

## ADUBAÇÃO DO ALGODOEIRO

### IX — ENSAIOS COM DIVERSOS ADUBOS FOSFATADOS

#### (3.ª SÉRIE) (\*)

ISMAR RAMOS, W. SCHMIDT, POPÍLIO A. CAVALERI, O. S. NEVES, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Algodão, E. ABRAMIDES, *engenheiro-agrônomo*, Seção de Técnica Experimental, e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (\*\*), Instituto Agronômico

#### RESUMO

Neste terceiro artigo sobre adubos fosfatados os autores apresentam os resultados de oito ensaios realizados entre 1949-50 e 1954-55 e nos quais superfosfato foi comparado com os fosfatos naturais Hiperfosfato e Serrote, usando-se 0, 40 e 80 kg/ha de  $P_2O_5$  na presença de azoto e potássio. Esses ensaios foram conduzidos por 2-5 anos nos mesmos canteiros e localizados em diferentes tipos de solo da zona algodoeira do Estado de São Paulo.

Em média de todos os anos dos seis ensaios em que houve reação favorável ao fósforo, com as doses simples desse nutriente os efeitos de Hiperfosfato e fosfato Serrote corresponderam respectivamente à metade e a um quarto do de superfosfato; com as doses duplas, porém, o efeito de Hiperfosfato foi um pouco superior e o de fosfato Serrote igual à metade do de superfosfato. Essas relações foram praticamente as mesmas nos diversos solos estudados, mas variaram muito no decorrer dos anos. No primeiro ano, enquanto superfosfato aumentou substancialmente a produção, as respostas a Hiperfosfato e fosfato Serrote foram insignificantes, mesmo quando usados nas doses duplas. Todavia, a partir do segundo ou terceiro ano os efeitos das duas doses de Hiperfosfato foram, em regra, um pouco superiores à metade dos efeitos das correspondentes doses de superfosfato. Quanto ao fosfato Serrote, com a dose simples seu efeito foi sempre muito pequeno, mas com a dose dupla foi mais ou menos igual à metade do efeito da correspondente dose de superfosfato.

Os autores também apresentam dados sobre o efeito residual do fósforo, observado no último ano de um dos ensaios, bem como sobre a influência desse nutriente sobre a marcha da frutificação, o peso dos capulhos, a porcentagem de fibra e o comprimento desta. Por fim sugerem estudar-se o emprêgo dos fosfatos naturais em programas de melhoramento dos solos pobres de fósforo.

(\*) Estes ensaios foram planejados pelos engs. agrs. Ismar Ramos e O. S. Neves, tendo o eng. agr. R. A. Catani, então na Seção de Agrogeologia, sugerido a inclusão do fosfato Serrote e fornecido esse adubo. A este último técnico também se devem as análises das terras utilizadas. Na execução dos ensaios colaboraram os engs. agrs. W. Schmidt, Heitor de C. Aguiar, Popílio A. Cavaleri, H. E. Böttura e Mário L. R. da Cunha, da Seção de Algodão, bem como os engs. agrs. W. Lazzarini, Túlio R. Rocha, João Aloisi Sabrinho, Domingos M. Corrêa, Airton Rigitano e Mário Vieira de Moraes, que na ocasião dirigiam estações experimentais. Recebido para publicação em 1.º de julho de 1959.

(\*\*) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas para colaborar com técnicos do Instituto Agronômico. Sua colaboração na presente trabalho foi prestada tão somente na apresentação e interpretação dos resultados obtidos.

## 1 — INTRODUÇÃO

Em continuação aos dois artigos publicados anteriormente (1, 5), no presente trabalho são apresentados os resultados obtidos em oito ensaios comparando três tipos de adubos fosfatados (superfosfato e dois fosfatos naturais), os quais foram conduzidos de 1949-50 a 1954-55 em diferentes localidades do Estado de São Paulo.

## 2 — PLANO EXPERIMENTAL

Nos ensaios agora relatados foram comparados, em blocos ao acaso com seis repetições, canteiros sem adubo, canteiros adubados somente com azoto e potássio (NK) e canteiros que, além desses nutrientes, receberam doses de 40 e 80 kg/ha de  $P_2O_5$  nas formas de superfosfato (designadas respectivamente como **1 sup** e **2 sup**), Hiperfosfato (**1 Hip** e **2 Hip**) e fosfato Serrote (**1 Ser** e **2 Ser**). De N e  $K_2O$  foram usados respectivamente 30 e 40 kg/ha, nas formas de salitre do Chile e cloreto de potássio.

Hiperfosfato é fabricado com fosfatos sedimentares da Tunísia. O material experimentado passava em peneira 270 U.S.B.S., tinha 27 % de  $P_2O_5$  total, 12 % de  $P_2O_5$  solúvel em ácido cítrico a 2 % e 40 % de CaO. Fosfato Serrote é preparado com material proveniente de uma jazida existente no Morro do Serrote, próximo de Jiquiá, Estado de São Paulo. O que se utilizou passava em peneira 100 U.S.B.S., tinha 32 % de  $P_2O_5$  total e 7,5 % de  $P_2O_5$  solúvel em ácido cítrico a 2 %. Detalhes sobre esses adubos se encontram no trabalho "Solubilidade de alguns fosfatos naturais", de Catani e Nascimento (2). Tanto as doses de Hiperfosfato e fosfato Serrote como as de superfosfato foram calculadas segundo seus teores totais de  $P_2O_5$ .

Os canteiros tiveram 14 m<sup>2</sup> de área útil e o espaçamento usado foi de 1,00 × 0,20 m. Cada cova recebeu cerca de 10 sementes, deixando-se, no desbaste, apenas uma planta. Os adubos, inclusive o salitre, foram sempre aplicados nos sulcos de plantio e levemente misturados com a terra, no momento da semeadura.

Segundo este plano foram realizados oito ensaios nas localidades mencionadas adiante. Seis deles foram conduzidos por 4-5 anos e os outros por dois anos, sempre nos mesmos canteiros. Os adubos foram empregados anualmente, salvo no último ano, em alguns ensaios, para observar-se o efeito residual das adubações anteriores.

### 3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS

De um modo geral para o Estado de São Paulo, as condições climáticas, em relação ao algodoeiro, foram desfavoráveis em 1949-50 e 1950-51, sofríveis em 1951-52 e 1952-53 e satisfatórias em 1953-54 e 1954-55. Na descrição de cada ensaio serão indicadas, tanto quanto possível, as condições climáticas locais.

No quadro 1 se encontram as produções obtidas nos diversos ensaios.

#### 3. 1 — ENSAIO DE CAMPINAS

Este ensaio foi instalado na Estação Experimental Central, em terra-roxa-misturada com pH 4,9 e tendo, por 100 g de T.F.S.A. (terra fina sêca ao ar), 2,6 g de matéria orgânica, 0,67 e. mg de  $Ca^{++}$  trocável e 0,04 e. mg de  $PO_4^{---}$  solúvel em  $H_2SO_4$  0,05 N. A área utilizada estava em pousio há vários anos, depois de ter sido cultivada por muito tempo sem adubação. Iniciado em 1949-50, foi repetido (adubado e plantado) até 1952-53.

A variedade usada foi I.A. Campinas-817, efetuando-se o plantio na segunda quinzena de outubro ou primeira de novembro. O "stand" final médio variou, conforme o ano, entre 77 e 87 % do "stand" perfeito, e, em regra, foi uniforme para todos os tratamentos, a não ser em 1949-50, quando os canteiros que só receberam azôto e potássio foram um pouco prejudicados.

Em seu conjunto o tempo foi favorável no segundo ano e no terceiro, mas no primeiro correu relativamente sêco nos meses de outubro e novembro, e, no quarto, durante o período de frutificação. A produção, que foi, em média de todos os tratamentos, de 138 arrôbas por alqueire paulista em 1949-50, elevou-se para 177 arrôbas em 1950-51, caindo sucessivamente para 148 e 67 arrôbas nos dois anos seguintes.

Em média dos quatro anos a resposta à adubação com azôto mais potássio, embora significativa, foi de apenas + 175 kg/ha. O

efeito médio do fósforo (média de tôdas as doses e formas), porém, foi altamente significativo e atingiu + 261 kg/ha (+ 40%). Enquanto a dose **1** de fósforo aumentou a produção de 170 kg/ha (26%), o aumento devido à dose **2** se elevou a 351 kg/ha (54 %), sendo altamente significativa a diferença entre elas.

A produção do tratamento com azôto mais potássio foi, em média dos quatro anos, de 648 kg/ha, e, enquanto os efeitos devidos à adição de **1 sup**, **1 Hip** e **1 Ser** corresponderam respectivamente a + 45, + 18 e + 16 %, os provocados pela adição de **2 sup**, **2 Hip** e **2 Ser** elevaram-se, na mesma ordem, a + 76, + 44 e + 43 %. As diferenças entre **Hip** e **Ser** foram muito pequenas e não alcançaram significância, mas entre êstes dois fosfatos e **sup** elas foram altamente significativas. A interação doses  $\times$  formas de fósforo não foi significativa; nota-se, contudo, que as diferenças entre **sup** e os fosfatos naturais foram relativamente maiores quando se usaram as doses **1**. Em suma, as respostas a **2 Hip** e **2 Ser** foram praticamente iguais à provocada por **1 sup**.

As respostas aos três fosfatos variaram muito no decorrer do ensaio. Assim é que do primeiro ano para o quarto os aumentos devidos a **sup** (médias das duas doses) foram sucessivamente de 274, 412, 596 e 291 kg/ha, correspondendo a 37, 40, 100 e 120 %, ao passo que, na mesma ordem, os devidos a **Hip** foram de 107, 17, 414 e 252 kg/ha (15, 2, 69 e 104 %), e os devidos a **Ser**, de 138, 69, 367 e 189 kg/ha (19, 7, 61 e 78 %). Observa-se que enquanto **sup** aumentou consideravelmente a produção em todos os anos, os aumentos provocados por **Hip** e **Ser** foram muito pequenos nos dois primeiros anos, só se tornando apreciáveis nos dois últimos. A relação entre os efeitos de **1 sup**, **1 Hip** e **1 Ser** foi de 100 : 3 : 9 em média dos dois primeiros anos e de 100 : 66 : 56 nos dois últimos; entre os efeitos das doses **2** as relações foram, na mesma ordem, de 100 : 27 : 43 no primeiro biênio e de 100 : 80 : 66 no segundo. Vê-se que a posição relativa dos fosfatos naturais melhorou consideravelmente no decorrer dos anos e também que ela foi mais favorável quando se usaram as doses duplas de fósforo.

Como em 1949-50 e 1950-51 foram feitas duas colheitas, a contribuição da primeira para a produção total de cada tratamento dá uma idéia da influência do fósforo sôbre a marcha da frutificação. Em média dos dois anos essa contribuição foi de 62% nos canteiros com azôto mais potássio; nos que receberam, além dêsses nutrien-

QUADRO 1. — Produções de algodão em caroço obtidas em oito ensaios conduzidos nas localidades indicadas e nos quais foram comparados canteiros sem adubo, canteiros adubados somente com azôto e potássio (NK) e canteiros que, além desses nutrientes, receberam 40 ou 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas formas de superfosfato (respectivamente **1 sup** e **2 sup**), Hiperfosfato (**1 Hip** e **2 Hip**) e fosfato Serrote (**1 Ser** e **2 Ser**)

Localidades	Anos	Tratamentos							
		Sem adubo	NK	NK + 1 sup	NK + 1 Hip	NK + 1 Ser	NK + 2 sup	NK + 2 Hip	NK + 2 Ser
		kg/ha							
Campinas	1949-50	669	733	868	829	783	1 145	851	959
	1950-51	665	1 020	1 397	940	1 018	1 468	1 133	1 160
	1951-52	398	598	1 039	874	875	1 350	1 151	1 055
	1952-53	160	243	457	404	336	611	585	527
	<b>Médias</b>	<b>473</b>	<b>648</b>	<b>940</b>	<b>762</b>	<b>753</b>	<b>1 143</b>	<b>930</b>	<b>925</b>
Mococa	1949-50	683	957	1 204	913	1 030	1 218	1 012	1 112
	1950-51	689	939	1 168	1 156	1 071	1 179	1 267	1 217
	1951-52	586	674	992	969	863	1 070	1 117	961
	1952-53	596	619	1 196	942	906	1 374	932	938
	<b>Médias</b>	<b>639</b>	<b>797</b>	<b>1 140</b>	<b>995</b>	<b>968</b>	<b>1 210</b>	<b>1 082</b>	<b>1 057</b>
Ribeirão Preto	1949-50	2 232	2 081	2 307	1 906	2 129	2 408	2 126	2 050
	1950-51	1 364	1 202	1 638	1 681	1 361	1 533	1 483	1 529
	1951-52	955	1 064	1 337	1 235	1 105	1 386	1 239	1 201
	1952-53	1 752	1 593	1 692	1 586	1 471	1 818	1 865	1 851
	<b>Médias</b>	<b>1 576</b>	<b>1 485</b>	<b>1 743</b>	<b>1 602</b>	<b>1 517</b>	<b>1 786</b>	<b>1 678</b>	<b>1 658</b>
Tatuí	1949-50	1 120	1 088	1 264	1 259	1 099	1 179	1 096	1 238
	1950-51	627	671	833	726	599	849	663	620
	1951-52	1 062	985	1 030	1 027	837	1 133	1 132	927
	1952-53	810	565	895	755	620	954	743	657
	1953-54	1 130	1 144	1 365	1 155	1 195	1 312	1 375	1 219
	<b>Médias</b>	<b>950</b>	<b>891</b>	<b>1 077</b>	<b>984</b>	<b>870</b>	<b>1 085</b>	<b>1 002</b>	<b>932</b>
Jahú	1949-50	1 846	1 929	1 817	1 839	1 725	1 925	1 814	1 873
	1950-51	1 614	2 004	2 054	2 035	2 043	2 286	2 351	2 037
	1951-52	1 843	2 506	2 124	2 238	2 262	2 269	2 451	2 179
	1952-53	961	1 263	1 583	1 242	1 225	1 549	1 587	1 311
	1953-54	605	719	648	618	663	557	693	608
	<b>Médias</b>	<b>1 374</b>	<b>1 684</b>	<b>1 645</b>	<b>1 594</b>	<b>1 584</b>	<b>1 717</b>	<b>1 779</b>	<b>1 602</b>
P. Bernardes	1951-52	2 113	2 189	1 961	2 160	1 914	1 763	1 751	2 127
	1953-54	1 386	1 439	1 310	1 498	1 577	1 273	1 464	1 682
	1954-55	1 574	1 514	1 365	1 426	1 414	1 355	1 383	1 551
	<b>Médias</b>	<b>1 691</b>	<b>1 714</b>	<b>1 545</b>	<b>1 695</b>	<b>1 635</b>	<b>1 464</b>	<b>1 533</b>	<b>1 787</b>
Pindorama I	1949-50	592	495	595	633	586	662	480	582
	1950-51	288	327	439	460	457	452	456	375
	<b>Médias</b>	<b>440</b>	<b>411</b>	<b>517</b>	<b>546</b>	<b>521</b>	<b>557</b>	<b>468</b>	<b>479</b>
Pindorama II	1952-53	1 323	1 150	1 487	1 402	1 138	1 613	1 135	1 236

tes, **1 sup, 1 Hip e 1 Ser**, ela se elevou para 78, 70 e 68%, e nos adubados com **2 sup, 2 Hip e 2 Ser**, para 78, 73 e 73%, respectivamente. Nota-se que o efeito do fósforo, sob qualquer forma, foi considerável, e que o de superfosfato foi bem mais pronunciado que o dos fosfatos naturais.

O pêso dos capulhos (sementes com fibra) e das sementes, bem como a porcentagem de fibra e o comprimento desta foram determinados em 1949-50, 1950-51 e 1951-52. Neste último ano o fósforo aumentou bastante o pêso dos capulhos e das sementes, mas seu efeito nos outros dois anos foi muito inconsistente. Em média dos três anos cada capulho das plantas adubadas com azôto mais potássio pesou 5,4 g, enquanto os provenientes das que receberam **1 sup, 1 Hip e 1 Ser** pesaram 5,6, 5,6 e 5,4 g, e os das adubadas com **2 sup, 2 Hip e 2 Ser**, 5,8, 5,7 e 5,7 g, respectivamente. O pêso médio de 100 sementes, que foi de 10,0 g nos canteiros sem fósforo, passou respectivamente para 10,2, 10,0 e 10,0 g nos que receberam **1 sup, 1 Hip e 1 Ser**, e para 10,2, 10,2 e 10,3 nos adubados com **2 sup, 2 Hip e 2 Ser**. A porcentagem de fibra e o comprimento desta praticamente não foram modificados pelo fósforo.

Deve-se assinalar que, a partir do segundo ano, em certos canteiros desta experiência foram observadas áreas apresentando plantas pouco desenvolvidas e com folhagem amarelo-citrina, especialmente nas partes mais novas. Como essas áreas só apareceram nos canteiros que não receberam superfosfato, atribui-se o fenômeno à deficiência de enxôfre.

### 3. 2 — ENSAIO DE MOCOCA

Instalado em 1949-50, na Estação Experimental de Mococa, foi repetido até 1952-53. A área utilizada, que foi adubada na cultura anterior, era de solo massapê-salmourão, com pH 5,6 e tendo, por 100 g de T.F.S.A., 1,4 g de matéria orgânica, 1,86 e. mg de Ca<sup>++</sup> trocável e 0,06 e. mg de PO<sub>4</sub><sup>---</sup> solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N.

Usou-se a variedade I.A. Campinas-817, que foi semeada nos últimos dias de outubro ou na primeira quinzena de novembro. A germinação foi satisfatória e o "stand" final variou, nos diversos anos, entre 71 e 81 % em média de todos os tratamentos, não se notando diferenças apreciáveis entre êstes.

O tempo correu muito chuvoso nos dois primeiros anos e, nos outros dois, houve períodos relativamente longos de seca durante a

frutificação; contudo, não foi inteiramente desfavorável, pois a produção, em média dos tratamentos com fósforo, foi de 175 arrôbas por alqueire no primeiro ano, 190 no segundo, 160 no terceiro e 169 no quarto. Nos canteiros que só receberam azôto e potássio é que ela caiu de pouco mais de 150 arrôbas nos dois primeiros anos para cerca de 100 arrôbas nos dois últimos.

O efeito da adubação com azôto mais potássio foi de apenas + 158 kg/ha (+ 25 %) em média dos quatro anos, e não alcançou significância. Deve-se dizer, contudo, que tendo sido de + 274 kg/ha no primeiro ano, êle caiu sucessivamente para + 250, + 88 e + 23 kg/ha nos anos seguintes. Essa queda parece uma conseqüência da crescente deficiência de fósforo nos canteiros adubados sômente com azôto e potássio.

Correspondentemente, a resposta ao fósforo, que foi de + 278 kg/ha (+ 35 %), e altamente significativa, em média dos quatro anos (e de tôdas as doses e formas usadas), do primeiro ano para o quarto cresceu sucessivamente de + 125 para + 273, + 321 e + 429 kg/ha. Enquanto o efeito médio da dose **1** foi de + 237 kg/ha (+ 30 %), o da dose **2** se elevou a + 319 kg/ha (+ 40 %), mas a diferença entre êles não foi significativa.

Em média dos quatro anos a produção com azôto mais potássio foi de 797 kg/ha e os aumentos devidos à adição de **1 sup**, **1 Hip** e **1 Ser** corresponderam respectivamente a 43, 25 e 21%; na mesma ordem, os devidos a **2 sup**, **2 Hip** e **2 Ser** alcançaram 52, 36 e 33 %. **Hip** e **Ser** se mostraram equivalentes e significativamente inferiores a **sup**. Essa inferioridade foi um pouco mais acentuada quando se usaram as doses simples.

As respostas aos três fosfatos variaram muito no decorrer do ensaio. Em média das duas doses, do primeiro ano para o quarto elas foram sucessivamente: com **sup**, de + 254, + 235, + 357 e + 666 kg/ha, correspondendo a + 27, + 25, + 53 e + 108 %; com **Hip**, de + 6, + 273, + 369 e + 318 kg/ha, correspondendo a + 1, + 29, + 55 e + 51 %; com **Ser**, de + 114, + 205, + 238 e + 303 kg/ha ou + 12, + 22, + 35 e + 49 %. Observa-se que **sup** aumentou consideravelmente a produção desde o primeiro ano, ao passo que os aumentos provocados pelos fosfatos naturais foram, então, muito pequenos, só se tornando satisfatórios nos três anos seguintes. Em média dêsses três anos, a relação entre os efeitos de **1 sup**, **1 Hip** e **1 Ser** foi de 100 : 74 : 54; entre os de **2 sup**, **2 Hip** e **2 Ser**, de

100 : 78 : 64. Como no ensaio de Campinas, também aqui a relação foi mais estreita quando se usaram as doses **2**.

A altura das plantas foi medida todos os anos. Geralmente as respostas às adubações estudadas foram paralelas, nos diversos anos, às observadas na produção, porém muito menos acentuadas que nesta. Em média dos quatro anos as plantas sem adubo mediram 47 cm e as com azoto mais potássio, 51 cm. Nos canteiros que receberam **1 sup, 1 Hip e 1 Ser**, as alturas foram de 60, 58 e 58 cm; nos adubados com **2 sup, 2 Hip e 2 Ser**, de 65, 62 e 60 cm, respectivamente.

O fósforo apressou a marcha da frutificação nos quatro anos. Na média destes, a primeira colheita contribuiu com 65 % para a produção total dos canteiros com azoto mais potássio, enquanto essa contribuição foi respectivamente de 72, 74 e 69 % nos que receberam **1 sup, 1 Hip e 1 Ser**, e de 73, 74 e 68 % nos adubados com **2 sup, 2 Hip e 2 Ser**.

O pêso dos capulhos e das sementes também foi apreciavelmente influenciado pela adubação fosfatada nos quatro anos. Em média destes, cada capulho dos canteiros adubados com azoto mais potássio pesou 5,0 g, ao passo que os das plantas que receberam as doses simples de **sup, Hip e Ser** pesaram respectivamente 5,5, 5,4 e 5,3 g, e os das adubadas com as doses duplas, 5,6, 5,5 e 5,4 g. Cem sementes dos canteiros sem fósforo pesaram 9,0 g; na mesma ordem acima, as das plantas adubadas com as doses simples de fósforo pesaram 9,5, 9,2 e 9,2 g, e as das adubadas com as doses duplas, 9,4, 9,4 e 9,3 g. Ao contrário, a influência do fósforo sobre a porcentagem de fibra, além de pequena, conforme o ano foi positiva ou negativa, e, em média dos quatro anos, foi nula. No comprimento da fibra, porém, ela foi sempre positiva, embora pequena; na média dos quatro anos as plantas adubadas com azoto mais potássio produziram fibra de 26,4 mm, ao passo que nas adubadas com **1 sup, 1 Hip e 1 Ser** o comprimento da fibra foi respectivamente de 26,9, 26,9 e 26,6 mm, e nas que receberam as doses duplas, 26,8, 26,9 e 26,7 mm.

### 3. 3 — ENSAIO DE RIBEIRÃO PRÊTO

Este foi conduzido na Estação Experimental de Ribeirão Preto, tendo sido instalado em 1949-50 e repetido nos três anos seguintes. A área utilizada, de terra-roxa-legítima, foi cultivada com milho nos dois anos anteriores, tendo recebido, em cada cultura, cerca de 60 kg/ha de  $P_2O_5$  e 20 kg/ha de  $K_2O$ . Seis amostras (compostas), tira-

das ao acaso na área do ensaio, revelaram que o solo tinha pH entre 6,2 e 6,4, e, em média, por 100 g de T.F. S. A., 3,1 g de matéria orgânica, 3,75 e. mg de  $\text{Ca}^{++}$  trocável e 0,15 e. mg de  $\text{PO}_4^{---}$  solúvel em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05 N.

A variedade usada foi I.A. Campinas-817, sendo plantada, salvo em 1951-52, nos últimos dias de outubro ou primeiros de novembro. Em 1951-52 também foi semeada nessa época; devido a fatores adversos, porém, todo o ensaio teve que ser novamente plantado em 4 de dezembro. No primeiro ano o "stand" inicial foi bom, mas o final caiu para 69 %, em média de todos os tratamentos; no segundo, tanto o inicial como o final foram muito baixos, em consequência do ataque de insetos, reduzindo-se o final a 45 %; ao contrário, nos terceiro e quarto anos os "stands" iniciais foram muito bons e os finais alcançaram respectivamente 81 e 71 %. Não foram observadas diferenças importantes entre os "stands" dos diversos tratamentos.

O tempo foi, em parte, desfavorável. Nos dois primeiros anos o solo estava suficientemente úmido por ocasião do plantio, mas seguiram-se 2-3 semanas de chuvas escassas; ao contrário, dezembro e janeiro foram demasiado chuvosos. Em 1951-52, a partir do plantio, que foi efetuado em princípios de dezembro, o tempo foi favorável. Finalmente em 1952-53 o solo tinha pouca umidade por ocasião do plantio e seguiram-se 10 dias de chuvas insuficientes; daí por diante as chuvas ficaram abaixo das normais, porém foram relativamente bem distribuídas. Em média de todos os tratamentos a produção foi de 350 arrôbas por alqueire no primeiro ano, baixou respectivamente para 238 e 192 arrôbas nos dois anos seguintes e elevou-se de novo a 274 arrôbas no quarto ano. Trata-se, portanto, de uma terra bastante fértil, pois as condições em que se desenvolveu o ensaio não foram, em regra, favoráveis.

A adubação com azôto mais potássio teve resposta ligeiramente negativa na média dos quatro anos, em consequência de depressões verificadas nas produções dos primeiro, segundo e quarto anos. Como a deficiência de fósforo não era grande, não se deve atribuir isso a desequilíbrio na nutrição, por excesso de azôto ou potássio. Os "stands", nesse tratamento, não revelaram reduções que justificassem essas depressões; contudo, como nos anos em que elas foram observadas o período imediato à semeadura correu sêco, é provável que a adubação

nos sulcos de plantio tenha prejudicado as plantas sem eliminá-las, conforme se tem verificado em muitos casos (**1, 8**).

Embora altamente significativo, o efeito médio do fósforo foi de apenas + 179 kg/ha (+ 12). Com as doses **1** e **2** as respostas a esse nutriente corresponderam respectivamente a + 9 e + 15 %, mas a diferença entre elas não foi significativa. Parece que para esses resultados contribuíram o fato de terem sido adubadas com fósforo as culturas anteriores ao ensaio, o pequeno efeito dos fosfatos naturais, o tempo desfavorável e o prejuízo que as plantas sofreram pela aplicação dos adubos nos sulcos de plantio.

A interação doses  $\times$  formas de fósforo não foi significativa, mas as diferenças entre os diversos fosfatos foram apreciáveis. Em média das duas doses os aumentos devidos a **sup**, **Hip** e **Ser** foram respectivamente de 280, 155 e 102 kg/ha (19, 10 e 7%), sendo que **Hip** e **Ser** foram equivalentes e significativamente inferiores a **sup**.

Isso, em média dos quatro anos. Quanto às tendências no decorrer do ensaio, em vista do que foi dito sobre os "stands", a semeadura tardia em 1951-52 e as depressões causadas pela adubação com azoto mais potássio, basta assinalar que, em média das duas doses de fósforo, do primeiro ano para o quarto os efeitos de **sup** foram sucessivamente de + 276, + 384, + 297 e + 162 kg/ha, ao passo que os de **Hip** baixaram para - 65, + 380, + 173 e + 133 kg/ha, e, os de **Ser**, para + 9, + 243, + 89 e + 68 kg/ha. Enquanto **sup** aumentou bastante a produção desde o primeiro ano, as respostas a **Hip** e **Ser** foram praticamente nulas nesse ano e só se tornaram apreciáveis nos três anos seguintes. Em média desses três anos a relação entre os efeitos de **1 sup**, **1 Hip** e **1 Ser** foi de 100 : 80 : 10 e, entre os de **2 sup**, **2 Hip** e **2 Ser**, de 100 : 81 : 82. Vê-se que, mesmo nessa média, o efeito de **1 Ser** foi insignificante, ao passo que o de **2 Ser** aproximou-se bastante do de **sup**. Quanto ao de **Hip**, nos últimos três anos foi relativamente bom com ambas as doses.

A altura das plantas foi medida em 1949-50, 1950-51 e 1951-52. Em média desses três anos, as plantas adubadas com azoto mais potássio mediram 105 cm; as que receberam, adicionalmente, **1 sup**, **1 Hip** e **1 Ser**, 108, 104 e 104 cm, e as adubadas com **2 sup**, **2 Hip** e **2 Ser**, 109, 107 e 103 cm, respectivamente.

Nos três primeiros anos a primeira colheita foi feita suficientemente cedo para se verificar que, neste ensaio, a influência do fós-

foro sôbre a marcha da frutificação foi muito pequena. Enquanto a primeira colheita forneceu, em média dos três anos, 37 % da produção nos canteiros com azôto mais potássio, nos que receberam as doses simples de **sup**, **Hip** e **Ser** ela forneceu respectivamente 39, 37 e 38%, e nos adubados com as doses duplas dêsses fosfatos, 40, 39 e 35%.

No pêso dos capulhos, na porcentagem de fibra e no comprimento desta a influência do fósforo foi favorável, mas muito pequena.

### 3. 4 — ENSAIO DE TATUI

Instalado em 1949-50, na Estação Experimental de Tatuí, foi repetido até 1953-54, sendo que neste último ano não se empregaram adubos. A área utilizada, de terra vermelha do glacial, já havia sido cultivada e adubada, pelo menos com fósforo, nos anos anteriores, tinha pH 5,4 e, por 100 g de T.F.S.A., 2,5 g de matéria orgânica, 2,8 e. mg de  $Ca^{++}$  trocável e 0,22 e. mg de  $PO_4^{---}$  solúvel em  $H_2SO_4$  0,05 N.

Usou-se a variedade I.A. Campinas-817, que foi sempre semeada nos últimos dias de outubro ou primeiros de novembro. Nos três primeiros anos os "stands" iniciais variaram entre 73 e 78 % e os finais caíram para 60-67%; nos dois últimos, porém, os iniciais foram bons e os finais alcançaram 85 e 91 %. Não se notaram diferenças importantes entre os "stands" dos diversos tratamentos.

Nos três primeiros anos as chuvas foram deficientes no período que se seguiu ao plantio, mas depois disso, salvo no segundo ano, as condições climáticas se tornaram favoráveis ao algodoeiro. No quarto ano houve um longo período sêco entre novembro e dezembro. Finalmente, no quinto, embora chovesse bem menos que normalmente, as chuvas foram relativamente bem distribuídas. Do primeiro ano para o quinto as produções, em média de todos os tratamentos, foram sucessivamente de 188, 113, 164, 121 e 200 arrôbas por alqueire.

Em média dos cinco anos a produção dos canteiros com azôto mais potássio foi de 891 kg/ha, praticamente a mesma que a dos canteiros sem adubo. Considerando tôdas as doses e formas, o efeito médio do fósforo foi de apenas + 11% e não chegou a alcançar o nível de significância. A diferença entre as duas doses também foi muito pequena. Todavia, essas médias foram prejudicadas pelas pequenas respostas aos fosfatos naturais.

De fato, em média das duas doses os efeitos de **sup**, **Hip** e **Ser** foram respectivamente de + 190, + 102 e + 10 kg/ha (+ 21, + 11 e + 1 %), sendo que a diferença entre **sup** e a média dos fosfatos naturais foi altamente significativa. **Hip** também foi significativamente superior a **Ser**.

Embora a interação anos  $\times$  tratamentos não tenha sido significativa, deve-se dizer que o efeito de **sup**, que foi de + 152 kg/ha (+ 17 %) em média do primeiro biênio, elevou-se a + 228 kg/ha (+ 29 %) na média do segundo biênio, e, no quinto ano (efeito residual), alcançou + 194 kg/ha (+ 17 %). Na mesma ordem, as respostas a **Hip** foram de + 57, + 139 e + 121 kg/ha (+ 6, + 18 e + 11 %), e, a **Ser**, de + 10, - 15 e + 63 kg/ha (+ 1, - 2 e + 6 %). O menor efeito no início do ensaio é atribuído, em parte, ao fato de ter sido a terra adubada com fósforo nas culturas anteriores. Deve-se acentuar também, que enquanto as respostas a **Ser** foram sempre muito pequenas, mesmo com suas doses duplas, as relações entre os efeitos (médias das duas doses) de **sup** e **Hip** foram respectivamente de 100 : 38 e 100 : 61 nos primeiro e segundo biênios, e de 100 : 62 no quinto ano. Nas médias dos cinco anos a relação entre os efeitos de **1 sup** e **1 Hip** foi de 100 : 50, e, entre os de **2 sup** e **2 Hip**, de 100 : 57.

Convém assinalar que no primeiro ano deste ensaio o efeito de **2 sup** foi bem menor que o de **2 Ser**, o que parece duvidoso, pois nos outros anos aconteceu sempre o contrário, tanto que nas médias dos períodos há pouco considerados, como nas dos cinco anos, **2 sup** ficou bem acima de **2 Ser**. Demais, com as doses **1**, mesmo no primeiro ano **sup** foi muito superior a **Ser**.

Nos três primeiros anos o fósforo praticamente não modificou a marcha da frutificação; nos dois últimos, porém, apressou-a consideravelmente. Em média destes dois anos, a contribuição da primeira colheita foi de 42 % nos canteiros com azoto mais potássio, elevando-se respectivamente para 51, 47 e 47 % nos que receberam **1 sup**, **1 Hip** e **1 Ser**, e para 54, 48 e 46 %, nos adubados com **2 sup**, **2 Hip** e **2 Ser**.

No pêso dos capulhos o efeito do fósforo também foi praticamente nulo nos três primeiros anos, mas tornou-se sensível nos dois últimos. Na média destes, cada capulho dos canteiros com azoto mais potássio pesou 4,9 g, ao passo que os dos canteiros adubados com as doses simples de **sup**, **Hip** e **Ser** pesaram respectivamente 5,4,

5,2 e 5,1 g, e os dos que receberam as doses duplas desses adubos, respectivamente 5,5, 5,2 e 5,2 g. Na porcentagem de fibra e no comprimento desta as diferenças foram sempre muito pequenas e inconsistentes.

### 3. 5 — ENSAIO DE JAHÚ

Conduzido na Estação Experimental de Jahú, numa área de terra-roxa que vinha sendo cultivada e adubada pelo menos com fósforo. Tendo sido instalado em 1949-50, foi repetido até 1953-54, sendo que neste último ano sem qualquer adubação.

A variedade usada foi I.A. Campinas-817. Nos quatro primeiros anos o "stand" final médio variou entre 83 e 94%; somente no último é que êle baixou para 74%. Não se observaram diferenças nos "stands" dos diversos tratamentos.

A não ser no último ano, quando houve um longo período sêco em novembro, de um modo geral o tempo foi favorável ao algodoeiro, e a produção, em média de todos os tratamentos, do primeiro para o quinto ano foi sucessivamente de 298, 331, 360, 316 e 103 arrôbas por alqueire. Trata-se, portanto, de uma terra bastante fértil. A acentuada queda na produção do último ano deve ser atribuída, em parte, ao "stand" mais baixo e ao tempo menos favorável.

Em média dos cinco anos a resposta à adubação com azôto mais potássio foi de + 310 kg/ha (+ 23 %) e altamente significativa. Quanto ao fósforo, seu efeito médio foi praticamente nulo, não se notando tendência para aumentar ou diminuir no decorrer do ensaio, o que certamente se deve à fertilidade da terra utilizada. Em tais condições, como seria de esperar, todos os fosfatos se mostraram equivalentes.

É interessante notar que, embora não tenha havido resposta ao fósforo no volume da produção e as colheitas tenham sido efetuadas um tanto tardiamente, nos três primeiros anos, quando se fizeram duas colheitas, observou-se que o nutriente em estudo apressou consistentemente a frutificação. Em média desses três anos a contribuição da primeira colheita foi de 69 % nos canteiros com azôto mais potássio, enquanto nos adubados com **1 sup**, **1 Hip** ou **1 Ser** ela se elevou respectivamente para 75, 75 e 72 %; nos que receberam **2 sup**, **2 Hip** ou **2 Ser**, para 75, 73 e 73 %. Contudo, no que toca ao pêso dos capulhos, à porcentagem de fibra e ao comprimento desta não se observaram diferenças consistentes no decorrer dos cinco anos.

## 3. 6 — ENSAIO DE PRESIDENTE BERNARDES

Este foi instalado em 1951-52, na fazenda Guarucaia, e repetido até 1954-55, sendo que neste último ano não foi adubado. O solo, arenito Bauru, tinha pH 6,9 e, por 100 g de T.F.S.A., 1,1 g de matéria orgânica, 2,58 e. mg de  $\text{Ca}^{++}$  trocável e 0,45 e. mg de  $\text{PO}_4$ ----solúvel em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05 N. A área utilizada vinha sendo cultivada, sem adubo, há mais de 10 anos, tendo produzido ínfimas colheitas de algodão nos últimos anos. Em 1949-50 recebeu forte dose de Hipperfosfato e foi semeada com mucuna, o que, sem nova adubação, elevou a produção, em 1950-51, a mais de 300 arrôbas de algodão por alqueire.

Usou-se a variedade I.A. Campinas-817, que foi sempre semeada no decorrer de novembro. No primeiro e nos dois últimos anos os "stands" finais variaram de 74 a 85 %, em média de todos os tratamentos, sem diferenças apreciáveis entre êstes. Em 1952-53, porém, êles foram fortemente prejudicados nos canteiros adubados, razão por que os resultados dêsse ano serão tratados separadamente. A produção elevou-se a 322 arrôbas por alqueire em 1951-52 e manteve-se em tórno de 235 arrôbas em 1953-54 e 1954-55.

Em média dos três anos considerados o efeito da adubação com azôto mais potássio foi nulo e, o do fósforo, depressivo, embora esta depressão não alcançasse significância. É interessante notar que enquanto as respostas aos dois fosfatos naturais foram nulas ou ligeiramente negativas, o efeito de **sup** foi significativamente depressivo, sendo que a depressão foi de 10 % com **1 sup**, elevando-se a 15 % com **2 sup**. O efeito negativo de **sup** foi observado nos três anos.

Tratando-se de um solo arenoso e com alto teor de fósforo facilmente assimilável pelas plantas, é provável que a depressão causada nos tratamentos com **sup** tenha sido provocada pelo excesso daquele nutriente, talvez apressando demasiadamente a maturação das plantas (9). Infelizmente não se pôde constatar isso, pois nos três anos só foi feita uma colheita.

Conforme esclarecido, os resultados obtidos em 1952-53 foram excluídos da apreciação acima porque as adubações usadas prejudicaram fortemente os "stands". De fato, enquanto o "stand" inicial dos canteiros sem adubo atingiu 81 %, os dos adubados com azôto e potássio ou com azôto, fósforo e potássio oscilaram entre 35 e 48 %; os "stands" finais foram, na mesma ordem, de 77 % ou de 33-46 %. Correspondentemente a produção dos canteiros sem adubo foi de

1 016 kg/ha, ao passo que as dos adubados variaram entre 655 e 772 kg/ha. A análise estatística revelou que as produções dos canteiros adubados foram significativamente inferiores à do tratamento sem adubo. Quer nos "stands" quer nas produções não houve diferenças consistentes entre o tratamento que só recebeu azoto e potássio e os que, adicionalmente, receberam os diversos adubos fosfatados, de onde se conclui que estes não aumentaram os danos causados por aqueles.

Esses prejuízos foram, sem dúvida, conseqüentes da aplicação do salitre e do cloreto de potássio nos sulcos de plantio. Em 1952-53 o período imediato ao plantio foi sêco, o que deve ter provocado excessiva concentração de sais no volume de solo que envolvia as sementes. Seja como fôr, as condições climáticas do ano agrícola em aprêço não foram extremas, pois os "stands" dos canteiros sem adubo foram satisfatórios e a produção deles atingiu 164 arrôbas por alqueire; trata-se, pelo contrário, de fato que em nosso meio se repete com muita freqüência (1, 5, 8).

### 3. 7 — ENSAIO DE PINDORAMA I (\*)

Conduzido em 1949-50 e 1950-51 na Estação Experimental de Pindorama, numa área de solo arenito Bauru que, nos anos anteriores, havia sido cultivada com milho, sem adubação.

A variedade usada foi I.A. Campinas-817, sendo semeada respectivamente em 18 e 9 de novembro em 1949-50 e 1950-51. Nos dois anos os "stands" iniciais foram um pouco superiores a 70 %, mas os finais ficaram reduzidos a 51 e 54 %, em média de todos os tratamentos, sem diferenças substanciais entre estes.

Em 1949-50 as chuvas foram excessivas em dezembro e janeiro, e, em 1950-51, deficientes em dezembro. Em conseqüência disso e dos baixos "stands" as produções foram de apenas 93 e 66 arrôbas por alqueire, respectivamente no primeiro ano e no segundo.

Em média dos dois anos a resposta à adubação com azoto mais potássio foi praticamente nula. O efeito médio do fósforo, porém, embora pequeno em números absolutos (+ 104 kg/ha), alcançou + 25 % e foi altamente significativo. Todavia, a diferença entre as duas doses não foi significativa.

(\*) A designação I serve para distinguir este ensaio de outro (Pindorama II) conduzido na mesma localidade.

No que toca às formas de fósforo, em média das duas doses as respostas a **sup**, **Hip**, e **Ser** foram respectivamente de + 126, + 96 e + 89kg/ha, não sendo significativas as diferenças entre elas. As interações doses × formas de fósforo e anos × tratamentos não foram significativas. Seja como fôr, convém assinalar que, em média das duas doses, a relação entre os efeitos de **sup**, **Hip** e **Ser** foi de 100:49:66 no primeiro ano e de 100:110:75 no segundo.

Embora tenha melhorado muito a posição dos fosfatos naturais no segundo ano, no primeiro, ao contrário do que em regra se observou nos outros ensaios em que houve efeito favorável do fósforo, ela já foi relativamente boa. Parece que nesse ano, com chuvas abundantes no período inicial da cultura, as quantidades de fósforo assimilável fornecidas por aqueles fosfatos foram suficientes para a pequena produção então obtida. No segundo ano a produção ainda foi menor, o que explica a boa posição dos citados fosfatos em relação a **sup**.

Em média dos dois anos a contribuição da primeira colheita para as correspondentes produções totais foi de 59 % nos canteiros com azôto mais potássio, respectivamente de 64, 62 e 65 % nos que receberam as doses **1** de **sup**, **Hip** ou **Ser**, e de 65, 60 e 66 % nos adubados com as doses **2** desses fosfatos.

O pêso médio de um capulho foi de 5,1 g no tratamento com azôto mais potássio, respectivamente de 5,3, 5,3 e 5,4 g nos que tiveram **1 sup**, **1 Hip** ou **1 Ser**, e de 5,4, 5,2 e 5,3 nos adubados com **2 sup**, **2 Hip** ou **2 Ser**. Na porcentagem de fibra e no comprimento desta o efeito do fósforo foi muito pequeno e inconsistente.

### 3. 8 — ENSAIO DE PINDORAMA II

Este também foi conduzido na Estação Experimental de Pindorama, numa área que havia sido ocupada, nos anos anteriores, com cana-de-açúcar, sem adubação. O solo, arenito Bauru, tinha pH 5,95 e, por 100 g de T.F.S.A., 1,1 g de matéria orgânica, 1,24 e. mg de  $Ca^{++}$  trocável e 0,03 e. mg de  $PO_4^{---}$  solúvel em  $H_2SO_4$  0,05 N. Instalado em 1951-52, foi repetido em 1952-53. Contudo, devido a várias irregularidades, a colheita do primeiro ano não pôde ser aproveitada.

Em 1952-53 a variedade utilizada foi I.A. Campinas-817, sendo semeada em 31 de outubro. Os "stands" inicial e final foram respectivamente de 83 e 82 % em média de todos os tratamentos. Toda-

via, enquanto nos canteiros sem adubo o inicial foi de 97 %, nos adubados somente com azôto mais potássio e nos que receberam, adicionalmente, **sup**, **Hip** ou **Ser**, êles baixaram respectivamente para 76, 89, 81 e 76 %; na mesma ordem, os "stands" finais foram de 96, 75, 87, 80 e 75%. Essas reduções são tribuídas à aplicação dos adubos nos sulcos de plantio e à deficiência de chuvas nos dias que se seguiram a êste. Observa-se que **sup** e, em menor escala, **Hip**, concorreram para atenuar o efeito prejudicial da adubação com azôto mais potássio.

Conforme esclarecido, em 1952-53, o período imediato ao plantio foi relativamente sêco. Depois disso, porém, choveu bastante, e, conquanto em dezembro as chuvas fôssem escassas, daí por diante o tempo foi favorável ao algodoeiro e a produção, em média de todos os tratamentos, elevou-se a 211 arrôbas por alqueire.

O efeito da adubação com azôto mais potássio foi negativo, e, embora não alcançasse o nível de significância, atingiu - 173 kg/ha. Em relação à produção dos canteiros que só receberam azôto e potássio, o efeito médio do fósforo foi de + 185 kg/ha. Entretanto, êsse aumento apenas serviu para compensar a depressão causada pela adubação sem fósforo, pois a produção dos canteiros sem adubo foi de 1 323 kg/ha, a dos adubados com azôto e potássio baixou para 1 150 kg/ha e a dos que tiveram fósforo se elevou, em média, tão somente a 1 335 kg/ha. A dose dupla de fósforo produziu praticamente o mesmo efeito que a simples.

Considerando as médias das duas doses, os efeitos de **sup**, **Hip** e **Ser** foram respectivamente de + 400, + 118 e + 37 kg/ha, sendo o de **sup** significativamente superior aos dos outros fosfatos. Apesar de tratar-se do segundo ano de aplicações, a relação entre os efeitos de **sup**, **Hip** e **Ser** foi de 100:30:9. Dos tratamentos individuais apenas as respostas a **1 sup** e **2 sup** foram significativas e alcançaram respectivamente + 337 e + 463 kg/ha. Isso em relação ao tratamento que só recebeu azôto e potássio, pois os aumentos devidos às adubações com azôto, potássio e **1 sup** ou **2 sup**, em comparação com a produção dos canteiros sem adubo, foram respectivamente de 164 e 290 kg/ha, sendo que apenas o último alcançou significância.

A contribuição da primeira colheita para a produção total foi de 79 % nos canteiros com azôto mais potássio e respectivamente de 86, 78 e 77 % nos que receberam **sup**, **Hip** ou **Ser**. O pêso médio

de um capulho das plantas sem adubo e das que só receberam azôto e potássio foi de 5,0 g, ao passo que os das adubadas com **sup**, **Hip** ou **Ser** pesaram respectivamente 5,4, 5,1 e 5,1 g. Na porcentagem de fibra e no comprimento desta as diferenças pelos diversos tratamentos foram insignificantes.

Nas condições dêste ensaio, parece que **sup** não agiu sòmente como fornecedor de fósforo, mas também como atenuante dos danos causados pelo excesso de concentração de sais nos sulcos de plantio. Tanto que seu efeito benéfico já se manifestou no "stand" inicial, antes que as plantas tivessem podido absorver nutrientes em escala apreciável. Assim sendo, a comparação com os outros fosfatos só vale para a aplicação dos adubos em contato com as sementes. Usando-se outro método de aplicação mais adequado, **sup** deixaria de ter aquêlo efeito suplementar.

#### 4 — DISCUSSÃO

Os ensaios de Jahú e de Presidente Bernardes foram instalados em terras que não necessitavam adubação fosfatada, e os de Pindorama, I e II, além de outros inconvenientes, só foram conduzidos por dois anos. Por êsses motivos, na parte inicial da presente discussão só serão considerados os ensaios de Campinas, Mococa, Ribeirão Preto e Tatuí, que foram instalados respectivamente em terra-roxa-misturada, solo massapê-salmourão, terra-roxa-legítima e solo glacial, e nos quais as respostas ao fósforo variaram entre sofríveis e muito boas. Do ensaio de Tatuí, que foi conduzido por cinco anos, será excluído o último (no qual, aliás, não foi adubado), de sorte que, em cada um dos quatro ensaios considerados — que, para referências, serão chamados "principais" — figurarão quatro anos de adubações e de colheitas.

Tendo em vista o que se disse nas discussões dos dois artigos anteriores (1, 5), nas comparações a serem feitas adiante serão tomados diferentes períodos dos ensaios, numa tentativa de aproveitar da melhor maneira as informações obtidas. Estas se acham resumidas no quadro 2 e na figura 1.

Na última linha do quadro 2 vê-se que, em média dos quatro anos dos ensaios considerados, os aumentos de produção devidos a **Hip** e **Ser** foram muito menores que os provocados por **sup**, e que a diferença contra **Ser** foi muito mais pronunciada quando se usaram

QUADRO 2. — Produções médias anuais de algodão em caroço dos canteiros adubados com azoto e potássio (**NK**) e correspondentes aumentos devidos a adições anuais de 40 e 80 kg/ha de  $P_2O_5$  (respectivamente doses **1** e **2**) nas formas de superfosfato (**sup**), Hiperfosfato (**Hip**) e fosfato Serrote (**Ser**). Os dados apresentados são médias dos resultados obtidos em diversos períodos, de quatro ensaios conduzidos durante quatro anos (ou mais) em diferentes tipos de solo do Estado de São Paulo

Períodos considerados	Prod. com NK	Doses 1			Doses 2			Média das 2 doses		
		sup	Hip	Ser	sup	Hip	Ser	sup	Hip	Ser
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
1.º ano (*)	1 215	196	12	45	273	56	125	234	34	85
2.º ano	958	301	168	54	299	179	173	300	173	114
3.º ano	830	270	196	90	405	330	206	337	263	148
4.º ano	755	305	167	78	434	276	238	370	222	158
Médias	940	267	135	66	352	210	185	310	172	126

(\*) O efeito de **2 Ser** no primeiro ano parece anormalmente elevado. V. cap. 3. 4.

as doses **1**. Em média das duas doses a relação entre os efeitos de **sup**, **Hip** e **Ser** foi de 100:55:41. Contudo, enquanto com as doses **1** essa relação foi de 100:51:25, com as doses **2** ela se estreitou para 100:60:53.

Todavia, essas médias globais mascaram informações importantes. Assim é que, enquanto a produção com azoto mais potássio caiu do primeiro para o quarto ano, o efeito do fósforo aumentou consideravelmente no decorrer dos anos, não somente em números relativos, como se observa na figura 1, mas também em números absolutos (Quadro 2): do primeiro ano para o quarto as respostas médias às duas doses de **sup** foram sucessivamente de + 234, + 300, + 337 e + 370 kg/ha. Isso acontece normalmente, porque as disponibilidades de fósforo vão diminuindo nos canteiros sem esse nutriente, ao passo que vão aumentando nos que o receberam, devido à acumulação de resíduos das adubações anteriores. Nota-se também que no primeiro ano, enquanto **sup** aumentou substancialmente a produção, as respostas a **Hip** e **Ser**, mesmo com suas doses duplas, foram muito pequenas; somente nos anos seguintes é que, com exceção de **1 Ser**, elas se tornaram apreciáveis, embora permanecessem muito inferiores às provocadas por **sup**.

Tratando-se de fosfatos de ação lenta, dever-se-ia esperar que, devido à influência do tempo e à acumulação, no solo, do fósforo não

utilizado pelas plantas, depois de algumas aplicações os efeitos de **Hip** e **Ser** tendessem a se aproximar do de **sup** (1). De fato essa tendência foi observada, até certo ponto, quanto a **Hip**. Assim é que, do primeiro ano para o quarto, as relações entre os efeitos de **1 sup** e **1 Hip** foram sucessivamente de 100:6, 100:56, 100:72 e 100:55; entre os de **2 sup** e **2 Hip** elas foram, na mesma ordem, de 100:21, 100:60, 100:81 e 100:64. No que toca a **Ser**, porém, as tendências foram inconsistentes, pois do primeiro ano para o quarto as relações entre os efeitos de **1 sup** e **1 Ser** foram sucessivamente de 100:23, 100:18, 100:33 e 100:26; entre os de **2 sup** e **2 Ser**, de 100:46, 100:58, 100:51 e 100:55.

A inconsistência observada com **Ser** foi, em parte, uma consequência do resultado obtido no primeiro ano do ensaio de Tatuí, quando o efeito de **2 Ser** foi superior ao de **2 sup**, resultado esporádico, pois não se repetiu nos outros anos dêsse ensaio nem foi observado no primeiro ano de qualquer dos outros três ensaios. Excluindo Tatuí, nas médias dêstes três ensaios as relações entre os efeitos de **2 sup** e **2 Ser** seriam de 100:35 no primeiro ano, 100:73 no segundo, 100:60 no terceiro e 100:64 no quarto.

Deve-se notar, também, que no segundo ano o efeito de **2 sup** foi igual ao de **1 sup**, o que parece indicar que, nesse ano, as plantas se satisfizeram com menor quantidade de fósforo. Daí, talvez, a elevação brusca, em relação ao primeiro ano, dos índices de **1 Hip** e **2 Hip**, bem como do de **2 Ser**. É duvidoso, porém, que, em condições normais, já no segundo ano os efeitos das citadas doses de **Hip** e **Ser** se aproximem tanto dos correspondentes efeitos de **sup**.

As relações que acabam de ser determinadas não são muito seguras, porque, além do número pequeno de ensaios e de sua insuficiente duração, êles foram conduzidos simultâneamente nas diversas localidades, de modo que o primeiro ano considerado foi sempre o mesmo ano agrícola 1949-50; o segundo, o ano agrícola 1950-51, e assim por diante. Como as condições climáticas influem consideravelmente no aproveitamento relativo dos diferentes fosfatos, é possível que nos presentes ensaios essa influência tenha mascarado, em parte, o efeito da repetição das aplicações.

Seja como fôr, o tempo, em cada ano agrícola, não foi igual nas quatro localidades. Assim, parece não restar dúvida de que, para a cultura do algodoeiro em terras deficientes de fósforo, no ano de sua aplicação tanto o efeito de **Hip** como o de **Ser** são muito pequenos,

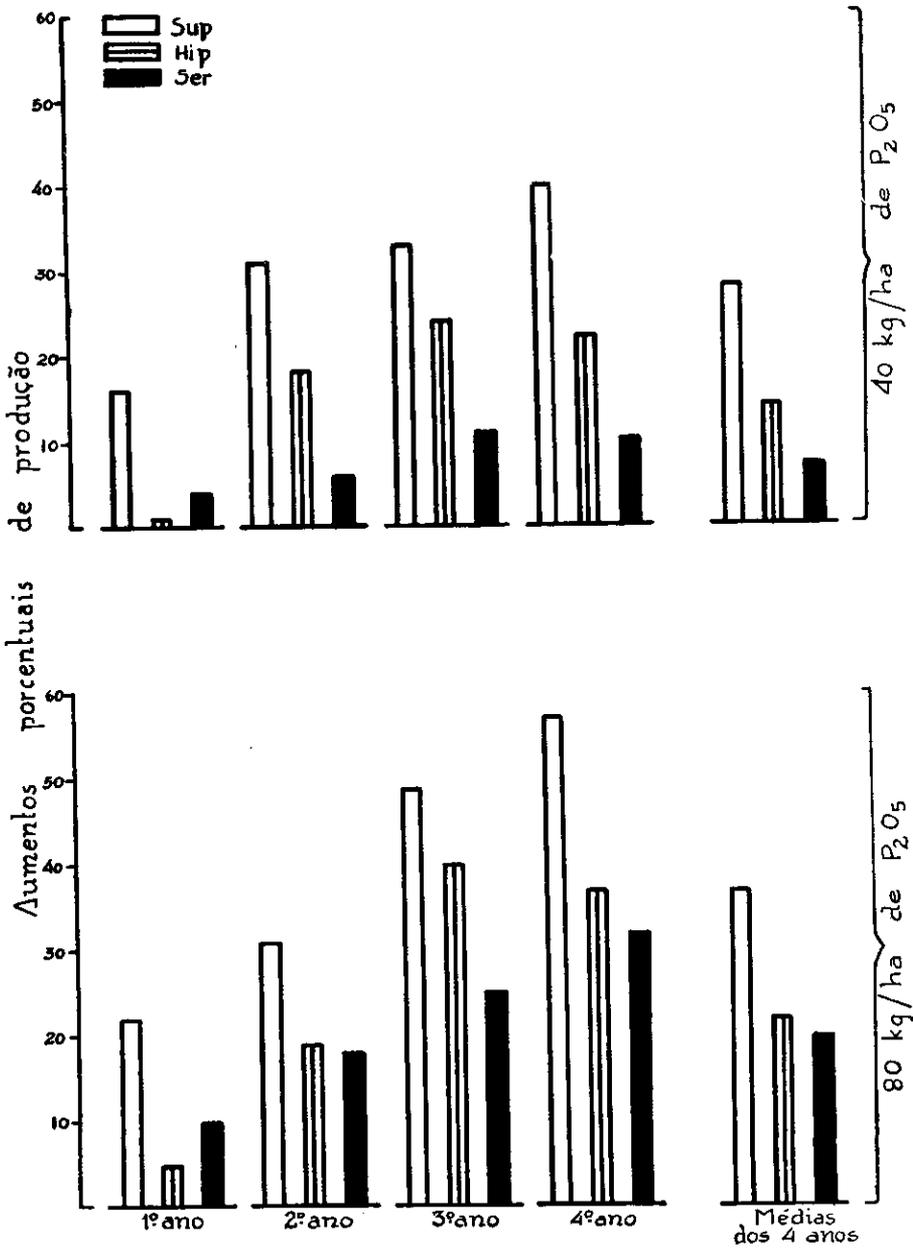


FIGURA 1. — Aumentos percentuais de produção devidos a adições anuais, à adubação com azôto e potássio, de 40 e 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas formas de superfosfato, Hiperfosfato ou fosfato Serrate. Os dados representam médias de quatro experiências conduzidas por quatro anos, nas quais as produções do tratamento com azôto + potássio, do 1.º ano para o 4.º, foram sucessivamente de 1215, 958, 830 e 755 kg/ha.

não se podendo esperar que, mesmo empregados em doses duplas de  $P_2O_5$ , êles possam substituir **sup**. Repetindo-se, porém, as aplicações, a partir do segundo ano, ou melhor, do terceiro, ao invés da dose recomendada de **sup** já se pode usar, com o mesmo resultado, cêrca do dôbro da quantidade de fósforo nas formas de **Hip** ou **Ser**, contanto que a dose mínima dêste último seja bem superior a 40 kg/ha de  $P_2O_5$ . É bem provável que, com a repetição dessas aplicações e a conseqüente acumulação de fósforo no solo, com o decorrer dos anos as doses de **Hip** ou **Ser** possam ser substancialmente reduzidas; todavia, o plano e a pequena duração dos presentes ensaios não permitem afirmar que assim aconteça.

Como cada um dos quatro ensaios "principais" foi conduzido em tipo de solo diferente, não se podem fazer discriminações neste sentido. O que se pode dizer é que em todos êles o efeito de **sup** foi muito superior aos de **Hip** e **Ser**, e que o dêste foi um pouco inferior ao de **Hip**. As relações entre as respostas aos três fosfatos foram praticamente as mesmas na terra-roxa-legítima ou misturada, no solo vermelho do glacial ou no solo massapê-salmourão.

Deve-se lembrar que dois ensaios instalados em solo arenito Bauru — os de Pindorama, I e II — apesar de nêles ter havido reação favorável ao fósforo, foram excluídos do grupo que acaba de ser estudado, em vista dos motivos apontados no início dêste capítulo. No de Pindorama I, conduzido por dois anos, já no primeiro ano os efeitos dos fosfatos naturais corresponderam à metade do de **sup**, e, no segundo, o de **Hip** foi igual e o de **Ser** apenas um pouco inferior ao de **sup**. Contudo, as produções obtidas nesse ensaio foram muito pequenas, de sorte que as quantidade de fósforo assimilável fornecidas pelos fosfatos naturais devem ter sido suficientes para as reduzidas necessidades das plantas. Quanto ao ensaio de Pindorama II, com boa produção, mesmo no segundo ano de aplicação os efeitos de **Hip** e **Ser** foram incomparavelmente menores que o de **sup**.

O efeito residual do fósforo foi observado no ensaio de Tatuí. Certamente porque a área utilizada para o ensaio havia sido adubada com êsse nutriente nas culturas anteriores, nos dois primeiros anos a resposta média às duas doses dos três fosfatos foi de apenas + 125 kg/ha (+ 17 %); na média dos dois anos seguintes, porém, ela se elevou para + 228 kg/ha (+ 29 %), e no quinto ano, quando não se aplicaram adubos, o efeito residual alcançou + 194 kg/ha (+ 17 %). Apesar de tratar-se de terra vermelha e com pH 5,4, tam-

bém quanto a êsse efeito **sup** se mostrou superior a **Hip** e **Ser**. Em Jahú e em Presidente Bernardes também não foram empregados adubos no último ano. Mas nesses ensaios, mesmo nos anos em que foram aplicados, os fosfatos estudados não aumentaram a produção.

Das colheitas feitas nos seis ensaios em que o fósforo aumentou a produção, 17 foram efetuadas em duas ou mais apanhas, permitindo verificar-se a influência do nutriente em estudo sobre a marcha da frutificação. Em três dêsses resultados anuais o fósforo não teve influência nesse sentido, mas em média dos outros 14 a contribuição da primeira apanha para a correspondente produção total foi de apenas 56 % nos canteiros que só receberam azôto e potássio, ao passo que nos adubados, adicionalmente, com **1 sup**, **1 Hip** ou **1 Ser**, essas contribuições foram de 63, 60 ou 59 %, e, nos que receberam **2 sup**, **2 Hip** ou **2 Ser**, de 64, 61 e 59 %, respectivamente. Vê-se que o fósforo apressou apreciavelmente a marcha da frutificação, e que, ainda aqui, **sup** se mostrou bem mais ativo que **Hip**, e êste um pouco mais que **Ser**.

Nos seis ensaios em que aumentou o volume da produção, o fósforo também aumentou sensivelmente o tamanho dos capulhos, sendo que o efeito de **sup** foi maior que o dos outros fosfatos. Na porcentagem de fibra e no comprimento desta, porém, a influência dêsse elemento foi geralmente muito pequena e inconsistente.

Os solos de seis ensaios foram analisados quimicamente. O número de ensaios é muito pequeno (e a variedade de tipos de solo muito grande) para tirarem-se conclusões seguras sobre as relações entre os resultados das análises e os efeitos verificados na produção. Contudo, convém assinalar o que foi observado, para que, juntando estas a outras comparações, oportunamente se possa fazer um estudo de conjunto envolvendo grande número de ensaios.

Não se encontrou qualquer relação entre as respostas aos diferentes fosfatos e os teores de matéria orgânica dos solos estudados. Aliás, o algodoeiro é geralmente cultivado em solos bem drenados, que estão longe de possuir o elevado teor de matéria orgânica e a acidez das terras humosas de baixada, nas quais a eficiência dos fosfatos naturais se aproxima muito da do superfosfato (**4**, **7**, **10**). Notou-se que o efeito médio do fósforo aumentou à medida que diminuíram os valores pH dos solos, os quais variaram entre 4,9 e 6,3. O aumento da acidez não trouxe, porém, qualquer melhoria na relação entre os efeitos de **Hip** ou **Ser** e o de **sup**, o mesmo acontecen-

do quando diminuiu o teor de  $\text{Ca}^{++}$  trocável. Nos três ensaios cujos solos tinham, por 100 g de T.F.S.A., 0,03 a 0,06 e. mg de  $\text{PO}_4^{---}$  solúvel em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05 N, os efeitos médios do fósforo foram de + 16, + 35 e + 40 %, e, os de **2 sup**, de + 40, + 52 e + 76 %; nos dois em que aquêles teores eram de 0,15 e 0,22 e. mg, os efeitos médios do fósforo baixaram para + 12 e + 15 %, e o de **2 sup**, para + 20 e + 22 %; finalmente, no ensaio cujo solo tinha 0,45 e. mg o efeito médio do fósforo e o de **2 sup** foram negativos.

Os resultados obtidos na presente série de experiências indicam que não parece viável a generalização do emprêgo de **Hip** ou **Ser** na cultura do algodoeiro em São Paulo, principalmente porque esta, em grande parte, é praticada por arrendatários e meeiros, que sem dúvida só se interessariam por êsses adubos se estivesse regulada, entre nós, a maneira de indenizá-los em tais casos. Para os proprietários, porém, desde que seus preços permitam, êles poderão ser de grande utilidade, sobretudo na execução de programas de melhoramento dos solos pobres de fósforo.

Existem, em São Paulo, grandes tratos de terra que, para tornarem-se altamente produtivos, basta que se lhes adicionem elevadas quantidades do elemento em questão, complementadas com doses moderadas de outros nutrientes. Em tais solos seria interessante experimentar-se a aplicação, de uma vez, de 1 a 2 t/ha de **Hip** ou **Ser**. Com essas adubações, provàvelmente as respostas a êsses adubos já seriam apreciáveis, mesmo no ano de sua aplicação; todavia, não se tendo experiências nesse sentido, seria mais seguro ignorar-se o emprêgo do fosfato natural e aplicar-se, adicionalmente, **sup** ou outro fosfato solúvel em doses apenas um pouco inferiores às indicadas para os solos em aprêço. A partir do segundo ano, porém, bastaria aplicarem-se, em cada cultura, doses de fosfato solúvel que correspondessem, aproximadamente, ao dôbro das quantidades retiradas pelas colheitas. Essas doses, destinadas tão sòmente a cobrir o desfalque causado pelas colheitas e outras possíveis perdas, seriam muito menores que as normalmente recomendadas para solos como os citados, quando não prèviamente adubados.

Experiências feitas no estrangeiro (**3**, **6**) indicam que o efeito dos fosfatos fàcilmente solúveis é maior quando êles são aplicados em sulquinhos laterais às linhas de sementes, ao passo que os fosfatos menos solúveis agem melhor quando são misturados com maior vo-

lume de solo, isto é, quando são aplicados uniformemente em toda a área a ser cultivada. Como nos ensaios aqui estudados os adubos foram empregados nos sulcos de plantio, dever-se-ia experimentar, em nosso meio, a possibilidade de aumentar a eficiência de **Hip e Ser** mediante a aplicação em toda a área. Provavelmente o modo mais prático seria distribuí-los antes da aração, para que, ao fazer-se esta, eles sejam parcialmente levados a maior profundidade e fiquem bem misturados com o solo. O fosfatos solúveis seriam empregados na ocasião do plantio e pela maneira acima indicada.

## 5 — CONCLUSÕES

Para comparar os fosfatos naturais Hiperfosfato e Serrote com superfosfato, entre 1949-50 e 1954-55 foram efetuados oito ensaios usando-se 0, 40 e 80 kg/ha de  $P_2O_5$  na presença de azoto e potássio (salitre do Chile e cloreto de potássio). Como em dois desses ensaios não houve reação favorável ao fósforo, as presentes conclusões se baseiam nos resultados obtidos nos outros seis, que foram localizados em diferentes tipos de solo do Estado de São Paulo (terra-roxa-legítima, terra-roxa-misturada, massapê-salmourão, glacial e arenito Bauru) e conduzidos por 2-5 anos nos mesmos canteiros.

a) Em média de quatro anos de quatro ensaios conduzidos por 4-5 anos, com a dose de 40 kg/ha de  $P_2O_5$  a relação entre os efeitos de superfosfato, Hiperfosfato e fosfato Serrote sobre a produção de algodão correspondeu a 100:51:25; com 80 kg/ha de  $P_2O_5$  essa relação foi de 100:60:53. As relações entre as respostas aos três fosfatos foram praticamente iguais nos diversos solos estudados.

b) O efeito médio do fósforo cresceu consideravelmente no decorrer dos anos. Todavia, enquanto no primeiro ano superfosfato já aumentou substancialmente a produção, as respostas a Hiperfosfato e fosfato Serrote foram, então, muito pequenas, mesmo quando usados nas doses duplas. Com a repetição das adubações, porém, melhoraram sensivelmente as posições desses fosfatos: a partir do segundo ou terceiro ano os efeitos das duas doses de Hiperfosfato foram, em regra, um pouco superiores à metade dos efeitos das correspondentes doses de superfosfato; com a dose simples o efeito de fosfato Serrote foi sempre muito pequeno, mas com a dose dupla elevou-se à metade do efeito da correspondente dose de superfosfato.

c) Os outros dois ensaios em que houve reação favorável ao fósforo só foram conduzidos por dois anos. De um modo geral, os resultados de um dêles confirmaram os acima descritos; quanto ao outro, já no primeiro ano os efeitos dos fosfatos naturais corresponderam à metade do de superfosfato, e, no segundo, foram aproximadamente iguais ao dêste adubo. Nos dois anos dêste último ensaio, porém, as produções foram muito pequenas e, aparentemente, exigiram muito pouco fósforo assimilável.

d) Nos seis ensaios considerados o fósforo aumentou apreciavelmente o pêso dos capulhos, sendo que o efeito de superfosfato foi maior que os dos outros fosfatos. Na porcentagem de fibra e no comprimento desta a influência do fósforo foi pequena e inconsistente. Na maioria dos casos o fósforo acelerou a marcha da frutificação; também nesse sentido o efeito de superfosfato foi bem mais pronunciado que o de Hiperfosfato, e, o dêste, um pouco maior que o de fosfato Serrote.

e) Em um dos ensaios, conduzido por cinco anos, não se aplicaram adubos no último ano. O efeito residual do fósforo foi relativamente muito bom, e, apesar de tratar-se de terra vermelha com pH 5,4, também nesse efeito superfosfato se mostrou superior a Hiperfosfato e fosfato Serrote.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH COTTON  
IX-TRIALS WITH VARIOUS PHOSPHORUS FERTILIZERS (3rd series)

**SUMMARY**

In this third paper on phosphorus fertilizers for cotton the authors report the results obtained in eight experiments carried out from 1949-50 to 1954-55, in which superphosphate was compared with Hyperphosphate and Serrote-phosphate (ground rock phosphates) on the basis of 0, 40 and 80 kilograms of  $P_2O_5$  to the hectare in the presence of nitrogen and potash. The experiments were conducted for 2-5 years in the same plots and located on different soil types of the Planalto Paulista.

In the average of the six experiments located on soil which responded to phosphorus, with the 40-kilogram rate of application the yield increases due to Hyperphosphate and Serrote-phosphate were respectively half and one fourth of that caused by superphosphate; with the 80-kilogram rate, however, the response to Hyperphosphate was a little superior and that of Serrote-phosphate about equal to half the effect of superphosphate. The relative responses to the three phosphates were practically equal in the various soil types, but they changed appreciably in the course of the experiments. In the first year, while superphosphate increased considerably the yields, the responses to the other phosphates were very poor, even when they were applied

at the 80-kilogram rate. However, starting from the second or third year the effects of the two rates of Hyperphosphate were a little superior to half the effects of the corresponding doses of superphosphate. Regarding Serrote-phosphate, at the 40-kilogram rate its effect was always very poor, but with the double rate it proved about half as efficient as superphosphate with the same amount of phosphorus.

#### LITERATURA CITADA

1. AGUIAR, HEITOR C., CORRÊA, D. MARCONDES, NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro VIII-Ensaios com diversos adubos fosfatados (2.<sup>a</sup> série). *Bragantia* 19:[331]-56. 1960.
2. CATANI, R. A. & NASCIMENTO, A. C. Solubilidade de alguns fosfatos naturais. *Rev. Agric.*, Piracicaba 27:149-168. 1952.
3. COOK, R. L. & HULBURT, W. C. Applying fertilizers. *In* Alfred Stefferud, ed. *The Yearbook of Agriculture* 1957. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957. p. 216-228.
4. DEICHMANN, E. ABC der Pflanzenernaehrung und Duengung. Speyer am Rhein, Jaegersche Buchdruckerei G. m. b. H., 1949. 176 p.
5. NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. VII-Ensaios com diversos adubos fosfatados (1.<sup>a</sup> série). *Bragantia* 18:[293]-316. 1959.
6. PIERRE, W. H. Phosphate fertilizers. *In* Alfred Stefferud, ed. *The Yearbook of Agriculture* 1943-47. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1947. p. 554-560.
7. PRJANISCHNIKOW, N. Die Düngerlehre. (Tradução, para o alemão, da 5.<sup>a</sup> edição russa, por M. v. Wrangell). Berlin, Paul Parey, 1922. 450 p.
8. RAMOS, ISMAR, NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. VI-Ensaios com doses crescentes de fósforo. *Bragantia* 18:[197]-221. 1959.
9. RUSSELL, E. J. Soil conditions and plant growth. 8.<sup>a</sup> edição, revista por E. W. Russell. London, Longmans, Green & Co., 1950. 635 p.
10. SCHNEIDEWIND, W. Die Ernaehrung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 5.<sup>a</sup> edição. Berlin, Paul Parey, 1922. 543 p.