

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 18

Outubro de 1959

N.º 14

ADUBAÇÃO DO ALGODOEIRO

VI — ENSAIOS COM DOSES CRESCENTES DE FÓSFORO (*)

ISMAR RAMOS e O. S. NEVES, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Algodão, e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo (**)*, Instituto Agrônomo

RESUMO

Neste artigo os autores apresentam os resultados obtidos em 13 ensaios de adubação do algodoeiro com doses crescentes de fósforo, empregadas sôzinhas ou na presença de azôto e potássio. Os ensaios foram conduzidos entre 1943-44 e 1947-48 em diferentes localidades da zona algodoeira do Estado de São Paulo, abrangendo vários tipos de solo.

Provavelmente por ter sido aplicada em contato com as sementes, a adubação com azôto e potássio reduziu o "stand" em cerca de 50% dos casos, e seu efeito sobre a produção, em média desse grupo, foi apenas um terço do obtido no grupo em que o "stand" não sofreu tal prejuízo. Tanto na presença como na ausência de azôto mais potássio a resposta média ao fósforo foi muito boa quando se usou a dose de 40 kg/ha de P_2O_5 , e ainda aumentou apreciavelmente quando se passou para 80 kg/ha; mas permaneceu a mesma com a dose de 120 kg/ha. Separando os ensaios conforme os tipos de solo, o efeito do fósforo foi muito maior na terra-roxa-legítima ou misturada, decrescendo substancialmente no solo massapé-salmourão e ainda mais no arenito Bauru. Na terra-roxa êle ainda aumentou quando se passou de 80 para 120 kg/ha de P_2O_5 . A presença de azôto mais potássio contribuiu para acentuar o efeito do fósforo na terra-roxa e no arenito Bauru, ao passo que o reduziu no massapé-salmourão, ao que parece por ter aquela adubação prejudicado o "stand" em todos os ensaios conduzidos nesse tipo de solo. Os resultados de alguns ensaios conduzidos em solos já adubados com fósforo nas culturas anteriores indicam a possibilidade de reduzirem-se as doses desse nutriente a serem empregadas em tais casos.

(*) Recebido para publicação em 9 de outubro de 1958.

O plano dos presentes ensaios foi elaborado pelo eng. agr. Ismar Ramos, então chefe da Subdivisão de Plantas Têxteis e da Seção de Algodão. Colaboraram na sua execução os engs. agrs. W. Schmidt, O. S. Neves, W. Lazzarini, Heitor C. Aguiar e Domingos Marcondes Corrêa, da Seção de Algodão, bem como os engs. agrs. W. Ribas, H. Morais, M. V. de Morais, J. Aloisi Sobrinho e O. Mamprin, respectivamente das Estações Experimentais de Capão Bonito, Jahú, Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto.

As análises estatísticas foram efetuadas pelo eng. agr. E. Abramides, da Divisão de Agronomia.

(**) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas para colaborar com técnicos do Instituto Agrônomo.

1 — INTRODUÇÃO

Em artigo anterior (7) foram relatados os resultados de 71 ensaios realizados entre 1935-36 e 1941-42 em diferentes localidades da zona algodoeira do Estado de São Paulo, e nos quais, além de outros tratamentos, foram comparadas doses de 40 e 80 kg/ha de P_2O_5 na presença de azoto mais potássio. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados de mais 13 ensaios conduzidos de 1943-44 a 1947-48 em 11 localidades da referida zona e nos quais se estudou o efeito de 40, 80 e 120 kg/ha de P_2O_5 na ausência e na presença de azoto mais potássio.

2 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO

Nos presentes ensaios foram comparados os tratamentos (1), p_1 , p_2 , p_3 , nk , np_1k , np_2k e np_3k , nos quais (1) significa sem adubo; p , fósforo; nk , azoto mais potássio. Os índices 1, 2 e 3 se referem às doses de fósforo, que foram respectivamente de 40, 80 e 120 kg/ha de P_2O_5 , na forma de superfosfato. De azoto foram empregados 20 kg/ha de N, na forma de salitre do Chile; de potássio, 30 kg/ha de K_2O , como cloreto. Os adubos foram aplicados nos sulcos de plantio e levemente misturados com a terra antes da distribuição das sementes.

Os ensaios foram do tipo fatorial 4×2 , usando-se o delineamento em blocos ao acaso, com seis repetições. A parte útil de cada canteiro constou de duas fileiras de 7,5m de comprimento e espaçadas de 1,10m, ou sejam $16,50m^2$. Nas fileiras as covas ficaram a 0,30m umas das outras. Cada cova recebeu cerca de 10 sementes e sempre que possível ficou, após o desbaste, com uma planta, sendo, portanto, de 50 covas ou plantas o "stand" perfeito de um canteiro.

O plantio, sempre com a variedade I.A. 7387-53998, foi geralmente efetuado na segunda quinzena de outubro; somente em alguns casos foi feito na primeira quinzena desse mês ou de novembro. A emergência das plantas ocorreu, em regra, dentro de 1-2 semanas. Geralmente o desbaste foi executado umas 3-4 semanas após a emergência das plantas; poucos foram os casos em que ele foi feito mais cedo ou mais tarde. Somente em alguns ensaios foram replantadas as covas inteiramente falhadas.

Segundo o plano acima foram executados, de 1943-44 a 1947-48, 13 ensaios em cinco diferentes tipos de solo do Estado de São Paulo. Dois desses ensaios foram anuais; os demais foram repetidos (adubados e plantados), nos mesmos canteiros, por dois ou mais anos. Detalhes sobre cada ensaio serão mencionados no capítulo 3.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISA AGRICOLA
CAMPUS

3 — RESULTADOS OBTIDOS

As produções obtidas em todos os ensaios se acham no quadro 1. A seguir são apresentadas informações complementares e discutidos os resultados de cada um deles.

3.1 — ENSAIO DE CAPÃO BONITO

Instalado em 1945-46 na Estação Experimental de Capão Bonito, em solo barrento do glacial, este ensaio foi repetido em 1946-47 e 1947-48. No primeiro ano o "stand" inicial, em média de todos os tratamentos, foi de 68% do "stand" perfeito, tendo o final baixado para 54%; em 1946-47 e 1947-48 os "stands" iniciais foram, em média, muito bons, e os finais alcançaram respectivamente 95 e 87%. No último ano o "stand" sofreu apreciável redução nos canteiros que receberam azoto e potássio.

A produção foi muito baixa no primeiro ano, boa no segundo e pequena no terceiro. O efeito principal NK foi positivo, mas pequeno e não significativo, em 1945-46 e 1946-47, enquanto, em 1947-48 foi significativamente negativo. No primeiro ano as respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo (médias das diferenças devidas ao fósforo na ausência ou presença de azoto mais potássio) foram respectivamente de +121, +102 e +87 kg/ha; no segundo essas respostas se elevaram respectivamente a +457, +571 e +508 kg/ha; finalmente, no terceiro ano elas foram de +368, +391 e +353 kg/ha. Todas essas respostas foram significativas, mas em nenhum ano as diferenças entre elas alcançaram significância estatística, e o estudo das componentes linear, quadrática e cúbica mostrou que o efeito do fósforo não tendeu a aumentar ou diminuir quando se aumentaram as doses desse nutriente. A interação $P \times NK$ não foi significativa em qualquer dos três anos, mas em todos eles o fósforo agiu bem melhor na ausência que na presença de azoto mais potássio.

A análise das médias dos três anos mostrou que a interação anos \times tratamentos foi significativa, indicando que, nos diferentes anos, não houve paralelismo na reação média aos diversos tratamentos. O efeito principal NK, bem como a interação $P \times NK$ não alcançaram significância estatística. As respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo foram todas significativas, mas não diferiram significativamente entre si. O estudo das componentes linear, quadrática e cúbica revelou que o efeito do fósforo não tendeu a se modificar com o aumento das doses. As respostas ao fósforo foram significativas tanto na presença como na ausência de azoto mais potássio, mas sempre foram mais pronunciadas na ausência desses nutrientes.

Para o estudo de conjunto a ser feito no capítulo 4 serão tomadas as médias dos dois primeiros anos. A análise estatística dessas médias revelou que as interações anos x tratamentos e $P \times NK$ não foram significativas; que o efeito NK , +79 kg/ha, foi significativo, e que as respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo, respectivamente +288, +336 e +298 kg/ha, foram significativas, sem diferirem estatisticamente entre si. As componentes linear e quadrática foram altamente significativas, mostrando que a curva da reação ao fósforo foi do tipo parabólico. Quer na presença quer na ausência de azoto mais potássio as respostas às três doses de fósforo foram significativas, mas sempre se mostraram bem maiores na ausência daqueles nutrientes; contudo, essa superioridade não alcançou o nível de significância.

3.2 — ENSAIO DE IBITINGA

Conduzido em 1943-44 e 1944-45 na fazenda Cambará, em solo derivado do arenito Bauru, com pH entre 6,40 e 6,70. Nos dois anos os "stands" médios foram de 93 e 94%. A adubação com azoto mais potássio mostrou tendência a prejudicá-los, principalmente no segundo ano.

A produção média foi muito boa em 1943-44, mas baixou extraordinariamente no ano seguinte. No primeiro ano o efeito principal NK foi positivo e altamente significativo. O efeito do fósforo aumentou linearmente e as respostas médias às doses 1, 2 e 3 desse nutriente foram respectivamente de +92, +224 e +357 kg/ha. As duas últimas respostas foram significativas, sendo também significativa a superioridade da resposta à dose 3 em relação à dose 1. O fósforo atuou praticamente da mesma maneira na ausência ou na presença de azoto mais potássio. No segundo ano não houve diferenças significativas entre os tratamentos: o efeito do fósforo tendeu a ser negativo na ausência de azoto mais potássio e ligeiramente positivo na presença desses nutrientes.

A análise das médias dos dois anos mostrou que as interações anos x tratamentos e $P \times NK$ não alcançaram significância estatística; que o efeito principal NK , +165 kg/ha, foi altamente significativo; que o efeito do fósforo cresceu linearmente com as doses, e que, das respostas médias às doses 1, 2 e 3 desse nutriente, respectivamente +17, +110 e +163 kg/ha, as duas últimas foram significativas. Estatisticamente os aumentos devidos às doses 2 e 3 não foram diferentes, mas foram superiores ao provocado pela dose 1. Embora a interação $P \times NK$ não tenha sido significativa, deve-se assinalar que as respostas às doses 1, 2 e 3 de fósforo foram muito maiores na presença de azoto mais potássio, tendo alcançado, então, +60, +147 e +212 kg/ha. Neste caso os dois últimos aumentos foram significativos

(não diferindo entre si, mas sendo estatisticamente superiores ao provocado pela dose 1), ao passo que na ausência de azoto mais potássio apenas a dose

QUADRO 1. — Produções de algodão em caroço, obtidas em 13 ensaios de adubação do algodoeiro com doses crescentes de fósforo, em diferentes localidades do Estado de São Paulo

LOCALIDADES	ANOS	T R A T A M E N T O S (*)							
		(1)	P ₁	P ₂	P ₃	nk	np ₁ k	np ₂ k	np ₃ k
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Capão Bonito -----	1945-46	204	334	305	370	274	383	376	283
	1946-47	704	1 337	1 328	1 363	1 026	1 307	1 544	1 383
	1947-48	413	845	770	822	285	590	710	582
	Médias	440	839	801	852	528	760	877	749
Ibitinga -----	1943-44	1 696	1 747	1 913	2 079	1 980	2 112	2 211	2 311
	1944-45	810	708	741	653	726	714	789	819
	Médias	1 253	1 227	1 327	1 366	1 353	1 413	1 500	1 565
Irapuã -----	1945-46	1 254	1 301	1 326	1 390	1 179	1 235	1 436	1 349
	1946-47	1 354	1 397	1 529	1 707	1 274	1 489	1 385	1 396
	Médias	1 304	1 349	1 428	1 548	1 226	1 362	1 411	1 373
Jahú -----	1943-44	829	900	906	849	848	962	979	926
	1946-47	447	614	689	675	493	702	688	754
	1947-48	905	1 287	1 371	1 236	814	1 191	1 315	1 466
	Médias	727	934	989	920	718	952	994	1 049
Mococa (I) -----	1943-44	1 664	1 955	1 938	2 080	1 821	2 026	2 016	1 757
	1944-45	1 802	1 910	2 088	2 103	1 597	2 100	2 111	2 172
	Médias	1 733	1 932	2 013	2 091	1 709	2 063	2 064	1 964
Mococa (II) -----	1945-46	1 091	1 134	1 289	1 211	1 031	1 265	1 165	1 293
	1946-47	669	893	1 000	959	790	1 026	916	1 037
	1947-48	838	1 001	1 255	1 104	1 154	1 315	1 301	1 494
	Médias	866	1 009	1 181	1 091	992	1 202	1 127	1 275
Orlândia -----	1943-44	1 142	1 533	1 663	1 712	1 495	1 955	2 174	2 238
	1944-45	557	1 201	1 467	1 421	862	1 478	1 745	1 658
	Médias	850	1 367	1 565	1 567	1 178	1 716	1 960	1 948
Pindorama (I) -----	1943-44	1 846	2 125	2 271	2 152	1 832	2 083	2 242	1 980
Pindorama (II) -----	1944-45	1 284	1 651	1 286	1 224	1 205	1 491	1 423	1 566
	1945-46	415	403	402	356	385	460	370	426
	1946-47	1 180	1 357	1 234	1 293	1 297	1 355	1 200	1 414
	1947-48	907	1 019	1 134	956	856	992	964	856
	Médias	947	1 107	1 014	957	936	1 075	989	1 065
Ribeirão Preto -----	1943-44	1 222	1 494	1 416	1 254	1 707	1 603	1 941	1 905
	1944-45	431	494	474	501	660	826	933	864
	Médias	827	994	945	877	1 183	1 215	1 437	1 384
Tatuva -----	1943-44	1 959	2 312	2 612	2 604	1 996	2 672	2 878	2 891
	1944-45	834	1 418	1 503	1 842	980	1 548	1 730	1 948
	Médias	1 396	1 865	2 058	2 223	1 488	2 110	2 304	2 420
Terra Roxa -----	1943-44	2 572	2 510	2 462	2 515	2 416	2 751	2 686	2 841
	1944-45	2 045	2 325	2 170	2 283	1 901	2 143	2 223	2 311
	1945-56	239	313	303	323	256	320	304	347
	1946-47	575	577	551	572	472	533	506	611
	Médias	1 358	1 431	1 371	1 423	1 261	1 437	1 430	1 528
Vinhedo -----	1943-44	1 117	1 403	1 364	1 196	1 383	1 421	1 557	1 473

(*) (1) = sem adubo; p₁ = 40 kg/ha de P₂O₅; p₂ = 80 kg/ha de P₂O₅; p₃ = 120 kg/ha de P₂O₅; n = 20 kg/ha de N; k = 30 kg/ha de K₂O.

3 alcançou o nível de significância. A resposta à adubação com azoto mais potássio também foi muito maior na presença do fósforo que na sua ausência.

3.3 — ENSAIO DE IRAPUÁ

Executado durante dois anos — 1945-46 e 1946-47 — na fazenda Esplanada, em solo vermelho, arenoso, derivado do arenito Bauru. O “stand” final médio foi de 76% no primeiro ano e 80% no segundo. Nos dois anos o “stand” foi prejudicado pela adubação com azoto mais potássio, sendo que no segundo a média dos tratamentos sem esses nutrientes foi de 89%, enquanto a dos tratamentos que os receberam baixou para 70%.

As produções foram boas nos dois anos. O efeito principal NK foi praticamente nulo no primeiro ano e ligeiramente negativo no segundo. A interação $P \times NK$ não alcançou significância em qualquer dos anos. O efeito do fósforo cresceu linearmente nos dois anos, sendo que as respostas médias às suas doses 1, 2 e 3 foram respectivamente de +52, +154 e +153 kg/ha em 1945-46 e +129, +143 e +238 kg/ha em 1946/47. Enquanto os aumentos devidos às doses 2 e 3 foram significativos no primeiro ano, no segundo apenas o provocado pela dose 3 alcançou significância, mas em nenhum dos anos foram significativas as diferenças entre os aumentos observados. Embora a interação $P \times NK$ não tenha sido significativa, deve-se dizer que no primeiro ano o efeito médio do fósforo foi maior na presença de azoto mais potássio, ao passo que no segundo aconteceu o contrário.

Na média dos dois anos as interações anos \times tratamentos e $P \times NK$ não foram significativas. O efeito principal NK, -64 kg/ha, foi significativo. A componente linear do fósforo foi altamente significativa, e as respostas médias às doses 1, 2 e 3, respectivamente +90, +155 e +196 kg/ha, foram significativas, sendo que as duas últimas não diferiram estatisticamente, mas foram significativamente superiores à primeira. Na presença de azoto mais potássio as respostas às três doses de fósforo foram significativas, sem diferença entre si, ao passo que na ausência daqueles nutrientes somente as respostas às doses 2 e 3 alcançaram significância.

3.4 — ENSAIO DE JAHÚ

Instalado em 1943-44 na Estação Experimental de Jahú, numa área de terra-roxa-misturada que já havia sido adubada com fósforo nas culturas anteriores, foi repetido, nos mesmos canteiros, até 1947-48. Por diversos motivos, porém, as produções de 1944-45 e 1945-46 não foram aproveitadas. Nos três anos aproveitados os “stands” iniciais e finais foram bons, variando

entre 82 e 94%. Em 1946-47 a adubação com azôto mais potássio reduziu um pouco o "stand".

A produção foi sofrível no primeiro desses três anos, baixa no segundo e boa no terceiro. Em nenhum ano a adubação com azôto mais potássio alcançou significância estatística, o mesmo acontecendo com a interação $P \times NK$. Em 1943-44 o efeito do fósforo também não foi significativo; na presença de azôto mais potássio, quando ele agiu melhor, as respostas às doses 1, 2 e 3 foram respectivamente de +114, +131 e +78 kg/ha. Em 1946-47, porém, as respostas médias às doses 1, 2 e 3 se elevaram respectivamente para +188, +218 e +245 kg/ha, sendo tôdas significativas, sem, contudo, diferirem estatisticamente entre si. As componentes linear e quadrática foram significativas. O efeito do nutriente em aprêço foi praticamente o mesmo na ausência ou presença de azôto mais potássio. Em 1947-48 a ação do fósforo foi ainda mais pronunciada, pois as respostas médias às doses 1, 2 e 3, respectivamente +380, +483 e +491 kg/ha, foram tôdas significativas, embora sem diferirem estatisticamente entre si. As componentes linear e quadrática foram significativas. Na presença de azôto mais potássio o fósforo agiu bem melhor que na sua ausência.

A análise das médias dos três anos mostrou que a interação anos \times tratamentos foi significativa, indicando que, nos diferentes anos, não houve paralelismo no comportamento dos diversos tratamentos. O efeito principal NK e a interação $P \times NK$ não alcançaram significância estatística. As respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo (+220, +269 e +262 kg/ha) foram significativas, sendo que as duas últimas não diferiram entre si, mas foram significativamente superiores à primeira. O estudo das componentes linear, quadrática e cúbica mostrou que o efeito do fósforo cresceu quando se passou da dose 1 para a 2, mas permaneceu praticamente o mesmo quando se usou a dose 3. As respostas às três doses foram significativas tanto na presença como na ausência de azôto mais potássio, mas no primeiro caso foram bem mais pronunciadas.

3.5 — ENSAIO DE MOCOCA (I)

Conduzido em 1943-44 e 1944-45 na Estação Experimental de Mococa, em solo massapê-salmourão. Nos dois anos o "stand" final médio foi de 81 e 80%, tendo sido, em ambos, mais reduzido nos canteiros que receberam azôto mais potássio.

A produção foi muito boa nos dois anos. A adubação com azôto mais potássio não alcançou significância estatística em qualquer dos anos, o mesmo acontecendo com a interação $P \times NK$. Em 1943-44 as respostas

médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo, respectivamente +248, +235 e +176 kg/ha, bem como a média delas, não foram significativas. Em 1944-45, porém, as respostas a essas doses foram significativas e se elevaram respectivamente para +305, +400 e +438 kg/ha, sem diferirem estatisticamente entre si. O efeito do fósforo cresceu linearmente com as doses empregadas. Conquanto a interação $P \times NK$ não tenha sido significativa em qualquer dos anos, deve-se esclarecer que o efeito das três doses de fósforo em 1943-44 foi muito menor, e, em 1944-45, muito maior na presença de azoto mais potássio.

A análise das médias dos dois anos mostrou que as interações anos \times tratamentos e $P \times NK$ não foram significativas; que o efeito principal NK foi praticamente nulo, e que as respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo, respectivamente +276, +317 e +307 kg/ha, foram tôdas significativas, sem diferirem estatisticamente entre si. O estudo das componentes linear e quadrática mostrou que o efeito do fósforo não se modificou com o aumento das doses empregadas. As respostas às três doses de fósforo foram significativas tanto na presença como na ausência de azoto mais potássio; a média das três doses foi ligeiramente superior no primeiro caso.

3.6 — ENSAIO DE MOCOCA (II)

Instalado em 1945-46 na Estação Experimental de Mococa, em solo massapê-salmourão, e repetido nos dois anos seguintes. Respectivamente em 1945-46, 1946-47 e 1947-48 os "stands" médios foram de 84, 84 e 72%. Nos dois primeiros anos eles foram mais baixos nos canteiros que receberam azoto mais potássio.

A produção foi boa no primeiro ano, sofrível no segundo e boa no terceiro. O efeito principal NK foi praticamente nulo nos dois primeiros anos; no terceiro, porém, atingiu a +267 kg/ha e foi altamente significativo. A interação $P \times NK$ não alcançou significância em qualquer ano. Quanto ao fósforo, aumentou linearmente a produção em todos os anos: no primeiro as respostas médias às doses 1, 2 e 3 foram respectivamente +138, +166 e +191 kg/ha; no segundo, +230, +229 e +268 kg/ha; no terceiro, +162, +282 e +303 kg/ha. Dêsses aumentos só não foi significativo o devido à dose 1 no terceiro ano. As diferenças entre as respostas às três doses não alcançaram o nível de significância. Embora a interação $P \times NK$ não tenha sido significativa, deve-se acrescentar que o efeito médio do fósforo foi maior na presença de azoto mais potássio em 1945-46 e menor em 1946-47 e 1947-48.

A análise das médias dos três anos revelou que as interações anos x tratamentos e $P \times NK$ não foram significativas e que o efeito NK foi positivo e significativo. O efeito do fósforo foi linear e as respostas médias às doses 1, 2 e 3, respectivamente +176, +225 e +254 kg/ha, foram significativas. Comparando os três aumentos, somente o provocado pela dose 3 foi significativamente superior ao devido à dose 1. O efeito médio das três doses de fósforo foi praticamente o mesmo na presença ou ausência de azoto mais potássio.

A análise das médias dos dois primeiros anos mostrou que as interações anos x tratamentos e $P \times NK$ não foram significativas; que o efeito NK também não foi significativo; que o efeito do fósforo foi linear e as respostas às doses 1, 2 e 3 alcançaram respectivamente +184, +198 e +230 kg/ha, sendo tôdas significativas, mas sem diferirem estatisticamente entre si. Em média das três doses o efeito do nutriente em aprêço foi sensivelmente o mesmo na ausência ou presença de azoto mais potássio.

3.7 — ENSAIO DE ORLÂNDIA

Conduzido em 1943-44 e 1944-54 na fazenda Mosquito, em terra-roxa-misturada com pH variando entre 6,30 e 6,95. Os "stands" médios foram de 88 e 95% respectivamente no primeiro ano e no segundo, não se observando diferença entre os tratamentos.

A produção foi boa nos dois anos. Tanto em 1943-44 como em 1944-45 o efeito principal NK foi positivo e altamente significativo, alcançando, na média dos dois anos, +363 kg/ha. As respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo também foram muito boas e significativas, quer no primeiro ano quer no segundo, e em média dos dois anos atingiram respectivamente a +527, +749 e +744 kg/ha. Os aumentos devidos às doses 2 e 3, praticamente iguais, foram significativamente superiores ao provocado pela dose 1. As componentes linear e quadrática foram significativas, mostrando que o efeito do fósforo não aumentou quando se passou da segunda dose para a terceira. Em média, o efeito do nutriente em aprêço foi ligeiramente superior na presença de azoto mais potássio, mas a interação $P \times NK$ não foi significativa.

3.8 — ENSAIO DE PINDORAMA (I)

Executado em 1943-44 na Estação Experimental de Pindorama, em solo arenito Bauru cujo pH variava em tôrno de 6,30. Em média o "stand" inicial foi de 89%, mas o final baixou para 62%, tendo para isso contribuído a adubação com azoto mais potássio.

A produção foi muito boa. O efeito da adubação com azoto mais potássio foi praticamente nulo, mas as respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo foram respectivamente de +265, +418 e +227 kg/ha, sendo um pouco maiores na ausência de azoto mais potássio. Contudo, nem o efeito do fósforo nem as interações alcançaram significância.

3.9 — ENSAIO DE PINDORAMA (II)

Conduzido de 1944-45 a 1947-48 na Estação Experimental de Pindorama, em solo arenito Bauru. O "stand" final médio foi de 91% em 1944-45 e 86% em 1946-47, mas baixou a 45% em 1945-46 e a 61% em 1947-48. A adubação com azoto mais potássio o prejudicou em 1946-47 e 1947-48.

A produção foi boa no primeiro ano, caiu extraordinariamente no segundo, foi novamente boa no terceiro e apenas sofrível no quarto. Em nenhum ano o efeito principal NK e a interação $P \times NK$ alcançaram significância estatística. O efeito do fósforo variou consideravelmente. Em 1944-45, das respostas médias às doses 1, 2 e 3, respectivamente +327, +110 e +150 kg/ha, somente a primeira foi significativa. A média das respostas às três doses atingiu a +288 kg/ha na presença de azoto mais potássio, baixando para +103 kg/ha na ausência desses nutrientes, não sendo, porém, significativa a diferença entre essas médias. Em 1945-46 o fósforo praticamente não produziu efeito. No ano seguinte a situação melhorou um pouco, mas nem as respostas às doses individuais nem as médias das respostas às três doses, de +115 kg/ha na ausência e de +26 kg/ha na presença de azoto mais potássio, alcançaram significância estatística. Finalmente, em 1947-48 o efeito médio, bem como as respostas às doses 1, 2 e 3, respectivamente, +124, +167 e +24 kg/ha, não alcançaram significância estatística. Também neste ano a presença de azoto mais potássio concorreu para diminuir o efeito do fósforo.

A análise das médias dos quatro anos revelou que as interações anos \times tratamentos e $P \times NK$ não foram significativas, o mesmo acontecendo com o efeito principal NK. As respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo, respectivamente +150, +60 e +70 kg/ha, foram significativas, sendo o aumento devido à dose 1 significativamente superior ao provocado pelas doses 2 e 3. Em média das três doses o efeito do fósforo foi ligeiramente melhor na presença de azoto mais potássio.

Analisando as médias dos dois primeiros anos verificou-se que a interação anos \times tratamentos foi altamente significativa, indicando que os adubos agiram diferentemente nos dois anos, o que, aliás, já se viu anteriormente. O efeito NK, bem como a interação $P \times NK$ não alcançaram

o nível de significância. Contudo, a presença do fósforo contribuiu para melhorar o efeito da adubação com azoto mais potássio, que aumentou à medida que se elevaram as doses daquele nutriente, atingindo a +206 kg/ha com sua dose 3. Das respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo, respectivamente +178, +48 e +71 kg/ha, somente a primeira foi significativa. O aumento devido à dose 1 foi o mesmo na ausência ou presença de azoto mais potássio, sendo significativo nos dois casos, mas as respostas às doses 2 e 3 foram ligeiramente negativas na ausência daqueles nutrientes, ao passo que se elevaram respectivamente para +101 e +201 kg/ha na sua presença, sendo que a última resposta foi significativa.

3.10 — ENSAIO DE RIBEIRÃO PRÊTO

Executado por dois anos — 1943-44 e 1944-45 — na Estação Experimental de Ribeirão Prêto, em terra-roxa-legítima adubada com fósforo nas culturas anteriores e cujo pH oscilava um pouco em torno de 6,15. No primeiro ano o “stand” médio foi de 96%, sem diferença entre os tratamentos; no segundo foi de 87%, tendo sofrido pequenas reduções em vários canteiros adubados com azoto mais potássio.

A produção foi boa em 1943-44, mas baixou para menos da metade no ano seguinte. O efeito principal NK foi positivo e altamente significativo nos dois anos, ao passo que as respostas médias ao fósforo, embora sempre positivas, não alcançaram significância estatística em qualquer dêles. A interação P x NK também não foi significativa.

A análise das médias dos dois anos mostrou que as interações anos x tratamentos e P x NK não foram significativas; que o efeito principal NK, +394 kg/ha, foi altamente significativo, e que, das respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo, +100, +186 e +125 kg/ha, a segunda foi significativa, não diferindo estatisticamente das outras duas. O efeito do fósforo foi maior na presença de azoto mais potássio. Neste caso, as doses 2 e 3 aumentaram a produção de respectivamente 254 e 201 kg/ha e foram significativas; estatisticamente, o aumento devido à dose 2 não foi diferente do devido à dose 3, mas foi superior ao provocado pela dose 1.

3.11 — ENSAIO DE TAIUVA

Localizado na fazenda Santa Maria, em terra-roxa-misturada com pH entre 5,80 e 6,25, tendo sido conduzido em 1943-44 e 1944-45. Nos dois anos o “stand” médio atingiu a 90%, apesar de, no primeiro, ter sido um pouco prejudicado pela adubação com azoto mais potássio.

A produção foi muito boa em 1943-44, mas caiu consideravelmente no ano seguinte. O efeito principal NK foi positivo nos dois anos, sendo

que no primeiro foi altamente significativo e no segundo quase alcançou o nível de significância. Em 1943-44 as respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo atingiram a +514, +768 e +770 kg/ha e foram tôdas significativas, sendo também significativas as diferenças entre a dose 1 e as outras duas. As componentes linear e quadrática foram significativas, mostrando que a curva da reação ao fósforo foi do tipo parabólico. Em 1944-45 as respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo, tôdas significativas, alcançaram +576, +710 e +988 kg/ha. Os aumentos devidos às doses 1 e 2 não diferiram estatisticamente, mas o provocado pela dose 3 foi significativamente superior aos outros. O efeito do fósforo cresceu linearmente com as doses empregadas. A interação $P \times NK$ não foi significativa; deve-se notar, contudo, que no segundo ano o fósforo agiu mais ou menos igualmente na ausência ou presença de azôto mais potássio, ao passo que no primeiro a resposta a qualquer das doses foi muito maior na presença daqueles nutrientes

A análise conjunta dos dois anos mostrou que as interações anos \times tratamentos e $P \times NK$ não foram significativas, e que o efeito principal NK , +195 kg/ha, foi altamente significativo. As respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo, respectivamente +545, +739 e +880 kg/ha, foram significativas, sendo também significativas as diferenças entre elas. As componentes linear e quadrática foram significativas, mostrando que a reação ao fósforo foi de natureza parabólica. Conquanto a interação $P \times NK$ não tenha sido significativa, convém acentuar que as respostas às três doses de fósforo foram bem maiores na presença de azôto mais potássio, e que, por sua vez, o efeito destes nutrientes foi muito maior na presença do fósforo.

3.12 — ENSAIO DE TERRA ROXA

Instalado em 1943-44 na fazenda Iracema, foi repetido nos três anos seguintes. A área utilizada era de terra-roxa-misturada com pH entre 6,40 e 6,70. De 1943-44 para 1946-47 o "stand" médio foi sucessivamente de 86, 82, 78 e 89%. No segundo ano e no quarto o "stand" sofreu apreciável redução nos canteiros que receberam azôto e potássio.

A produção foi muito boa nos dois primeiros anos, mas baixou extraordinariamente nos dois últimos. Em nenhum ano o efeito da adubação com azôto mais potássio foi significativo, o mesmo acontecendo com a interação $P \times NK$. Quanto ao fósforo, em 1943-44 as respostas às doses 1, 2 e 3 foram respectivamente de +335, +270 e +425 kg/ha na presença de azôto mais potássio e negativas na ausência desses nutrientes, mas nenhuma delas alcançou significância. Em 1944-45 as respostas médias às doses 1, 2 e 3, respectivamente +261, +224 e +324 kg/ha, foram signifi-

cativas, sem diferirem estatisticamente entre si. Em 1945-46 somente a resposta à dose 3, de +87 kg/ha em média dos tratamentos com e sem azoto mais potássio, foi significativa. Finalmente em 1946-47, mesmo na presença de azoto mais potássio, quando seu efeito foi muito mais pronunciado, nenhuma resposta ao fósforo foi significativa.

A análise das médias dos quatro anos revelou que as interações anos x tratamentos e $P \times NK$ não foram significativas, o mesmo acontecendo com o efeito principal NK . As respostas médias às doses 1, 2 e 3 de fósforo, respectivamente +125, +91 e +166 kg/ha, foram todas significativas. Os aumentos devidos às doses 1 e 2 não foram estatisticamente diferentes, mas o devido à dose 3 foi significativamente superior ao provocado pela dose 2. A componente linear foi altamente significativa, indicando que o efeito do fósforo aumentou quando se aplicaram doses maiores. Embora a interação $P \times NK$ não tenha sido significativa, convém assinalar que as respostas às três doses de fósforo foram muito maiores na presença de azoto mais potássio.

Analisando as médias dos dois primeiros anos, verificou-se que as interações anos x tratamentos e $P \times NK$, bem como o efeito NK , não alcançaram significância estatística; que o efeito do fósforo cresceu linearmente e as respostas às doses, 1, 2 e 3, respectivamente de +199, +152 e +254 kg/ha, foram significativas, sem diferirem estatisticamente entre si. Enquanto na ausência de azoto mais potássio as respostas a essas doses foram muito pequenas e não significativas, na presença desses nutrientes alcançaram respectivamente +288, +296 e +418 kg/ha, sendo todas significativas, mas não diferindo estatisticamente entre si.

3.13 — ENSAIO DE VINHEDO

Conduzido em 1943-44 na fazenda Rio da Prata, em solo massapê-salmourão já adubado com fósforo nas culturas anteriores. O "stand" final foi de 85% notando-se, pequena redução nos canteiros com p_3 e nk .

A produção foi boa. A análise estatística revelou que o efeito principal NK , +188 kg/ha, foi significativo, e que o efeito médio do fósforo não alcançou o nível de significância. Acontece, porém, que o aumento devido à dose 3 de fósforo foi de apenas 85 kg/ha, ao passo que as doses 1 e 2 provocaram aumentos de respectivamente 162 e 200 kg/ha, tendo êste ultrapassado o nível de significância. Das componentes, somente a quadrática foi significativa, mostrando que a produção tendeu a diminuir quando se passou para a dose maior. A interação $P \times NK$ não foi significativa; os resultados indicam, todavia, que o fósforo empregado sozinho agiu melhor

que na presença de azóto mais potássio, tendo sido significativo o aumento devido ao tratamento p_1 , de 286 kg/ha, e quase significativo o provocado pelo tratamento p_2 , de 247 kg/ha.

4 — ESTUDO DE CONJUNTO E DISCUSSÃO

4.1 — GENERALIDADES

Em média dos 13 ensaios, envolvendo 31 resultados anuais, os tratamentos sem fósforo [(1) e **nk**] produziram 1 171 kg/ha e as respostas às doses 1, 2 e 3 desse nutriente foram respectivamente de +228, +299 e +292 kg/ha. Para essas médias contribuíram, com o mesmo pêso, dois ensaios anuais, seis conduzidos por dois anos, dois que duraram três anos e três que se prolongaram por 4-5 anos. Essa diversidade de duração é tanto mais inconveniente quanto se sabe que nos canteiros adubados com fósforo este elemento vai-se acumulando continuamente, enquanto nos que não o recebem as disponibilidades se reduzem cada vez mais. Disso resulta que, até certo ponto, o efeito do nutriente em aprêço aumenta com o correr dos anos. Por outro lado, a repetição da cultura do algodoeiro no mesmo terreno pode provocar decréscimo na produção, de sorte que geralmente o efeito do fósforo se torna maior apenas em números relativos, diminuindo, porém, em números absolutos. Em vista dos inconvenientes citados, este agrupamento não é utilizado no presente estudo.

Tomando somente o primeiro ano de cada um dos 13 ensaios, a produção média dos canteiros sem fósforo alcançaria 1 424 kg/ha e as respostas às doses 1, 2 e 3 desse nutriente seriam respectivamente de +204, +262 e +247 kg/ha. Neste caso, porém, além de se perderem valiosas informações, representadas pelos resultados obtidos em outros anos, não se levaria em conta o efeito residual, que, sobretudo no caso do fósforo, é de grande importância quando se deseja ter uma idéia da sua rentabilidade (2, 6).

Outra solução seria tomarem-se os dois primeiros anos dos 10 ensaios conduzidos consecutivamente por esse período. Assim fazendo, a produção média sem fósforo seria de 1 225 kg/ha e as respostas às suas doses 1, 2 e 3 seriam de +241, +300 e +326 kg/ha. Com este agrupamento, porém, perder-se-iam três ensaios, número que, para um total de 13, é relativamente importante.

Em vista do exposto, o estudo a ser feito daqui por diante será baseado nos 13 ensaios, sendo que, na formação de médias, três deles, conduzidos somente por um ano (como tal foi também considerado o ensaio de Jahú pelos motivos citados no capítulo 3), entrarão, naturalmente, com seus

resultados anuais, enquanto os outros 10 serão representados pelas médias dos dois primeiros anos. Convém dizer desde logo que cada um dos três ensaios anuais pertence a um dos principais tipos de solo envolvidos no presente estudo, o que facilitará a separação em grupos segundo êsse ponto de vista.

O pequeno inconveniente de introduzirem-se os três ensaios anuais será largamente compensado pela vantagem de se aproveitarem as informações fornecidas pelos 13 ensaios, 10 dos quais representados pelas médias de dois anos, que incluem pelo menos uma parte do efeito residual do fósforo aplicado no primeiro ano. Acresce ainda que as médias dos grupos que se formarem oferecerão maior possibilidade de generalização, porque serão constituídas de resultados individuais bem distribuídos em quatro anos agrícolas (1943-44 a 1946-47) cujas condições climáticas foram muito diferentes.

Assim é que, conforme dados existentes nos arquivos da Seção de Algodão, 1943-44 foi um ano bastante favorável à cultura do algodoeiro, ao passo que 1944-45 e 1945-46 foram desfavoráveis e 1946-47 foi apenas sofrível. Correspondentemente, a produção média do Estado de São Paulo (1), que foi, em 1943-44, de 142,5 arrobas de algodão em caroço por alqueire, baixou sucessivamente para 87,7 e 87,2 arrobas nos dois anos seguintes, para melhorar um pouco em 1946-47, quando alcançou 103,4 arrobas. Ora, dos 23 resultados anuais fornecidos pelos 13 ensaios em aprêço, nove foram obtidos no ano mais favorável, 11 nos dois anos desfavoráveis e três no ano apenas sofrível. Se, por exemplo, fôsse tomado somente o primeiro ano de cada ensaio, além dos outros inconvenientes já mencionados, nove dos 13 resultados por êles fornecidos teriam sido obtidos no ano mais favorável à produção e apenas quatro nos dois anos desfavoráveis.

As médias gerais dos 13 ensaios (com 23 resultados anuais) se acham na parte inferior do quadro 2. Pode-se verificar facilmente que os valores das respostas à três doses de fósforo se situam entre os estudados anteriormente, o que representa mais uma razão a favor do agrupamento escolhido.

4.2 — EFEITO DA ADUBAÇÃO COM AZÓTO MAIS POTÁSSIO

Antes de entrar no estudo do fósforo convém examinar sucintamente o efeito da adubação com azóto mais potássio.

Somente em sete dos 13 ensaios o efeito principal NK alcançou significância estatística, sendo que em um dêles foi significativamente negativo. Em seis ensaios a resposta à adubação em aprêço foi mais ou menos a mesma na ausência ou presença do fósforo; nos outros sete, porém, mostrou-se

consistentemente superior na presença desse nutriente. Contudo, em nenhum deles a interação $P \times NK$ alcançou significância estatística. O fato é que em média dos 13 ensaios o efeito principal NK foi apenas +111 kg/ha; na ausência do fósforo a resposta a essa adubação caiu para +82 k/gha, elevando-se, na presença dele, tão somente para +121 kg/ha.

QUADRO 2. — Efeito sobre a produção de algodão em caroço, de 40, 80 e 120 kg/ha de P_2O_5 na ausência e na presença de azoto e potássio (médias dos números indicados de ensaios)

SOLOS	Número de ensaios	Doses de P_2O_5	Na ausência de azoto e potássio		Na presença de azoto e potássio		Médias	
			Prods.	Aumts.	Prods.	Aumts.	Prods.	Aumts.
			kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Terra-roxa-legítima ou misturada	5	0	1 242	267	1 371	319	1 307	293
		40	1 509	316	1 690	456	1 600	386
		80	1 558	341	1 827	480	1 693	386
		120	1 583	341	1 851	480	1 717	410
Arenito Bauru	4	0	1 313	119	1 301	157	1 307	138
		40	1 432	154	1 458	212	1 445	183
		80	1 467	151	1 513	178	1 490	183
		120	1 464	151	1 479	178	1 472	165
Massapé-salmourão	3	0	1 243	206	1 334	209	1 289	207
		40	1 449	264	1 543	220	1 496	242
		80	1 507	214	1 554	200	1 531	242
		120	1 457	214	1 534	200	1 496	207
Barrento do glacial	1	0	454	382	650	195	552	288
		40	836	363	845	310	840	336
		80	817	412	960	183	888	336
		120	866	412	833	183	850	298
Todos os ensaios	13	0	1 204	216	1 286	234	1 245	225
		40	1 420	257	1 520	315	1 470	286
		80	1 461	258	1 601	299	1 531	286
		120	1 462	258	1 585	299	1 524	279

Em solos deficientes de fósforo, como eram, em regra, os utilizados para os ensaios em estudo, não seria de esperar grande efeito da adubação exclusivamente com azoto mais potássio; é estranho, porém, que mesmo na presença de doses elevadas de fósforo ele tenha sido tão pequeno.

No capítulo 3 se viu que freqüentemente a adubação com azoto mais potássio reduziu o "stand". No total dos 31 resultados anuais estudados naquele capítulo, 18 foram por ela prejudicados. Nos 23 resultados escolhidos para o estudo do presente capítulo, tais reduções foram observadas em 12 casos. Em média desses 12 casos, nos tratamentos sem azoto e potássio o "stand" atingiu a 85%, baixando para 79% nos tratamentos que receberam esses nutrientes. Na presença do superfosfato, que geralmente atenua

os prejuízos em aprêço (5), a adição de azôto mais potássio fêz cair o "stand" de 85 para 80%; na ausência do superfosfato, porém, a queda foi de 86 para 78%.

Correspondendo a essas modificações no "stand", o efeito da adubação com azôto mais potássio, que foi de +188 kg/ha em média dos 11 resultados obtidos quando ela não reduziu o "stand", baixou para +53 kg/ha na média dos 12 casos em que se observaram reduções. No primeiro grupo a resposta à adubação em aprêço foi de +156 kg/ha na ausência do fósforo, elevando-se para +198 kg/ha na presença desse nutriente; no segundo, as respostas foram respectivamente de +12 e +66 kg/ha. Por não ser possível de outra forma, essas comparações foram feitas entre grupos de resultados anuais obtidos em ensaios diferentes, o que, tratando-se de pequenos grupos, não oferece suficiente garantia. Todavia, idênticas observações já foram feitas em estudos anteriores (5, 7), baseados em maior número de ensaios.

A julgar pelos dados acima, as reduções no "stand", que são atribuídas à aplicação dos adubos em contato com as sementes, aparentemente foram muito pequenas para justificar tão grande queda no efeito da adubação com azôto mais potássio. Deve-se notar, contudo, que na determinação do "stand" não se contou o número total de plantas nascidas, mas o de covas que, embora tendo recebido cerca de 10 sementes, apresentavam pelo menos uma planta, método êsse que está longe de revelar a verdadeira intensidade dos danos causados pelo excesso de concentração de sais no volume de terra que envolve as sementes (3).

Mesmo nos ensaios cujos "stands" não foram prejudicados, o efeito médio da adubação com azôto mais potássio foi relativamente pequeno. Sabe-se (3, 4), contudo, que em muitos casos o excesso de concentração de sais retarda consideravelmente a emergência das plantas sem causar sensível redução no número de plantas nascidas. Além desse prejuízo e da redução no "stand", que são comuns ao cloreto de potássio e ao salitre quando aplicados nos sulcos de plantio, é provável que em muitos casos êste último adubo tenha sido lixiviado antes do algodoeiro estar em condições de poder absorvê-lo em escala apreciável. Em outra série de experiências (5) êsse inconveniente foi observado em cerca de 35% dos casos quando o azôto foi aplicado por ocasião do plantio e apenas em 10% quando êle foi aplicado em cobertura 30-40 dias depois do nascimento das plantas.

Além do mais, os 13 ensaios foram conduzidos em solos muito diferentes quanto às deficiências em azôto e potássio. Nos cinco ensaios realizados em terra-roxa-legítima ou misturada é que o efeito conjunto desses nutrientes

foi mais pronunciado, apesar de alguns dêles também terem sido prejudicados no "stand". Em média dêesses cinco ensaios a resposta à adubação em aprêço foi de +129 kg/ha na ausência do fósforo, elevando-se, na presença das doses 1, 2 e 3 dêesse nutriente, respectivamente para +181, +269 +268 kg/ha.

Em três dos ensaios em terra-roxa, conduzidos por dois anos, a adição de azôto mais potássio reduziu o "stand", mas cada ensaio só sofreu tal redução em um ano. Isso permite verificar nos mesmos ensaios, embora em anos diferentes, a conseqüência da redução no "stand" sôbre o efeito da adubação. A produção média dos canteiros que não receberam azôto e potássio foi de 1 754 kg/ha nos anos em que êesses nutrientes não reduziram o "stand", baixando apenas para 1 684 kg/ha nos anos em que êles o prejudicaram. Entretanto, no primeiro caso as respostas médias à adubação em estudo foram de +158 kg/ha na ausência do fósforo e de +160, +325 e +361 kg/ha respectivamente na presença das doses 1, 2 e 3 dêesse nutriente, ao passo que no segundo caso elas baixaram, na mesma ordem, para +41, +170, +259 e +226 kg/ha.

Parece, assim, que as reduções no "stand", atribuídas à aplicação dos adubos nos sulcos de plantio, no momento de ser êste efetuado, concorreram consideravelmente para diminuir o efeito da adubação com azôto mais potássio.

4.3 — EFEITO DO FÓSFORO

No quadro 2 se encontra um sumário dos resultados obtidos com a adubação fosfatada. Em média dos 13 ensaios e dos tratamentos sem fósforo [(1) e **nk**], a produção foi de 1 245 kg/ha (200,9 arrobas por alqueire paulista), elevando-se a 1 508 kg/ha (243,3 arrobas por alqueire) nos tratamentos com fósforo. A diferença média devida às três doses dêesse nutriente foi, portanto, de +263 kg/ha (+42,4 arrobas por alqueire). Essa diferença foi positiva em todos os ensaios, sendo que em oito dêles foi significativa. Dos cinco ensaios em que o efeito médio do fósforo não foi significativo, três foram conduzidos em solos adubados com êsse nutriente nas culturas anteriores.

Em nenhum dos ensaios a interação **P x NK** alcançou significância estatística. Na maioria dêles, porém, o efeito médio (das três doses) do fósforo foi maior na presença que na ausência de azôto mais potássio. No primeiro caso êle foi de +283 kg/ha, sendo significativo em nove ensaios, enquanto no segundo baixou para +244 kg/ha, só alcançando significância em seis ensaios.

Na parte inferior do quadro 2 se vê que tanto na presença como na ausência de azôto mais potássio as três doses de fósforo aumentaram consideravelmente a produção. Em média dos tratamentos com e sem azôto mais potássio as respostas às doses 1, 2 e 3 foram significativas respectivamente em 8, 10 e 8 casos. Vê-se também que houve apreciável aumento quando se passou da dose 1 para a 2, mas nenhum quando se passou da dose 2 para a 3. Enquanto o efeito médio da dose básica de 40 kg/ha de P_2O_5 foi de +225 kg/ha, o dos 40 kg adicionais baixou para +61 kg/ha e o dos outros 40 kg para -7 kg/ha. No primeiro caso as respostas foram sempre positivas, sendo significativas em oito ensaios; no segundo (dose 2 menos dose 1), só houve aumentos significativos em quatro ensaios e observaram-se duas depressões, uma das quais significativa; finalmente, no terceiro caso (dose 3 menos dose 2) houve apenas um aumento significativo e verificaram-se várias depressões, algumas apreciáveis, mas sem significância estatística.

Em outro trabalho (7) foram apresentados os resultados obtidos em 71 ensaios conduzidos em diferentes tipos de solo do Estado de São Paulo, e nos quais doses de 40 e 80 kg/ha de P_2O_5 na presença de azôto mais potássio aumentaram a produção de respectivamente 210 e 234 kg/ha. Nesse grupo, porém, estão incluídos 30 ensaios em que o fósforo foi empregado na forma de Renâniafosfato, que, aparentemente por ter sido aplicado nos sulcos de plantio, prejudicou o "stand". Nos demais 41 ensaios, com superfosfato, os aumentos provocados pelas referidas doses se elevaram a 241 e 279 kg/ha. Nos ensaios agora estudados os correspondentes aumentos foram de 234 e 315 kg/ha, existindo, portanto, boa concordância nos resultados.

No quadro 2 os ensaios também foram separados segundo a natureza dos solos, sendo que dos cinco que figuram no grupo "terra-roxa-legítima ou misturada" (adiante chamado simplesmente terra-roxa), apenas um foi conduzido em terra-roxa-legítima. Por só ter sido feito um ensaio em solo glacial, êste será deixado de lado nas comparações entre solos. Observa-se que, embora as produções médias sem fósforo tenham sido sensivelmente iguais nos solos considerados, o efeito do nutriente em aprêço foi maior na terra-roxa, decrescendo substancialmente no massapê-salmourão e ainda mais no arenito Bauru. Nos dois últimos tipos de solo as respostas se tornaram maiores quando se passou da dose 1 para a 2, mas decresceram com a dose 3; na terra-roxa, porém, elas ainda aumentaram quando se passou para a dose 3. Nos ensaios mencionados linhas atrás (7), o efeito do fósforo também foi bem menor no arenito Bauru que na terra-roxa.

Na terra-roxa é que a adubação com azoto e potássio mais contribuiu para acentuar o efeito do fósforo, que foi, em média das três doses, de +308 kg/ha na ausência e de +418 kg/ha na presença daqueles nutrientes. Embora em escala mais reduzida, o mesmo se verificou nos ensaios em arenito Bauru, nos quais os efeitos médios do fósforo foram respectivamente de +141 e +182 kg/ha. No massapê-salmourão, porém, a presença de azoto mais potássio serviu antes para diminuir o efeito do fósforo, o que provavelmente se deve ao fato de ter aquela adubação prejudicado o "stand" em todos os três ensaios realizados nesse tipo de solo.

Já se viu que, aparentemente por ter sido aplicada nos sulcos de plantio, a adubação com azoto mais potássio reduziu o "stand" e a produção em grande número de ensaios. É bem possível que essa redução se tenha refletido no efeito do fósforo na presença daqueles nutrientes, pois, neste caso, ele teve que atuar sobre menor número de plantas, muitas das quais prejudicadas em seu vigor ou nascidas com atraso. Além disso é provável que, conforme já acentuado, em muitos ensaios o azoto tenha sido lixiviado antes de ter sido absorvido pelo algodoeiro. Essas conseqüências da aplicação do azoto e do potássio nos sulcos de plantio bem podem explicar por que em vários ensaios foi praticamente nula ou mesmo prejudicial a influência da adubação com azoto mais potássio sobre o efeito do fósforo. Os presentes ensaios não permitem provar isso nitidamente, mas o assunto já foi estudado em outros trabalhos (5, 7).

No capítulo 3 se observou que três dos presentes ensaios — os de Jahú, Ribeirão Preto e Vinhedo — foram instalados em solos já adubados com fósforo nas culturas anteriores. Dentre os ensaios em terra-roxa, nos de Jahú e Ribeirão Preto é que o algodoeiro menos reagiu ao fósforo, pois, em média das três doses as respostas foram respectivamente de +82 e +137 kg/ha e não alcançaram significância, enquanto nos outros três ensaios elas foram significativas e atingiram +202, +637 e +721 kg/ha. Em Vinhedo o efeito médio do fósforo, não significativo, foi de +152 kg/ha, enquanto nos outros ensaios do grupo massapê-salmourão ele foi significativo e alcançou +204 e +300 kg/ha. Como nessas comparações os ensaios de Jahú e Vinhedo só entraram com os resultados de um ano e os outros foram representados pelas médias de dois anos, examinaram-se também os resultados dos primeiros anos de cada ensaio, chegando-se à mesma conclusão: em média dos três ensaios em solos já adubados com fósforo, o efeito deste nutriente foi de apenas +124 kg/ha (+10%), ao passo que a média dos cinco conduzidos em solos não adubados anteriormente atingiu a +352 kg/ha (+20%).

Em relação à área total cultivada no Estado de São Paulo ainda é muito pequena a área que normalmente recebe adubos. Deve-se notar, contudo, que muitos, se não a maioria dos agricultores que presentemente adubam suas culturas, já vêm assim procedendo há muitos anos. E como adubar, no nosso meio, quase sempre significa empregar fósforo ou fórmulas em que predomina êsse nutriente, é de esperar que em muitas fazendas, cujos solos eram outrora deficientes de fósforo e mais ou menos bem supridos dos outros elementos essenciais, a situação esteja completamente mudada. As comparações feitas no parágrafo anterior indicam a necessidade de se reexaminar o assunto.

Para ter uma idéia do efeito do fósforo sôbre a marcha da frutificação foram tomados os 20 resultados anuais em que a primeira colheita foi inferior a 80% da produção total. Dando o valor 100 à média das porcentagens fornecidas pela primeira colheita nos tratamentos sem fósforo, nos que receberam as doses 1, 2 e 3 dêsse nutriente os índices foram respectivamente 110, 109 e 109. Deve-se notar que sômente em três casos o fósforo atrasou um pouco a marcha da frutificação; nos outros 17 êle a acelerou consistentemente.

4.4 — DOSES MAIS LUCRATIVAS DE FÓSFORO

Das considerações anteriores deduz-se fãcilmente que, tomando como base a média geral dos ensaios, bem como as dos conduzidos em solos massapê-salmourão ou arenito Bauru, não se deveriam usar doses superiores a 80 kg/ha de P_2O_5 ; sômente na terra-roxa é que a produção ainda aumentou quando se ultrapassou aquela dose. Para o agricultor, porém, isso não é suficiente; o que lhe interessa é saber a dose que proporciona maior lucro, o que depende essencialmente do custo da adubação e do valor do correspondente aumento de produção.

Para fazer uma estimativa das doses mais convenientes sob êsse ponto de vista, admitiu-se que, de acôrdo com os preços de 1956—57 e incluindo frete ferroviário, carroto e despesas com a aplicação, 1 kg de P_2O_5 , na forma de superfosfato, ficaria em Cr\$ 19,00, e que o algodão em caroço, descontadas as despesas com a colheita e o carroto, valeria Cr\$ 9,00 por quilo. Com êsses dados e os aumentos de produção obtidos com as três doses de fósforo foram traçadas curvas que, embora aproximadas, permitiram fazer uma estimativa suficientemente segura do lucro que dariam não sômente as doses empregadas, mas também doses maiores ou menores.

No quadro 3 se encontram os dados essenciais dessa estimativa, os quais são tão claros que dispensam maiores comentários. Convém apenas

lembrar que, para usarem-se economicamente os três nutrientes, é preciso que a adubação com azoto e potássio também seja lucrativa. De acordo com a média geral, o valor do aumento de produção provocado por esses nutrientes, na presença de 60 kg/ha de P_2O_5 , apenas cobriria as despesas com a correspondente adubação. Deve-se notar, contudo, que nessa média estão incluídos cerca de 50% de resultados que, conforme acentuado anteriormente, foram prejudicados pela aplicação dos adubos nos sulcos de plantio. Tomando-se somente a média dos resultados obtidos quando a adubação em aprêço não prejudicou o "stand", o valor do aumento de produção seria aproximadamente o dobro do custo da adubação. Pode-se, portanto, admitir que, aplicada convenientemente, a adubação com azoto mais potássio também se teria tornado econômica na maioria dos ensaios. Do quadro 3 não consta, para o solo massapê-salmourão, a dose de P_2O_5 a ser empregada na presença de azoto mais potássio, porque esta adubação prejudicou o "stand" de todos os ensaios conduzidos naquele solo. Disso resultou que na presença de azoto mais potássio a dose de fósforo seria menor que na sua ausência, o que não parece normal.

QUADRO 3. — Doses mais lucrativas de P_2O_5 , correspondentes aumentos de produção e lucros proporcionados pela adubação fosfatada em 13 ensaios com doses crescentes de fósforo. Sumário, em números redondos, de uma estimativa baseada nos preços de 1956-57

ENSAIOS CONSIDERADOS	Na ausência de azoto e potássio				Na presença de azoto e potássio			
	Dose de P_2O_5	Aumento de prod.	Custo da adub.	Lucro	Dose de P_2O_5	Aumento de prod.	Custo da adub.	Lucro
	kg/ha	kg/ha	Cr\$	Cr\$	kg/ha	kg/ha	Cr\$	Cr\$
Em terra-roxa -----	50	290	950	1 650	70	440	1 350	2 600
Em arenito Bauru -----	40	120	750	300	50	180	950	700
Em massapê-salmourão ----	50	230	950	1 150				
Todos os ensaios -----	50	240	950	1 200	60	290	1 150	1 500

Ao apreciarem-se os níveis de lucro não se deve perder de vista que os dados tomados como base são moderados, pois os aumentos de produção representam médias de resultados obtidos tanto em anos favoráveis como desfavoráveis ao algodoeiro. Deve-se também ter em vista que elevando-se de uns 20-25% as doses indicadas no quadro 3 ainda se aumentaria um pouco a produção, praticamente sem diminuir-se o lucro absoluto. Os

juros sobre o capital empregado na adubação é que baixariam apreciavelmente. Mas isso nem sempre pesa no balanço final, porque o custo da adubação constitui apenas um dos itens das despesas com a cultura, e o que se visa, nela, é baixar ao mínimo o custo da produção.

Por outro lado, nas áreas já adubadas com fósforo nas culturas anteriores poder-se-iam usar doses bem menores, sem risco de diminuir a produção. A redução a ser feita depende da intensidade das adubações anteriores e de vários outros fatores. Como, entre nós, este assunto ainda não foi estudado com os devidos detalhes, é cedo para fazerem-se reduções drásticas. Seja como for, das presentes considerações e do que foi dito em 4.3 conclui-se que, pelo menos nas áreas repetidamente adubadas com fósforo nas culturas anteriores, as doses indicadas no quadro 4 poderiam ser reduzidas de uns 25-30%.

5 — CONCLUSÕES

a) Em média dos 13 ensaios o efeito da adubação com azoto mais potássio foi muito pequeno, mesmo na presença do fósforo. Todavia, em cerca de 50% dos casos essa adubação reduziu o "stand", aparentemente porque foi aplicada nos sulcos de plantio. Nos casos em que não se observaram tais reduções a resposta à adubação em aprêço foi muito maior, atingindo, na presença do fósforo, ao triplo da obtida quando o "stand" foi prejudicado.

b) A produção média dos tratamentos sem fósforo foi de 1 245 kg/ha, elevando-se a 1 508 kg/ha nos tratamentos com fósforo (média das três doses). Em nenhum dos ensaios a interação $P \times NK$ alcançou significância estatística; contudo, na maioria deles o efeito do fósforo foi bem maior na presença de azoto mais potássio. Tanto na ausência como na presença desses nutrientes a resposta ao fósforo foi muito boa quando se usou a dose de 40 kg/ha de P_2O_5 e ainda aumentou apreciavelmente quando a dose foi elevada para 80 kg/ha, mas permaneceu a mesma quando se passou para 120 kg/ha.

c) Dos 13 ensaios, cinco foram conduzidos em terra-roxa legítima ou misturada, três em solo massapê-salmourão e quatro em arenito Bauru. Conquanto as produções médias sem fósforo tenham sido sensivelmente iguais nos três grupos de ensaios, o efeito desse nutriente foi maior no primeiro, decrescendo consideravelmente no segundo e ainda mais no terceiro. Na terra-roxa ele ainda aumentou quando se elevou a dose de 80 para 120 kg/ha de P_2O_5 . A adubação com azoto mais potássio acentuou o efeito do fósforo na terra-roxa e no arenito Bauru, ao passo que contribuiu para

reduzi-lo um pouco no massapê-salmourão. Atribuiu-se isso ao fato de ter ela prejudicado o "stand" nos três ensaios realizados no último solo.

d) Semente três dos ensaios — dois em terra-roxa e um em massapê-salmourão — foram instalados em solos já adubados com fósforo nas culturas anteriores. Dentro dos respectivos grupos, nesses ensaios é que se verificaram as menores respostas ao fósforo. Isso indica a possibilidade, que deve ser investigada com os detalhes necessários, de reduzirem-se as doses de fósforo a serem usadas em tais solos.

e) Tomando como base os preços de 1956-57, fêz-se uma estimativa das doses mais lucrativas de P_2O_5 . Segundo a média geral dos ensaios, essas doses seriam de 50 kg/ha na ausência e 60 kg/ha na presença de azoto mais potássio. Na terra-roxa elas seriam de respectivamente 50 e 70 kg/ha, enquanto no arenito Bauru deveriam ser reduzidas para 40 e 50 kg/ha. No massapê-salmourão a dose seria de 50 kg/ha na ausência de azoto e potássio; na presença desses nutrientes a estimativa não teria valor prático, em vista do que se disse em c). Com as doses mencionadas o lucro corresponderia a 120-190% do capital empatado na adubação fosfatada, exceto no arenito Bauru, onde ele seria de apenas 40 e 70% respectivamente na ausência ou presença de azoto mais potássio.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH COTTON VI-PHOSPHORUS RATES OF APPLICATION

SUMMARY

This paper reports the results obtained in 13 experiments conducted in the State of São Paulo, to study the effect of increasing rates of phosphorus application in the absence and presence of nitrogen plus potassium. The nutrients used per hectare were: 20 kilograms of N, 30 kilograms of K_2O , and 40, 80 and 120 kilograms of P_2O_5 , respectively in the forms of Chilean nitrate, potassium chloride and superphosphate. These materials were applied in the seed furrows just before sowing.

Apparently due to the application in contact with the seed, the nitrogen plus potassium fertilization impaired the stands in about 50% of the experiments, and its effect on the yield, in the average of this group, was only 1/3 of that obtained in the group whose stands were not damaged. The average response to phosphorus was very good with the dose of 40 kilograms of P_2O_5 per hectare and increased appreciably with that of 80 kilograms, but no further increase was obtained with the 120 kilograms rate of application. The effect of phosphorus was better in the "terra-roxa" soil, decreasing in the "massapê-salmourão" and especially in the "arenito Bauru". In the "terra-roxa" it still increased when the rate of application was increased up to 120 kilograms per hectare. The presence of nitrogen and potassium contributed to enhance the response to phosphorus in the "terra-roxa" and "arenito Bauru" soils, but not in the "massapê-salmourão", apparently because those nutrients damaged the stands in all of the experiments conducted on the latter type of soil.

According to the prices of 1956-57 and the average of the 13 experiments the most profitable rates of P_2O_5 applications would be 50 and 60 kilograms per hectare, respectively in the absence and in the presence of nitrogen and potassium. These doses should be increased for the "terra-roxa" and reduced for the "arenito Bauru" soils. For the "massapé-salmourão" soil, in view of what happened to the stands the dose to be used in the presence of nitrogen plus potassium cannot be estimated; in the absence of these nutrients it should be of 50 kilograms. The results of limited number of experiments indicate the possibility of reducing the doses of phosphorus for soils fertilized with it in the previous crops.

LITERATURA CITADA

1. Bólsa de Mercadorias, São Paulo. O algodão no Estado de São Paulo. Revista dos Mercados 7(68):28. 1956.
2. CROWTHER, E. M. & YATES, F. Fertilizer policy in war-time; the fertilizer requirements of arable crops. *Emp. J. exp. Agric.* 9:77-97. 1941.
3. FREIRE, E. S. & VIÉGAS, G. P. Adubação do milho. V-Considerações sobre o uso de excesso de sementes em trabalhos experimentais. *Bragantia* 14:[203]-214. 1955.
4. NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. I-Influência dos adubos, quando aplicados em contato com as sementes, sobre a germinação. *Bragantia* 15:[301]-314. 1956.
5. ————— Adubação do algodoeiro. IV-Ensaio sobre época de aplicação de azoto e potássio. *Bragantia* 16:[269]-296. 1957.
6. PIERRE, W. H. Phosphorus deficiency and soil fertility. In Gove Hambidge, ed. *The Yearbook of Agriculture* 1938. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, 1938. p. 377-396.
7. SCHMIDT, W., NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. V-Ensaio com azoto, fósforo e potássio em "campos de cooperação". *Bragantia* 17:[363]-409. 1958.