

## ADUBAÇÃO DO ALGODOEIRO

### X — ENSAIOS COM DIVERSOS ADUBOS POTÁSSICOS (\*)

O. S. NEVES, *engenheiro-agrônomo*, POPÍLIO A. CAVALERI, *engenheiro-agrônomo*, *Seção de Algodão*, E. ABRAMIDES, *engenheiro-agrônomo*, *Seção de Técnica Experimental*, e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo*, *Instituto Agrônomo*

#### RESUMO

Neste trabalho são relatados os resultados obtidos em seis ensaios de adubação do algodoeiro, nos quais foram comparados diversos adubos potássicos na presença de azoto e fósforo.

Cloreto e sulfato de potássio, estudados em cinco localidades (solos arenito Bauru, glacial, massapê-salmourão, terra-roxa-legítima e terra-roxa-misturada), deram, em regra, resultados mais ou menos iguais. No ensaio em terra-roxa-misturada, muito pobre de potássio, também figuraram "kainit" e sulfato de potássio e magnésio, que se mostraram iguais a cloreto de potássio. Neste ensaio ainda entraram sulfato de magnésio, em quantidade equivalente à contida em sulfato de potássio e magnésio, e doses de sulfato de magnésio e cloreto de sódio correspondentes às contidas em "kainit", e que praticamente não modificaram a produção. Num outro ensaio, em terra-roxa-misturada, leucita foi comparada com cloreto de potássio; enquanto o efeito dêste foi enorme, o daquela foi quase nulo.

Nos ensaios em terra-roxa-misturada manifestaram-se, com muita intensidade, os sintomas de carência de potássio, e as fôlhas das plantas que não receberam êsse nutriente caíram prematuramente. Em consequência da maturação forçada, a marcha da produção foi, em regra, mais acelerada nos canteiros sem potássio, que produziram capulhos consideravelmente menores que os das plantas com potássio.

#### 1 — INTRODUÇÃO

Experiências feitas no estrangeiro (4) têm mostrado que, de um modo geral, os adubos potássicos comumente encontrados no comércio se comportam mais ou menos da mesma maneira na adubação do algodoeiro. Por isso mesmo, poucos têm sido os ensaios efetuados

(\*) Os que assinam êste artigo estão empenhados na publicação dos trabalhos sôbre adubação do algodoeiro, realizados pelo Instituto Agrônomo. Enquanto o último autor é apenas relator, responsável pela apresentação e interpretação dos resultados, os dois primeiros também tomaram parte no planejamento e na execução de um dos ensaios. Os nomes dos que planejaram os ensaios e colaboraram na sua execução se acham no rodapé das páginas em que êsses planos foram apresentados.

Recebido para publicação em 15 de julho de 1959.

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

pelo Instituto Agronômico sôbre o assunto. Aliás, nesses ensaios se verificou que, também aqui, parece não haver diferenças apreciáveis entre êles.

No presente trabalho são apresentados os resultados obtidos em cinco ensaios comparando adubos potássicos do comércio, bem como um em que se comparou cloreto de potássio com leucita proveniente de Poços de Caldas, Minas Gerais, para estudar a possibilidade de aproveitar êsse material como adubo potássico. Além das comparações entre formas de potássio, dois dos ensaios forneceram valiosas informações sôbre o efeito do nutriente potássio.

## 2 — ENSAIO DE CAMPINAS I (1)

### 2. 1 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO (2)

Conduzido na Estação Experimental Central, Campinas, êste ensaio foi instalado em 1925-26 e prolongou-se até 1935-36.

Detalhes sôbre o plano experimental e sua execução nos primeiros anos já foram publicados (1, 2, 3). Aqui basta lembrar que, além de canteiros sem adubo e sem potássio (sòmente com azôto e fósforo) figuraram tratamentos em que aos dois últimos nutrientes foram adicionados 70 kg/ha de  $K_2O$  nas formas de cloreto de potássio, sulfato de potássio, "kainit" ou sulfato de potássio e magnésio, bem como canteiros com azôto, fósforo e sulfato de magnésio (em dose equivalente à contida no sulfato de potássio e magnésio), e ainda outros com azôto, fósforo, sulfato de magnésio e cloreto de sódio (êstes dois últimos sais, em doses equivalentes às contidas em "kainit").

De 1925-26 a 1935-36 foram plantadas sucessivamente as seguintes culturas: milho, cevada, milho, cevada, algodão, milho, trigo, algodão, trigo, arroz, algodão, algodão, milho e algodão. Neste trabalho só serão relatados os resultados obtidos com o algodoeiro, que ocupou os canteiros experimentais nos anos agrícolas de 1927-28, 1929-30, 1932-33, 1933-34 e 1935-36.

O azôto foi sempre empregado na dose de 80 kg/ha de N e na forma de salitre do Chile; o fósforo, na forma de superfosfato e na dose de 90 kg/ha de  $P_2O_5$ , até a sétima cultura, mas a partir da

(1) A designação I servê para distinguir êste ensaio de outro conduzido na mesma localidade e que será descrito adiante.

(2) O plano experimental foi elaborado pelo eng. agr. T. A. Camargo, então diretor do Instituto Agronômico; na sua execução colaboraram J. Herrmann e o eng. agr. R. Cruz Martins, então chefe da Seção de Agronomia e, posteriormente, da Seção de Algodão.

oitava (algodão, 1929-30) a dose foi elevada para 120 kg/ha. Os adubos foram aplicados antes do plantio de cada uma das culturas citadas no parágrafo anterior, sendo espalhados uniformemente em toda a área dos respectivos canteiros e bem misturados com a terra por meio de um ancinho. Em 1927 e 1929 todos os canteiros, exceto os sem adubo, receberam cal em quantidade correspondente a 1 600 kg/ha de CaO.

A área utilizada era de terra-roxa-misturada com pH 6,50 e estava, antes do ensaio, coberta de capinzal. O delineamento usado foi o de blocos ao acaso, com seis repetições, tendo os canteiros 50 m<sup>2</sup> de área útil. No primeiro ano em que os canteiros foram ocupados pelo algodoeiro a variedade empregada foi Delfos 631-94; nos outros quatro, Texas 7130. O espaçamento entre as fileiras foi sempre de 1,15 m, variando, conforme o ano, as distâncias entre as plantas da mesma fileira.

## 2. 2 — RESULTADOS OBTIDOS

Em 1927-28, 1929-30 e 1933-34 os "stands" foram muito bons e não apresentaram diferenças entre os tratamentos. Em 1932-33 também foram de 85-87 % nos canteiros que receberam potássio, mas nos quatro tratamentos sem potássio variaram entre 50 e 52 % do "stand" perfeito. Em 1935-36 eles foram relativamente baixos, não apresentando, porém, diferenças substanciais entre os tratamentos.

As produções obtidas se acham no quadro 1. No primeiro ano elas foram apenas sofríveis, em grande parte devido à variedade usada, pois as condições climáticas não foram desfavoráveis ao algodoeiro. Em 1929-30, 1932-33 e 1933-34 o tempo correu bem e as produções, nos tratamentos com adubações completas, foram muito boas. Finalmente, em 1935-36 as condições climáticas locais foram desfavoráveis e as produções muito baixas. Contudo, em média dos cinco anos os canteiros com adubações completas produziram cerca de 330 arrôbas por alqueire paulista.

Em todos os anos as produções dos tratamentos sem potássio foram muito baixas. Assim, em média dos cinco anos o efeito da adubação com azoto mais fósforo, embora significativo, foi de apenas + 113 kg/ha. Deve-se atribuir isso à extrema deficiência do solo em potássio, pois em outro ensaio, que correu simultaneamente numa

QUADRO 1. — Ensaio com vários adubos potássicos realizado em Campinas I. Instalado em 1925-26, nêles foram plantadas consecutivamente diversas culturas. Produções de algodão em caroço obtidas nos anos em que os canteiros foram ocupados pelo algodoeiro

Tratamentos	1927-	1929-	1932-	1933	1935-	Médias	
	-28	-30	-33	-34	-36	kg/ha	%
Sem adubo	104	177	144	220	43	138	
NP	172	369	151	354	210	251	100
NP + sulfato de magnésio (*)	219	405	217	368	273	296	118
NP + sulf. magn. + clor. sódio (**)	199	349	173	347	155	244	97
NP + clor. de potássio	1 274	2 665	2 860	2 770	839	2 082	829
NP + sulf. de potássio	1 285	2 655	2 880	2 748	877	2 089	832
NP + sulf. pot. e magn.	1 207	2 725	2 712	2 558	905	2 021	805
NP + "kainit"	1 246	2 582	2 807	2 631	834	2 020	805
Médias dos trats. com K	1 253	2 657	2 815	2 677	864	2 053	818

(\*) Dose de sulfato de magnésio equivalente à contida em sulfato de potássio e magnésio.

(\*\*) Doses de sulfato de magnésio e cloreto de sódio correspondentes às contidas em "kainit".

área contígua, a resposta ao fósforo na presença de azoto e potássio foi enorme.

A adição de sulfato de magnésio à adubação com azoto mais fósforo aumentou a produção em todos os anos, mas muito pouco, não sendo significativo o aumento provocado na média dos cinco anos. Aliás, o efeito do sulfato de potássio e magnésio foi até ligeiramente inferior ao do sulfato de potássio.

Comparando os tratamentos que receberam "kainit" ou cloreto de potássio, verifica-se que a existência de sódio e magnésio naquele adubo serviu antes para deprimir ligeiramente a produção. Já se viu que o efeito do magnésio foi quase nulo. Quanto ao sódio, poder-se-ia atribuir seu efeito nulo à existência, em "kainit", de potássio em quantidade suficiente para torná-lo supérfluo, e de cloro em quantidade prejudicial ao algodoeiro (4). Todavia, mesmo na ausência do potássio — comparando-se o tratamento NP + sulfato de magnésio + cloreto de sódio com o tratamento NP — a adição de cloreto de sódio não aumentou a produção. Neste caso, poder-se-ia ainda objetar que o cloro dêste sal teria sido prejudicial, ou que o sódio não teve ação

porque se empregou, como adubo azotado, nitrato de sódio. Mas o fato é que, embora contendo elevada quantidade de cloro, a adubação com cloreto de potássio obteve magnífica resposta na presença do sódio do salitre, resposta que não foi inferior às provocadas pelos adubos potássicos praticamente livres de cloro. Aliás, se o sódio tivesse podido, neste ensaio, funcionar como substituto parcial do potássio, o tratamento com azoto mais fósforo, que continha elevada quantidade de sódio (do salitre) e praticamente não continha cloro, ao invés de dar o pequeno resultado que deu, teria aumentado consideravelmente a produção, em vista da grande deficiência do solo em potássio.

O efeito médio do potássio foi altamente significativo. Na média dos cinco anos a produção dos canteiros com potássio alcançou 2 053 kg/ha, enquanto no tratamento que só recebeu azoto e fósforo ela foi tão somente de 251 kg/ha. Isso mostra que, nas condições desta experiência, não seria possível cultivar-se economicamente o algodoeiro sem o emprêgo de potássio. Deve-se notar que o efeito do potássio foi significativo em todos os anos. Mesmo no primeiro ano em que o algodoeiro ocupou os canteiros experimentais (quinta cultura, depois de duas de milho e duas de cevada), apesar de ser relativamente baixa a produção então obtida, o efeito do nutriente em estudo já se elevou a + 1 081 kg/ha (+ 62 %), e, no último, quando a produção geral baixou para cerca de  $\frac{1}{3}$  da obtida nos três anos anteriores, êle ainda alcançou + 654 kg/ha (+ 311 %).

Entre os quatro adubos potássicos comparados, porém, praticamente não houve diferença, quer na média dos cinco anos quer em cada um dêstes.

Terminada a colheita, as plantas foram cortadas ao nível do solo, sendo pesadas depois de bem secas (ao ar). Os dados referentes às médias dos cinco anos, que são apresentados no quadro 2, mostram que também no pêso das plantas foi enorme o efeito do potássio e que entre os diversos adubos potássicos as diferenças foram muito pequenas. Nota-se, contudo, que o aumento médio devido ao potássio correspondeu a 486 % no pêso das plantas, ao passo que se elevou a 718 % na produção de algodão. Embora no pêso das plantas esteja incluído o das cápsulas vazias, e, por outro lado, não conste o das raízes e de parte das fôlhas (caídas antes da pesagem, e em maior escala nas plantas sem potássio), os presentes dados indicam que as plantas adubadas com potássio foram mais eficientes no que toca à produtividade do seu "aparelho vegetativo". De fato, para produzir

QUADRO 2. — Ensaio com vários adubos potássicos realizado em Campinas I. Características das plantas e dos produtos colhidos, em média dos cinco anos em que os canteiros foram ocupados pelo algodoeiro

Tratamentos	Pêso das plantas	Altura das plantas	Precoc. da produção (*)	Pêso de 1 capulho	Pêso de 100 sementes	Porcentagem de fibra	Compr. da fibra
	kg/ha	cm	%	g	g	%	mm
Sem adubo .....	282	49	61	5,0	12,3	31,5	31,6
NP .....	608	79	73	5,1	11,3	31,5	31,7
NP + sulfato de magnésio (**)	669	81	76	5,3	12,0	30,9	31,8
NP + sulf. magn. + clor. sódio (***)	627	78	70	5,2	11,7	31,4	31,7
NP + clor. de potássio .....	3 604	133	71	8,0	15,0	31,7	32,4
NP + sulf. de potássio .....	3 593	135	71	7,8	14,9	31,6	32,3
NP + sulf. pot. e magn. ....	3 588	136	72	7,7	15,0	31,3	32,2
NP + "kainit" .....	3 471	133	71	7,9	15,2	31,8	32,3
Médias dos trats. com K .....	3 564	134	71	7,8	15,0	31,6	32,3

(\*) Contribuição da primeira colheita para a produção total do correspondente tratamento.

(\*\*) Dose de sulfato de magnésio equivalente à contida em sulfato de potássio e magnésio.

(\*\*\*) Doses de sulfato de magnésio e cloreto de sódio correspondentes às contidas em "kainit".

1 kg de algodão em caroço foram necessários, de aparelho vegetativo, 2,4 kg nos canteiros sem potássio e apenas 1,7 kg nos que receberam êsse nutriente. Dos cinco anos estudados, somente em um (1935-36) a relação algodão : plantas foi a mesma nos canteiros com ou sem potássio; nos demais ela foi sempre mais favorável nos tratamentos com potássio.

A eficiência do aparelho vegetativo variou consideravelmente nos diversos anos. Deixando de lado o primeiro, quando se plantou outra variedade, do segundo ano para o quinto, sempre com a variedade Texas 7130, para produzir 1 kg de algodão em caroço foram sucessivamente necessários 3,6, 2,7, 1,2 e 1,9 kg de aparelho vegetativo no tratamento sem potássio e 1,9, 2,3, 1,0 e 1,9 kg, nos que receberam êsse nutriente. Observa-se que a adubação potássica também contribuiu para diminuir a variação anual.

Na altura das plantas (Quadro 2) também não houve diferenças apreciáveis entre os diversos adubos potássicos, e o efeito médio destes foi de apenas + 70 %; foi, portanto, muito menor que no pêso

das plantas e ainda menor que na produção de algodão, apesar de que, tendo sido feitas as medições após a última colheita, em regra os "ponteiros" das plantas sem potássio já haviam secado e caído parcialmente. Do segundo ano para o quinto as plantas mediram sucessivamente 91, 57, 95 e 81 cm nos canteiros com azoto e fósforo e 145, 159, 152 e 109 cm em média dos que, adicionalmente, receberam potássio.

Em média dos cinco anos a contribuição da primeira colheita (Quadro 2) para a produção total do tratamento com azoto mais fósforo foi de 73 %; nos canteiros com potássio ela foi ligeiramente menor, de 71 %, sem diferença entre os quatro adubos potássicos. Essas médias, porém, mascaram resultados interessantes. Assim é que, enquanto nos dois últimos anos o potássio apressou ou praticamente não modificou a marcha da produção, nos três primeiros atrasou-a apreciavelmente. Em média desses três anos a contribuição da primeira colheita foi de 76 % nos canteiros com azoto mais fósforo, baixando para 67 % nos que receberam potássio.

Todavia, não há indicação de que o nutriente em estudo tenha atrasado, nesses anos, a frutificação. O que parece ter acontecido é que nas plantas adubadas com potássio os frutos se desenvolveram normalmente, ao passo que nas sem potássio eles tiveram maturação forçada, em consequência da queda prematura das folhas. Não existem anotações sobre o que se passou nos três últimos anos. Em 1927-28, porém, observou-se (2) que "em princípios de março as plantas das parcelas sem potássio (testemunhas), das parcelas com sulfato de magnésio mais cloreto de sódio e das com sulfato de magnésio, que também não levaram potássio, apresentavam-se quase que completamente despidas, pois perderam prematuramente suas folhas". Em 1929-30 os sintomas da carência de potássio foram constatados mais cedo, pois do correspondente relatório (3) constam as seguintes informações: "Na primeira década de janeiro observamos que as plantas das parcelas sem potássio apresentavam as suas folhas ligeiramente bronzeadas na parte superior. Na primeira década de fevereiro verificamos que as folhas dessas plantas se tornaram enfeijadas e começaram a cair, e, no princípio de março, poucas eram as plantas que ainda possuíam folhas, apresentando-se despidas, sustentando nas pontas dos galhos secos um reduzido número de capulhos raquíticos" (figuras 1 e 2).



FIGURA 1. — Ensaio de Campinas I. Variedade Texas — 7 130, plantada em 19-10-1929 e fotografada em 15-4-1930, antes da primeira colheita. *A* — Canteiro sem adubo; *B* — canteiro adubado somente com azoto e fósforo.

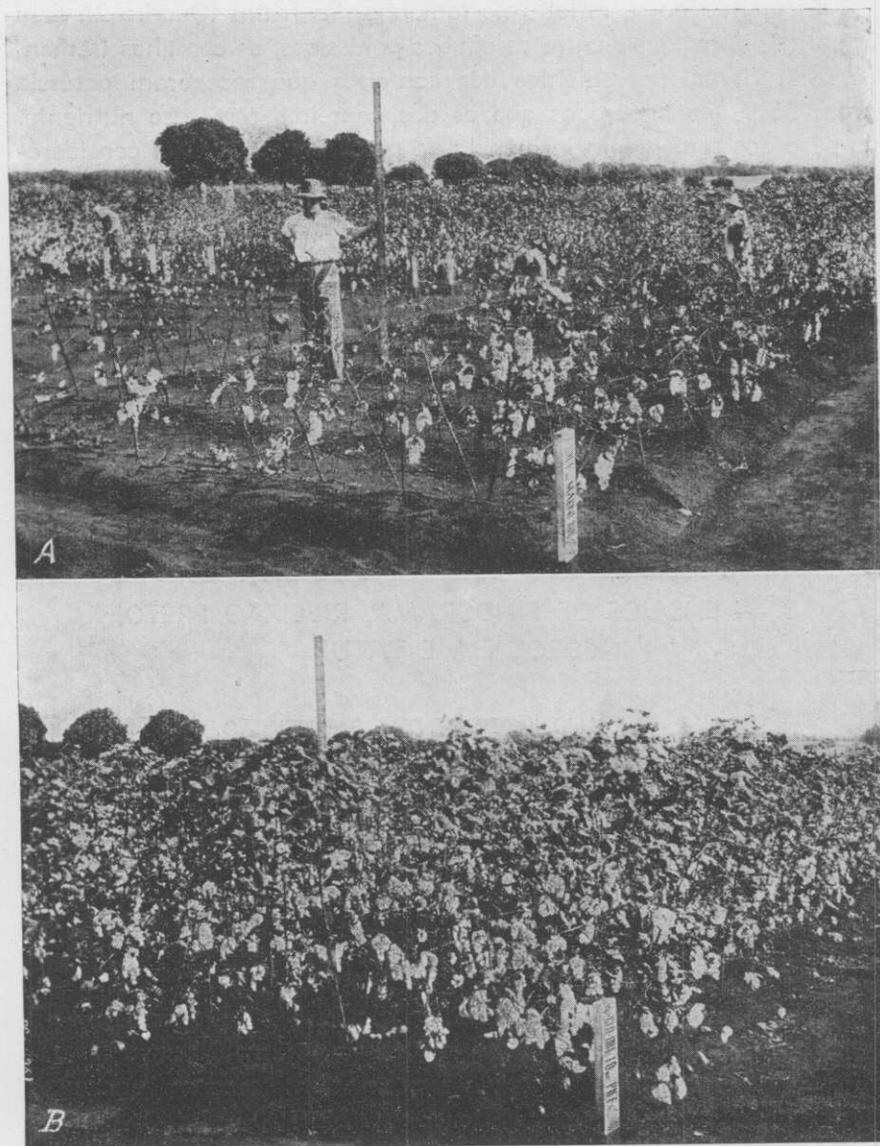


FIGURA 2. — Ensaio de Campinas I. Variedade Texas — 7 130, plantada em 19-10-1929 e fotografada em 15-4-1930, antes da primeira colheita. *A* — Canteiro adubado com azôto, fósforo e sulfato de magnésio; *B* — canteiro adubado com azôto, fósforo e cloreto de potássio.

Essa situação se refletiu no tamanho dos frutos (Quadro 2). Sem diferenças apreciáveis entre os adubos potássicos, os capulhos (sementes mais fibras) provenientes dos canteiros que receberam potássio foram 53 % mais pesados que os dos canteiros sem esse nutriente. No pêso das sementes a influência do potássio também foi considerável. É interessante que, apesar da extrema deficiência de potássio no solo, o efeito da adição desse nutriente sobre a porcentagem de fibra e o comprimento desta, embora favorável, em média dos cinco anos foi insignificante (Quadro 2). A influência das condições climáticas sobre essas duas características foram mais importantes. À parte o primeiro ano, quando se plantou uma variedade diferente, nos outros quatro anos a porcentagem de fibra variou entre 28,0 e 34,7 nos canteiros com azôto mais potássio e entre 29,7 e 33,1 nas médias dos que receberam potássio; quanto ao comprimento da fibra, as oscilações foram, na mesma ordem, de 27,8 para 34,2 e de 28,9 para 34,4 mm.

### 3 — ENSAIOS DE PINDORAMA, RIBEIRÃO PRÊTO, SOROCABA E TATUÍ

#### 3. 1 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO <sup>(2)</sup>

Nestes ensaios, além de outros tratamentos que não interessam no momento, foram comparados cloreto e sulfato de potássio, empregando-se 60 kg/ha de  $K_2O$  na presença de 45 kg/ha de N, na forma de salitre do Chile, e 120 kg/ha de  $P_2O_5$ , na forma de farinha de ossos degelatinados.

Os solos das áreas utilizadas foram: em Pindorama, arenito Bauru; em Ribeirão Preto, terra-roxa-legítima; em Sorocaba, massapê-salmourão; em Tatuí, terra vermelha do glacial. Cada tratamento teve quatro repetições bem distribuídas na área experimental, mas dispostas sistematicamente. Os canteiros tiveram 40 m<sup>2</sup> e os espaçamentos variaram, conforme a localidade, entre 1,20 × 0,20 e 1,40 × 0,45 m. Cada cova recebeu seis sementes, deixando-se somente uma planta por ocasião do desbaste. A variedade usada foi I.A. 7111-028. Os adubos, inclusive o salitre, foram espalhados uniformemente em tôda

<sup>(2)</sup> Estes ensaios foram planejados pelo eng. agr. R. Cruz Martins, então chefe da Seção de Agronomia e, posteriormente, do Serviço Científico do Algodão. Colaboraram na sua execução os engs. agrs. J. R. A. Santos Neto, O. T. Mendes Sobrinho, O. Romeiro Cesar e O. Figueiredo, na ocasião chefes de estações experimentais.

a área dos canteiros e misturados com a terra por meio de um ancinho.

Iniciados em 1934-35, os ensaios em estudo foram repetidos, nos mesmos canteiros, até 1938-39; contudo, embora fôsem adubados anualmente (geralmente em outubro), em tôdas as localidades os canteiros também foram ocupados, conforme o ano, por outra cultura (milho etc.) que não a do algodoeiro.

QUADRO 3. — Produções de algodão em caroço obtidas em quatro ensaios, nos quais cloreto ou sulfato de potássio foi adicionado à adubação com azôto mais fósforo. Os ensaios foram iniciados em 1934-35 e repetidos (adubados e plantados) até 1938-39, mas nêles também figuraram outras culturas que não a do algodoeiro

Localidades	Adubos potássicos	1934-35	1935-36	1936-37	1937-38	1938-39	Médias
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Pindorama	Cloreto	1 955	1 632			1 005	1 531
	Sulfato	2 064	1 505			1 234	1 601
Ribeirão Preto	Cloreto				937	2 084	1 510
	Sulfato				1 000	2 072	1 536
Sorocaba	Cloreto			1 330			1 330
	Sulfato			1 079			1 079
Tatuí	Cloreto	687			597		642
	Sulfato	797			656		726

### 3. 2 — RESULTADOS OBTIDOS

No quadro 3 se acham as produções obtidas nas quatro localidades e nos anos em que a cultura foi a do algodoeiro.

Como os ensaios não tiveram tratamentos sem potássio, não se pode saber exatamente o efeito dêsse nutriente. Nas diversas localidades, porém, na área contígua foi conduzido simultâneamente outro ensaio, com o algodoeiro, tendo tratamentos com e sem potássio, podendo-se, assim, verificar que em tôdas elas o efeito dêsse nutriente foi nulo ou muito pequeno.

Em vista disso e da disposição sistemática das repetições, os resultados dos presentes ensaios não foram analisados estatisticamente. Seja como fôr, no quadro 3 se observa que, em média dos dois ou

três anos em que o algodoeiro ocupou os canteiros, nos ensaios de Pindorama, Ribeirão Preto e Tatuí o sulfato se mostrou ligeiramente superior ao cloreto de potássio, ao passo que em Sorocaba, no único ano em que se plantou algodão, o cloreto se mostrou bem superior ao sulfato de potássio.

#### 4 — ENSAIO DE CAMPINAS II

##### 4. 1 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO (\*)

Este ensaio foi conduzido na Estação Experimental Central, tendo sido instalado em 1952-53 e repetido nos dois anos seguintes. A área utilizada, de terra-roxa-misturada, havia sido cultivada com milho e outras culturas anuais durante cerca de 10 anos, recebendo, ocasionalmente, doses moderadas de fósforo e potássio. Em 1951-52 teve algodão, adubado com 30-60-30 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. Não obstante essa adubação, as plantas apresentaram sintomas evidentes de deficiência de potássio. Aliás, experiências com arroz e milho, conduzidas em áreas vizinhas, também mostraram grande reação a êsse nutriente. A análise de seis amostras tiradas ao acaso revelou que o solo tinha pH entre 5,10 e 5,40 e, em média, por 100 g de terra fina seca ao ar, 3,52 g de matéria orgânica, 0,133 g de N total, bem como, em teores trocáveis, 0,041 e. mg de K<sup>+</sup>, 1,74 e. mg de Ca<sup>++</sup> e 0,47 e. mg de Mg<sup>++</sup>.

Além de um tratamento sem adubo e um adubado somente com azoto e fósforo, havia outros em que a êstes nutrientes foram adicionadas doses de 50, 100 e 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O nas formas de cloreto de potássio (designadas respectivamente **1K**, **2K** e **3K**) ou de leucita (respectivamente **1L**, **2L** e **3L**). Os teores de K<sub>2</sub>O da leucita (procedente de Poços de Caldas, Estado de Minas Gerais) e do cloreto de potássio eram respectivamente de 12 e 60 %. O azoto foi empregado na dose de 40 kg/ha de N e na forma de salitre do Chile; o fósforo, na dose de 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e na forma de superfosfato. Os adubos foram aplicados anualmente: o azoto, em cobertura, 40-60 dias após a emergência das plantas; o fósforo e o potássio, em sulcos, pouco antes da

(\*) Este ensaio foi planejado pelos engs. agrs. O. S. Neves (Seção de Algodão) e R. A. Catani (então na Seção de Agrogeologia). Este último também forneceu a amostra de leucita e efetuou a análise química desta e do solo utilizado. Na execução do ensaio colaboraram os engs. agrs. Popílio A. Cavaleri, Heitor E. Bottura e Mário Lúcio R. da Cunha, da Seção de Algodão.

semeação, que foi efetuada em sulquinhos abertos em um dos taludes dos sulcos adubados.

O delineamento usado foi o de blocos ao acaso, com seis repetições, tendo os canteiros  $14 \text{ m}^2$  de área útil. Utilizou-se sempre a variedade I. A. C. - 8, que foi semeada com o espaçamento de  $1,00 \times 0,20 \text{ m}$ . Cada cova recebeu cêrca de 10 sementes, deixando-se, no desbaste, uma planta. Em 1952-53 o plantio foi efetuado em 12 de novembro; nos dois anos seguintes, na segunda quinzena de outubro.

#### 4. 2 — RESULTADOS OBTIDOS

Em média de todos os tratamentos os "stands" variaram, nos três anos, entre 85 e 90 %. No último ano notou-se pequena redução nos "stands" dos canteiros que receberam as doses maiores de cloreto de potássio, para o que contribuiu o tempo sêco nos dias imediatos ao plantio. A média geral da produção, nos três anos, foi apenas 120 arrôbas por alqueire; com o melhor tratamento (NP + **3K**), porém, ela alcançou 178 arrôbas. No primeiro ano, devido à semeadura tardia e à deficiência de chuvas durante quase todo o ciclo do algodoeiro, a produção daquele tratamento foi de 149 arrôbas, mas nos segundo e terceiro anos, quando as condições climáticas foram, de um modo geral, satisfatórias, ela se elevou para 207 e 178 arrôbas.

As produções obtidas com os diversos tratamentos são apresentadas no quadro 4. Em média dos três anos o efeito da adubação com azôto mais fósforo foi de apenas + 118 kg/ha (+ 24 %) e não alcançou significância, para o que parece terem concorrido a deficiência de potássio e o fato de ter sido adubada com fósforo, nos anos anteriores, a área utilizada para o ensaio. Tanto que do primeiro ano para o terceiro as respostas à adubação em aprêço foram sucessivamente de + 9, + 18 e + 50 %.

Considerando as duas formas e as três doses de potássio, em média dos três anos o efeito dêste foi de + 207 kg/ha e significativo. Essa média, porém, foi prejudicada pelo efeito quase nulo da leucita, que foi tão somente de + 36 kg/ha, enquanto o do cloreto de potássio se elevou a + 378 kg/ha (+ 62 %) e foi altamente significativo. As respostas a **1K**, **2K** e **3K** cresceram linearmente, alcançando respectivamente + 244, + 389 e + 496 kg/ha, isto é, + 41, + 64 e + 82 % da produção com azôto mais fósforo.

QUADRO 4. — Resultados obtidos no ensaio de adubação do algodoeiro conduzido por três anos consecutivos em Campinas II e no qual foram empregados anualmente, na presença de azoto e fósforo, 50, 100 e 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O nas formas de cloreto de potássio (respectivamente **1K**, **2K** e **3K**) ou de leucita (respectivamente **1L**, **2L** e **3L**)

Tratamentos	Produções de algodão em caroço				Médias dos três anos				
	1952-53	1953-54	1954-55	Médias	Precoc. da produção (*)	Pêso de 1 capulho	Pêso de 100 sementes	Porcentagem de fibra	Comprimento da fibra
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	g	g	%	mm
Sem adubo -----	463	576	425	488	85	4,2	8,2	38,8	26,9
NP -----	504	679	637	606	86	4,3	8,2	38,6	26,6
NP + 1K -----	656	996	912	855	80	5,0	9,0	38,9	26,6
NP + 2K -----	794	1 125	1 065	995	79	5,0	9,2	39,3	27,2
NP + 3K -----	923	1 281	1 102	1 102	74	5,3	9,8	38,7	27,1
NP + 1L -----	593	718	608	640	87	4,6	8,5	39,8	27,2
NP + 2L -----	594	707	714	672	87	4,7	8,6	39,7	27,5
NP + 3L -----	526	640	683	616	84	4,6	8,6	39,6	27,3
Médias com NPK	791	1 134	1 026	984	77	5,1	9,3	39,0	27,0
Médias com NPL	571	688	668	642	86	4,6	8,6	39,7	27,3

(\*) Contribuição da primeira colheita para a produção total do correspondente tratamento.

Do primeiro ano para o terceiro os efeitos médios (das três doses) de leucita foram sucessivamente de + 67, + 9 e + 31 kg/ha, ao passo que os do cloreto de potássio alcançaram, na mesma ordem, + 287, + 455 e + 389 kg/ha (+ 57, + 67 e + 61 %). Em todos os anos as respostas a êste adubo aumentaram linearmente com as doses empregadas, apesar de, no terceiro ano, **2K** e **3K** terem prejudicado um pouco os "stands".

A altura das plantas só foi medida em 10 de fevereiro de 1954, quando os primeiros frutos estavam amadurecendo. Enquanto as plantas sem adubo tinham, em média, 48 cm, as adubadas com azoto e fósforo alcançaram 68 cm. Contudo, nos canteiros que receberam **1K**, **2K** e **3K** elas mediram apenas 70, 68 e 70 cm, e, nos que receberam **1L**, **2L** e **3L**, 64, 68 e 66 cm, respectivamente.

Conforme se vê no quadro 4, em média dos três anos leucita praticamente não modificou a marcha da produção, ao passo que clo-

reto de potássio a retardou. Enquanto nos canteiros adubados somente com azôto e fósforo a contribuição da primeira colheita foi de 86 %, nos que receberam **1K**, **2K** e **3K** essas contribuições baixaram respectivamente para 80, 79 e 74 %. Deve-se notar que no primeiro ano não se observou qualquer influência das adubações no sentido em aprêço; aliás, nesse ano a primeira colheita foi feita muito tarde. Nos dois anos seguintes, porém, o efeito retardativo do cloreto de potássio foi muito pronunciado. Em média desses dois anos a contribuição da primeira colheita foi de 85 % nos canteiros com azôto mais fósforo e respectivamente de 76, 73 e 67 % nos que receberam **1K**, **2K** e **3K**.

Mesmo nos dois últimos anos a primeira colheita foi efetuada demasiado tarde para observar-se convenientemente a influência em estudo. Como em 1953-54 contaram-se periodicamente os capulhos abertos antes da primeira colheita, torna-se possível, usando o pêso médio dos capulhos de cada tratamento, calcular quais seriam as contribuições da "primeira colheita" se ela tivesse sido antecipada de 17 dias. Em tais condições suas contribuições seriam de 31 % nos canteiros adubados com azôto mais fósforo e, em média, de 34 % nos que receberam leucita, baixando respectivamente para 18, 15 e 7 % nos que receberam **1K**, **2K** e **3K**.

Dai não se deve concluir, porém, que o potássio, na forma de cloreto, tenha retardado a frutificação; o que houve foi maturação forçada dos frutos, ou melhor, das plantas que não receberam suficiente provisão de potássio. De fato observou-se que, principalmente durante o período de mais intensa frutificação, as folhas das plantas que só receberam azôto e fósforo, bem como as das adubadas com leucita, apresentavam, sobretudo nos bordos, manchas que, começando cloróticas, a seguir tornavam-se pardas e, depois, crestadas, passando então a secar e cair. Nos casos mais agudos a queda das folhas se verificava mesmo antes da abertura dos primeiros capulhos. Estes, nas plantas afetadas, além de menores, abriam mal ou não chegavam a abrir. Quando os sintomas apareciam tardiamente, as referidas colorações se mesclavam com o avermelhamento normal das folhas mais velhas do algodoeiro no fim do ciclo. Em várias plantas que receberam cloreto de potássio também se notavam idênticos sintomas, mas em escala muito reduzida e decrescendo à medida que aumentavam as doses empregadas.

No quadro 4 também são apresentadas algumas características dos produtos colhidos. Observa-se que, em média dos três anos, a adu-

bação com cloreto de potássio aumentou de 19 % o pêso dos capulhos (sementes mais fibra). No primeiro ano êsse aumento foi de apenas 12 %, mas nos dois seguintes êles se elevaram a 20 e 23 %. O pêso das sementes também foi melhorado pelo cloreto de potássio. Na porcentagem de fibra e no comprimento desta, porém, embora perceptível, o aumento em consequência da adubação potássica foi insignificante. A influência das condições climáticas foi muito pequena na porcentagem de fibra, mas considerável no seu comprimento, que foi, em média de todos os tratamentos, de 28,7 mm em 1952-53, 24,8 mm em 1953-54 e 27,7 mm em 1954-55.

## 5 — CONCLUSÕES

Para comparar a eficiência de diversos adubos potássicos na adubação do algodoeiro foram realizados seis ensaios, nos quais o potássio foi sempre empregado na presença de azoto (salitre do Chile) e fósforo (superfosfato ou farinha de ossos degelatinados). Os ensaios foram conduzidos por vários anos nos mesmos canteiros, mas êstes, exceto em um caso, também foram ocupados por outras culturas que não a do algodoeiro. As conclusões referentes ao algodoeiro são as dadas a seguir:

a) Em quatro ensaios comparando cloreto e sulfato de potássio, na base de 60 kg/ha de  $K_2O$ , não houve tratamento sem potássio; em todos os casos, porém, nas áreas contíguas foram conduzidas simultaneamente outras experiências, nas quais as respostas ao potássio foram nulas ou muito pequenas. Nessas condições, o cloreto se mostrou ligeiramente inferior em três solos (terra-roxa-legítima, vermelho do glacial e arenito Bauru) e bem superior em um (massapê-salmourão).

b) Em um ensaio instalado em terra-roxa-misturada o efeito do potássio, na dose de 70 kg/ha de  $K_2O$ , foi enorme. Em média dos cinco anos em que os canteiros foram ocupados pelo algodoeiro, praticamente não houve diferença entre cloreto de potássio, sulfato de potássio, "kainit" e sulfato de potássio e magnésio. Os efeitos do sulfato de magnésio, em quantidade equivalente à contida em sulfato de potássio e magnésio, e do sulfato de magnésio mais cloreto de sódio, em doses correspondentes às contidas em "kainit", também foram estudados na presença de azoto e fósforo (sem potássio), sendo que o do sulfato de magnésio, embora positivo, foi muito pequeno, enquanto o da

mistura de sulfato de magnésio com cloreto de sódio foi ligeiramente negativo.

c) Em outro ensaio conduzido por três anos consecutivos em terra-roxa-misturada (na mesma localidade do mencionado em **b**, mas em área e época diferentes), foram comparados cloreto de potássio e leucita em doses de 50, 100 e 150 kg/ha de  $K_2O$ . Enquanto o efeito da leucita foi nulo, o do cloreto de potássio foi muito grande e aumentou linearmente com as doses usadas.

d) No ensaio mencionado em **b** as plantas foram sempre pesadas depois da colheita. Embora muito grande, o efeito do potássio no pêso das plantas foi bem menor que na produção de algodão, indicando que êsse nutriente tornou as plantas mais eficientes. A eficiência das plantas variou conforme o ano e o potássio contribuiu para diminuir essa variação.

e) No ensaio mencionado em **b** o potássio aumentou, em todos os anos, a altura das plantas, medida após a colheita. Nessa característica o efeito do potássio foi muito menor que no pêso das plantas e ainda menor que na produção de algodão. No ensaio mencionado em **c** as plantas só foram medidas em um ano, quando os primeiros frutos estavam amadurecendo, não se notando diferença atribuível à adubação potássica.

f) Nos dois ensaios em terra-roxa-misturada (**b** e **c**) manifestaram-se, com muita intensidade, os sintomas característicos da carência de potássio, e as folhas das plantas que não receberam êsse nutriente caíram prematuramente. O mesmo aconteceu nos canteiros adubados com sulfato de magnésio ou com êste sal mais cloreto de sódio, no ensaio mencionado em **b**, e nos que receberam leucita, no mencionado em **c**.

g) Em conseqüência da maturação forçada das plantas afetadas pela carência de potássio, a marcha da produção nos canteiros que não receberam êsse nutriente foi, em regra, mais acelerada do que nos tratamentos que o receberam, nos quais as plantas amadureceram normalmente. O pêso médio dos capulhos (sementes e fibra) daquelas plantas foi consideravelmente menor que o destas, mas a porcentagem de fibra e o comprimento desta pouco melhoraram com a adubação potássica.

## FERTILIZER EXPERIMENTS WITH COTTON

## X-TRIALS WITH VARIOUS POTASH SOURCES

## SUMMARY

In this paper are reported the results obtained in six experiments comparing various potash sources as fertilizers for cotton. The experiments were conducted for some years in the same plots and the potash fertilizers were applied annually in the presence of nitrogen (Chilean nitrate) and phosphorus (superphosphate or bone meal).

In five of the experiments, located at different soil types of the Planalto Paulista, potassium chloride and potassium sulfate gave similar results. One of these experiments, on "terra-roxa-misturada" soil highly deficient in potassium, had also treatments with kainit and potassium-magnesium sulfates, their effects being equal to that of potassium chloride. In the same experiment, magnesium sulfate applied in quantity equivalent to that contained in potassium-magnesium sulfates, and magnesium sulfate plus sodium chloride, in quantities equivalent to those contained in kainit, had practically no effect on the yield. In another experiment, on "terra-roxa-misturada" soil, leucite was compared with potassium chloride. While the response to the latter was very high, leucite induced practically no response.

Severe symptoms of "potash hunger" were observed in both experiments conducted on the "terra-roxa-misturada" soil. The plants of the plots without potash lost their leaves prematurely. As a result, their bolls opened also prematurely and were considerably smaller than those of the plants well supplied with potash.

## LITERATURA CITADA

1. CAMARGO, T. A. & HERRMANN, J. Experiências com diversas formas de adubos potássicos. *In* Instituto agrônomo do Estado de São Paulo em Campinas. Relatório dos trabalhos executados em 1925 e 1926. São Paulo, Imprensa oficial do Estado, 1927. p. 117-156.
2. MARTINS, R. CRUZ. Experiências de adubação — adubos potássicos. *In* Instituto agrônomo de Campinas. Relatório do ano agrícola 1927-28. São Paulo, Imprensa oficial do Estado, 1934. p. 61-67.
3. ——— Experiências de adubação — adubos potássicos. *In* Instituto agrônomo de Campinas. Relatório do ano agrícola 1929-30. São Paulo, Imprensa oficial do Estado, 1935. p. 97-103.
4. SKINNER, J. J. Influence of potash sources and chlorine content of fertilizers on yield of cotton. *J. Amer. Soc. Agron.* 23:13-21. 1931.