nós não são tão elevadas as produções de grãos como as obtidas na "faixa do milho" dos Estados Unidos. O quadro 9, elaborado com dados da Seção de Agrogeologia, mostra a quantidade de elementos minerais retirados pelo milho, em nosso meio.

QUADRO 9. — Quantidade de elementos nutritivos retirados pelo milho, por hectare (\*)

	Produção	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	kg/ha	kg	kg	kg	kg	kg
Grãos -----	2.000	33	12	6	tr	2
Colmos -----	3.000	30	3	36	9	6
Total -----		63	15	42	9	8

(\*) Dados da Seção de Agrogeologia, Instituto Agrônomo.

Camargo e Hermann (1) foram os primeiros a demonstrar, para o milho, tal como para outras plantas, a importância da adubação fosfatada nos nossos solos.

Assim é que em três anos (1925/26, 1926/27 e 1928/29) de experiências em terra roxa misturada de Campinas (Estação Experimental Central) obtiveram, em média, 1.620 kg/ha de grãos no tratamento com NK e 2.990 a 3.400 kg/ha, em média 3.215 kg/ha, nos tratamentos com NPK tendo 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em diferentes formas. Em suas experiências, a adubação fosfatada dobrou, portanto, a produção alcançada somente com NK.

Durante três anos consecutivos foi realizada (3) em Campinas uma experiência com doses crescentes de fósforo, sob a forma de farinha de ossos, com 27% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Os dados obtidos são bastante variáveis, mas indicam ter a produção aumentado até o limite de 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. As doses de 60 a 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> provocaram um aumento de 30% na produção.

Nos ensaios de adubação aqui relatados, as produções médias mais altas foram obtidas em Eng. Hermilo. Em 1946/47, o pior ano, a média foi de 2.160 kg/ha; em 1948/49 foi alcançada a mais elevada produção, 4.030

(3) Ensaio realizado pelos Engs. Agrs. N. A. Neme e Túlio R. Rocha, cujos dados não foram publicados.

kg/ha. Em Ipanema a produção, nos três primeiros anos, foi muito constante e pouco variou em torno de 2.800 kg/ha. No ano de 1950/51, porém, a média observada atingiu apenas 1.530 kg/ha. Esta baixa produção é explicada por ter sido o ensaio plantado muito tarde, em 19 de dezembro de 1950. As produções obtidas em Campinas foram das mais baixas, em média 1.960 kg/ha. As mais altas produções foram as do ano de 1950/51, ano muito favorável, com abundantes chuvas. Em resumo, a produção média geral de todos os tratamentos e anos foi : em Campinas, 1.960 kg/ha ; em Ipanema, 2.500 kg/ha e em Eng. Hermilo, 3.160 kg/ha.

Em média dos diversos anos de experiências, a reação ao fósforo e ao potássio foi semelhante nas três localidades : o fósforo provocou magnífico aumento de produção, ao passo que o potássio não a aumentou. Quanto ao azoto, deu resultados favoráveis em Campinas e Ipanema, mas não modificou a produção em Eng. Hermilo (ver figs. 1 e 2).

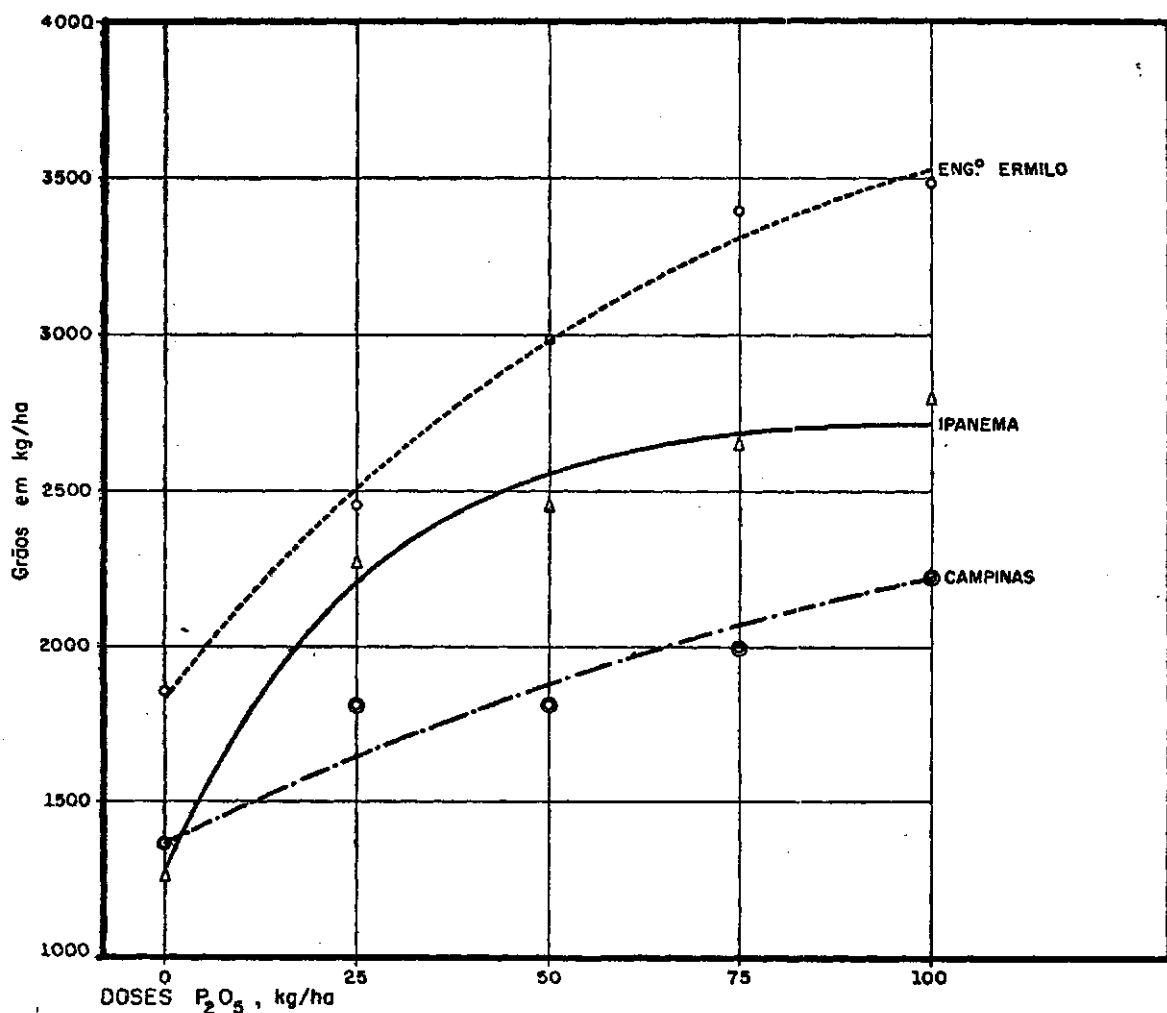


FIGURA 1. — Curvas de produção obtidas pela aplicação de doses crescentes de  $P_2O_5$ , nos ensaios de adubação realizados em Campinas, Ipanema e Eng. Hermilo.

Em Campinas o efeito do fósforo foi crescente e consistente, no decurso dos cinco anos em que os ensaios foram realizados, determinando a maior dose desse nutriente aumentos de produção que variaram entre 800 e 1000

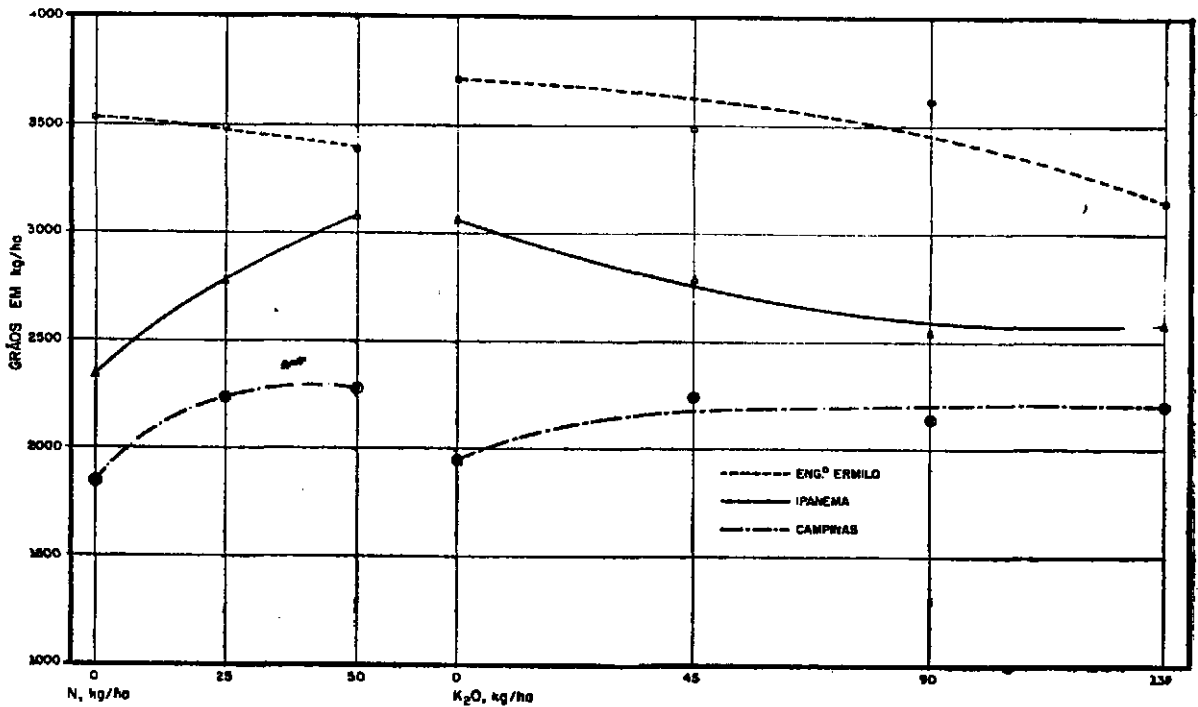


FIGURA 2. — Curvas de produção obtidas com a aplicação de doses crescentes de azoto e potássio, em Campinas, Ipanema e Eng. Hermilo.

kg/ha, com exceção apenas do segundo ano, quando a diferença máxima de produção observada, pela aplicação de fósforo, atingiu 608 kg/ha. O mesmo podemos dizer com referência aos dados obtidos em Ipanema. Nesta localidade, nos dois primeiros anos, praticamente tivemos consistente aumento de produção que oscilou entre 1.500 e 1.700 kg/ha, aproximadamente; em 1949/50, os aumentos foram crescentes, atingindo o máximo de 1.733 kg/ha, quando foram aplicados 100 kg/ha de  $P_2O_5$ ; no quarto ano, por ter sido pequena a produção, sem dúvida devida ao plantio atrasado, os aumentos de produção foram menores, mas assim mesmo a dose máxima determinou 965 kg/ha de aumento de produção. Em Eng. Hermilo, no primeiro ano, os aumentos não corresponderam satisfatoriamente às doses de fósforo superiores a 25 kg/ha de  $P_2O_5$ ; o ensaio foi prejudicado por elevada porcentagem de falhas. No segundo e terceiro anos constatamos extraordinárias reações (1.850 até 3.170 kg/ha de aumento de produção) pela aplicação de doses mais elevadas de fósforo. No último ano, em 1949/50, as maiores reações são ainda para doses elevadas, atingindo o nível de 1.200 kg/ha de aumento de produção.

Em média, pode-se verificar que o milho reagiu menos às crescentes doses de fósforo em Campinas, do que em Ipanema e em Eng. Hermilo, onde a reação à adubação fosfatada foi a mais pronunciada. Para uma aplicação de 75 kg/ha de  $P_2O_5$ , em Campinas tivemos um aumento de produção de 620 kg/ha; em Ipanema, o aumento foi de 1.380 kg/ha, em Eng. Hermilo, de 1.540 kg/ha. Nesta última localidade a aplicação de 100 kg/ha de fósforo quase fez dobrar a produção por área, determinando um aumento de produção de 1.640 kg/ha.

A menor reação ao fósforo em Campinas se deve em parte ao fato de aí ter sido também menor a produção. Mas, mesmo em números relativos tal reação foi bem menor em Campinas, como se vê no quadro 10.

QUADRO 10. — Ensaio de adubação do milho. Aumento médio de produção, devido às doses indicadas de  $P_2O_5$ , em % da produção do tratamento 101

Localidade	$P_2O_5$ em kg/ha			
	25	50	75	100
	%	%	%	%
Campinas -----	31	30	45	62
Eng. Hermilo -----	32	61	83	89
Ipanema -----	81	94	109	121

Essa diferença de reação ao fósforo tem explicação lógica: enquanto as áreas usadas para os ensaios de Eng. Hermilo e Ipanema eram de terras incultas e que nunca foram adubadas, a de Campinas já havia sido bastante cultivada e várias vezes adubada, pelo menos com fósforo, nos anos anteriores. Isso também explica por que a terra roxa misturada de Campinas, embora tenha respondido muito bem à adubação fosfatada nos presentes ensaios, não mais reagiu espetacularmente a essa adubação, como nas experiências já mencionadas de Camargo e Hermann (1), as quais foram feitas numa área que, tanto quanto se sabe, nunca havia sido adubada com fósforo.

Os dados obtidos nos ensaios permitem calcular o peso de grãos produzidos com um quilo de  $P_2O_5$ , nas diversas localidades, em presença de azoto e potássio (quadro 11).

QUADRO 11. — Ensaio de adubação do milho. Peso de grãos obtido pela aplicação de um quilo de  $P_2O_5$ , usando diferentes doses de fósforo, em presença de 25 kg/ha de azoto e 45 kg/ha de potássio

$P_2O_5$ aplicado	Peso dos grãos, por kg/ha de $P_2O_5$		
	Campinas	Ipanema	Eng. Hermilo
	kg	kg	kg
25 kg/ha -----	17,2	40,8	24,0
50 kg/ha -----	8,4	22,6	22,6
75 kg/ha -----	8,3	18,4	21,9
100 kg/ha -----	8,5	15,3	17,5

Nota-se que em Campinas, quando aplicamos os primeiros 25 quilos de  $P_2O_5$ , por quilo aplicado dêsse elemento temos uma produção de 17,2 quilos de milho; daí por diante o aumento é constante e em torno de 8,4

quilos de milho, por quilo de  $P_2O_5$ . Em Ipanema temos uma reação para o  $P_2O_5$  ainda mais elevada do que a observada em Campinas, isto é, até 25 kg/ha de  $P_2O_5$ , o rendimento foi de 40,8 quilos de milho, baixando depois para 22,6, 18,4 e 15,3 quilos, para as doses subseqüentes. Em Eng. Hermilo notamos reação semelhante à de Ipanema, para as últimas doses.

Os resultados obtidos no ano de 1951/52 em Eng. Hermilo permitem notar que o efeito residual da adubação fosfatada, nêsse ano, não difere das médias gerais calculadas para os quatro anos em que os adubos foram de fato empregados.

As doses mais econômicas de  $P_2O_5$ , para as citadas localidades, foram de 80, 70 e 90 kg/ha, si computarmos a Cr\$ 1,80 e Cr\$ 2,50 respectivamente o preço do quilo de milho e o de adubo (preços de 1953).

Analizando as médias gerais, verificamos que o **azôto**, em Campinas, determinou aumentos de 380 e 420 kg/ha na produção com a aplicação de 25 e 50 kg/ha de N, respectivamente. Em Ipanema os aumentos correspondentes foram de 420 e 700 kg/ha. Em Eng. Hermilo tivemos ligeira redução de produção, pois no tratamento 041 constatamos produção média de 3.540 kg/ha ; para 141, a média é de 3.490 e para 241, a média é de 3.400 kg/ha. Como já acentuamos, apenas existe diferença estatística de produção para a aplicação de 25 e 50 kg de N em Ipanema e Campinas. Em Eng. Hermilo as diferenças não atingiram os limites da significância.

Mesmo em Campinas e Ipanema o efeito do azôto se mostrou muito variável. Em Campinas, 1 N reagiu bem no primeiro ano (1946/47) e, em 1950/51, foi enorme o efeito de duas doses, crescendo a produção na proporção da dose empregada. Nos outros três anos, foi muito fraca a resposta à adubação azotada. 1948/49 foi o pior ano para a produção de milho nas experiências de Campinas, e isso poderia ser invocado para explicar o pequeno aumento (em números absolutos) provocado pelo azôto nêsse ano ; mas o fato é que seu efeito (com dose 1 N) foi muito bom em 1946/47 e muito fraco em 1949/50, anos em que as produções foram iguais ; em 1947/48 e 1950/51, quando as produções também foram quasi iguais, o nitrogênio reagiu muito pouco no primeiro e muito bem no último ano. Em Ipanema, apesar da terra ser muito pobre de azôto e de se observarem evidentes sintomas de deficiência dêsse elemento nas plantas, foi pequeno o efeito da adubação azotada nos primeiro, terceiro e quarto anos de experiências. No segundo ano (1948/49), contudo, êle foi enorme. Em Eng. Hermilo, o nitrogênio reagiu fraca, mas favoravelmente em 1948/49 e, no nível 2 N, em 1949/50 ; nos outros dois anos, contudo, reagiu de modo prejudicial, sendo que em 1947/48 provocou enorme depressão na produção.

Quanto ao **potássio**, já constatamos que, em média dos vários anos de experiência, não aumentou significativamente a produção em nenhuma das localidades, sendo que em Ipanema chegou a deprimi-la. Mas o efeito variou muito de ano para ano. Assim é que em Campinas, no primeiro ano (1946/47), a aplicação de uma dose de potássio provocou sofrível aumento de produção, mas as doses maiores mostraram-se prejudiciais ; em 1947/48, 1949/50 e 1950/51, o efeito dêste nutriente foi muito pequeno ou mesmo negativo ; sômente em 1948/49 é que êle foi muito bom, crescendo sempre com o au-

mento da dose. Em Ipanema, conforme o ano, o potássio não reagiu ou reagiu negativamente, sendo que em 1947/48 causou enorme depressão na produção. Em Eng. Hermilo aconteceu quasi o mesmo : somente em 1948/49 é que as doses 1 K e 2 K aumentaram sofrivelmente a produção ; nos outros três anos, em particular em 1947/48, tôdas as doses de potássio a deprimiram.

Os índices de espigas foram influenciados pelas adubações, notadamente pelo fósforo, nas três localidades, Campinas, Ipanema e Eng. Hermilo. Pode-se verificar que nos canteiros sem fósforo os índices de espigas foram respectivamente 64, 71 e 75 (espigas em 100 plantas). Já pela aplicação de 25 kg/ha de  $P_2O_5$ , êsse índice subiu para 74, 86 e 87. Com a aplicação de 100 kg/ha tivemos os mais altos índices, ou sejam 74, 94 e 103.

É interessante assinalar que, com a aplicação de 135 kg/ha de  $K_2O$ , êsse índice, em Campinas, subiu de 74 para 79 ; em Ipanema, baixou de 94 para 86 e em Eng. Hermilo, de 103 para 96.

Em Eng. Hermilo tivemos as espigas mais pesadas, notando-se pequenas diferenças quando confrontamos os dados de Ipanema e Campinas. As produções médias, em espigas por planta, nas três localidades, foram bastante influenciadas pelas doses de fósforo aplicadas, da mesma forma que a produção por área, conforme se pode verificar pelos dados apresentados nos quadros 3, 4 e 5. O rendimento de grãos, em relação a sabugo e palha, mostrou-se, em geral, muito pouco sensível à adubação. Apenas nos canteiros **sem fósforo**, o rendimento médio foi cêrca de 2-3% menor que o daquêles com os mais altos rendimentos, nos quais oscilou em tórno de 68-73%. Os mais altos rendimentos de grãos foram constatados em Ipanema. Em Campinas tivemos, em proporção, maior produção de sabugo e de palha.

Em Campinas e Ipanema a altura das plantas e das espigas também foi influenciada pela adubação fosfatada e azotada. Nos canteiros sem fósforo as plantas apresentaram espigas um pouco mais baixas (cêrca de 15-20 cm, e em caso extremo, quasi 40 cm) que nos canteiros adubados com êsse nutriente.

Apenas em Campinas foi registrada a produção de colmos, expressa em t/ha. Há estreita correlação entre a produção de colmos e a produção de grãos. É interessante verificar que os dados se distribuem em três níveis : (a) no tratamento sem fósforo (101) temos a mais baixa produção de grãos e de colmos, respectivamente 1,38 e 2,53 t/ha ; (b) quando temos azôto, potássio e doses crescentes de fósforo (tratamentos 111, 121 e 131) ou alta dose de fósforo, porém sem azôto ou sem potássio (tratamentos 041 e 140), as produções de grãos e colmos flutuam em tórno de 1,88 e 3,16 t/ha ; (c) o terceiro nível é alcançado quando, a par de alta dose de fósforo, aplicamos azôto e potássio (tratamentos 141, 142, 143 e 241) ; nêste caso, as produções de grãos e de colmos giraram em tórno de 2,21 e 3,69 t/ha. Êstes dados indicam ser necessária, para as condições de Campinas, pequena dose de azôto e de potássio, a par de elevada dose de fósforo, para se obter maior produção de milho



## 6 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS (4)

No capítulo anterior mostramos que, em contraste com o magnífico e consistente efeito do fósforo, o do potássio e o do azoto foram muito variáveis.

Em média de todos os anos de experiências, o potássio não aumentou a produção em Campinas e em Eng. Hermilo, e em Ipanema chegou mesmo a deprimi-la. Em vista, contudo, da excessiva variação anual, essa média mascara efeitos que por vezes se opõem na mesma localidade. Em Ipanema o potássio não aumentou a produção em nenhum ano, mas em Eng. Hermilo as doses 1 K e 2 K aumentaram-na consideravelmente em 1948/49, ao passo que nos dois anos anteriores tôdas as doses a deprimiram forte e consistentemente e, no posterior, também a deprimiram um pouco; em Campinas o efeito deste nutriente foi muito bom em 1948/49, enquanto nos dois anos anteriores e nos dois posteriores foi pequeno, ou mesmo negativo.

Quanto ao azoto, em média de todos os anos, não reagiu em Eng. Hermilo, mas em Campinas e Ipanema aumentou de modo significativo a produção. Em Eng. Hermilo este nutriente deprimiu forte e consistentemente a produção em 1947/48, ao passo que quasi não a modificou no ano anterior e nos posteriores aumentou-a apenas levemente; em Campinas, contrastando com o magnífico aumento de produção que provocou em 1950/51, o azoto pouco reagiu nos anos anteriores; em Ipanema o que pesou para o bom aumento médio (dos quatro anos de experiências), causado pela adubação azotada, foi o enorme efeito desta em 1948/49, pois no ano anterior e nos dois posteriores sua reação foi muito fraca, apesar das plantas, nesses anos, mostrarem sintomas de carência de azoto.

O freqüente efeito nulo ou negativo do potássio e do azoto, observado nos ensaios em estudo, não parece ter origem num possível desequilíbrio provocado pela adubação na relação N:P:K, pois o fósforo — o nutriente que mais reagiu em tôdas as terras estudadas — figurou em quantidade suficiente (100 kg/ha de  $P_2O_5$ ) nos tratamentos em que, por comparação, se procurou determinar o efeito daquêles nutrientes, e as doses de azoto e potássio que nêles entraram, tanto quanto mostram os resultados dos próprios ensaios, também eram suficientes. Aliás, o efeito satisfatório do potássio verificado em Campinas e Eng. Hermilo em 1948/49 e o enorme aumento de produção que o azoto provocou no ano de 1948/49 em Ipanema, e no de 1950/51 em Campinas, comparados com os resultados obtidos em outros anos, mostram que, com a mesma relação N:P:K, a resposta àqueles nutrientes ora foi muito boa, ora foi nula ou mesmo negativa. Por outro lado, a variação nos diferentes anos, do volume total da produção, parece também não ter sido a causa da excessiva oscilação no efeito do azoto e do potássio, conforme já mostramos no capítulo anterior.

Examinando os dados relativos às observações efetuadas no decorrer dos ensaios, concluímos que o freqüente fracasso das adubações potássica e azotada deve, em parte, ser atribuído ao método de aplicação usado entre

(4) Em colaboração com o Eng. Agr. Eduardo de Souza Freire.

nós, segundo o qual os adubos são misturados, no momento do plantio, com a terra dos sulcos destinados às sementes. O método de aplicação dos adubos adotado nos ensaios não se afastou substancialmente daquele geralmente empregado na prática, pois as adubadeiras ou semeadeira-adubadeiras utilizadas entre nós não estão providas de dispositivo para aplicação dos adubos em faixas laterais e abaixo do nível onde ficam as sementes. Nestas condições, sobretudo quando o tempo corre pouco chuvoso nos dias que se seguem ao plantio, a concentração de sais solúveis, no pequeno volume de solo que envolve as sementes, se torna tão elevada que a germinação destas e a emergência das plantinhas se processam com sério atraso, e, além disso, por vezes o número de sementes que produzem plantas também sofre considerável redução. Em consequência desses prejuízos e ainda porque as raízes das plantas afetadas pelo excesso de concentração da solução do solo sofrem lesões ou mutilações, as áreas em que os adubos potássicos e azotados são aplicados nos sulcos de plantio em regra produzem menos, não raro muito menos que as que recebem as mesmas adubações, mas empregadas de modo a não prejudicarem as plantas.

QUADRO 12. — Ensaio de adubação mineral do milho em Campinas. "Stand" inicial e final, nos diversos anos

Tratamento	"Stand" inicial e final nos diversos anos									
	1946/47		1947/48		1948/49		1949/50		1950/51	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
	n.º	n.º	n.º	n.º	n.º	n.º	n.º	n.º	n.º	n.º
041.....	1.628	515	1.144	426	1.259	549	1.251	532	1.479	548
241.....	1.595	520	773	331	1.258	531	1.242	529	1.543	564
101.....	1.601	501	979	379	1.173	507	1.214	518	1.534	553
111.....	1.600	512	920	366	1.202	524	1.226	536	1.554	571
121.....	1.634	508	1.008	387	1.295	540	1.216	520	1.529	561
131.....	1.603	499	1.054	374	1.260	527	1.314	534	1.519	552
140.....	1.581	500	1.087	414	1.261	525	1.217	529	1.542	571
141.....	1.649	533	1.000	415	1.242	553	1.228	514	1.530	562
142.....	1.613	507	856	379	1.322	551	1.257	536	1.501	571
143.....	1.627	531	763	323	1.293	537	1.228	514	1.537	561
Média .....	1.613	513	958	379	1.257	534	1.239	526	1.527	561
Porcentagem (*)	90	86	53	63	70	89	69	88	85	94

(\*) Relativa ao número de sementes (1.800) e ao "stand" perfeito (600 plantas)

Os presentes ensaios não visaram estudar êsse efeitos, mas os dados existentes permitem verificar que, pelo menos em alguns casos, as adubações potássica e azotada prejudicaram a germinação. No quadro 12, que traz detalhes sôbre o número de plantas nascidas, por tratamento e por ano, no ensaio de Campinas, desde logo se vê que a germinação foi má em 1947/48, ao passo que nos demais anos variou entre regular e boa, e ainda que, a não ser em 1947/48, não houve diferença apreciável, nêsse sentido, entre os diversos tratamentos. Para melhor mostrar o efeito prejudicial de certos adubos nêsse ano, no quadro 13 fizemos igual a 100 o número de plantas

nascidas (“stand” inicial) nos tratamentos **PK**, **NP** ou **NK** e calculamos os correspondentes valores para as adubações com diferentes níveis de **N**, **K** ou **P**. Para comparação, calculamos da mesma forma os respectivos “stands” finais.

QUADRO 13. — Ensaio de adubação de milho. Efeito dos adubos no “stand” inicial e final em Campinas, 1947/48

Efeito do nitrato de sódio			Efeito do cloreto de potássio			Efeito do superfosfato		
Tratam.	“stand” inicial	“stand” final	Tratam.	“stand” inicial	“stand” final	Tratam.	“stand” inicial	“stand” final
041 -----	100	100	140 -----	100	100	101 -----	100	100
141 -----	87	97	141 -----	92	100	111 -----	94	97
241 -----	68	78	142 -----	79	92	121 -----	103	102
			143 -----	70	78	131 -----	108	99
						141 -----	102	109

Vê-se que o “stand” inicial e, em menor escala o “stand” final, em 1947/48, foi bastante prejudicado pelas adubações azotada e potássica, e tanto mais prejudicado quanto maiores as doses empregadas. As doses menores de azoto e potássio aumentaram apenas um pouco a produção, sendo que as mais elevadas chegaram a deprimi-la. Como era de esperar, a adubação fosfatada não prejudicou a germinação.

Examinando os dados sobre a precipitação pluviométrica, registrada em Campinas no pluviômetro da Estação Experimental Central, concluimos que em 1947/48 a terra estava bastante úmida por ocasião do plantio, mas este foi seguido de um bom período seco, que por certo concorreu para aumentar a concentração da solução do solo nas parcelas que receberam nitrato de sódio e cloreto de potássio.

Em 1946/47 e 1950/51 o tempo correu bastante chuvoso na época do plantio, e, por conseguinte, a germinação foi boa; em 1948/49 e 1949/50, porém, foi seco, prejudicando a germinação de um modo geral. Contudo, conforme se vê no quadro 12, nos dois últimos anos os diferentes tratamentos não modificaram o número total de plantas nascidas. Mas é um fato muito conhecido que, conforme o tempo no período que se segue ao plantio (e, no nosso caso, à adubação), o excesso de concentração de sais na solução do solo pode prejudicar de modo apreciável as raízes das plantas e retardar muito a emergência destas e, por conseguinte, diminuir-lhes a produtividade, sem, entretanto, reduzir sensivelmente o número de plantas nascidas. Nestas condições, se os dados disponíveis não permitem provar que nos anos de 1948/49 e 1949/50 as adubações potássica e azotada prejudicaram a germinação e o crescimento inicial das plantas, também não excluem tal possibilidade, tanto mais quanto, pelo menos em 1949/50, foi muito pequeno o efeito do azoto e todas as doses de potássio deprimiram um pouco a produção.

QUADRO 14. — Ensaio de adubação mineral, em Ipanema. “Stand” final

Tratamento	1947/48	1948/49	1949/50	1950/51
	n.º	n.º	n.º	n.º
041.....	582	589	539	421
241.....	570	588	533	445
101.....	572	579	561	445
111.....	578	588	556	443
121.....	577	591	560	448
131.....	570	586	549	464
140.....	575	585	533	429
141.....	558	575	538	441
142.....	569	588	562	451
143.....	556	581	543	449
Média.....	571	585	547	444
Porcentagem.....	95	98	91	74

QUADRO 15. — Ensaio de adubação mineral do milho, em Eng. Hermilo. “Stand” final

Tratamento	1947/48	1948/49	1949/50	1950/51
	n.º	n.º	n.º	n.º
041.....	456	628	688	894
241.....	459	459	805	1.007
101.....	342	656	470	777
111.....	489	454	591	735
121.....	515	670	699	834
131.....	402	730	711	853
140.....	555	676	794	932
141.....	401	665	719	879
142.....	499	578	810	908
143.....	482	349	780	835
Média.....	460	587	707	865
Porcentagem.....	46	59	71	87

Não dispomos, para Ipanema e Eng. Hermilo, de dados sobre “stand” inicial, mas apenas do “stand” final ou número de plantas existentes por ocasião da colheita. Utilizando estes dados para a análise em aprêço, deve-se ter em vista que, plantando três sementes por cova, para aí deixar-se uma planta — como se fêz nos presentes ensaios — no desbaste, é quasi sempre possível reduzir ou mesmo eliminar as falhas existentes em determinadas parcelas. No quadro 13, referente ao ensaio de Campinas em 1947/48, vê-se que a redução causada pela adubação nos sulcos foi muito maior no número de plantas nascidas que no “stand” final. Seja como fôr, nos quadros 14 e 15 apresentamos, respectivamente, os dados relativos ao “stand” final dos ensaios de Ipanema e Eng. Hermilo. Talvez pelo motivo há pouco indicado e ainda porque o próprio número total de plantas nascidas nem sempre revela o prejuízo que as plantas sofreram antes do nascimento (atrazo na emergência, etc.), os dados de Ipanema não mostram diferenças sensíveis no “stand” das parcelas que receberam outras adubações; os de Eng. Hermilo,

porém, indicam que enquanto o superfosfato em nenhum ano prejudicou o "stand", o nitrato de sódio o reduziu um pouco em 1946/47 e de modo apreciável em 1947/48 e o cloreto de potássio o prejudicou ligeiramente em 1946/47 e 1949/50 e fortemente em 1947/48, conforme se vê no quadro 16 no qual consideramos iguais a 100 os "stands" dos tratamentos **PK** e **NP**.

QUADRO 16. — Ensaio de adubação do milho. "Stand" final, em Eng. Hermilo, nos tratamentos que mostram o efeito das adubações azotada e potássica

Tratamento	1946/47	1947/48	1948/49	1949/50
	%	%	%	%
041.....	100	100	100	100
141.....	88	106	105	98
241.....	101	73	117	113
140.....	100	100	100	100
141.....	72	98	91	94
142.....	90	86	102	97
143.....	87	52	98	90

O único ano em que as adubações azotada e potássica provocaram sofrível aumento de produção em Eng. Hermilo foi 1948/49, justamente quando elas não prejudicaram o "stand"; nos outros anos, principalmente em 1946/47 e sobretudo em 1947/48, à redução que elas causaram no "stand" correspondeu enorme depressão na produção. Não dispomos de dados pluviométricos de Eng. Hermilo, para relacioná-los com os prejuízos aqui apontados.

Além do citado inconveniente, que é comum aos adubos azotados e potássicos, por outro motivo a aplicação na ocasião do plantio também parece ter sido responsável pela falta ou insuficiência de efeito da adubação azotada em vários casos. Como se sabe, o milho só começa a absorver o azoto em quantidades apreciáveis umas 2-3 semanas antes do início do florescimento. Assim sendo, o azoto aplicado por ocasião do plantio, na forma de nitrato, como nas experiências em estudo — além de não ser necessário em doses elevadas — fica sujeito, durante um período de 6-8 semanas, a ser arrastado para fora do alcance das raízes antes que as plantas o possam utilizar, se nêsse longo intervalo caírem chuvas abundantes.

As considerações acima indicam, a nosso ver, que empregando os adubos nos sulcos destinados ao plantio, em contato mais ou menos íntimo com as sementes, não conseguiremos avaliar, com segurança, o efeito dos adubos potássicos ou azotados, pois, se o tempo correr sêco nos dias que se seguirem ao plantio, êles poderão prejudicar a germinação e o crescimento inicial das plantas; se, ao contrário, chover bastante antes do milho começar a absorver os nutrientes em escala apreciável, pelo menos os adubos azotados solúveis poderão ser arrastados sem produzir os resultados que dêles se espera. Portanto, o êxito da aplicação dêsses adubos nos sulcos de plantio se limitará aos

casos, não muito comuns, em que, no período imediato ao plantio caírem chuvas freqüentes, mas leves, de modo a manterem no solo um teor de umidade suficiente para diluir e mesmo espalhar um pouco os sais solúveis que forem postos em contato com as sementes, sem, contudo, arrastá-los para fora do alcance das raízes das plantas.

## MINERAL FERTILIZERS FOR CORN

### SUMMARY

The response of corn to mineral fertilizers was studied in a series of trials conducted for four consecutive years at Campinas and Ipanema, and for five consecutive years at Engenheiro Hermilo. Ten different treatments were compared, and the basic fertilizer treatment (1-1-1) had 25, 25, and 45 kg/ha of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O, applied respectively as ammonium sulphate, superphosphate, and potassium chloride.

Corn responded best to phosphorus, as it can be seen in figures 1 and 2. The average yield increase per hectare in the three localities, due to the application of 75 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, was as follows: Campinas, 620 kg; Ipanema, 1,380 kg; and Engenheiro Hermilo, 1,540 kg.

Nitrogen increased corn yields only at Campinas and Ipanema. Potash did not induce any response in the three above-mentioned localities. There were indications that the application of the fertilizer in the furrows at planting time, although it was thoroughly mixed with the soil, impaired the stand in dry years.

### LITERATURA CITADA

1. CAMARGO, T. A. & HERMANN, J. Experiencias com diversas formas de adubos fosfatados. In Camargo, T. A. Relatório dos trabalhos executados nos anos de 1925 e 1926 no Instituto agronomico. Campinas, Instituto agronomico, 1927. p. 213-239.
2. GOOR, Q. A. N. VAN DEN. Agricultural research on maize. Landbouw, Buitenz. 24 : 293-460. 1952.
3. JENNY, H. Factors of soil formation. New York, McGraw-Hill Book Co., 1941. p. 249-251.
4. PAIVA, J. E. (neto) & CATANI, R. A. Observações gerais sôbre os grandes tipos de solos do Estado de São Paulo. Bragantia 11 : [ 227 ] - 253. 1951.
5. SAYRE, J. D. Mineral accumulation in corn. Plant Physiol. 23 : 267-281. 1948.
6. SETZER, J. Os solos do Estado de São Paulo. Rio de J., Conselho nacional de geografia e estatística, 1949. p. 53-68.