

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 21

Campinas, setembro de 1962

N.º 47

ADUBAÇÃO DO ALGODOEIRO

XII — QUATRO EXPERIÊNCIAS COM N, P E K

EM TERRA-ROXA (1)

W. SCHMIDT, M. G. FUZATTO, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Algodão e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo*, (2), Instituto Agrônomo.

RESUMO

Neste trabalho são relatados os resultados de quatro experiências de adubação do algodoeiro em terra-roxa, realizadas nos municípios de Araras, Avaré, Limeira e São Carlos. Todas foram instaladas em 1942-43, sendo que a de Araras foi conduzida por quatro anos nos mesmos canteiros. Em esquema fatorial $2 \times 4 \times 3$, com seis repetições, foram comparados os níveis 0 e 15 kg/ha de N (salitre do Chile); 0, 30, 60 e 90 kg/ha de P_2O_5 (superfosfato simples); 0, 25 e 50 kg/ha de K_2O (cloreto de potássio).

Sómente na experiência de Limeira, em solo repetidamente adubado com fósforo nas culturas anteriores, é que as respostas ao nitrogênio e ao potássio foram satisfatórias. Para a pequena reação a esses elementos nas outras localidades parece terem concorrido a pobreza dos solos em fósforo e o método de aplicação dos adubos: nos sulcos de plantio, ao ser este efetuado. Em contraste, o efeito principal do fósforo, que foi de apenas + 13% em Limeira, ultrapassou + 30% nas demais experiências. As respostas às doses de 30, 60 e 90 kg/ha de P_2O_5 corresponderam, respectivamente, a + 62, + 85 e + 96% em Araras (médias dos quatro anos), + 36, + 39 e + 48% em São Carlos, + 36, + 34 e + 42% em Avaré e tão somente a + 11, + 16 e + 12% em Limeira. Nesta localidade, o efeito do fósforo foi nulo, quando aplicado sozinho, mas, em média das três doses, atingiu + 18% na presença de nitrogênio + potássio. Nas outras experiências também se notou maior efeito do fósforo na presença dos outros nutrientes.

Terminando, os autores sugerem uma revisão nas fórmulas de adubação destinadas às áreas repetidamente adubadas com fósforo.

(1) As presentes experiências foram planejadas pelo eng.º agr.º Ismar Ramos; na sua execução colaboraram os eng.ºs agr.ºs W. Schmidt, W. Lazzarini e Heitor de Castro Aguiar. As análises estatísticas foram efetuadas pelo eng.º agr.º M. G. Fuzatto. Recebido para publicação em 24 de julho de 1962.

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

1 — INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é relatar os resultados de quatro experiências instaladas em 1942-43, para estudar o efeito do nitrogênio, do fósforo e do potássio em diferentes fazendas particulares do Estado de São Paulo. Embora sejam um tanto antigas e apresentem alguns inconvenientes, principalmente quanto ao modo de aplicação dos adubos, elas constituem não desprezível contribuição para o conhecimento da adubação do algodoeiro em terras roxas.

2 — PLANO EXPERIMENTAL

Este constou de um esquema fatorial $2 \times 4 \times 3$ para N, P e K, com seis repetições dispostas em blocos ao acaso. De N foram usados 0 e 15 kg/ha (n_0 e n_1); de P_2O_5 , 0, 30, 60 e 90 kg/ha (p_0 , p_1 , p_2 e p_3); de K_2O , 0, 25 e 50 kg/ha (k_0 , k_1 e k_2). Esses nutrientes, sob as formas de salitre do Chile, superfosfato simples e cloreto de potássio, foram aplicados por ocasião do plantio, sendo ligeiramente misturados com a terra nos sulcos destinados às sementes.

Os canteiros tiveram 16,50 m² de área (duas fileiras de 7,5 m, com o espaçamento de 1,10 x 0,30 m). Cada cova recebeu cerca de 10 sementes, para se deixar no desbaste, efetuado 30 a 35 dias após a emergência, uma planta por cova. Usou-se sempre a variedade I. A. 7387.

Os solos foram analisados na Seção de Química, pelo antigo processo de "análises sumárias" (1), e os dados apresentados correspondem a médias de seis amostras, uma de cada bloco. Para estudar algumas características do produto colhido, tomaram-se ao acaso, por ocasião da primeira colheita, 20 capulhos.

Segundo este plano foram instaladas, em 1942-43, quatro experiências nas localidades mencionadas a seguir.

3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

3.1 -- EXPERIÊNCIA DE ARARAS

Conduzida na Fazenda Santa Cruz, Elihu Root, Município de Araras. A área utilizada, de terra-roxa-legítima, vinha sendo cultivada com mandioca e milho, sem qualquer adubação. Analisado, esse solo revelou pH 6,6, 0,180% de N total, 0,016% de P_2O_5 , 0,028% de K_2O , 0,142% de CaO e 14,6% de perda ao rubro.

Instalada em 1942-43, a experiência foi repetida (adubada e plantada), nos mesmos canteiros, nos três anos seguintes, efetuando-se o plantio nos últimos dias de outubro ou primeiros de novembro.

Em 1942-43 e 1943-44 os "stands" finais médios atingiram 88% do "stand" perfeito, mas em 1944-45 e 1945-46 baixaram, respectivamente, para 79 e 57%. Nos três primeiros anos não se notaram diferenças importantes entre os tratamentos; no último, porém, todos os adubos contribuíram para reduzi-lo. Assim é que o dos canteiros sem qualquer adubação alcançou 68%, ao passo que o dos que receberam as doses máximas dos três nutrientes (tratamento $n_1 p_3 k_2$) ficou reduzido a 52%. Em média dos tratamentos com n_0 e n_1 , eles foram, respectivamente, 59 e 54%; dos adubados com k_0 , k_1 e k_2 , 59, 57 e 54%; dos que receberam p_0 , p_1 , p_2 e p_3 , 63, 57, 55 e 53%. Deve-se notar que até o superfosfato, que geralmente não prejudica o "stand" do algodoeiro, também o reduziu apreciavelmente.

As produções obtidas se acham no quadro 1. Observa-se que, em média de todos os tratamentos, elas caíram extraordinariamente no decorrer da experiência. Tendo correspondido a 265 arrôbas por alqueire paulista no primeiro ano, baixaram, sucessivamente, para 166, 80 e 65 arrôbas nos três anos seguintes.

Em média do quadriênio e em cada ano, o efeito principal K, bem como as interações NK, PK e Anos x K, não foram significativos. O efeito principal N alcançou significância, ao nível de 5%, no conjunto do quadriênio, mas atingiu apenas +4% da produção dos tratamentos sem nitrogênio. Nesse conjunto, as interações NP, NK e Anos x N não foram significativas. Nos três primeiros anos o nitrogênio aumentou ligeiramente a produção; no último, porém, êle a deprimiu, também ligeiramente.

Entretanto, o efeito principal P foi altamente significativo em todos os anos e na média do quadriênio, quando alcançou +449 kg/ha (+81%). Nessa média, as respostas a p_1 , p_2 e p_3 atingiram, respectivamente, +344, +471 e +531 kg/ha (+62, +85 e +96%) e o estudo das componentes revelou que a curva das respostas foi do tipo parabólico.

A interação Anos x P também foi altamente significativa. Efetivamente, tendo sido de +435 kg/ha no primeiro ano, o efeito médio do fósforo se elevou a +673 kg/ha no segundo, baixando para +464 kg/ha no terceiro e +220 kg/ha no quarto. Como as produções caíram muito no decorrer da experiência, os efeitos porcentuais mostram melhor que a reação ao fósforo cresceu de

QUADRO 1. — Produções de algodão em caroço obtidas na experiência fatorial 2x4x3 para N, P e K, conduzida por quatro anos nos mesmos canteiros, na Fazenda Santa Cruz, Município de Araras

Tratamentos	1942-43	1943-44	1944-45	1945-46	Médias do		
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	1.º biênio	2.º biênio	quatriênio
(t)	1 222	496	170	242	859	206	532
k ₁	1 296	529	151	309	913	230	571
k ₂	1 273	497	129	193	885	161	523
p ₁	1 516	985	499	471	1 250	485	868
p ₁ k ₁	1 734	1 011	401	452	1 373	426	900
p ₁ k ₂	1 629	1 015	536	348	1 322	442	882
p ₂	1 780	1 126	570	424	1 453	497	975
p ₂ k ₁	1 674	1 213	539	531	1 443	535	989
p ₂ k ₂	1 807	1 221	599	561	1 514	580	1 047
p ₃	1 850	1 238	598	498	1 544	548	1 046
p ₃ k ₁	1 903	1 264	635	453	1 583	544	1 064
p ₃ k ₂	1 838	1 385	744	474	1 612	609	1 110
n ₁	1 362	479	143	143	920	143	532
n ₁ k ₁	1 404	556	140	342	980	241	610
n ₁ k ₂	1 351	577	156	193	964	175	569
n ₁ p ₁	1 706	1 027	573	518	1 366	546	956
n ₁ p ₁ k ₁	1 580	974	438	352	1 277	395	836
n ₁ p ₁ k ₂	1 776	1 108	606	333	1 442	469	956
n ₁ p ₂	1 701	1 358	666	512	1 530	589	1 059
n ₁ p ₂ k ₁	1 729	1 242	785	405	1 485	595	1 040
n ₁ p ₂ k ₂	1 907	1 228	641	430	1 568	535	1 052
n ₁ p ₃	1 833	1 364	629	503	1 598	566	1 082
n ₁ p ₃ k ₁	1 784	1 426	761	480	1 605	620	1 113
n ₁ p ₃ k ₂	1 814	1 330	792	488	1 572	640	1 106
Médias (1) de							
n ₁	1 627	998	464	413	1 313	438	876
n ₁	1 662	1 056	527	391	1 359	459	909
k ₁	1 621	1 009	481	414	1 315	447	881
k ₁	1 638	1 027	481	415	1 332	448	890
k ₂	1 674	1 045	525	377	1 360	451	905
p ₁	1 318	522	148	237	920	193	556
p ₁	1 657	1 020	509	412	1 338	461	900
p ₁	1 766	1 231	633	477	1 499	555	1 027
p ₁	1 837	1 335	693	483	1 586	588	1 087
Médias gerais	1 645	1 027	496	402	1 336	449	892

(1) Médias de todos os tratamentos sem (índice 0) ou com as doses indicadas (índices 1, 2 e 3) de cada elemento.

+33%, no primeiro ano, para +129% no segundo e +313% no terceiro; no quarto é que ela diminuiu, não somente em números absolutos, mas também em números relativos (+93%).

Nos três primeiros anos as respostas porcentuais ao fósforo cresceram à medida que se aumentaram as doses, sendo que no terceiro os aumentos provocados por p_1 , p_2 e p_3 alcançaram, respectivamente, 243, 328 e 368%; no quarto, porém, eles caíram para 74, 101 e 104%. Essa queda, observada justamente quando era maior, na provisão de fósforo, a diferença entre os canteiros que recebiam, ou não, adubação fosfatada, é atribuída, em parte, à diminuição geral da produção, e, em parte, às reduções que o superfosfato causou nos "stands".

Convém assinalar que, embora sem significância estatística, o efeito do fósforo foi um pouco maior quando ele foi usado em conjunto com os outros nutrientes. Em média dos quatro anos, suas doses 1, 2 e 3, empregadas sòzinhas, provocaram aumentos de, respectivamente, 336, 443 e 514 kg/ha; na presença de nitrogênio e potássio (n_1k_2), esses aumentos se elevaram a 387, 483 e 537 kg/ha.

É interessante observar, também, que o fósforo contribuiu nitidamente para diminuir a queda da produção. Do primeiro biênio para o segundo, a produção dos canteiros sem fósforo sofreu uma redução de 79%, ao passo que nos adubados com suas doses 1, 2 e 3, as reduções corresponderam, respectivamente, a 66, 63 e 63%.

No quadro 2, que traz algumas características das plantas e da produção, verifica-se que o fósforo aumentou substancialmente a altura das plantas e a precocidade da produção, bem como, apreciavelmente, o pêso médio dos capulhos e das sementes, mas pouco modificou a porcentagem de fibra e o comprimento desta. A influência do nitrogênio e do potássio sôbre essas características foi praticamente nula.

3.2 — EXPERIÊNCIA DE AVARÉ

Instalada na Fazenda Brabância, Avaré, numa área de terra-roxa-misturada com elevado teor de areia, cultivada anteriormente sem adubo. A análise revelou pH 5,7, 0,095% de N total, 0,040% de P_2O_5 , 0,014% de K_2O , 0,043% de CaO e 4,9% de perda ao rubro.

Efetou-se o plantio no fim de outubro. A germinação foi um pouco prejudicada pela adubação nitrogenada e apreciavelmente pela potássica. Contudo, o "stand" final médio alcançou 86%.

QUADRO 2. — Algumas características das plantas e do produto colhido na experiência de adubação do algodoeiro conduzida em Araras: altura das plantas (médias de 1942-43 e 1943-44); precocidade da produção (médias das contribuições da primeira colheita nos quatro anos); peso dos capulhos, porcentagem de fibra e comprimento desta (médias de 1942-43, 1943-44 e 1945-46)

Médias dos tratamentos	Altura das plantas	Precocidade	Peso de 1 capulho	Peso de 100 sementes	Porcentagem de fibra	Comprimento de fibra
	cm	%	g	g	%	mm
n_0	97	72	5,5	10,8	40,3	28,7
n_1	97	74	5,5	10,7	40,2	28,5
k_0	97	71	5,5	10,8	40,2	28,6
k_1	95	74	5,5	10,8	40,2	28,6
k_2	98	74	5,5	10,8	40,3	28,6
p_0	87	65	5,0	10,5	40,1	28,3
p_1	97	75	5,5	10,8	40,4	28,6
p_2	101	76	5,7	10,9	40,2	28,7
p_3	102	77	5,7	10,9	40,2	28,7

As produções (quadro 3) foram baixas e a média de todos os tratamentos não chegou a 140 arrôbas por alqueire. Os efeitos principais N e K, bem como as interações, não foram significativos; contudo, o efeito principal P atingiu +248 kg/ha (+37%) e foi altamente significativo. Os aumentos de produção devidos a p_1 , p_2 e p_3 corresponderam, respectivamente, a 36, 34 e 42%, e o estudo das componentes revelou que a curva desses aumentos foi do tipo parabólico.

Segundo a “análise sumária”, o teor de P_2O_5 do solo utilizado não seria considerado baixo; entretanto, embora as diferenças entre as doses fossem pequenas, a reação à adubação fosfatada foi grande, indicando que boa parte daquele teor não era assimilável.

Conquanto as interações não tenham sido significativas, observou-se que o efeito médio das três doses de fósforo se elevou de +31%, quando esse elemento foi empregado sozinho, para +37% na presença da dose 1 de potássio (sem nitrogênio), +40% na do nitrogênio (sem potássio) e +51% na de nitrogênio + potássio (n_1k_1).

Em relação às correspondentes produções totais, a primeira colheita contribuiu, respectivamente, com 41 e 45% nos canteiros sem ou com fósforo, 46 e 42% nos sem ou com potássio, 47 e 41%

nos sem ou com nitrogênio. Assim, enquanto o fósforo aumentou a precocidade da produção, o potássio e o nitrogênio a diminuíram, o que parece indicar que os dois últimos elementos, além de reduzir os "stands", retardaram a marcha da germinação e, conseqüentemente, a da frutificação.

3.3 — EXPERIÊNCIA DE LIMEIRA

Conduzida na Fazenda São Jerônimo, Limeira, em terra-roxamisturada. A área utilizada vinha sendo cultivada continuamente com algodão, tendo recebido anualmente, nos últimos cinco anos, 75-80 kg/ha de P_2O_5 e 30-50 kg/ha de K_2O . A análise desse solo revelou pH 6,2, 0,147% de N total, 0,017% de P_2O_5 , 0,018% de K_2O , 0,089% de CaO e 14,5% de perda ao rubro.

Efetou-se o plantio no fim de outubro. A germinação se processou normalmente, mas o "stand" final médio, 76%, foi relativamente baixo. Contudo, não se observaram diferenças consistentes entre os diversos tratamentos.

As produções (quadro 3) foram boas, tendo a média de todos os tratamentos atingido cerca de 260 arrôbas por alqueire.

Dos efeitos principais N, P e K, somente o segundo foi significativo (altamente significativo); todavia, o primeiro se aproximou muito do limite de significância. As componentes linear e quadrática do fósforo foram significativas, indicando que a curva foi do tipo parabólico. Efetivamente, as respostas a p_1 , p_2 e p_3 corresponderam, respectivamente, a +161, +228 e +180 kg/ha.

As interações NP e PK não foram significativas. Deve-se assinalar, porém, que o efeito médio do fósforo, de apenas +124 kg/ha na ausência do nitrogênio, na presença deste elemento elevou-se a +256 kg/ha. No último caso, as respostas a p_1 , p_2 e p_3 alcançaram, respectivamente, +191, +324 e +252 kg/ha. Por sua vez, o efeito do nitrogênio, que foi nulo na ausência do fósforo, passou, respectivamente, a +48, +180 e +132 kg/ha na presença das suas doses 1, 2 e 3.

A interação NK foi significativamente negativa. Na ausência do nitrogênio, a resposta média ao potássio atingiu +197 kg/ha, ao passo que na presença daquele elemento baixou a -56 kg/ha. Correspondentemente, o efeito do nitrogênio, que se elevou a +256 kg/ha na ausência do potássio, na presença deste foi praticamente nulo. Como se empregou o nitrogênio na forma de salitre (sódico) do Chile, é possível que o sódio tenha sido o responsável pela mencionada interação (2), mas os dados da experiência não permitem esclarecer o assunto.

QUADRO 3. — "Stands" finais e produções de algodão em caroço das experiências fatoriais 2x4x3 para N, P e K, conduzidas em 1942-43 nas localidades indicadas

Tratamentos	Avaré		Limeira		São Carlos	
	"Stands"	Produções	"Stands"	Produções	"Stands"	Produções
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha
(1)	88	700	68	1 441	87	989
k_1	83	668	78	1 462	83	1 088
k_2	85	708	81	1 518	83	804
p_1	90	1 009	78	1 520	90	1 283
$p_1 k_1$	92	907	77	1 608	84	1 304
$p_1 k_2$	83	709	76	1 687	79	1 281
p_2	89	930	68	1 444	91	1 227
$p_2 k_1$	87	959	82	1 774	83	1 269
$p_2 k_2$	85	1 039	72	1 598	86	1 413
p_3	83	821	67	1 336	86	1 295
$p_3 k_1$	87	869	82	1 767	87	1 459
$p_3 k_2$	86	1 046	74	1 645	81	1 295
n_1	84	667	79	1 473	87	1 052
$n_1 k_1$	79	623	79	1 437	81	914
$n_1 k_2$	76	633	76	1 477	85	888
$n_1 p_1$	89	920	74	1 625	86	1 227
$n_1 p_1 k_1$	88	1 000	70	1 671	81	1 283
$n_1 p_1 k_2$	82	890	75	1 664	86	1 403
$n_1 p_2$	88	879	81	1 871	83	1 307
$n_1 p_2 k_1$	83	766	82	1 801	87	1 421
$n_1 p_2 k_2$	85	795	82	1 685	77	1 337
$n_1 p_3$	91	1 011	81	1 795	85	1 452
$n_1 p_3 k_1$	86	1 055	75	1 634	86	1 404
$n_1 p_3 k_2$	84	863	72	1 714	97	1 574
Médias (1) de						
n_0	86	864	75	1 567	85	1 226
n_1	85	842	77	1 654	85	1 272
k_0	88	867	75	1 563	87	1 229
k_1	86	856	78	1 644	84	1 268
k_2	83	835	76	1 624	84	1 249
p_1	83	667	77	1 468	84	956
p_2	87	906	75	1 629	84	1 297
p_3	86	895	78	1 696	84	1 329
p_3	86	944	75	1 648	87	1 413
Médias gerais	86	853	76	1 610	85	1 249

(1) Médias de todos os tratamentos sem (índice 0) ou com as doses indicadas (índices 1, 2 e 3) de cada elemento.

Em vista dessas ações e interações, as melhores produções foram obtidas com os tratamentos que tiveram, simultaneamente, nitrogênio, o nível 2 de fósforo e os níveis 0 e 1 de potássio. Eliminando os tratamentos com os níveis máximos de fósforo e de potássio, e tomando-se somente os outros 12, as respostas a p_1 e p_2 seriam, na ausência do nitrogênio, respectivamente +112 e +157 kg/ha; na presença desse elemento, +193 e +381 kg/ha. O efeito do nitrogênio, de nulo na ausência do fósforo, passaria a +84 kg/ha na presença de p_1 e a +227 kg/ha na de p_2 . Deve-se acrescentar que, na ausência do potássio, as respostas ao nitrogênio, na presença de p_0 , p_1 e p_2 , seriam, respectivamente, +32, +105 e +427 kg/ha, e que, na ausência do nitrogênio, as respostas à dose 1 de potássio, na presença de p_0 , p_1 e p_2 , seriam, respectivamente, +21, +88 e +330 kg/ha.

Para confronto com as outras experiências, na relação seguinte são comparadas as produções dos tratamentos em que se empregou o fósforo sozinho e as daqueles em que esse elemento foi aplicado em conjunto com as doses 1 de nitrogênio e de potássio.

TRATAMENTOS	Produções, kg/ha	TRATAMENTOS	Produções, kg/ha
(1)	1 441	n_1k_1	1 437
p_1	1 520	$n_1p_1k_1$	1 671
p_2	1 444	$n_1p_2k_1$	1 801
p_3	1 336	$n_1p_3k_1$	1 634

Verifica-se que, na ausência dos outros elementos, as respostas às doses, 1, 2 e 3 de fósforo foram, respectivamente, +79, +3 e -105 kg/ha, ao passo que na presença de nitrogênio + potássio elas se elevaram a +234, +364 e +197 kg/ha, correspondendo a +16, +25 e +14% da produção com n_1k_1 .

O nitrogênio diminuiu ligeiramente e o potássio não modificou a precocidade da produção; o fósforo, porém, aumentou-a apreciavelmente, pois a contribuição da primeira colheita foi de 19% nos canteiros sem esse nutriente e de 22, 23 e 25% nos que receberam suas doses 1, 2 ou 3.

3.4 — EXPERIÊNCIA DE SÃO CARLOS

Realizada na Fazenda Figueira Branca, numa área de terra-roxa-misturada ocupada anteriormente por antigo cafézal e tendo pH 6,7, 0,256% de N total, 0,020% de P_2O_5 , 0,024% de K_2O , 0,180% de CaO e 16,8% de perda ao rubro.

Efetuu-se o plantio no fim de outubro. O "stand" final médio atingiu 85%, sendo que somente a adubação potássica o reduziu ligeiramente. As produções (quadro 3) foram relativamente boas e alcançaram, em média, cerca de 200 arrôbas por alqueire.

Os efeitos principais N e K, respectivamente +46 e +30 kg/ha, não foram significativos. Todavia, o efeito P atingiu +390 kg/ha e foi altamente significativo. O estudo das componentes mostrou que a curva das respostas ao fósforo foi do tipo parabólico, mas sua tendência ainda era ascendente quando se usou o nível mais elevado. De fato, as respostas às doses 1, 2 e 3 desse elemento corresponderam, respectivamente, a +341, +373 e +457 kg/ha (+36, +39 e +48%).

As interações NP, NK e PK não foram significativas. Notou-se, contudo, certa tendência para o efeito de cada elemento aumentar na presença dos outros. Assim é que o do nitrogênio, que foi ligeiramente negativo na ausência do fósforo, na presença das suas doses 1, 2 e 3 elevou-se para +15, +52 e +127 kg/ha; o do potássio passou de -96 kg/ha na ausência do fósforo para +63, +93 e +60 kg/ha na presença das citadas doses. Correspondentemente, as médias das três doses de fósforo foram: na ausência e na presença do nitrogênio, +354 e +427 kg/ha; na ausência e na presença do potássio, +278 e +447 kg/ha.

Empregadas sôzinhas, as doses 1, 2 e 3 de fósforo aumentaram a produção de, respectivamente, 294, 239 e 306 kg/ha (30, 24 e 31%); na presença de nitrogênio + potássio (média dos níveis 1 e 2 de potássio), os aumentos que elas provocaram foram 442, 478 e 588 kg/ha (49, 53 e 65%). Assim, além de muito maiores, os últimos aumentos tenderam a crescer com as doses usadas, o que não aconteceu com a adubação exclusivamente fosfatada. Por sua vez, o efeito da adubação com nitrogênio + potássio, que foi tão somente de +12 kg/ha na ausência do fósforo, elevou-se, sucessivamente, para +60, +152 e +194 kg/ha na presença das doses 1, 2 e 3 desse elemento.

Enquanto o nitrogênio e o potássio diminuíram um pouco a precocidade da produção, o fósforo a aumentou substancialmente: tendo a primeira colheita fornecido 46% nos tratamentos sem fósforo, nos que receberam suas doses 1, 2 e 3 as contribuições dessa colheita se elevaram a, respectivamente, 57, 59 e 59%.

Em média de todos os tratamentos, o peso de um capulho, o rendimento de fibra e o comprimento desta foram, respectivamente, 5,8, g, 39,3% e 28,4 mm. O nitrogênio e o potássio não alteraram essas características; o fósforo as melhorou, mas muito pouco.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nas experiências relatadas, como nas realizadas anos atrás, os adubos foram aplicados segundo o método tradicionalmente usado em nosso meio: na ocasião do plantio, ligeiramente misturados com a terra nos sulcos destinados às sementes. Trabalhos anteriores (3, 4, 5, 6) já mostraram suficientemente a inconveniência desse método de aplicação, pelo menos para o estudo dos adubos nitrogenados e potássicos, pois, quando o tempo corre seco no período imediato ao plantio, eles reduzem o "stand" e prejudicam o desenvolvimento das plantas sobreviventes, e, quando chove abundantemente, o nitrogênio é, em regra, arrastado para fora do alcance das raízes antes que estas o possam absorver em escala apreciável. E note-se que, nas presentes experiências, empregaram-se apenas 15 kg/ha de nitrogênio, na forma de nitrato.

Acresce ainda que os solos utilizados para três, das quatro experiências, a julgar pelos resultados obtidos na produção, eram deficientes de fósforo assimilável, o que também contribuiu para as pequenas respostas ao nitrogênio e ao potássio. Somente na experiência de Limeira é que esses elementos tiveram efeitos satisfatórios, provavelmente porque foi instalada em solo repetidamente cultivado e adubado com fósforo nas cinco culturas anteriores, os adubos não prejudicaram o "stand" e as produções foram boas. Mesmo aí, os citados elementos só agiram bem quando empregados em conjunto com fósforo.

A experiência de São Carlos, em solo muito deficiente de fósforo, serve para ilustrar o que se acaba de dizer. Conquanto as produções, nos canteiros que receberam as maiores doses desse elemento, tenham sido boas, os efeitos médios do nitrogênio e do potássio foram nulos e a resposta à adubação com nitrogênio + potássio, na ausência do fósforo, foi de apenas +12 kg/ha; entretanto, na presença das doses 1, 2 e 3 de fósforo aquela adubação aumentou a produção de, respectivamente, 60, 152 e 194 kg/ha (5, 12 e 15%).

É verdade que na experiência de Araras, conduzida por quatro anos, mesmo na fase final e nos canteiros adubados com fósforo, os efeitos do nitrogênio e do potássio foram muito pequenos. Provavelmente assim aconteceu porque, nessa fase, as produções foram muito baixas, o que reduziu a necessidade das plantas em nutrientes. Além disso, no último ano todos os adubos (até o superfosfato) prejudicaram nitidamente os "stands".

Contrastando com os efeitos do nitrogênio e do potássio, que só foram satisfatórios na experiência de Limeira, o do fósforo

ultrapassou +30% em três, das quatro experiências, baixando a +13% apenas na de Limeira.

Na experiência de Araras, que durou quatro anos, em média desse período os aumentos devidos às doses 1, 2 e 3 de fósforo corresponderam, respectivamente, a 62, 85 e 96%. Como as respostas, nessa experiência, tenderam a crescer no decorrer dos anos, convém registrar, para confronto com as outras experiências, que foram anuais, as referentes ao primeiro ano, quando atingiram, com aquelas doses, +26, +34 e +39%. Sempre na mesma ordem das doses, em São Carlos as respostas alcançaram +36, +39 e +48%, e, em Avaré, conquanto as condições fôssem desfavoráveis à produção, +36, +34 e +42%. Somente em Limeira, não obstante as produções terem sido boas, é que elas baixaram para +11, +16 e +12%.

Essas foram as respostas obtidas em média dos tratamentos sem ou com fósforo, dentro do esquema fatorial 2 x 4 x 3. Conquanto as interações NP e PK não tenham sido significativas, convém registrar que, em regra, o efeito do fósforo foi maior quando empregado em conjunto com os outros nutrientes. Para dar uma idéia sumária do assunto nas quatro localidades, aqui serão comparados, apenas, os efeitos do elemento em estudo aplicado sozinho ou na presença de nitrogênio + potássio. Em média das três doses, esses efeitos foram, respectivamente, +431 e +469 kg/ha (+81 e +82%) em Araras; +220 e +317 kg/ha (+31 e +51%) em Avaré; +280 e +503 kg/ha (+28 e +56%) em São Carlos; -8 e +265 kg/ha (0 e +18%) em Limeira.

Observa-se que, na presença da adubação com nitrogênio + potássio, as respostas ao fósforo, em números absolutos, foram sempre maiores, e que, em números relativos, elas também foram maiores em três localidades, indicando que a presença daquela adubação acentuou consideravelmente o efeito do fósforo. Observa-se ainda que, empregado sozinho, em Limeira esse elemento ficou sem ação.

O comportamento do fósforo na experiência de Limeira vem, evidentemente, do fato de ter a área utilizada recebido boas doses desse elemento nas cinco culturas anteriores, de sorte que a terra estava relativamente bem provida de fósforo residual e, ao mesmo tempo, desfalcada de outros nutrientes. Daí o seu efeito nulo, quando aplicado sozinho, e apenas sofrível quando empregado em conjunto com nitrogênio e potássio.

Esses resultados servem para ilustrar o que acontece frequentemente em nosso meio. Sabendo que, na sua maior parte, os solos paulistas são pobres de fósforo, ao pôr em cultura uma área que

se achava abandonada à vegetação espontânea, muitos agricultores adubam-na exclusivamente com adubos fosfatados. E como os resultados são, em regra, magníficos — mesmo porque tais áreas têm, geralmente, boa reserva de nitrogênio e potássio assimiláveis — eles continuam a fazer o mesmo, ano após ano, sem perceber que, com a repetição dessa prática, o solo vai deixando de responder à adubação fosfatada, não somente devido à acumulação de fósforo residual, mas também pela progressiva redução nas disponibilidades dos outros nutrientes.

A consequência desse procedimento é que hoje existem, no Estado de São Paulo, numerosas fazendas que estão necessitando completa revisão nas fórmulas de adubação a serem usadas, principalmente nas destinadas aos talhões mais repetidamente cultivados e adubados nos anos anteriores.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH COTTON

XII — TRIALS WITH N, P, AND K ON "TERRA-ROXA" SOILS

SUMMARY

This paper reports the results of four trials located at Araras, Avaré, Limeira, and São Carlos, in the State of São Paulo, to study the effects of N, P and K on "terra-roxa" soils.

The responses to N and K were satisfactory only in the Limeira experiment, located on an area repeatedly fertilized with phosphorus in the previous crops. The small responses to the other nutrients in the other localities are attributed to both the low status of phosphorus of their soils and the method of fertilizer application used in the experiments, in the seed furrows, just before planting. Contrarily to the effects of N and K, those of P varied from high to very high in three localities. The yield increases due to the applications of 30, 60, and 90 kilograms of P_2O_5 per hectare corresponded, respectively, to 36, 34, and 42% in Avaré, 36, 39, and 48% in São Carlos, 62, 85, and 96% in Araras, but only to 11, 16, and 12% in Limeira. Here, P showed no effect when applied alone; in the presence of NK, however, its average response reached +18%. The effects of P were also enhanced by the presence of NK in the other experiments.

In view of the present results, the authors emphasize the need for revision of the fertilizer program designed to the areas which repeatedly received phosphorus in the previous crops.

LITERATURA CITADA

1. BOLLIGER, R. Análises sumárias de terra. Campinas, Instituto Agrônomo, 1938. 7p. (Boletim n.º 12)
2. COOPER, H. P., PADEN, W. R. & PHILLIPPE, M. M. Effects of applications of sodium in fertilizer on yields and composition of the cotton plant. Soil Sci. 76:19-28. 1953.

3. NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. I — Influência dos adubos, quando aplicados em contacto com as sementes, sobre a germinação. *Bragantia* 15: [301]-314. 1956.
4. _____ Adubação do algodoeiro. III — Ensaio sobre a aplicação de azoto em cobertura. *Bragantia* 16:[223]-242. 1957.
5. _____ Adubação do algodoeiro. IV — Ensaio sobre época de aplicação de azoto e potássio. *Bragantia* 16:[269]-296. 1957.
6. 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.