

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

Vol. 16

Campinas, dezembro de 1957

N.º 20

ADUBAÇÃO DO ALGODOEIRO

IV — ENSAIOS SOBRE ÉPOCA DE APLICAÇÃO DE AZÓTO E POTÁSSIO (*)

O. S. NEVES, *engenheiro-agrônomo, Seção de Algodão*, e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo (**), Instituto Agronômico*

RESUMO

Neste artigo os autores relatam os resultados obtidos em 10 ensaios, instalados em sete diferentes localidades e abrangendo os principais tipos de solo do Estado de São Paulo. Esses ensaios foram realizados entre 1949-50 e 1953-54 e, excetuando-se um, foram conduzidos por dois ou três anos nos mesmos canteiros, fornecendo, ao todo, 22 resultados anuais. O objetivo em mira foi estudar a melhor época para a aplicação do azóto e do potássio, sendo êstes nutrientes, assim como o fósforo, empregados sôzinhos ou em diversas combinações. O azóto foi usado na forma de salitre do Chile e, conforme o ensaio, nas doses de 20 ou 30 kg/ha de N; o fósforo como superfosfato, na dose de 60 kg/ha de P_2O_5 ; o potássio como cloreto, nas doses de 30 ou 40 kg/ha de K_2O .

Em média dos ensaios, o efeito do azóto aplicado em cobertura 30-40 dias após a emergência das plantas foi muito superior ao do empregado por ocasião do plantio, nos sulcos destinados às sementes, sendo também maior que o da aplicação em cobertura feita 60-80 dias após a emergência. O fracionamento da dose de azóto em duas porções iguais — estudado em quatro ensaios, compreendendo oito resultados anuais — mostrou-se ainda superior à aplicação da dose total 30-40 dias após a emergência. Quando as duas porções foram aplicadas em cobertura o efeito do azóto foi bem maior que nas combinações de épocas em que uma das porções foi empregada por ocasião do plantio.

Um exame retrospectivo, baseado nos presentes ensaios e nos relatados em artigo anterior, perfazendo 30 resultados anuais, confirmou integralmente as conclusões acima, mostrando que é inútil tentar-se avaliar o efeito dos adubos azotados solúveis empregando-os nos sulcos de plantio, conforme o hábito arraigado em nosso meio, e que a aplicação em cobertura, pouco antes ou logo que aparecerem no algodão os primeiros botões florais, geralmente dá bons resultados.

Nos ensaios em que se pôde determinar a influência das épocas de aplicação sobre o efeito do potássio, as aplicações em cobertura se mostraram inferiores ao emprêgo nos sulcos de plantio. Neste caso, porém, os resultados só foram satisfatórios quando choveu nos dias imediatos à sementeação. Aplicado em cobertura,

(*) Recebido para publicação em 6 de setembro de 1957.

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

Os que assinam este artigo estão empenhados na publicação dos trabalhos sobre adubação do algodoeiro realizados pelo Instituto Agronômico. São apenas relatores, responsáveis pela apresentação e interpretação dos resultados. Os nomes dos autores de cada plano e dos que colaboraram na sua execução se acham no rodapé das páginas em que êsses planos foram apresentados.

aparentemente o potássio não penetrou no solo em tempo útil para o algodoeiro; aplicado nos sulcos, êle ficou em posição acessível às raízes, mas, quando correu sêco o período que se seguiu ao plantio, prejudicou o "stand" e a produção. Sendo geralmente pequeno o risco de lixiviação imediata do potássio, sugere-se que êle seja aplicado antes ou por ocasião do plantio, em posição de fácil acesso às raízes, mas não em contato com as sementes.

1 — INTRODUÇÃO

Em artigo anterior (10) foram relatados os resultados de uma série de ensaios sôbre a aplicação de adubos azotados em cobertura, conduzidos no período 1937-38 a 1941-42. No presente trabalho são apresentados os de duas séries, uma executada em 1949-50 e 1950-51 e a outra entre 1951-52 e 1953-54, nas quais tanto o azôto como o potássio foram aplicados em cobertura, em comparação com o método habitual de aplicação nos sulcos de plantio.

2 — ENSAIOS REALIZADOS EM 1949-50 E 1950-51

2.1 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO (*)

Nos presentes ensaios foram comparados canteiros sem adubo a canteiros adubados com fósforo sômente, com fósforo e potássio ou com fósforo, potássio e azôto. O fósforo foi sempre empregado de uma vez e, a não ser num tratamento (sem outros nutrientes), na ocasião do plantio. Quanto ao azôto e ao potássio, suas doses totais foram aplicadas de uma vez, em três épocas diferentes, ou fracionadas, empregando-se metade em uma época e metade em outra. Nos tratamentos em que entraram êstes dois nutrientes, êles foram aplicados simultâneamente, isto é, em nenhum tratamento o azôto foi empregado numa época e o potássio em outra.

O fósforo (p) foi empregado na forma de superfosfato e sempre na dose de 60 kg/ha de P_2O_5 ; o potássio, como cloreto, na dose única de 30 kg/ha de K_2O (2k) ou dividida em duas porções de 15 kg/ha (k); o azôto, como salitre do Chile, na dose de 20 kg/ha de N (2n) ou dividida em duas porções de 10 kg/ha (n).

As épocas de aplicação foram: primeira (índice 1 nos símbolos dos tratamentos), no momento do plantio; segunda (índice 2), ao aparecerem os primeiros botões florais; terceira (índice 3), ao abrirem as primeiras flôres. Como o fósforo foi sempre aplicado na primeira época, salvo num único tratamento, seu símbolo não vai acompanhado de índices. Para melhor destacar as épocas de

(1) Plano organizado pelo eng. agr. I. Ramos, então chefe da Subdivisão de Plantas Têxteis e da Seção de Algodão, com a assistência do eng. agr. C. G. Fraga Jr., chefe da Seção de Técnica Experimental. Colaboraram na sua execução os engs. agrs. W. Schmidt, H. C. Aguiar e P. A. Cavaleri, assistentes da Seção de Algodão, e D. M. Corrêa, W. Lazzarini, J. Aloisi Sobrinho e M. V. de Moraes, então chefes de Estações Experimentais. A análise estatística foi orientada pelo eng. agr. A. Conagin e executada pelo eng. agr. E. Abramides.

aplicação, foi alterada a ordem convencional de colocação do azôto em relação aos outros nutrientes.

A primeira coluna do quadro 1 mostra os 21 tratamentos comparados.

Como de costume, os adubos aplicados na primeira época foram espalhados nos sulcos de plantio e levemente misturados com a terra antes da distribuição das sementes; nas outras épocas eles foram espalhados numa faixa estreita ao lado de cada linha de plantas e incorporados ao solo mediante ligeira escarificação.

O delineamento usado foi em blocos ao acaso, com duas repetições, tendo-se escolhido os tratamentos de modo a poderem formar, em parte, grupos fatoriais. Cada canteiro constou de quatro fileiras de 7m de comprimento e espaçadas de 1m, sendo aproveitadas somente as duas fileiras centrais (14 m²). Nas fileiras, as covas ficaram a 0,20 m umas das outras. Cada cova recebeu cerca de 10 sementes e, sempre que possível ficou, após o desbaste, com uma planta, sendo, portanto, de 70 covas ou plantas o "stand" perfeito de um canteiro.

De acôrdo com o plano acima foram instalados seis ensaios, mas por diversos motivos só puderam ser aproveitados os localizados nas Estações Experimentais de Campinas, Tatuí, Jaú e Mococa. Os três primeiros foram conduzidos em terra-roxa-misturada; o último, em solo massapê. Os ensaios foram instalados em 1949-50 e repetidos, nos mesmos canteiros, em 1950-51.

O plantio, usando-se sempre a variedade I.A. Campinas 817, foi efetuado nos últimos dias de outubro ou primeiros de novembro, e a emergência das plantas ocorreu, em regra, dentro de uma a duas semanas; somente em Campinas, em 1950-51, é que a germinação foi retardada pela sêca que se seguiu à sementeação, gastando cerca de três semanas. O desbaste foi feito 3-5 semanas após o término da emergência. Não se replantaram as falhas. O aparecimento dos primeiros botões florais, quando se efetuou a segunda aplicação de adubos, geralmente se verificou 5-6 semanas depois da emergência (6-8 semanas após o plantio); a abertura das primeiras flôres, quando se fez a terceira adubação, 9-11 semanas depois da emergência (10-14 semanas após o plantio).

2.2 — RESULTADOS OBTIDOS

No quadro 1 se encontram os dados, por tratamento e por ano, referentes às produções obtidas em cada localidade, assim como as médias gerais dos quatro ensaios.

De um modo geral para o Estado de São Paulo, 1949-50 foi um mau ano para a cultura do algodoeiro. Contudo, tanto nesse ano como em 1950-51 nas localidades em que foram instalados os

QUADRO 1.—Ensaícos realizados em 1949/50 e 1950/51. Produções de algodão em caroço obtidas com os diversos tratamentos em cada ano e localidade, e médias gerais dos quatro ensaios

Tratamentos	Campinas			Tatuí			Jaú			Mococa			Médias dos 4 ensaios			
	1949/50	1950/51	Médias	1949/50	1950/51	Médias	1949/50	1950/51	Médias	1949/50	1950/51	Médias	1949/50	1950/51	Médias	
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
(1)	1.086	982	1.084	1.053	454	754	2.086	1.439	1.762	689	1.100	895	1.229	994	1.111	85
p	904	1.700	1.302	1.075	482	753	2.261	2.121	2.191	993	957	975	1.308	1.303	1.305	100
p (*)	961	1.203	1.082	1.114	632	873	2.203	2.061	2.132	878	1.043	960	1.289	1.235	1.262	96
p(2n)1	1.171	1.536	1.354	1.271	718	994	1.268	1.814	1.541	1.221	989	1.110	1.233	1.264	1.249	96
p(2n)2	1.404	1.354	1.379	1.293	768	1.030	2.289	2.096	2.193	736	1.550	1.173	1.446	1.442	1.444	111
p(2n)3	1.000	1.489	1.244	1.289	753	1.021	2.379	2.346	2.362	739	1.361	1.050	1.352	1.487	1.420	109
pn1n2	1.100	1.311	1.206	1.643	993	1.318	2.364	2.050	2.207	1.321	1.393	1.357	1.607	1.437	1.522	117
pn2n3	1.082	1.850	1.466	1.339	754	1.071	2.350	2.711	2.430	1.185	1.593	1.389	1.477	1.728	1.602	123
pn1n3	1.371	1.493	1.432	1.361	714	1.038	1.857	2.461	2.159	1.143	1.293	1.218	1.433	1.490	1.462	112
p(2k)1	1.007	1.307	1.157	1.279	639	959	2.125	2.093	2.109	760	1.136	948	1.293	1.294	1.293	99
p(2k)2	1.239	1.311	1.275	1.189	761	975	2.271	2.529	2.400	950	1.096	1.023	1.412	1.424	1.418	109
p(2k)3	1.336	1.439	1.388	961	482	721	2.435	2.504	2.464	728	1.125	926	1.362	1.388	1.375	105
pk1k2	1.143	1.357	1.250	1.086	532	809	1.975	2.357	2.165	993	1.161	1.077	1.299	1.352	1.325	102
pk2k3	904	1.236	1.070	1.189	571	880	2.118	1.996	2.067	1.025	1.275	1.150	1.309	1.270	1.239	99
pk1k3	839	1.239	1.039	1.264	596	930	1.704	1.957	1.830	1.032	1.304	1.168	1.210	1.274	1.242	95
p(2n2k)1	1.107	1.611	1.359	1.096	618	857	2.293	2.589	2.441	993	1.457	1.225	1.372	1.569	1.471	113
p(2n2k)2	1.114	1.921	1.518	1.450	804	1.127	2.500	2.333	2.446	1.032	1.657	1.370	1.537	1.694	1.615	124
p(2n2k)3	1.168	1.326	1.246	1.357	636	996	2.471	2.579	2.525	1.329	1.539	1.459	1.581	1.532	1.557	119
p(nk)1(nk)2	1.214	1.739	1.477	1.364	625	995	2.504	2.325	2.414	811	1.586	1.198	1.473	1.569	1.521	117
p(nk)2(nk)3	857	1.332	1.095	1.468	675	1.071	2.454	2.164	2.309	1.221	1.743	1.482	1.500	1.479	1.489	114
p(nk)1(nk)3	1.029	1.486	1.257	1.254	757	1.005	1.825	2.300	2.062	1.439	1.561	1.525	1.399	1.526	1.463	112
Médias	1.097	1.439	1.268	1.259	663	961	2.172	2.233	2.202	1.013	1.332	1.175	1.387	1.417	1.402	

(*) Neste caso, p foi aplicado na segunda época; nos demais, sempre na primeira.

ensaios, o tempo, em seu conjunto, não foi desfavorável. Em média de todos os tratamentos, anos e localidades, o "stand" final atingiu a 82% do "stand" perfeito, sendo de 80% em 1949-50 e 85% em 1950-51. Somente em um caso (Mococa, 1949-50) ele baixou a 70% e em dois (Tatuí, 1949-50, e Mococa, 1950-51) foi de 77 e 78%; nos outros cinco casos variou entre 85 e 91%. A produção média geral dos quatro ensaios foi de 1400 kg/ha (acima de 200 arrôbas por alqueire paulista), pouco variando nos dois anos. Apenas em um caso (Tatuí, 1950-51) baixou a 660 kg/ha (cerca de 100 arrôbas/alq.); nos demais foi sempre superior a 1000 kg/ha (160 arrôbas/alq.).

Em regra o efeito do fósforo [p-(1)] foi maior quando empregado nos sulcos de plantio do que na aplicação em cobertura. Em nenhum dos ensaios, porém, ele alcançou o nível de significância estatística.

Estudando-se a parte fatorial de cada ensaio, verifica-se que em 1949-50 o efeito principal N só foi significativo (e positivo) em Tatuí, quando esse nutriente foi empregado parceladamente nas primeira e segunda épocas. Em 1950-51, porém, ele foi significativo (e sempre positivo) em Tatuí, quando aplicado de uma vez na terceira época, ou fracionado, em qualquer das três combinações de épocas, e em Mococa, quando empregado em uma só dose na segunda ou terceira épocas, bem como nas aplicações fracionadas das primeira-segunda e segunda-terceira épocas. Portanto, no conjunto dos oito resultados anuais, a aplicação do azoto em uma só dose provocou um aumento significativo na segunda época, dois na terceira e nenhum na primeira; nas aplicações parceladas, a combinação primeira-segunda épocas apresentou dois aumentos significativos, a segunda-terceira também dois (um deles altamente significativo) e a primeira-terceira apenas um. Analisando-se os totais de cada ensaio, os quais foram prejudicados pelos resultados obtidos em 1949-50, a aplicação em uma só dose também não obteve resposta significativa na primeira época, mas apresentou uma na segunda e uma na terceira; nas aplicações fracionadas, a combinação segunda-terceira épocas obteve três aumentos significativos, ao passo que as combinações primeira-segunda e primeira-terceira épocas só apresentaram um.

Quanto ao efeito principal K, nos resultados anuais não houve aumentos significativos de produção e nos totais de cada ensaio somente Jaú apresentou aumentos significativos nas aplicações em uma dose, sendo que altamente significativo na primeira época. Em Jaú a interação NK foi significativamente positiva na aplicação de uma vez na primeira época, em 1949-50 e nos totais dos dois anos.

Mesmo sem entrar em detalhes sobre a significância estatística da superioridade de determinada época ou combinação de épocas,

nas linhas acima já se tem uma boa indicação de que, para o azôto, a aplicação em cobertura se mostrou bem mais vantajosa, sobretudo quando feita parceladamente nas segunda e terceira épocas, que a aplicação em uma só dose na primeira época; para o potássio, pelo menos em Jaú, única localidade em que êsse nutriente aumentou significativamente a produção, a aplicação em uma só dose na primeira época se mostrou superior.

Ao planejar os presentes ensaios, com apenas duas repetições, tinha-se em vista conduzi-los em numerosas localidades. Todavia, além de não ter sido possível instalar tantos quantos se desejavam, alguns dêles tiveram que ser eliminados, de modo que o pequeno número dos aproveitados não permite separá-los em grupos homogêneos. Aliás, a influência do ano, ou melhor, do tempo ocorrido em cada localidade se mostrou muito mais importante na determinação da melhor época de aplicação do que o tipo de solo, aumentando as discrepâncias entre os resultados. Em vista disso, não compensaria fazer a análise estatística dos totais dos quatro ensaios. Mesmo sem essa análise, nas linhas seguintes se tentará a obtenção de indicações mais detalhadas sôbre o assunto.

Em média dos quatro ensaios o efeito do azôto na presença de fósforo mais potássio (pkn-pk), quando aplicado de uma vez, foi de +178 kg/ha na primeira época, +197 kg/ha na segunda e +186 kg/ha na terceira; empregado em duas porções, êle foi, em média, de +206 kg/ha, praticamente sem diferença entre as três combinações de épocas.

A julgar por êsses resultados a vantagem da aplicação do azôto em cobertura, quer em uma só dose quer em duas porções, teria sido muito pequena. Acontece, porém, que em média de tôdas as épocas de aplicação o efeito do azôto na presença do potássio (pkn-pk) foi de +196 kg/ha, enquanto na ausência do potássio (pn-p) baixou para +145 kg/ha. Deixando de lado as aplicações fracionadas, nas quais o potássio ficou praticamente sem ação, verifica-se que, em média das três aplicações em uma só dose, o efeito do azôto na presença do potássio foi de +186 kg/ha, ao passo que na ausência dêsse nutriente baixou para +66 kg/ha. Ora, nos presentes ensaios sempre que se usou o azôto em conjunto com o potássio êstes dois nutrientes foram aplicados no mesmo momento. Como o efeito do azôto dependeu consideravelmente da presença (na zona das raízes) do potássio, e, conforme se verá adiante, o efeito dêste nutriente diminuiu à medida que se retardou a aplicação de sua dose única e foi nulo ou negativo quando empregado em duas porções, a comparação feita no parágrafo anterior dá uma idéia errônea do que se pode esperar da aplicação do azôto em diferentes épocas. Naquela comparação parece que enquanto o efeito do azôto tendia a aumentar, em vista de ser aplicado de maneira mais adequada que de uma vez, nos sulcos de plantio, a

decrecente eficiência do potássio empregado tardiamente atuava em sentido contrário.

Assim, para que se tenha uma idéia clara da época mais apropriada para a aplicação do azôto, melhor será tomar-se seu efeito na ausência do potássio (pn-p). Conquanto êsse efeito seja, em média, muito menor, nas diferentes épocas de aplicação êle se manifestará sem a interferência de modificações devidas à época de aplicação do potássio. Em tais condições êle foi de -56, +139 ou +115 kg/ha quando aplicado, de uma vez, respectivamente na primeira, segunda ou terceira época; sendo aplicado em duas porções, elevou-se para +217, +297 e +157 kg/ha respectivamente nas combinações primeira-segunda, segunda-terceira e primeira-terceira épocas.

Quanto ao potássio, a época de aplicação teve apreciável influência no seu efeito (pkn-pn), que foi respectivamente de +222, +171 e +137 kg/ha quando empregado, de uma vez, na primeira, segunda ou terceira época, e se tornou nulo ou negativo quando fracionado em duas porções.

Deixando de lado as aplicações fracionadas, em média das três aplicações em uma só dose o efeito do potássio foi de +177 kg/ha na presença do azôto (pkn-pn), baixando para +57 kg/ha na ausência dêsse nutriente (pk-p). Conforme se verá em 2.3, é quase certo que antes de o algodoeiro o ter podido aproveitar, o azôto tenha sido arrastado em vários casos quando sua aplicação foi feita na primeira época e apenas em um ou dois, quando empregado nas outras épocas. Daí se deduz que, por deficiência de azôto, o efeito médio do potássio foi muito mais prejudicado na primeira que nas outras épocas e que, não fôra isso, a diferença a favor daquela seria bem maior que a indicada nos números do parágrafo anterior.

Em 1950-51 os efeitos médios do azôto e do potássio foram bem maiores que em 1949-50. Quanto às épocas de aplicação, comportaram-se, em linhas gerais, como nas médias dos dois anos. Para a aplicação do azôto em uma só dose a primeira época foi sempre a pior, enquanto a segunda foi a melhor em 1949-50 e a terceira em 1950-51; para a aplicação fracionada, a combinação primeira-segunda épocas deu o melhor resultado em 1949-50 e a segunda-terceira em 1950-51.

Em vista de os ensaios terem tido somente duas repetições, apenas será dito, sobre cada um dêles, que nas médias dos dois anos o maior efeito do azôto foi observado em Tatuí, vindo Mococa logo depois. Em Campinas êsse efeito também foi muito bom em 1949-50, mas péssimo em 1950-51, e em Jaú êle foi muito pequeno no primeiro ano e apenas sofrível no segundo. Aliás, a terra utilizada em Jaú era muito fértil, tendo produzido, somente com fósforo, mais de 300 arrôbas por alqueire.

2.3 — DISCUSSÃO E RESUMO

Conquanto a dose empregada tenha sido de apenas 20 kg/ha, o efeito médio do azoto foi muito bom na presença do potássio, mas baixou consideravelmente na ausência desse nutriente. Todavia, em vista das razões expostas em 2.2, a influência das épocas de aplicação só pôde ser estudada na ausência do potássio. Neste caso, conforme já se viu, a aplicação da dose total em cobertura, sobretudo na segunda época, deu resultado muito superior ao do emprêgo pelo método habitual, nos sulcos de plantio, e o fracionamento em duas porções, principalmente quando se usou a combinação segunda-terceira épocas, se mostrou ainda melhor. E isso não somente na média geral dos ensaios, mas também na frequência de resultados satisfatórios, conforme se vê no quadro 2.

QUADRO 2. — Ensaios realizados em 1949-50 e 1950-51. Resposta ao azoto (pn-p) nos oito resultados anuais estudados

Épocas de aplicação	Resposta média		Casos em que o azoto provocou			
			depressões maiores que 10%	depressões ou aumentos até 10%	aumentos de 11 a 30%	aumentos maiores que 30%
	kg/ha	%	nº	nº	nº	nº
1ª	- 56	- 4	2	2	3	1
2ª	+139	+11	2	2	1	3
3ª	+115	+ 9	2	1	3	2
1ª e 2ª	+217	+17	1	2	2	3
2ª e 3ª	+297	+23	.....	2	4	2
1ª e 3ª	+157	+12	2	.....	3	3

Por falta de observações mais minuciosas ou correspondentes anotações, nem sempre puderam ser determinadas exatamente as causas da inferioridade da aplicação na primeira época. Contudo, confrontando as épocas de aplicação com as chuvas caídas nos períodos imediatos e tendo em vista a fase do desenvolvimento do algodoeiro, parece não restar dúvida de que o arrastamento do azoto, antes que as plantas o tivessem podido absorver em escala apreciável, se verificou, pelo menos parcialmente, em seis casos quando a aplicação foi feita na primeira época, baixando para dois, na segunda, e um, na terceira.

No que toca ao outro grande inconveniente da aplicação nos sulcos de plantio — prejuízo na germinação e no desenvolvimento inicial da plantas — deve-se dizer que nos presentes ensaios, como de costume, não se contou o número total de plantas nascidas, mas o de covas que, embora tendo recebido 10 sementes, apresentavam

pelo menos uma planta, método êste que dá uma idéia muito apagada dos danos provocados pelo excesso de concentração de sais (6). Seja como fôr, pelo menos em dois casos, quando o tempo decorreu sêco no período imediato ao plantio, o adubo azotado aplicado em uma só dose nos sulcos de plantio causou redução de cêrca de 20% no "stand".

Em média, os canteiros adubados sòmente com fósforo (nos sulcos de plantio) forneceram, na primeira colheita, 64% da produção total; os adubados com fósforo e azôto, sendo êste aplicado nas primeira, segunda, terceira, primeira-segunda, segunda-terceira e primeira-terceira épocas, forneceram, respectivamente, 65, 63, 62, 64, 60 e 62%. Parece que as aplicações mais tardias de azôto atrasaram um pouco a frutificação.

Já se viu que o efeito do potássio também dependeu consideravelmente da época de aplicação e da presença do azôto. Na presença dêste nutriente êle atingiu a +18%, quando aplicado na primeira época, baixando para +12% na segunda e +10% na terceira. Em 2.2 já se mostrou que provàvelmente a superioridade da aplicação do potássio na primeira época teria sido maior se o azôto empregado nessa época não tivesse sido arrastado em muito maior escala que nas outras.

Nas terras utilizadas para os ensaios (roxa-misturada e masapê) o movimento do potássio é muito lento (8). Assim, sendo aplicado superficialmente êle permanece por muito tempo numa camada de solo em regra inacessível às raízes das plantas. Daí o pequeno efeito das aplicações dêsse nutriente em cobertura, sobretudo quando feitas tardiamente, em oposição ao resultado satisfatório obtido com a aplicação nos sulcos. É verdade que, aplicado nos sulcos de plantio, em contato com as sementes, o cloreto de potássio freqüentemente prejudica a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas. Contudo, na maioria dos casos, nos presentes ensaios, o período imediato ao plantio foi chuvoso, o que sem dúvida contribuiu para reduzir ou mesmo evitar aquêle inconveniente.

3 — ENSAIOS REALIZADOS A PARTIR DE 1951-52

3.1 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO (*)

Nestes ensaios o fósforo (p), na forma de superfosfato, foi empregado na dose de 60 kg/ha de P_2O_5 ; o potássio (k), como cloreto, na dose de 40 kg/ha de K_2O ; o azôto (n), na forma de salitre do Chile e na dose de 30 kg/ha de N.

(1) Êste plano foi elaborado pelo eng. agr. W. Schmidt, então chefe da Seção de Algodão, assistido pelo eng. agr. C. G. Fraga Jr., chefe da Seção de Técnica Experimental. Colaboraram na sua execução os engs. agrs. H. C. Aguiar e P. A. Cavaleri, assistentes da Seção de Algodão, bem como os engs. agrs. D. M. Corrêa, M. V. de Moraes, W. Lazzarini e J. Aloisi Sobrinho, então chefes de Estações Experimentais. A análise estatística foi efetuada pelo eng. agr. E. Abramides, sob a orientação do eng. agr. A. Conagin.

O delineamento usado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada canteiro dividido em três subcanteiros, nos quais o azoto e o potássio foram aplicados em três épocas diferentes. Os tratamentos foram escolhidos de modo a poderem formar, em parte, grupos fatoriais. As épocas (e os modos) de aplicação foram os mesmos dos ensaios relatados no capítulo 2, e os índices 1, 2 e 3, nos símbolos dos nutrientes, designam as épocas de sua aplicação, respectivamente primeira, segunda e terceira. O fósforo foi sempre empregado na primeira época, ao passo que o azoto e o potássio o foram nas três épocas (de uma vez, sem fracionamento); contudo, enquanto o azoto foi usado sozinho ou em conjunto com fósforo, com potássio ou com fósforo mais potássio em cada uma das três épocas, para o estudo das épocas o potássio foi apenas aplicado sozinho ou em conjunto com fósforo. Nos tratamentos que receberam azoto e potássio, este foi aplicado na primeira época. Como o fósforo foi sempre empregado na primeira época, do seu símbolo (p) foi omitido o índice 1. Na primeira coluna dos quadros 3 e 4 estão discriminados todos os tratamentos.

A área útil de cada subcanteiro foi de 10 m² (duas fileiras de 5 m, espaçadas de 1 m). Nas fileiras as covas ficaram a 0,20 m 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 plantas o "stand" perfeito de um canteiro.

Segundo o plano foram executados seis ensaios, sendo cinco nas Estações Experimentais de Mococa (em solo massapê), Jaú (em terra-roxa-misturada), Tatuí (em terra-roxa-misturada), Ribeirão Preto (em terra-roxa-legítima) e Pindorama (em arenito Bauru) e um na fazenda Guarucaia, município de Presidente Bernardes (em arenito Bauru). Os ensaios foram repetidos, nos mesmos canteiros, por dois ou três anos. A duração de cada um deles será mencionada adiante.

A variedade usada foi I.A. Campinas 817. À parte algumas exceções, que serão assinaladas quando necessário, o plantio foi efetuado nos últimos dias de outubro ou na primeira quinzena de novembro, processando-se a emergência das plantas dentro de uma a duas semanas. O desbaste foi feito três a cinco semanas após o término da emergência. Não se replantaram as falhas. O aparecimento dos primeiros botões florais, quando foi efetuada a segunda aplicação de adubos, geralmente se verificou umas cinco semanas depois da emergência (6-7 semanas após o plantio) e a abertura das primeiras flôres, quando se fez a terceira adubação, oito a onze semanas depois da emergência (10-12 semanas após o plantio).

QUADRO 3.—Ensaio realizados a partir de 1951-52. Produções de algodão em caroço obtidas com os diversos tratamentos em Mococa, Jaú e Presidente Bernardes

Tratamentos	Mococa				Jaú			Presidente Bernardes		
	1951/52	1952/53	1953/54	Médias	1951/52	1952/53	Médias	1952/53	1953/54	Médias
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
(1)* . . .	1.514	962	539	1.005	2.228	2.118	2.173	1.318	1.439	1.379
p*	1.609	1.257	541	1.136	2.472	2.495	2.483	1.231	1.636	1.434
k1	1.665	1.140	369	1.058	2.083	2.100	2.091	1.190	1.192	1.191
k2	1.510	918	351	926	2.052	1.880	1.966	1.490	1.425	1.458
k3	1.502	925	418	948	2.075	2.342	2.209	1.363	1.325	1.344
pk1	1.470	1.050	455	992	2.227	2.260	2.244	1.012	1.432	1.222
pk2	1.415	1.212	482	1.036	2.345	2.447	2.396	960	1.465	1.212
pk3	1.393	1.155	425	991	2.393	2.637	2.515	1.138	1.780	1.459
n1	1.630	817	483	977	1.948	2.092	2.020	1.205	1.323	1.514
n2	1.770	980	550	1.100	2.145	2.242	2.194	1.375	1.995	1.685
n3	1.425	825	438	896	2.035	1.862	1.949	1.325	1.627	1.476
pn1	1.432	1.040	435	969	2.548	1.630	2.089	933	1.407	1.170
pn2	1.268	1.022	442	911	2.242	1.920	2.081	1.180	1.775	1.477
pn3	1.435	872	433	913	2.248	2.047	2.147	1.080	1.272	1.176
k1n1 . . .	1.885	1.065	477	1.142	2.470	1.902	2.186	1.055	1.757	1.406
k1n2 . . .	1.582	1.088	455	1.042	2.443	2.127	2.285	1.480	1.938	1.709
k1n3 . . .	1.738	1.085	318	1.047	2.135	2.023	2.079	1.370	1.692	1.531
pk1n1 . .	1.762	1.335	725	1.274	2.450	2.537	2.494	1.033	1.625	1.329
pk1n2 . .	1.783	1.272	653	1.236	2.630	2.820	2.725	1.255	1.893	1.574
pk1n3 . .	1.952	1.338	665	1.318	2.385	2.660	2.522	1.197	1.295	1.246
Médias . .	1.583	1.075	492	1.050	2.290	2.224	2.257	1.220	1.581	1.401

(*) Médias das 12 repetições.

3.2 — RESULTADOS OBTIDOS

Ensaio de Mococa — Este ensaio foi instalado em 1951-52 e repetido em 1952-53 e 1953-54. As produções obtidas se acham no quadro 3.

Respectivamente nos primeiro, segundo e terceiro anos os "stands" iniciais, em média de todos os tratamentos, foram 85, 93 e 91% do "stand" perfeito; os finais, porém, baixaram para 81, 70 e 70%. A produção foi muito boa no primeiro ano mas caiu bastante no segundo, e no terceiro ficou reduzida a 1/3 da do primeiro. Em média de todos os tratamentos e anos ela foi de 1050 kg/ha (quase 170 arrôbas por alqueire).

A análise estatística, feita para as produções médias dos três anos, revelou, na parte fatorial, que na primeira época os efeitos principais P, K e N foram respectivamente +47, +95 e +42 kg/ha, não tendo qualquer deles atingido o nível de significância a 5%. As interações NK e NPK foram positivas, sendo que a primeira foi significativa. Na presença do azôto e do potássio, o aumento de

produção devido ao fósforo, embora não significativo, foi de 132 kg/ha; na presença do azoto e do fósforo, o devido ao potássio se elevou para 305 kg/ha e foi significativo; na presença do fósforo e do potássio, o devido ao azoto atingiu a 282 kg/ha e tornou-se significativo.

Em vista disso não se pode verificar a influência da época de aplicação sobre o efeito do potássio, porque, conforme assinalado em 3.1, nos tratamentos que poderiam servir para tal verificação esse nutriente só foi empregado isoladamente ou com fósforo. De fato, em tais condições o efeito do potássio, tanto na primeira como nas outras épocas, foi negativo ou praticamente nulo.

Para o azoto, porém, podem-se comparar os tratamentos pk_1n_1 , pk_1n_2 e pk_1n_3 com pk_1 , constatando-se que os aumentos de produção que ele provocou, quando aplicado nas primeira, segunda ou terceira épocas, foram significativos e alcançaram respectivamente 282, 244 e 326 kg/ha. Isso, em média dos três anos. Exame mais detalhado revelou que em 1951-52 a terceira época foi muito superior às outras duas, que deram praticamente o mesmo resultado, enquanto em 1952-53 as três épocas se mostraram mais ou menos iguais e em 1953-54 a primeira foi um pouco melhor que as outras. Como a vantagem de uma época de aplicação sobre outra depende muito do tempo ocorrido em cada localidade, o assunto será melhor discutido no estudo de conjunto a ser feito no capítulo 3.3.

Ensaio de Jaú — Instalado em 1951-52, foi repetido em 1952-53. As produções obtidas se encontram no quadro 3.

Os "stands" iniciais foram muito bons e os finais alcançaram, em média de todos os tratamentos, respectivamente 95 e 93% do "stand" perfeito em 1951-52 e 1952-53. A terra era bastante fértil, pois mesmo nos canteiros sem adubo a produção média foi superior a 350 arrôbas por alqueire, pouco diferindo nos dois anos.

A análise estatística das produções médias dos dois anos mostrou, na parte fatorial, que na primeira época os efeitos principais P, K e N, respectivamente +210, +62 e -51 kg/ha, não foram significativos, e que as interações NK e NPK foram positivas, sendo que só a primeira foi significativa. A resposta ao fósforo, embora sem significância estatística, foi sempre positiva, tanto na presença como na ausência dos outros nutrientes. Empregado sozinho ou na presença exclusiva do fósforo, o potássio deprimiu a produção, mas aumentou-a de 166 kg/ha na presença do azoto e de 405 kg/ha na presença de azoto mais fósforo. Essas respostas ao potássio não foram significativas. Por sua vez, o efeito do azoto, negativo quando ele foi empregado isoladamente ou na presença exclusiva do fósforo, tornou-se positivo na presença exclusiva do potássio e chegou a +250 kg/ha na presença de potássio mais fósforo. Em nenhum desses casos o efeito do azoto foi significativo.

Em vista do que foi dito acima e dos motivos apontados ao estudar-se o ensaio de Mococa, não se pode determinar a influência da época de aplicação sobre o efeito do potássio. No que toca ao azoto, comparando-se pk_1 sucessivamente com pk_1n_1 , pk_1n_2 e pk_1n_3 , verifica-se que, nestas condições, seu efeito foi de +250, +481 ou +278 kg/ha quando aplicado nas primeira, segunda ou terceira épocas. Somente a resposta obtida na segunda época alcançou significância estatística. Esses resultados se referem, conforme esclarecido acima, às médias de dois anos. Em ambos a aplicação na segunda época se mostrou superior às outras duas, mas a primeira época foi um pouco superior à terceira em 1951-52 e bem inferior em 1952-53.

Ensaio de Presidente Bernardes — Este ensaio foi instalado (adubado e plantado) em 1951-52, mas, por várias irregularidades, não foi colhido. Foi contudo, repetido em 1952-53 e 1953-54. Os resultados destes dois anos se acham no quadro 3.

Em média de todos os tratamentos, os "stands" iniciais em 1952-53 e 1953-54 foram respectivamente 76 e 90% do "stand" perfeito; os finais, 70 e 82%. Mesmo nos canteiros sem adubo a produção média foi superior a 220 arrôbas por alqueire, pouco variando nos dois anos.

A análise estatística das produções médias dos dois anos mostrou, na parte fatorial, que na primeira época os efeitos principais P, K e N, respectivamente -84, -87 e +49 kg/ha, não foram significativos. As interações NK, PK e NPK foram positivas, mas só a primeira alcançou significância estatística; a NP foi significativamente negativa. Empregado sozinho, na presença do potássio ou na de potássio mais azoto, o fósforo ficou praticamente sem resposta; na presença exclusiva do azoto seu efeito foi significativamente negativo. A resposta ao potássio empregado isoladamente ou na presença exclusiva do fósforo ou do azoto foi negativa, sendo que nos dois primeiros casos alcançou significância estatística; na presença de fósforo mais azoto tornou-se positiva, sem, contudo, alcançar o limite de significância. Empregado sozinho, na presença de potássio mais fósforo ou na presença exclusiva do potássio, o azoto obteve resposta positiva, mas somente no último caso essa resposta foi significativa; aplicado na presença exclusiva do fósforo seu efeito se tornou significativamente negativo.

Já foi acentuado que para estudar a influência das épocas de aplicação sobre o efeito do potássio este nutriente só foi empregado isoladamente ou na presença exclusiva do fósforo. Em média das comparações possíveis, o efeito do potássio foi significativamente depressivo (-200 kg/ha) quando ele foi aplicado nos sulcos de plantio (primeira época) e se tornou praticamente nulo quando aplicado em cobertura (segunda e terceira épocas).

Em média de todos os tratamentos com e sem azoto, o efeito deste nutriente foi respectivamente +49, +305 e +51 kg/ha nas primeira, segunda e terceira épocas, sendo que somente na segunda época o aumento foi significativo; excluindo os tratamentos contendo fósforo, o efeito médio do azoto se elevou, na mesma ordem, para +175, +412 e +218 kg/ha, continuando significativo o aumento obtido na segunda época. Como esses números representam as médias de dois anos, deve-se esclarecer que em ambos a segunda época se mostrou superior para a aplicação do azoto, sendo que em 1952-53, quando este nutriente deprimiu a produção na primeira e teve resposta muito pequena na terceira época, na segunda ainda a elevou apreciavelmente.

No estudo de conjunto a ser feito adiante será usado, uniformemente, o efeito do azoto na presença de fósforo mais potássio. Convém, por isso, deixar aqui registrado que nas diferenças entre os tratamentos pk_{1n_1} , pk_{1n_2} , pk_{1n_3} e pk_1 , respectivamente +107, +352 e +24 kg/ha, manteve-se a nítida superioridade da segunda época de aplicação, assim acontecendo nos dois anos.

QUADRO 4.—Ensaio realizados a partir de 1951-52. Produções de algodão em caroço obtidas com os diversos tratamentos em Tatuí, Ribeirão Preto e Pindorama

Tratamentos	Tatuí				Ribeirão Preto	Pindorama				
	1951/52	1952/53	1953/54	Médias	1952/53	1951/52	1952/53	1953/54	M. de 51/52 e 53/54	Médias dos 3 anos
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
(1)*	934	685	592	737	671	451	1.673	1.549	1.000	1.224
p*	1.082	655	592	773	956	697	1.664	1.764	1.231	1.375
k1	865	443	582	630	950	450	1.357	1.658	1.054	1.155
k2	948	577	625	717	915	438	1.588	1.805	1.121	1.277
k3	897	568	598	688	925	432	.....	1.615	1.024	.....
pk1	1.118	732	625	825	895	450	1.487	1.695	1.073	1.211
pk2	1.032	773	520	775	1.035	353	1.358	1.842	1.097	1.351
pk3	1.280	820	587	896	710	408	.....	1.895	1.151	.....
n1	1.045	837	603	830	952	603	1.732	1.698	1.150	1.344
n2	1.055	630	682	789	820	553	1.847	1.905	1.229	1.435
n3	1.028	657	618	768	845	468	.....	1.512	990	.....
pn1	1.517	773	735	1.008	855	488	2.012	1.745	1.116	1.415
pn2	1.180	778	550	836	855	480	1.977	1.928	1.204	1.462
pn3	1.180	772	570	841	835	518	.....	1.857	1.188	.....
k1n1	1.327	803	595	908	1.112	463	1.342	1.488	975	1.098
k1n2	1.150	600	533	761	1.063	502	1.633	1.633	1.068	1.256
k1n3	1.140	598	567	768	1.065	535	.....	1.533	1.034	.....
pk1n1 . . .	1.260	735	728	908	917	653	1.762	2.168	1.410	1.528
pk1n2 . . .	1.303	790	660	918	1.095	837	1.918	1.805	1.321	1.520
pk1n3 . . .	1.150	775	710	878	840	745	.....	1.930	1.338	.....
Médias . .	1.105	695	609	803	900	534	1.696	1.735	1.135	1.325

(*) Médias das 12 repetições.

Ensaio de Tatuí — Instalado em 1951-52, êste ensaio foi repetido em 1952-53 e 1953-54. As produções obtidas estão no quadro 4.

Em média de todos os tratamentos e respectivamente nos primeiro, segundo e terceiro anos, os “stands” iniciais foram 87, 93 e 92% do “stand” perfeito; os finais, 76, 92 e 90%. No primeiro ano a produção média foi boa, de quase 200 arrôbas por alqueire, mas baixou nos anos seguintes para cêrca de 100 arrôbas.

A análise estatística da produção média dos três anos mostrou, na parte fatorial, que na primeira época de aplicação os efeitos principais P e N, respectivamente +102 e +173 kg/ha, assim como a interação NPK, foram significativos, sendo que esta foi negativa. O efeito principal K, —19 kg/ha, não foi significativo.

Nas comparações possíveis, a resposta ao potássio foi sempre pequena e variável, tendendo mais para o lado negativo, sobretudo quando êsse nutriente foi aplicado nos sulcos de plantio (primeira época). Quanto ao azôto, em média dos três anos e de todos os tratamentos com ou sem êsse nutriente, seu efeito foi respectivamente de +173, +85 e +72 kg/ha nas primeira, segunda e terceira épocas, sendo que sômente na primeira época êle foi significativo. Nessas médias, a superioridade da primeira época se manteve consistentemente nos três anos. Comparando-se, porém, pk_1 sucessivamente com pk_1n_1 , pk_1n_2 e pk_1n_3 , a resposta ao azôto nas primeira, segunda e terceira épocas foi +83, +93 e +53 kg/ha, em nenhum caso alcançando o nível de significância. Isso, em média dos três anos, pois nos dois primeiros a segunda época se mostrou bem superior às outras. Em 1951-52, o único ano em que a produção foi satisfatória, o efeito, não significativo, do nutriente em aprêço (pkn-pk) foi de +142, +185 e +32 kg/ha respectivamente nas primeira, segunda e terceira épocas.

Deve-se dizer que o terreno utilizado para o presente ensaio não tinha a desejada uniformidade e os coeficientes de variação foram muito elevados.

Ensaio de Ribeirão Preto — Êste ensaio foi instalado em 1951-52, mas, por motivos vários, não pôde ser aproveitado nesse ano. Em 1952-53, porém, foi repetido nos mesmos canteiros. As produções se acham no quadro 4.

Em média de todos os tratamentos o “stand” inicial foi de 90%, mas o final baixou para 77% do “stand” perfeito e a produção média foi relativamente baixa, de apenas 145 arrôbas por alqueire.

As produções dos canteiros com os mesmos tratamentos oscilaram excessivamente e o coeficiente de variação foi muito elevado, não sendo significativas as diferenças entre os tratamentos comparados. Seja como fôr, convém registrar sumariamente os

resultados obtidos. Na primeira época de aplicação os efeitos principais P, K e N foram respectivamente -15 , $+110$ e $+91$ kg/ha. O potássio obteve melhor resposta quando empregado sozinho ou na presença exclusiva do azoto; o azoto, também quando aplicado isoladamente ou na presença exclusiva do potássio.

Em média dos tratamentos com ou sem potássio, as diferenças de produção devidas a este nutriente foram respectivamente $+110$, $+187$ e $+4$ kg/ha nas primeira, segunda e terceira épocas; na mesma ordem, as diferenças médias devidas ao azoto foram $+91$, $+90$ e $+28$ kg/ha. Comparando sucessivamente pk_1n_1 , pk_1n_2 e pk_1n_3 com pk_1 , as diferenças devidas ao azoto foram $+22$, $+200$ e -55 kg/ha.

Ensaio de Pindorama — Instalado em 1951-52, este ensaio foi repetido nos dois anos seguintes. No segundo ano, porém, não foram aplicados adubos na terceira época. Daí a omissão, nos dados que figuram no quadro 4, das produções dos correspondentes tratamentos em 1952-53, e a apresentação de duas médias: uma relativa aos três anos, excluindo-se a terceira época de aplicação, e a outra relativa a 1951-52 e 1953-54, incluindo-se as três épocas.

Respectivamente nos primeiro, segundo e terceiro anos os "stands" iniciais foram 98, 93 e 92% do "stand" perfeito; os finais, 95, 89 e 88%. Em 1951-52 a produção média foi muito pequena, de apenas 86 arrôbas por alqueire, para o que parece terem concorrido o plantio atrasado, em 27 de novembro, e a cessação das chuvas no fim de março, pois em abril e maio praticamente não choveu; nos outros dois anos, porém, ela foi superior a 270 arrôbas por alqueire.

A análise estatística foi feita para as produções médias dos três anos e, pelo motivo já citado, excluindo-se a terceira época. O exame da parte fatorial mostrou que, na primeira época, dos efeitos principais P, K e N, respectivamente $+177$, -92 e $+105$ kg/ha, só foi significativo o do fósforo. A interação NPK foi significativa e positiva. A resposta ao fósforo foi sempre positiva, mas tornou-se muito maior na presença de azoto mais potássio. Na presença de azoto mais fósforo o potássio também obteve resposta positiva, embora pequena e não significativa. Quanto ao azoto, na presença exclusiva do fósforo ou do potássio, praticamente não modificou a produção, ao passo que empregado sozinho proporcionou um aumento, não significativo, de 120 kg/ha, e, na presença de fósforo mais potássio, de 317 kg/ha, sendo, então, significativo.

No que toca às épocas de aplicação, o que se pode dizer é que na primeira a resposta ao potássio foi negativa, enquanto na segunda foi simplesmente nula. Em média dos três anos e dos tratamentos com ou sem azoto, o efeito deste nutriente na primeira época, como já se viu, foi de apenas $+105$ kg/ha, e não significa-

tivo, mas elevou-se para +177 kg/ha, tornando-se significativo, na segunda. A superioridade da adubação em cobertura se manteve nos três anos.

Nas comparações de pk_{1n_1} e pk_{1n_2} com pk_1 os aumentos proporcionados pelo azoto foram muito maiores. Na média dos três anos eles alcançaram 317 e 309 kg/ha respectivamente nas primeira e segunda épocas, sendo significativos nas duas épocas. Neste caso, não houve diferença entre as épocas; contudo, em 1951-52 e 1952-53 a adubação em cobertura foi muito superior à aplicação nos sulcos de plantio; somente em 1953-54 é que se verificou o contrário.

As médias de 1951-52 e 1953-54 (10.^a coluna do quadro 4) permitem estender a comparações à terceira época. Nesta, a resposta ao potássio foi praticamente nula, como na segunda, e o efeito do azoto se mostrou muito inferior ao da mesma dose aplicada na segunda época.

3.3 — DISCUSSÃO E RESUMO

Na maioria dos ensaios a resposta ao azoto foi muito maior na presença de um ou dois dos outros elementos essenciais. Contudo, as diferenças entre as médias dos tratamentos com e sem azoto, embora não dêem uma idéia exata do aumento de produção que esse nutriente pode provocar, apresentam a garantia de elevado número de repetições. Assim, para o estudo conjunto da influência das épocas de aplicação serão tomadas, em primeiro lugar, essas médias, estudando-se depois o efeito do nutriente em aprêço na presença de fósforo mais potássio.

Em um dos três anos de ensaio em Pindorama foi eliminada a terceira época. Por este motivo serão comparadas, inicialmente, apenas as outras duas épocas. Dando-se o mesmo peso a cada um dos seis ensaios, isto é, não se levando em conta o número de anos que durou cada um deles, o efeito do azoto, em média dos tratamentos com ou sem esse nutriente, seria respectivamente +68 e +126 kg/ha nas primeira e segunda épocas (com um caso de aumento significativo na primeira e dois na segunda). Como a melhor época de aplicação depende muito do tempo ocorrido em cada ano, as médias dos 14 resultados anuais indicam-na com mais segurança. Neste caso, o efeito do azoto nas primeira e segunda épocas seria respectivamente +75 e +122 kg/ha. Comparando-se, por fim, o tratamento pk_1 sucessivamente com pk_{1n_1} e pk_{1n_2} , obter-se-iam, para as médias dos seis ensaios, +177 e +280 kg/ha (com dois casos de aumentos significativos na primeira e quatro na segunda); para os 14 resultados anuais, +199 e +272 kg/ha.

Qualquer que seja o método de comparação, em média a aplicação do azoto na segunda época deu resultados muito melhores que na primeira. Houve, naturalmente, discrepâncias nos resul-

tados anuais. Assim é que em quatro ou cinco dêstes, conforme o método de comparação, a primeira época ocupou o primeiro lugar, sem indicar, contudo, peculiaridade de determinado tipo de solo. Mas essas exceções não prejudicam sensivelmente o valor das médias acima como expressões gerais da influência das duas épocas.

Para comparar a primeira época com a terceira serão aproveitados os seis ensaios, mas somente 13 resultados anuais. Nessas condições, em média dos tratamentos com ou sem azoto, o efeito desse nutriente nas primeira e terceira épocas seria respectivamente +63 e +20 kg/ha (com um caso de aumento significativo na primeira e nenhum na terceira), considerando-se os ensaios com o mesmo peso, ou +68 e +22 kg/ha, tomando-se os resultados anuais; na presença de fósforo mais potássio ele seria +180 e +149 kg/ha (com dois aumentos significativos em cada época) em média dos ensaios, ou +193 e +171 kg/ha, em média dos 13 resultados anuais.

Vê-se que em qualquer caso a terceira época se mostrou bem inferior à primeira e, por conseguinte, muito inferior à segunda. No quadro 5 as três épocas são comparadas em 13 resultados anuais (excluindo-se o segundo ano do ensaio de Pindorama).

QUADRO 5.—Ensaio realizado a partir de 1951-52. Resposta ao azoto (pkn-pk) em 13 resultados anuais (excluindo o segundo ano do ensaio de Pindorama)

Épocas de aplicação	Resposta média		Casos em que o azoto provocou			
			depressões ou aumentos até 10%	aumentos de 11 a 20%	aumentos de 21 a 30%	aumentos maiores que 30%
	kg/ha	%	nº	nº	nº	nº
1ª	+193	+16	4	5	2	2
2ª	+260	+22	3	2	5	3
3ª	+171	+14	5	4	1	3

Uma das causas da inferioridade da aplicação na primeira época, em comparação com a segunda, foi a redução que o nitrato empregado nos sulcos de plantio provocou no "stand" em cinco dos 14 casos estudados. Em média desses cinco casos o "stand" inicial (após o desbaste), que foi de 90% nos tratamentos sem azoto, baixou para 75% nos que receberam esse nutriente; em um desses casos o "stand" caiu de 94 para 73% e, em outro, de 81 para 44%. E esses números, conforme acentuado em 2.3, dão apenas uma idéia atenuada dos prejuízos em aprêço.

Quanto ao arrastamento do azoto, parece ter-se verificado pelo menos em quatro casos, quando a aplicação foi feita na primeira, e apenas em um, quando ela foi feita na segunda época.

Se a abundância de chuvas pode provocar o arrastamento do azoto, a falta ou escassez, no período que se segue à aplicação em cobertura, pode retardar excessivamente a penetração desse nutriente até as camadas do solo em que se acham as raízes. Isso parece ter acontecido em um ano, no ensaio de Mococa, e em dois, no de Tatuí, justamente nas localidades em que a vantagem da adubação em cobertura foi menos nítida.

Nos três anos de ensaio em Mococa e Tatuí, nos dois de Jaú e em um dos de Pindorama a colheita foi feita em duas vezes. Em média desses nove resultados anuais os canteiros adubados com fósforo mais potássio forneceram, na primeira colheita, 74% da produção total; os que receberam, além desses nutrientes, azoto nas primeira, segunda e terceira épocas forneceram respectivamente 75, 74 e 69%. Por conseguinte, aplicado na primeira ou segunda época o azoto não atrasou a frutificação, ao passo que na terceira provocou apreciável atraso, o que deve ter contribuído para a inferioridade dessa época no que toca à produção total.

O efeito do potássio foi nulo ou negativo em Tatuí, Pindorama e Presidente Bernardes. Em Mococa, Jaú e Ribeirão Preto êle atingiu, em média, a +224 kg/ha, mas somente quando empregado na presença do azoto ou de fósforo mais azoto, o que foi feito somente na primeira época. Assim, nos presentes ensaios não se pode determinar a influência das épocas de aplicação sobre o efeito fertilizante do potássio. De fato, na ausência do azoto êle foi, em média dos seis ensaios, de -73 kg/ha na primeira época e praticamente nulo nas outras duas. Tomando-se somente a média dos ensaios de Mococa, Jaú e Ribeirão Preto, a posição relativa das épocas não sofre alteração sensível.

Mais interessante é o estudo dos ensaios de Pindorama e Presidente Bernardes, nos quais, mesmo na presença de azoto mais fósforo, o efeito médio do potássio foi nulo. Nesses ensaios o adubo potássico ficou praticamente sem resposta quando foi aplicado em cobertura (segunda e terceira épocas), ao passo que se tornou nitidamente negativo (-159 kg/ha, em média) na primeira época. É claro que não se trata, aqui, de mera influência das épocas, mas dos modos de aplicação. Nas segunda e terceira épocas aquêle adubo foi empregado superficialmente e, mesmo no solo arenoso dos ensaios, por certo permaneceu em posição inacessível às raízes (8), ficando sem qualquer efeito, enquanto na primeira época êle foi aplicado em posição acessível (nos sulcos de plantio), mas de modo a poder prejudicar a germinação, como de fato a prejudicou em dois dos três anos de ensaio em Pindorama, e em um, dos dois de Presidente Bernardes.

Os presentes ensaios permitem estudar algumas das consequências da aplicação dos adubos nos sulcos de plantio. Para verificar o efeito sobre o "stand" serão tomados principalmente os

“stands” iniciais, pois os finais, sendo contados por ocasião da colheita, dependem muito mais de outros fatores que não o método de aplicação. Em média dos cinco resultados anuais em que se observou apreciável redução daqueles “stands” (Mococa, 1953-54; Presidente Bernardes, 1952-53; Pindorama, 1952-53 e 1953-54; Ribeirão Preto, 1952-53) e dos tratamentos sem e com fósforo, eles foram respectivamente 80 e 85%; dos sem e com potássio, 84 e 81%; dos sem e com azoto, 90 e 75% do “stand” perfeito. Examinando-se os tratamentos individuais, o “stand” dos que não receberam adubo algum nos sulcos de plantio foi de 91%; dos adubados somente com fósforo, potássio ou azoto, respectivamente 92, 88 e 71%; dos que tiveram fósforo mais potássio, fósforo mais azoto ou potássio mais azoto, respectivamente 91, 81 e 69%; finalmente, dos que receberam fósforo, potássio e azoto, 78%.

A comparação desses números mostra que, empregado isoladamente, o fósforo, ou melhor, o superfosfato não alterou o “stand”, ao passo que o cloreto de potássio o reduziu um pouco e o salitre provocou considerável redução. Mostra ainda que as reduções devidas a cada um dos dois últimos adubos se somaram quando eles foram aplicados conjuntamente, enquanto a adição de superfosfato a qualquer deles ou aos dois atenuou sensivelmente essas reduções. Na apreciação dessas reduções, deve-se ter em mente que elas dão apenas uma idéia apagada dos verdadeiros prejuízos causados pelos adubos, conforme esclarecido em 2.3.

Aplicados convenientemente, em regra o salitre e o cloreto de potássio também melhoram o “stand” final. As reduções há pouco observadas devem ser atribuídas à excessiva concentração da solução do solo nas imediações das sementes, em consequência da aplicação desses adubos nos sulcos do plantio. Comparando os “stands” finais dos canteiros adubados com salitre nos sulcos de plantio ou em cobertura, verifica-se que a responsabilidade pelos prejuízos coube, de fato, àquele método de aplicação. Em média dos cinco resultados anuais acima referidos, esses “stands”, nos tratamentos sem azoto e nos que foram adubados com salitre em cobertura na segunda época, foram respectivamente 79 e 82%, ao passo que o dos que receberam salitre nos sulcos baixou para 67%. Nos tratamentos sem azoto e nos adubados com salitre nos sulcos as reduções sofridas pelo “stand” final em relação ao inicial foram respectivamente de 12 e 11%; nos que receberam salitre em cobertura, de 9%.

Do que se viu linhas atrás conclui-se que a aplicação do azoto em cobertura contribui apreciavelmente para diminuir a concentração de sais nos sulcos dos canteiros adubados com pkn , o que geralmente resulta em mais rápida germinação, melhor “stand” e plantas mais vigorosas. Por outro lado, aquele nutriente fica menos sujeito ao risco de arrastamento, o que reduz o número de

De Wildeman (39), baseado nestes característicos, reúne as diversas modalidades de domácias nas três categorias seguintes: a) "fossette", nas quais as domácias são totalmente glabras ou apresentam poucos pêlos nas bordas da abertura exterior e se localizam mesmo no tecido da nervura lateral, abrindo-se na própria nervura; esta modalidade está bem representada em *Coffea liberica* Bull.; b) já em *C. congensis* var. *froehneri* Pierre ex De Wild., ocorre o tipo denominado "touffe de poils"; neste caso as domácias localizam-se no ângulo das nervuras secundárias com a nervura principal e são providas de abundantes pêlos que revestem as bordas da abertura exterior e tôda cavidade; c) na mesma variedade, na base da fôlha ocorre o tipo designado "pochette", na qual a domácia se apresenta como uma membrana delgada ligando a nervura mediana às secundárias e a abertura exterior exhibe uma bordadura de pêlos.

Lebrun, citado por Chevalier (7), estudando os cafeeiros do Congo Belga verificou um enorme polimorfismo das domácias e afirma, como resultado de seus minuciosos estudos, que domácias consideradas como típicas para determinadas formas ou variedades de cafeeiro, em muitos casos estavam ausentes em fôlhas inteiras ou em grandes áreas de uma mesma fôlha. Tomando como característicos básicos a localização e a estrutura, Lebrun admite os seguintes tipos de domácias: a) domácias localizadas na axila das nervuras secundárias com a nervura principal; b) domácias localizadas sôbre as nervuras; c) domácias obstruídas por um tufo de pêlos; d) domácias ciliadas; e) domácias glabras.

As domácias da variedade *typica*, descritas por De Wildeman (39) como axilares, glabras ou ciliadas, estariam incluídas no tipo "pochette" da sua classificação.

Os presentes estudos confirmam essas informações, já que se observou que as domácias na variedade *typica* apresentam-se localizadas no ângulo formado pelas nervuras secundárias com a nervura principal (fig. 21); a abertura exterior ou poro, de forma elítica ou arredondada, nas domácias bem desenvolvidas tem um diâmetro variável entre 200-260 micros, suas bordas são quase totalmente glabras, apresentando apenas alguns pêlos unicelulares esparsos numa região situada distante das bordas da abertura, sendo ainda pequeno o número de estomas. O diâmetro interno da cavidade mede 350-500 micros, e como já foi dito, a cavidade aprofunda-se um pouco além da parte mediana do mesofilo foliar, não atingindo nunca o parênquima paliçádico.

3.3.4 — ESTÍPULAS

As estípulas (E) interpeciolares do cafeeiro, de forma triangular e extremidade acuminada, são unidas na base de modo a rodear completamente o caule (fig. 10, A e B), e livres na sua

casos em que, por deficiência ou falta de azôto, o potássio e o fósforo deixam de atuar convenientemente. Por êsses motivos parece óbvio que o fósforo e sobretudo o potássio, mesmo empregados nos sulcos de plantio, sejam beneficiados pela aplicação do azôto em cobertura.

De fato, em média dos 14 resultados anuais obtidos nos presentes ensaios os aumentos de produção provocados pelo fósforo (pkn-kn) foram de 140 kg/ha quando o azôto foi empregado nos sulcos de plantio e de 177 kg/ha quando êle foi aplicado em cobertura na segunda época; os provocados pelo potássio (pkn-pn) foram, na mesma ordem, de 153 e 223 kg/ha. Quando o azôto foi empregado nos sulcos de plantio, o potássio obteve sete respostas superiores a 100 kg/ha, das quais somente duas foram significativas; quando aquêle nutriente foi aplicado em cobertura, as respostas ao potássio superiores a 100 kg/ha se elevaram para 10, quatro das quais foram significativas.

Essa constatação mostra que, aplicando o azôto em cobertura, diminui-se o prejuízo causado pelo emprêgo dos outros adubos em contato com as sementes, sem, contudo, eliminá-lo; dela também se conclui que o efeito do azôto teria sido ainda melhor se aquêles adubos tivessem sido aplicados convenientemente.

4 — DISCUSSÃO GERAL

Tanto nos ensaios do capítulo 2 como nos do 3 as tendências, no que toca às épocas de aplicação do azôto, em linhas gerais foram semelhantes. Mesmo assim, caberia aqui estudá-los conjuntamente, para reforçar as conclusões tiradas em cada grupo. Existe, porém, um outro grupo, já relatado anteriormente (10) e que, incluído em tal estudo, dará ainda maior fôrça a essas conclusões. Isso será feito no capítulo 5.

Quanto ao potássio, nos ensaios do capítulo 2 agiu melhor na primeira época. A dose então empregada foi pequena e o período imediato ao plantio geralmente correu chuvoso, de sorte que o inconveniente da sua aplicação em contato com as sementes foi contrabalançado pela posição em que êle ficou, favorável ao seu aproveitamento pelas plantas.

Nos ensaios do capítulo 3, em vista do nutriente em aprêço não ter obtido resposta na ausência do azôto ou de fósforo mais azôto, o plano adotado não permitiu avaliar a influência das épocas de aplicação sôbre seu efeito fertilizante. Em alguns casos, porém, observou-se que, empregado na primeira época, o adubo potássico prejudicou o "stand", prejuízo que não deve ser atribuído prôpriamente à época, mas ao modo de aplicação: nos sulcos de plantio, em contato com as sementes.

Os ensaios relatados não são, portanto, suficientes para se tomar uma decisão sobre a época mais favorável. Sabe-se, contudo, que mesmo nas nossas terras arenosas (arenito Bauru) o potássio se movimenta com muita lentidão (8). Isso significa que é muito pequeno o risco de perda imediata desse nutriente por lixiviação e, por outro lado, explica porque nos ensaios do capítulo 2, quando aplicado em cobertura, à superfície do solo, êle deu resultados bem inferiores aos do emprêgo nos sulcos de plantio.

Aliás, experiências feitas em outros países (3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 14, 15) também indicam que, em regra, o potássio deve ser aplicado antes do plantio e em camadas do solo relativamente profundas, nas quais, sendo menor a influência dos períodos secos, êle permanece em posição e forma mais acessíveis às raízes. Experimentadores (4, 9, 11, 15) que estudaram o assunto chegaram à conclusão de que seu emprêgo em cobertura só deve ser feito em casos de emergência, quando não se tiver podido aplicá-lo antes do plantio, e previnem que tal medida só dá resultados satisfatórios em terras dotadas de muito pequena capacidade de adsorção.

Assim, parece mais adequada a aplicação do potássio antes ou por ocasião do plantio do algodoeiro. Isso, porém, não quer dizer que se deva empregá-lo em contato com as sementes, conforme o hábito arraigado entre nós. Alguns dos presentes ensaios indicam claramente a inconveniência desse método. Aliás, numerosos experimentadores afirmam categòricamente que êle é prejudicial e recomendam, em substituição, a aplicação em sulquinhos laterais à linha das sementes (1, 2, 13). Em futuros ensaios, ao invés de insistir-se no emprêgo em cobertura, seria mais útil estudar-se a aplicação lateral ou outra que coloque o potássio em posição facilmente acessível às raízes, mas de modo a não prejudicá-las.

5 — RETROSPECTO SOBRE A ADUBAÇÃO AZOTADA

Adicionando aos presentes os que foram relatados em artigo anterior (10), os autores dispõem agora de 13 ensaios conduzidos em oito localidades, abrangendo os principais tipos de solo do Estado de São Paulo. Com exceção de um, êsses ensaios foram repetidos por dois ou três anos nos mesmos lugares e forneceram 30 resultados anuais, dos quais cito foram obtidos no período 1937-38 a 1941-42, oito em 1949-50 e 1950-51 e 14 no período 1951-52 a 1953-54. Como vários deles não alcançaram a desejada precisão, um exame de conjunto dará fôrça às conclusões anteriores e facilitará a compreensão do assunto em aprêço.

Em média dos 30 resultados anuais, os canteiros sem azôto (adubados com fósforo mais potássio ou, em alguns ensaios, somente com fósforo) produziram 1240 kg/ha de algodão em caroço (200 arrôbas por alqueire); a adição de azôto, na dose de 20 ou

30 kg/ha, provocou um aumento de apenas 84 kg/ha (7%), quando a aplicação foi feita nos sulcos de plantio, e de 225 kg/ha (18%), quando ela foi feita em cobertura, 30 a 50 dias após a emergência das plantas.

A superioridade da adubação em cobertura foi, em média, enorme, mas teve algumas exceções nos resultados anuais. Considerando válidas somente diferenças maiores que 25% do efeito do azoto aplicado nos sulcos, aquele método se mostrou inferior em 23% dos casos e igual em 13%, mas nos outros 64% foi superior à aplicação nos sulcos de plantio.

Em Mococa é que, com maior frequência, a adubação em cobertura não apresentou vantagem. Nos oito resultados anuais aí obtidos (em três diferentes ensaios), ela se mostrou inferior em quatro casos, igual em dois e superior apenas em dois. Seja como fôr, em média dos oito casos, os dois métodos se comportaram igualmente, pois o efeito do azoto aplicado nos sulcos foi de +205 kg/ha (+18%) e, em cobertura, de +203 kg/ha (+18%).

Excluindo-se da média geral (dos 30 resultados) os ensaios de Mococa, em média dos 22 resultados obtidos nas outras localidades os canteiros sem azoto produziram 1280 kg/ha, o azoto aplicado nos sulcos aumentou essa produção de apenas 40 kg/ha (3%) e, em cobertura, de 233 kg/ha (18%). Em relação às produções obtidas sem azoto, quando aplicado nos sulcos êsse nutriente provocou, nas localidades em aprêço, depressões superiores a 10%, depressões ou aumentos até 10%, e aumentos superiores a 10% respectivamente em 4, 7 e 11 casos; os casos correspondentes à aplicação em cobertura foram 1, 6 e 15.

As causas principais do pequeno efeito médio da adubação azotada nos sulcos de plantio já foram examinadas com detalhes nos capítulos 2 e 3 dêste trabalho e em artigo anterior (10). Em resumo, elas foram: nos anos em que o período imediato ao plantio correu sêco, redução no "stand" e atraso no desenvolvimento inicial das plantas sobreviventes; quando choveu abundantemente nesse período, arrastamento parcial ou total do azoto antes de as plantas o terem podido aproveitar em escala apreciável. No conjunto dos 30 resultados em estudo, o primeiro inconveniente ocorreu nove vezes e o segundo, tanto quanto foi possível determinar em face das informações disponíveis, pelo menos 11 vezes. Enquanto isso, quando a aplicação foi feita em cobertura não se observou o primeiro inconveniente e o segundo ficou reduzido a três casos. É sabido que nos solos argilosos êsses inconvenientes são muito menos freqüentes. Daí o motivo por que em Mococa, onde os ensaios foram conduzidos em solo massapê, a adubação nos sulcos se comportou, em média, como a aplicação em cobertura.

Pelos preços atuais, doses de azoto como as usadas nos ensaios corresponderiam aproximadamente ao valor de 100 kg de algodão

em caroço. Tomando-se como base as médias gerais dos ensaios, a adubação azotada resultaria em prejuízo, se aplicada nos sulcos, ao passo que daria lucro superior a 100%, se aplicada em cobertura. Tratando-se da média de bons e maus anos algodoeiros, êsse lucro é plenamente compensador.

Conquanto satisfatório, o efeito médio da adubação em cobertura, de +225 kg/ha (+18%), aparentemente ainda não é o que se pode esperar do azôto nas presentes condições da cultura do algodoeiro. Nos ensaios realizados entre 1937-38 e 1941-42 (10) usaram-se variedades menos produtivas, espaçamento muito mais largo que o ótimo e, em alguns casos, o azôto foi aplicado bem depois da época mais apropriada; nos conduzidos em 1949-50 e 1950-51 (cap. 2 dêste trabalho) os resultados utilizados para estudar a influência das épocas de aplicação foram obtidos na presença exclusiva do fósforo, embora o azôto tivesse atuado bem melhor na presença de fósforo mais potássio. Além disso, em grande parte dêsses ensaios a dose de azôto foi de 20 kg/ha. O fato é que, em média dos 16 resultados anuais obtidos entre 1937-38 e 1950-51, o aumento devido ao azôto aplicado em cobertura foi de 185 kg/ha (15%), ao passo que nos 14 resultados dos ensaios realizados entre 1951-52 e 1953-54 (cap. 3), sem os inconvenientes apontados e sempre com a dose de 30 kg/ha de azôto, o aumento provocado por êste nutriente se elevou para 272 kg/ha (23%).

A aplicação numa época mais tardia, 60-80 dias após a emergência das plantas, foi estudada nos ensaios relatados nos capítulos 2 e 3 dêste trabalho. Em média dos 21 resultados anuais nêles obtidos, os canteiros sem azôto produziram 1232 kg/ha; a adição de azôto provocou um aumento de apenas 98 kg/ha (8%) quando êsse nutriente foi empregado nos sulcos de plantio, de 213 kg/ha (17%) quando êle foi aplicado em cobertura 30-40 dias após a emergência e de 149 kg/ha (12%) quando aplicado mais tarde. Em relação ao emprêgo 30-40 dias após a emergência, a aplicação tardia se mostrou superior em 33% dos casos, mas inferior em 48% e igual em 19%.

Em média de 17 resultados anuais, os canteiros sem azôto (com fósforo mais potássio ou fósforo sòzinho) forneceram, na primeira colheita, 69,4% da produção total, enquanto os que, em adição, receberam azôto no dia do plantio, 30-40 dias após a emergência ou ainda 60-80 dias depois desta, forneceram, respectivamente, 70,3, 69,1 e 65,6%. Assim, aplicado nas duas primeiras épocas o azôto não atrasou a frutificação, ao passo que tendeu a retardá-la quando empregado na terceira.

Confrontando os resultados acima com a marcha da absorção de azôto pelo algodoeiro (10), conclui-se que, ao entrar em ação o adubo aplicado na terceira época, em regra as plantas já devem ter passado fome de azôto e sofrido apreciável atraso no seu de-

seenvolvimento, atraso que, sobretudo quando o plantio é feito depois da época mais adequada, nem sempre pode ser recuperado, em vista das nossas condições climáticas. Isso parece explicar a inferioridade da terceira época em relação à aplicação 30-40 dias após a emergência.

A divisão da dose total de azôto foi estudada em dois dos ensaios relatados no artigo anterior (10). Enquanto a aplicação de tôda a dose em cobertura, 30-60 dias após a emergência, deu magnífico resultado, o fracionamento em duas porções iguais — uma aplicada nos sulcos de plantio e a outra em cobertura — mostrou-se muito inferior àquela e quase igual ao emprêgo da dose total nos sulcos. Entretanto, nos ensaios relatados no capítulo 2 dêste trabalho o fracionamento em duas porções mostrou-se ainda melhor que a aplicação da dose total 30-40 dias após a emergência. Mas também nesses ensaios, quando uma das porções foi empregada nos sulcos, os resultados foram inferiores aos da aplicação das duas porções em cobertura. Parece, assim, que o fracionamento aumenta o efeito do azôto, desde que tôda ou quase tôda a dose seja aplicada em cobertura, isto é, desde que não se empregue quantidade apreciável nos sulcos de plantio, para evitarem-se os inconvenientes atrás indicados.

Do exposto conclui-se que a aplicação de adubos azotados solúveis nos sulcos de plantio não dá, na maioria dos casos, resultados satisfatórios, razão por que parece inútil tentar-se avaliar o efeito dêsses adubos empregando-os daquela maneira. A aplicação lateral não foi estudada nos presentes ensaios, mas parece claro que seu uso, embora muito aconselhável para outros adubos, no caso dos citados só resolveria o problema, e apenas quando se empregassem doses moderadas, no que se refere ao inconveniente do contato dos adubos com as sementes, pois permaneceria o outro inconveniente, ou seja, o risco do seu arrastamento antes das plantas poderem aproveitá-los em quantidade apreciável. Entretanto, a adubação em cobertura, desde que efetuada em época apropriada, geralmente dá bons resultados. Para isso, porém, ela não deve ser feita tardiamente, mas, tanto quanto indicam os ensaios estudados, uns 30-40 dias após a emergência das plantas, isto é, pouco antes ou logo que apareçam no algodoeiro os primeiros botões florais. Isso corresponde, aliás, ao que se faz nas principais regiões algodoeiras do estrangeiro (10).

Em solos argilosos (massapê etc.) parece viável a aplicação do azôto na ocasião do plantio, desde que seja feita lateralmente e em dose moderada. Em vista, porém, de não ser ela inteiramente isenta de risco e das outras vantagens que oferece a cobertura (10), só deve ser preferida quando esta se tornar muito difícil.

Quanto ao fracionamento, tudo indica que, sendo as principais porções aplicadas em cobertura, uma pouco antes do aparecimento

dos primeiros botões florais e a outra uns 15 a 20 dias mais tarde, dará resultados ainda melhores que a cobertura em uma só dose. Em face, porém, do maior trabalho que êle requer e de terem sido poucos os ensaios sôbre o assunto, deve ser melhor estudado antes de ser recomendado para a prática.

6 — CONCLUSÕES

a) Na maioria dos ensaios o efeito do azôto dependeu consideravelmente da presença do potássio ou de fósforo mais potássio. Em média dos 10 ensaios relatados, envolvendo 22 resultados anuais, o efeito do azôto, na presença do fósforo ou de fósforo mais potássio, foi muito maior quando aplicado em cobertura 30-40 dias após a emergência das plantas do que empregado na ocasião do plantio, nos sulcos destinados às sementes. Aplicado em cobertura 60-80 dias após a emergência seu efeito também foi inferior ao da aplicação feita 30-40 dias mais cedo.

b) As causas mais freqüentes da inferioridade do emprêgo nos sulcos de plantio foram: arrastamento do azôto antes que as plantas o tivessem podido absorver, quando choveu abundantemente no período imediato ao plantio, e prejuízo no "stand" e no desenvolvimento inicial das plantas, quando aquêle período correu sêco. Com as aplicações em cobertura reduziu-se consideravelmente a freqüência do primeiro inconveniente e eliminou-se o segundo; contudo, quando a aplicação foi retardada para 60-80 dias depois da emergência as plantas sofreram apreciável atraso no seu desenvolvimento e na frutificação.

c) A divisão da dose de azôto em duas porções iguais — experimentada em quatro ensaios, compreendendo oito resultados anuais — mostrou-se superior à aplicação da dose total 30-40 dias depois da emergência. Também nesses ensaios, quando as duas porções foram aplicadas em cobertura, uma 30-40 e a outra 60-80 dias após a emergência, o efeito do azôto foi bem maior que nas combinações de épocas em que uma das porções foi empregada nos sulcos de plantio.

d) O efeito do potássio dependeu, na maioria dos casos, da presença do azôto ou de azôto mais fósforo, razão por que em parte dos ensaios o plano adotado não permitiu avaliar a influência das épocas de aplicação. Contudo, em vários casos pôde-se verificar que o efeito daquele nutriente, satisfatório quando êle foi empregado nos sulcos de plantio, diminuiu consideravelmente nas aplicações em cobertura, sobretudo na mais tardia; em outros, que nos sulcos de plantio êle foi depressivo e, em cobertura, simplesmente nulo.

e) O insucesso da aplicação do potássio em cobertura é atribuído à lentidão do seu movimento no solo, permanecendo inacessí-

vel às raízes durante o período em que o algodoeiro normalmente o absorve em maior escala. Aplicado nos sulcos de plantio êle ficou em posição favorável ao seu aproveitamento pelas plantas, mas, quando o tempo correu sêco no período imediato à sementeação, prejudicou o "stand" e o desenvolvimento inicial das plantas. Daí a excessiva variabilidade do seu efeito na produção.

f) Em vista do pequeno risco de perda imediata do potássio por lixiviação e do insucesso de sua aplicação em cobertura, também verificado em outros países, sugere-se que êle seja empregado antes ou por ocasião do plantio, em posição fàcilmente acessível às raízes, mas não em contato com as sementes.

g) Juntando-se aos presentes ensaios os que foram relatados em artigo anterior, no cap. 5 dêste trabalho foi feito um exame retrospectivo sôbre a adubação azotada do algodoeiro, baseado em 13 ensaios compreendendo 30 resultados anuais. Êsse exame, que confirmou integralmente as conclusões mencionadas em a, b e c, mostrou claramente que é inútil tentar-se avaliar o efeito dos adubos azotados solúveis aplicando-os, conforme o hábito arraigado em nosso meio, nos sulcos de plantio do algodoeiro, e que a aplicação dêsses adubos em cobertura, pouco antes ou logo que apareçam no algodoal os primeiros botões florais, geralmente dá bons resultados, podendo ser recomendada para a prática.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH COTTON

IV — EXPERIMENTS ON THE TIME OF APPLICATION OF NITROGEN AND POTASSIUM

SUMMARY

In this paper are reported the results obtained in 10 experiments located at seven different sites comprising the main soil types of the State of São Paulo. Such experiments were carried out from 1949-50 to 1953-54 and, with exception of one, were conducted on the same plots for two or three consecutive years, giving a total of 22 annual results. The rates of application were 60 kilograms of P_2O_5 per hectare and, according to the experiment, 20 or 30 kilograms of N and 30 or 40 kilograms of K_2O per hectare, these nutrients being applied alone or in several combinations. Nitrogen, phosphorus and potassium were used respectively as Chilean nitrate, superphosphate and potassium chloride. Phosphorus was always applied at planting time, whereas nitrogen and potassium were applied at three different times: at planting, 30-40 and 60-80 days after the emergence of the plants. The fertilizers applied at planting time were, as usually, added to the furrows opened for the seed and slightly mixed with the soil just before planting; the applications after the emergence were done as top-dressing.

The response to nitrogen was generally much greater when it was top-dressed 30-40 days after emergence than when the application was done at planting time; the former also gave better results than the delayed top-dressing (60-80 days after emergence). The division of the dose of nitrogen in two equal portions — studied in four experiments, comprising eight annual results — gave still better results than a single application 30-40 days after emergence. When the two portions were top-dressed the response was fairly greater than in the combinations in

which one portion was applied at planting time in contact with the seed. A retrospective study based on the present experiments and in others reported in a previous paper, involving 30 annual results, confirmed entirely the above conclusions.

In the experiments permitting the comparison of the effect of potassium applied at different times, top-dressing showed to be inferior to the application in the planting furrows. In this case, however, the results were satisfactory only when it rained during the period immediately after planting. Otherwise, germination and stand were impaired. Apparently the top-dressed potassium did not move into the root zone quick enough to benefit the cotton plants when they needed it most; this explains the poor results of that method of application. As the risk of immediate leaching of potassium is generally low, it should be applied before or at planting time in a position easily accessible to the roots, but not in contact with the seed.

LITERATURA CITADA

1. BROWN, H. B. Cotton. New York and London, MacGraw-Hill Book Co., 1938. 592 p.
2. CUMMINGS, G. A., MEHRING, A. L., SKINNER, J. J. [e outros] Mechanical application of fertilizers to cotton in South Carolina, 1931. Washington, U. S. Department of Agriculture, 1933. 32 p. (Circular n. 264)
3. CUMMINGS, R. W. Developments in the North Carolina fertilizer program. Fertil. Rev., Washington 19 (4):6-7-. 1944.
4. FAAS, A. Die richtige Zeit der Kalidüngung. Ernähr. Pfl. 26:25-29. 1930.
5. ——— Über die Abhängigkeit der Kaliwirkung von der Zeit des Düngerstreuens. Ernähr. Pfl. 30:277-286. 1934.
6. 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.
7. KRAFT, G. Die Ackerbaulehre. 13.^a edição atualizada por C. Fruhwirt. Berlin, Paul Parey, 1921. 369 p.
8. KÜPPER, A., GROHMANN, F. & GARGANTINI, H. Movimento de ions NO_3^- , NH_4^+ , K^+ e PO_4^{--} , em solos massapé, roxa-misturada e arenito Bauru. Campinas, Instituto agrônomo, 1953. 8 p. (Boletim n. 34)
9. MÜNTER, F. Kalikopfdüngung zur Sommerung? Ernähr. Pfl. 28:141-144. 1932.
10. NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. III — Ensaio sobre a aplicação de azoto em cobertura. Bragantia 16:[224]-242. 1957.
11. NOLTE, O. Zeit und Tiefe der Kalidüngung für die Sommerfrüchte. Mitt. dtsh. LandwGes. 44:227-228. 1929.
12. SAYRE, C. B. Fertilizer placement experiments in the northeast region. Proc. Jt. Comm. Fertil. Appl. 17th, Washington, 1941.
13. SMALLEY, H. R. & ENGLE, R. H. Putting plantfood to work. National Fertilizer Association (U. S. A.) [1945?] 15 p. (Pamphlet n. 131)
14. VOLK, N. J. The fixation of potash in difficultly available form in soils. Soil Sci. 37:267-287. 1934.
15. WAGNER, P. Anwendung künstlicher Düngemittel. 8.^a edição. Berlin, Paul Parey, 1926. 199 p.