

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, julho de 1965

N.º 27

ADUBAÇÃO DO ALGODOEIRO

XV — ENSAIOS COM VÁRIOS ADUBOS NITROGENADOS (1)

MILTON G. FUZATTO, POPÍLIO A. CAVALERI e NELSON MACHADO DA SILVA, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Algodão, Instituto Agrônomo

RESUMO

Neste artigo são relatados os resultados de 12 ensaios, instalados em vários tipos de solo do Estado de São Paulo, para comparar o efeito de diferentes adubos azotados na cultura algodoeira.

Salitre do Chile, nitrato de cal IG e Calnitro IG, aplicados no sulco de plantio juntamente com fósforo e potássio, não diferiram substancialmente. Apenas Urecal IG se mostrou menos eficiente.

Aplicados em cobertura aos 30 dias após a germinação, o salitre do Chile, sulfato de amônio e Nitrocálcio tiveram comportamento semelhante, mas a uréia se mostrou levemente inferior.

1 — INTRODUÇÃO

O estudo da adubação nitrogenada do algodoeiro apresenta vários aspectos. Dentre êles, a competição entre substâncias fornecedoras de azoto tem interessado os pesquisadores. Com respeito aos adubos minerais solúveis, o problema tem sido encarado investigando-se a influência da forma em que o nitrogênio se encontra, bem como os efeitos complementares devidos a íons que acompanham os radicais nitrogenados.

Segundo Aguirre (1), a superioridade do salitre do Chile sobre outros adubos nitrogenados é devida principalmente ao íon Na^+ , uma vez que êste substituiria parcialmente o potássio, nas plantas. Newman e Sturgis (10) relatam o efeito acidificante de adubos fisiologicamente ácidos, como o sulfato de amônio e o nitrato de amônio; para o algodoeiro, êstes autores obtiveram melhores resultados com nitrato de sódio, ou pela neutralização da ação apresentada pelos primeiros, através da aplicação de calcário. Idênticos resultados foram obtidos em São Paulo por Neves e colaboradores (6). Por outro lado, Holley e ou-

(1) Recebido para publicação em 19 de março de 1965.

tros (3) verificaram maior desenvolvimento vegetativo e melhor frutificação do algodoeiro, quando cultivado em soluções nutritivas contendo o íon amônio em relação às que encerravam o radical nítrico. Os trabalhos de Naftel (5) demonstraram melhores resultados quando ambas as formas, nítrica e amoniacal, estavam presentes do que quando uma delas era fornecida isoladamente. Entretanto, Longenecker e outros (4), bem como Paden (11), não notaram diferença entre as várias fontes de nitrogênio mineral na adubação do algodoeiro; resultados semelhantes foram obtidos no Egito, segundo Christidis e Harrison (2).

Os resultados obtidos por vários autores, em diferentes localidades, não coincidem e são, freqüentemente, antagônicos. Nessas condições, torna-se necessária a experimentação local, para obtenção de dados que possam servir em futuras recomendações técnicas. O objeto do presente trabalho é relatar os resultados para as condições ecológicas do Estado de São Paulo.

2 — ENSAIOS DE 1937/38 e 1938/39

2.1 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO (*)

Nestes ensaios, canteiros adubados somente com fósforo e potássio (PK) foram comparados a outros que, além desses nutrientes, levaram nitrogênio proveniente de um dos seguintes adubos: salitre do Chile (*sa*), com 15,5% de N na forma nítrica; nitrato de cal IG (*ni*), com 15,5% de N nítrico; Calnitro (*ca*), com 16% de N, metade nítrico e metade amoniacal, e Urecal IG (*ur*), com 20% de N na forma amídica. Do plano constava um tratamento com torta de mamona, cujos resultados, entretanto, já foram publicados em outro trabalho (7).

O fósforo e o potássio foram empregados nas doses de 90 e 80 kg/ha, respectivamente, de P_2O_5 e K_2O . O fósforo foi aplicado na forma de superfosfato simples ou Renaniafosfato, conforme o ensaio; o potássio, sempre como cloreto de potássio. O azoto foi usado na dose de 20 kg/ha.

Conforme o hábito prevalecente na época, os adubos, incluindo os

(*) Este plano foi elaborado pelos Eng.ºs-Agr.ºs R. Cruz Martins e O. Romeiro César, e na execução colaboraram os Eng.ºs-Agr.ºs M. D. Homem de Melo, O. S. Neves, e R. Álvaro Bueno. Como responsáveis locais colaboraram os Eng.ºs-Agr.ºs M. A. Anderson, E. Moreira e A. Frota. Os que assinam este artigo são apenas relatores responsáveis pela apresentação e interpretação dos resultados.

nitrogenados, foram aplicados por ocasião do plantio e misturados com a terra, nos sulcos destinados às sementes.

Cada ensaio possuía quatro repetições, e a área útil de cada canteiro era de 36 ou 54 m², conforme o ensaio. O espaçamento adotado foi de 1,20 m entre as linhas, e o plantio foi efetuado em covas distantes entre si de 40 cm. Cada cova recebeu oito sementes, deixando-se, no desbaste, apenas uma planta por cova. As covas inteiramente falhadas foram replantadas cerca de duas semanas pós a germinação. O desbaste foi efetuado quando as plantas apresentavam cerca de um mês de idade.

Segundo o plano acima, foram instalados em 1937/38 e 1938/39 seis ensaios, nas estações experimentais de Campinas, Tupi, Tietê e Tatuí. Com exceção do ensaio de Tupi, onde a variedade utilizada foi I.A. — 21077, os demais foram plantados com a variedade I.A. — 028.

2.2 — RESULTADOS

2.2.1 — ENSAIO DE CAMPINAS

Instalado em solo terra-roxa-misturada, e efetuado o plantio no dia 11 de outubro de 1937. O «stand» final, em porcentagem do ideal, foi de 96, 96, 97, 92 e 96%, respectivamente para os tratamentos PK, *sa*, *ca*, *ni* e *ur*. Os resultados obtidos encontram-se no quadro 1.

Em média de todos os tratamentos, a produção do ensaio foi de 1.326 kg/ha de algodão em caroço. O efeito do nitrogênio, em média de todos os tratamentos em que se adicionou este elemento, foi de +106 kg/ha (+9%). Em relação ao tratamento PK, os canteiros correspondentes aos tratamentos *sa*, *ca*, *ni* e *ur* provocaram aumentos de, respectivamente, 12, 3, 17 e 2%.

A análise estatística não revelou diferenças significativas entre os tratamentos, sendo de 4,2% o coeficiente de variação do ensaio.

2.2.2 — ENSAIO DE TUPI (1)

O plantio foi feito em 22 de novembro de 1937, em solo Corumbataí. O «stand» efetivo, por ocasião da colheita, foi relativamente uniforme para todos os tratamentos; assim, em relação ao «stand» teórico,

os tratamentos PK, *sa*, *ca*, *ni* e *ur* apresentaram, pela ordem, 80, 78, 76, 76 e 74%.

A produção média do ensaio foi de 1.760 kg/ha de algodão em caroço. As produções por tratamento, que se encontram no quadro 1, revelam resposta razoável ao nitrogênio; de fato, em média de todos os tratamentos que encerravam esse nutriente, o seu efeito foi de +214 kg/ha, ou seja, 13% de aumento na produção, em relação aos canteiros adubados apenas com fósforo e potássio. Com respeito aos adubos azotados, individualmente, salitre do Chile, Calnitro IG, nitrato de cal IG e Urecal IG provocaram aumentos de, respectivamente, 12, 18, 14 e 10%.

Para um coeficiente de variação de 13%, a análise estatística não detectou diferenças significativas entre os tratamentos.

2.2.3 — ENSAIO DE TIETÊ (I)

O plantio foi realizado em 4 de dezembro de 1937, numa área de solo Corumbataí. Na colheita, os «stands» apresentavam 83, 78, 78, 83 e 78% do «stand» teórico, respectivamente para os tratamentos PK, *sa*, *ca*, *ni* e *ur*.

Em média de todos os canteiros, a produção obtida foi de 1.083 kg/ha de algodão em caroço. No quadro 1 pode-se verificar a ausência de efeito benéfico do nitrogênio, que foi até levemente negativo. Na verdade, não tendo nenhum tratamento que continha este nutriente produzido mais que o tratamento onde ele não aparecia, o seu efeito, em média, foi de -24 kg/ha (-2%). Entre os adubos azotados, as diferenças foram desprezíveis.

A análise estatística dos resultados não revelou diferenças entre os tratamentos, sendo de 9,1% o coeficiente de variação.

2.2.4 — ENSAIO DE TUPI (II)

Plantado em 8 de novembro de 1938, em solo do tipo Corumbataí. Na colheita, os «stands» foram de 86, 78, 85, 82 e 76% do número de plantas ideal, respectivamente para os tratamentos PK, *sa*, *ca*, *ni* e *ur*.

As produções por tratamento se encontram no quadro 1. Em mé-

QUADRO 1. — Produções de algodão em caroço, em kg/ha, obtidas em ensaios de competição de adubos azotados minerais em diferentes localidades do Estado de São Paulo

Tratamentos (1)	1937/38					1938/39					Médias
	Campi- nas	Tupi (I)	Tietê (I)	Média	Tupi (II)	Tietê (II)	Tatuí	Média			
PK	1241	1589	1102	1311	683	988	951	874	1092		
PK + <i>sa</i>	1394	1771	1086	1417	1000	1129	1087	1072	1244		
PK + <i>ca</i>	1274	1881	1056	1404	990	1014	984	996	1200		
PK + <i>ni</i>	1456	1813	1100	1456	1133	1188	849	1056	1257		
PK + <i>ur</i>	1264	1748	1069	1360	900	1074	977	984	1172		

(1) Os símbolos *sa*, *ca*, *ni* e *ur* significam, respectivamente, salitre do Chile, Calnitro IG, nitrato de cálcio IG e Urecal IG.

dia do ensaio, ela atingiu tão somente 943 kg/ha de algodão em caroço. Enquanto os canteiros sem azoto produziram, em média, 683 kg/ha, os tratamentos que o continham elevaram a produção em cerca de 325 kg/ha, ou seja, um efeito positivo de 48%. Com respeito aos adubos nitrogenados, houve relativo destaque para o nitrato de cal IG, cujo efeito atingiu +450 kg/ha (+66%); salitre do Chile e Calnitro IG se equivaleram, aumentando a produção em cerca de 47%, e, por último, Urecal IG, suplantando o tratamento sem nitrogênio em 32%.

A análise da variância não revelou diferenças significativas, embora elas tenham sido apreciáveis. Tal fato, contudo, pode ser explicado pela grandeza do coeficiente de variação, que neste ensaio atingiu 30,9%.

2.2.5 — ENSAIO DE TIETÊ (II)

Efetuuou-se a instalação no dia 1.º de novembro de 1938, numa área de solo Corumbataí. Na colheita, os tratamentos PK, *sa*, *ca*, *ni* e *ur* apresentavam, pela ordem, 69, 68, 64, 70 e 72% do «stand» ideal.

A produção média do ensaio atingiu 1.078 kg/ha de algodão em caroço. O efeito do azoto, levando-se em conta todos os tratamentos que o encerravam, foi de +113 kg/ha, o que equivaleu a 11% de aumento em relação a PK. No que diz respeito aos diferentes adubos nitrogenados, foram de +141, +26, +200 e +86 kg/ha os efeitos provocados, respectivamente, por salitre do Chile, Calnitro IG, nitrato de cal IG e Urecal IG. As médias de produção por tratamento encontram-se no quadro 1.

A análise da variância, com um coeficiente de variação de 21,1%, não revelou diferenças entre os tratamentos.

2.2.6 — ENSAIO DE TATUI

Realizado em solo terra-roxa-misturada, foi plantado em 19 de outubro de 1938. Os «stands» finais foram de 94, 85, 89, 91 e 86% do «stand» teórico, para os tratamentos PK, *sa*, *ca*, *ni* e *ur*, respectivamente.

No quadro 1, encontram-se as produções obtidas com os diversos tratamentos. No geral, foram baixas, tendo proporcionado um rendimento médio, no ensaio, de tão somente 970 kg/ha. O efeito do nitro-

gênio também deixou a desejar, não ultrapassando, em média, +23 kg/ha, ou seja, apenas, 2% de aumento na produção. Enquanto para salitre, Calnitro e Urecal, êle foi positivo, embora pequeno nos dois últimos, pois atingiu, respectivamente, +136, +33 e +26 kg/ha, para o nitrato de cal foi negativo, tendo deprimido a produção em 120 kg/ha.

Apresentando um coeficiente de variação de 15,5%, a análise da variância não revelou diferenças significativas entre os tratamentos.

2.3 — DISCUSSÃO

Em trabalhos anteriores (8, 9) foi bastante discutida a inconveniência da aplicação de adubos nitrogenados solúveis nos sulcos de plantio, ao ser êste efetuado. Nos presentes ensaios, em que tal fato ocorreu, pode-se, portanto, atribuir a pequena resposta do algodoeiro ao nitrogênio, ao seu modo de aplicação.

Com exceção do ensaio de Tupi (II), onde a resposta ao azôto foi apreciável, nos demais não foi satisfatória. Com efeito, na média dos ensaios de 1937/38 ela foi de apenas +98 kg/ha (+7%), e em 1938/39, não se incluindo o ensaio acima mencionado, o efeito do nitrogênio não ultrapassou +68 kg/ha (+6%). Mesmo assim, a análise estatística dos grupos de ensaios revelou significância, ao nível de 5%, para o contraste tratamentos com azôto x sem azôto, no ano 1937/38. Em 1938/39, o teste *F* para o mesmo contraste, embora não significativo, se aproximou bastante dêsse nível. Na média de todos os ensaios, nos dois anos, o efeito do nitrogênio foi de +126 kg/ha (+12%).

A não ser no caso do salitre do Chile, os demais adubos nitrogenados utilizados nestes ensaios não são mais encontrados no comércio. Entretanto, para o objetivo dêste trabalho, os resultados são aproveitáveis.

Examinando o quadro 1, verifica-se que, não obstante ter sido o primeiro colocado nos ensaios de Campinas, em 1937/1938, e nos de Tupi (II) e Tietê, em 1938/39, o nitrato de cal IG, curiosamente, apresentou efeito negativo no ensaio de Tatuí, em 1938/39; embora, fazendo exceção para o salitre do Chile, as respostas aos outros adubos tenham sido, neste caso, muito pequenas, o fato não encontra explicação satisfatória. Por outro lado, Urecal IG foi sempre o último colocado, exceto no ensaio de Tietê (II), onde êle foi levemente superior ao Calnitro IG.

Em se tratando de ensaios isolados, principalmente nestes casos em que o coeficiente de variação, em média, foi elevado, as comparações entre os tratamentos não oferecem muita segurança. Nessas condições, é preferível considerar as médias de vários ensaios, que, além de apresentarem resultados mais gerais, permitem diluir as diferenças devidas a fatores ocasionais. Tal procedimento é aceitável, visto que, nos presentes ensaios, a análise conjunta de variância não revelou como significativas as interações tratamentos x localidades.

Segundo este critério, tomando-se as médias dos três ensaios em 1937/38, verifica-se que salitre do Chile e Calnitro IG produziram praticamente o mesmo efeito, respectivamente +106 e +93 kg/ha, ou seja, 7 e 6% de aumento na produção. Enquanto isto, o nitrato de cal IG provocou uma resposta de +145 kg/ha, equivalente a +11%, o que, no entanto, se deve ao seu comportamento no ensaio de Campinas, onde aumentou a produção em 17%. Colocado em último lugar, aparece o Urecal IG, cujo efeito foi de +49 kg/ha (+4%). Em 1938/39, salitre e nitrato de cal se equivaleram, aumentando a produção em 198 e 182 kg/ha, o mesmo acontecendo para Calnitro e Urecal, cujos efeitos foram, respectivamente, de +122 e +110 kg/ha.

Considerando as médias dos dois anos, verifica-se que os efeitos de salitre do Chile, +152 kg/ha (+14%), e de nitrato de cal IG, +165 kg/ha (15%), foram praticamente semelhantes. Entretanto, foram pouco superiores ao de Calnitro IG, que aumentou a produção em 108 kg/ha (10%), e destacaram-se em relação a Urecal IG, cujo efeito não ultrapassou +80 kg/ha, ou seja, +7%.

Como se vê, com exceção de Urecal IG, os demais adubos não diferiram substancialmente, apresentando diferenças nos seus efeitos de, no máximo, 4 a 5%. A pequena superioridade de salitre do Chile e nitrato de cal IG poderia ser atribuída à forma em que o nitrogênio neles se encontra. Entretanto, Calnitro IG possui metade do azoto na forma nítrica, como aquêles dois adubos, e metade na amoniacal; sabe-se que em nossas condições a nitrificação se processa com relativa rapidez, e tendo em conta que os adubos foram aplicados por ocasião do plantio, pode-se supor que, também nos canteiros com Calnitro, em pouco tempo o nitrogênio se encontrasse, na maior parte, como nitrato.

Atribuir-se, por outro lado, um efeito benéfico do sódio contido no salitre do Chile, como substituto do potássio nas plantas, não parece lógico, uma vez que o suprimento deste último elemento, na adubação

básica, foi bastante elevado. Além disso, o nitrato de cal, cujo efeito se equipaleu ao do salitre, não possui sódio em sua composição.

Em vista do que se acaba de dizer, e levando em conta, uma vez mais, que as diferenças verificadas entre salitre do Chile, nitrato de cal IG e Calnitro IG foram de pequena magnitude, parece razoável considerá-las como ocasionais e desprovidas de importância prática. Nessas condições, apenas Urecal IG se isolaria como sendo, nas condições dos presentes ensaios, o adubo de menor eficiência.

3 — ENSAIOS DE 1960/61

3.1 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO (*)

Nestes ensaios, canteiros sem adubo foram comparados a outros, nos quais um dos elementos, nitrogênio, fósforo ou potássio foi omitido na adubação. Além destes, constavam do plano tratamentos com a finalidade de comparar quatro adubos nitrogenados: salitre do Chile, com 15,5% de N nítrico; sulfato de amônio, com 20,5% de N amoniacal; Nitrocálcio, com 20,5% de N, metade na forma nítrica e metade amoniacal, e uréia, com 46% de N amídico. Tais adubos foram aplicados em duas épocas, isto é, aos 30 e aos 45 dias após a germinação, na dose total ou parceladamente, metade da dose em cada época. Na íntegra, o plano constava de dezesseis tratamentos, distribuídos em três repetições segundo o delineamento em blocos ao acaso.

O fósforo e o potássio foram empregados nas doses de 60 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg/ha de K_2O , sob as formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, e aplicados no sulco de plantio, ao ser êste efetuado. O nitrogênio, para todos os adubos empregados, foi sempre aplicado em cobertura, na dose de 40 kg/ha do elemento.

Utilizou-se a variedade IAC-12, efetuando-se a semeadura em sulcos menores, feitos após a aplicação dos adubos, e em posição lateral à faixa fertilizada. O desbaste foi efetuado 25 a 30 dias após a germinação, deixando-se cinco plantas por metro linear.

Cada canteiro era constituído de quatro linhas de 5 metros, no

(*) Estes ensaios foram planejados pelos Eng.ºs-Agr.ºs O. S. Neves e P. A. Cavaleri. Na sua execução colaboraram os Eng.ºs-Agr.ºs H. C. Aguiar, W. Schmidt, D. M. Corrêa, C. A. M. Ferraz, L. L. Gridi-Papp e M. G. Fuzatto. As análises estatísticas foram efetuadas pelo Eng.º-Agr.º N. M. Silva. O ensaio de Pindorama teve como responsável local o Eng.º-Agr.º H. J. Scaranari.

espaçamento de 1 metro. Na colheita, levaram-se em conta apenas as duas linhas centrais de cada canteiro, sendo, portanto, de 10 m² a área útil de cada parcela experimental.

Segundo o plano acima foram instalados vários ensaios em 1960/61, dos quais se aproveitaram os conduzidos nas estações experimentais de Campinas e Pindorama.

3.2 — RESULTADOS

Não tendo ocorrido, em nenhum dos ensaios, diferenças apreciáveis quanto às épocas de aplicação ou parcelamento das doses dos adubos nitrogenados, serão apresentadas as médias para cada fertilizante, independentemente dessas características do seu emprêgo. Por apresentarem menor interesse, serão também excluídos outros tratamentos, cujos resultados não ilustram o objetivo dêste trabalho. Assim sendo, no presente relato, são considerados os tratamentos sem azôto (PK), salitre do Chile (*sa*), sulfato de amônio (*su*), Nitrocálcio (*ni*) e uréia (*ur*), todos com a mesma adubação básica em fósforo e potássio.

3.2.1 — ENSAIO DE CAMPINAS

Conduzido em área de terra-roxa-misturada, que vinha sendo cultivada com milho e algodão em rotação, e sempre adubada. O plantio foi efetuado no fim de outubro e, na colheita, os «stands» médios dos tratamentos PK, *sa*, *su*, *ni* e *ur* foram de, respectivamente, 85, 76, 81, 72 e 72% do «stand» ideal.

Em média dos tratamentos considerados, a produção do ensaio foi de 2.000 kg/ha de algodão em caroço. Os resultados obtidos, por tratamento, encontram-se no quadro 2.

O efeito do nitrogênio, representado pela média dos tratamentos que o encerravam, foi de +450 kg/ha, equivalente a um aumento de 25% na produção. Os tratamentos *sa*, *su*, *ni* e *ur* provocaram aumentos, em relação a PK, de 450, 460, 530 e 450 kg/ha, respectivamente.

A análise da variância, com um coeficiente de variação de 23%, não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos, embora elas tenham sido apreciáveis.

QUADRO 2. — Produções médias de algodão em caroço, obtidas em ensaios com vários adubos nitrogenados minerais realizados em 1960-61

Tratamentos	Campinas	Pindorama	Médias
	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>
Sem azôto (PK)	1780	1320	1550
PK + salitre do Chile	2230	1670	1950
PK + sulfato de amônio	2240	1510	1870
PK + Nitrocálcio	2310	1590	1950
PK + uréia	2140	1520	1830

3.2.2 — ENSAIO DE PINDORAMA

Instalado em solo podzolizado, derivado do arenito Bauru. O plantio foi efetuado em 25 de outubro e os «stands» finais foram de 81, 76, 85, 85 e 85% do «stand» teórico, respectivamente para os tratamentos PK, *sa*, *su*, *ni* e *ur*.

Em média, o ensaio produziu 1.450 kg/ha de algodão em caroço. A ocorrência de forte ataque de lagarta das maçãs foi, em grande parte, responsável por essa produção, relativamente baixa. Os resultados obtidos encontram-se no quadro 2.

Em média dos tratamentos que encerravam nitrogênio, o efeito deste nutriente foi de +250 kg/ha (+19%). Quanto aos vários adubos azotados, o salitre do Chile, neste ensaio, destacou-se dos demais, aumentando a produção, em 27%. Seguiu-se-lhe o Nitrocálcio, cujo efeito atingiu +20%, e, em seguida, provocando acréscimos semelhantes, de 15 e 14%, respectivamente, uréia e sulfato de amônio.

A análise da variância, apresentando um coeficiente de variação de 12%, não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, embora o teste *F* se tenha aproximado bastante do nível de significância.

3.3 — DISCUSSÃO

Em linhas anteriores ficou dito que a comparação entre tratamentos em ensaios isolados não oferece base segura para conclusões. Com

efeito, enquanto no ensaio de Campinas o melhor comportamento, embora as diferenças tenham sido pequenas, coube ao Nitrocálcio, em Pindorama, o primeiro lugar foi ocupado pelo salitre do Chile. Por outro lado, o sulfato de amônio, que na primeira localidade esteve entre os melhores, apresentou comportamento diferente em Pindorama, onde ocupou o último lugar. Entretanto, a análise da variância conjunta não revelou como significativa essa interação. Em vista disso, e por considerações análogas às feitas em discussão anterior, parece mais razoável proceder-se ao estudo das produções obtidas, tomando-se a média das duas localidades.

As produções médias dos dois ensaios se encontram no quadro 2. Em relação ao tratamento sem azoto, os aumentos provocados por salitre do Chile, sulfato de amônio, Nitrocálcio e uréia foram, na mesma ordem, de 400, 320, 400 e 280 kg/ha. Como se vê, salitre do Chile e Nitrocálcio produziram efeitos idênticos, de 26% de aumento na produção. O sulfato de amônio teria aumentado a colheita em 21% e, por último, a uréia, com um efeito positivo de 18%. O teste *F* para o contraste tratamentos com azoto x sem azoto atingiu valor bastante próximo do nível de significância.

Embora as diferenças apresentadas pelos dois últimos colocados, em relação aos primeiros, não tenham sido apreciáveis, é útil examinar o que teria ocorrido com aqueles adubos. Como foi visto, o comportamento anormal do sulfato de amônio em Pindorama foi responsável por sua classificação nas médias dos ensaios. Atribuir a êsse adubo um efeito acidificante do solo (6, 10), não parece lógico, visto que se tratou de ensaio anual em que se aplicou dose relativamente pequena do fertilizante. Ademais, no ensaio de Campinas, o comportamento do sulfato de amônio foi equivalente ao do salitre. Quanto à uréia, pode-se notar que foi, nas duas localidades, o adubo de menor eficiência. Entretanto, poder-se-ia atribuir êsse fato a defeitos na parte executiva da sua aplicação. Com efeito, possuindo alto teor de nitrogênio, a quantidade de uréia empregada foi pequena, e, tendo sido aplicada manualmente, houve dificuldade em se executar uma distribuição homogênea, como para os demais adubos.

A vista do exposto, parece razoável admitir que as diferenças observadas entre os adubos azotados, nestes ensaios, resultaram de efeitos locais de acaso, ou, se sistemáticos, como no caso da uréia, de

condições não relacionadas com as propriedades fertilizantes dos adubos.

4 — ENSAIOS DE 1961/62

4.1 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO (*)

Nestes ensaios, canteiros sem adubo e outros apenas com fósforo e potássio foram comparados a tratamentos que, além de P e K encerravam nitrogênio numa das seguintes formas de adubos: salitre do Chile, com 15,5% de N nítrico; sulfato de amônio, com 20,5% de N amoniacal; Nitrocálcio, com 20,5% de N, metade nítrico e metade amoniacal, e uréia, com 46% de N na forma amídica. Constavam, ainda, do plano, dois tratamentos com parcelamento das doses de adubos, sendo que em um deles apenas sulfato de amônio era aplicado nas duas épocas e, em outro, aplicava-se sulfato de amônio, na 1.ª época, e salitre do Chile, 10 a 15 dias mais tarde.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com seis repetições. Os canteiros experimentais eram constituídos de quatro fileiras de 5 metros, colhendo-se apenas as duas centrais de cada um. O espaçamento entre as linhas foi de 1 metro, sendo, conseqüentemente, de 10 m² a área útil de cada parcela.

O fósforo e o potássio foram empregados no sulco, por ocasião do plantio, nas doses de 60 kg/ha de P₂O₅, como superfosfato simples, e 30 kg/ha de K₂O, na forma de cloreto de potássio. O azoto foi empregado na dose de 30 kg/ha de N e aplicado em cobertura, 30 a 40 dias após a germinação.

O plantio foi efetuado com a variedade IAC-12, e no desbaste, realizado 25 a 30 dias após a germinação, deixaram-se cinco plantas por metro linear.

Segundo o plano acima, foram instalados, em 1961/62, vários ensaios, dos quais se aproveitaram os localizados em Mococa, Pindorama, Taquaritinga e Ituverava. No quadro 3, encontram-se as características

(*) Estes ensaios foram planejados pelos Eng.ºs-Agr.ºs P. A. Cavaleri e M. G. Fuzatto, e na sua execução colaboraram os Eng.ºs-Agr.ºs H. C. Aguiar, C. A. M. Ferraz e I. L. Gridi-Papp. As análises estatísticas foram feitas pelo Eng.º-Agr.º N. M. Silva. Agradecimentos são devidos aos Eng.ºs-Agr.ºs T. R. Rocha, H. J. Scaranari, G. T. Paula Netto e S. Iba, repensáveis locais e colaboradores na execução dos ensaios.

QUADRO 3. — Características químicas da camada superficial do solo de três localidades com ensaios de adubos nitrogenados para o algodoeiro, em 1961/62 (1)

Localidades	pH int.	Em 100 g de T. F. S. A.								Teor solúvel (2)
		Teor total em g		Teor trocável em e. mg						
		C	N	K+	Ca++	Mg++	H+ + Al+++	PO ₄ ---		
Taquaritinga	5,90	0,58	0,050	0,15	1,60	0,55	2,4	0,11		
Pindorama	5,30	0,65	0,056	0,20	1,03	0,45	2,6	0,08		
Ituverava	5,60	2,98	0,241	0,40	8,14	0,89	7,4	0,24		

(1) Análise efetuada pela Seção de Fertilidade do Solo.

(2) Solúvel em H₂SO₄ 0,05N.

químicas do solo superficial, na área do ensaio, para as três últimas localidades.

4.2 — RESULTADOS

Por não apresentarem maior interesse no momento, serão excluídos deste relato os resultados obtidos com alguns tratamentos, sendo discutidos apenas os seguintes: sem azoto (PK), salitre do Chile (*sa*), sulfato de amônio (*su*), Nitrocálcio (*ni*) e uréia (*ur*). Nestes, o nitrogênio foi aplicado na dose total, para cada adubo, e na mesma época.

4.2.1 — ENSAIO DE MOCOCA

Conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo, em solo massapé-salmourão, numa área repetidamente cultivada nos anos anteriores. O plantio foi efetuado em 31 de outubro, e os «stands» finais, nos tratamentos PK, *sa*, *su*, *ni* e *ur*, foram, respectivamente, de 72, 72, 80, 80 e 72% do número ideal de plantas.

As produções obtidas encontram-se no quadro 4. Em média, o ensaio produziu 1.350 kg/ha de algodão em caroço. O efeito do nitrogênio, reunindo-se todos os tratamentos que o encerravam, foi de +200 kg/ha ou +14%. Salitre, sulfato de amônio, Nitrocálcio e uréia provocaram, pela ordem, efeitos de +230, +243, +255 e +90 kg/ha. Êstes aumentos corresponderam a 16, 17, 18 e 9% do tratamento PK.

A análise da variância, com um coeficiente de variação em torno de 16%, não revelou diferenças significativas entre os tratamentos.

4.2.2 — ENSAIO DE PINDORAMA

Executado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo. O plantio foi efetuado em 7 de novembro, em solo derivado do arenito Bauru. A área utilizada com o ensaio vinha sendo cultivada há longo tempo, com várias culturas. Os «stands» finais foram uniformes e corresponderam, para todos os tratamentos, a 87% do «stand» teórico.

As produções podem ser vistas no quadro 4. Em média de todos os canteiros, elas atingiram 1.420 kg/ha de algodão em caroço. O

efeito médio do nitrogênio correspondeu a +180 kg/ha, representando 14% de aumento na produção. Os acréscimos provocados pelos tratamentos *sa*, *su*, *ni* e *ur*, em relação a PK foram, pela ordem, de 222, 200, 130 e 160 kg/ha. Em porcentagem, tais aumentos significaram 17, 16, 10 e 13%.

Apresentando um coeficiente de variação de cerca de 17%, a análise da variância não detectou diferenças significativas entre os tratamentos.

QUADRO 4. — Ensaio de competição de adubos azotados minerais. Produções de algodão em caroço obtidas em quatro localidades do Estado de São Paulo

Tratamentos (¹)	Mococa	Pindorama	Ituverava	Taquaritinga	Médias
	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>
PK	1460	1280	1270	2090	1530
<i>sa</i>	1690	1502	1340	2480	1750
<i>su</i>	1703	1480	1270	2380	1710
<i>ni</i>	1715	1410	1260	2400	1700
<i>ur</i>	1550	1440	1250	2390	1660

(¹) Os símbolos *sa*, *su*, *ni* e *ur* significam, respectivamente, salitre do Chile, sulfato de amônio, Nitrocálcio e uréia.

4.2.3 — ENSAIO DE ITUVERAVA

Instalado na fazenda Altamira, em área de terra-roxa-legítima. Efetuou-se o plantio em 24 de outubro. Na colheita, os «stands» foram de 100, 95, 86, 95 e 96% do teórico, para os tratamentos PK, *sa*, *su*, *ni* e *ur*.

Os resultados obtidos encontram-se no quadro 4. Em média de todos os tratamentos, a produção foi de 1.250 kg/ha, tendo sido comprometida por forte ataque de pragas. O efeito médio do nitrogênio foi irrisório, não tendo atingido sequer a 1% (+10 kg/ha). Apenas salitre do Chile teve um efeito positivo, embora pequeno, de +70 kg/ha (+6%). Enquanto a resposta a sulfato de amônio foi simplesmente nula, as de Nitrocálcio e uréia foram levemente negativas, correspondendo a -10 e -20 kg/ha, respectivamente.

O teste *F*, para diferenças entre tratamentos, não foi significativo, tendo a análise estatística revelado um coeficiente de variação de 23%.

4.2.4 — ENSAIO DE TAQUARITINGA

Conduzido na fazenda Diamantina, em solo derivado do arenito Bauru, numa área ocupada anteriormente por antigo cafézal. O plantio foi realizado em 26 de outubro, e na colheita os «stands» foram de 97, 100, 99, 99 e 97% do «stand» padrão, para os tratamentos PK, *sa*, *su*, *ni* e *ur*, respectivamente.

No quadro 4 acham-se os resultados obtidos. A produção média do ensaio foi satisfatória, tendo atingido 2.390 kg/ha de algodão em caroço. O efeito médio do azoto foi de +320 kg/ha ou +15%. Os aumentos provocados pelos tratamentos *sa*, *su*, *ni* e *ur*, em relação ao adubado apenas com fósforo e potássio, foram de, respectivamente, 19, 14, 15 e 14%.

As diferenças observadas entre os tratamentos não foram estatisticamente significativas, sendo de 16% o coeficiente de variação do experimento.

4.3 — DISCUSSÃO

Com exceção do ensaio instalado em Ituverava, onde foi praticamente nulo, o efeito médio do nitrogênio, nestes ensaios, foi razoável. Em média de todos os ensaios e adubos azotados ele foi de 11%, passando a 14% quando não se considera a experiência de Ituverava. A ausência de resposta, observada nessa localidade, pode ser explicada pelo apreciável teor em azoto apresentado pelo solo onde se realizou o ensaio, o que pode ser visto no quadro 3. O teste *F*, para o contraste tratamentos com azoto x sem azoto, embora não significativo, aproximou-se do nível de significância.

Embora, regra geral, as diferenças entre os adubos nitrogenados tenham sido pequenas, nota-se, nos ensaios individuais, a mesma irregularidade no comportamento daqueles fertilizantes, observada nos ensaios anteriores. Com efeito, tendo sido o primeiro colocado em Mococa, o Nitrocálcio provocou a menor resposta em Pindorama. Da mesma forma, o sulfato de amônio, estando em segundo lugar nos

ensaios de Mococa e Pindorama, igualou-se à uréia, sendo dos menos eficientes, em Taquaritinga. Por outro lado, o salitre do Chile teve a primazia em Taquaritinga e Pindorama, não ultrapassando a terceira colocação em Mococa. Apenas uréia manteve-se sempre como o último colocado em todos os ensaios.

A análise de variância para o grupo de experimentos não revelou como significativa a interação tratamentos x localidades. Nessas condições, é lícito proceder-se, como já foi feito em ensaios precedentes, à discussão das médias gerais, para estudo dos efeitos dos adubos nitrogenados.

Em média de todos os ensaios, os aumentos provocados por salitre do Chile, sulfato de amônio, nitrocálcio e uréia, foram de respectivamente, 220, 180, 170 e 130 kg/ha. Eliminando-se o ensaio de Ituverava, em que as respostas foram até mesmo negativas para alguns adubos, aquêles mesmos fertilizantes provocaram, pela ordem, 17, 16, 15 e 12% de aumentos, em relação aos canteiros sem azoto.

Como se vê, apenas a uréia apresentou resultados menos satisfatórios, equivalendo-se os demais em seus efeitos. É útil lembrar, entretanto, o que se verificou com êsse adubo, ainda nesta série de ensaios. Possuindo alto teor de nitrogênio, as doses de uréia aplicadas por canteiro foram pequenas, o que comprometeu a uniformidade de sua distribuição. Em consequência, ficaram alguns trechos dos canteiros dêsse tratamento com excesso de adubo, em detrimento de outros cujas plantas não puderam dispor, como as demais, do fertilizante. Em vista disso, parece razoável atribuir o relativo insucesso da uréia, também nos ensaios do presente grupo, mais à irregularidade da sua distribuição do que pròpriamente às suas qualidades como fertilizante.

5 — DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES

A primeira série dos ensaios relatados neste trabalho, inclui os realizados em 1937/38 e 1938/39. Embora os adubos nitrogenados nêles utilizados, à excessão do salitre do Chile, não mais se encontrem no comércio e, além disso, tenham sido aplicados de maneira atualmente considerada incorreta (8, 9), êsses ensaios servem, entretanto, para ilustrar o que, via de regra, ocorreu também em ensaios mais recentes. Realmente, excetuando-se Urecal IG, os demais adubos azotados tiveram comportamento práticamente semelhantes.

No segundo grupo de ensaios, envolvendo os conduzidos em 1960/61 e 1961/62, o panorama mostrou-se idêntico. Ainda que em ensaios isolados possam ter ocorrido certas diferenças, aliás pequenas, entre os adubos azotados, quando se consideram as médias dos ensaios tais disparidades são diluídas, tanto mais quanto maior o número de ensaios envolvidos. Com efeito, tomando-se, para comparação, as médias dos resultados obtidos nos dois anos, os aumentos de produção provocados por salitre do Chile, sulfato de amônio, Nitrocálcio e uréia foram de, respectivamente, 21, 19, 20 e 15%. Como se vê, as diferenças, notadamente entre os três primeiros, são irrisórias e destituídas de valor prático.

Quanto à uréia, poder-se-ia atribuir sua relativa inferioridade à forma em que o nitrogênio nela se encontra, uma vez que Urecal IG, também com nitrogênio amídico, foi o adubo menos eficiente nos ensaios mais antigos. Entretanto, já foram discutidas as irregularidades observadas na sua aplicação e parece mais lógico, em vista das considerações mencionadas, não identificá-la como inferior aos demais adubos azotados, até que novos estudos possam vir a confirmar aquela suposição.

Do que foi discutido, pode-se concluir não existirem diferenças expressivas, na cultura algodoeira, entre os efeitos dos adubos nitrogenados aqui mencionados. Desde que corretamente empregados, e elementos outros não limitem a produção, as diferenças que possam ocorrer no seu comportamento não parecem constituir fatores de opção entre eles. Em última análise, a eleição do adubo nitrogenado a ser utilizado na cotonicultura paulista deve estar ligada a considerações de ordem econômica, devendo a escolha recair sobre o de mais fácil aquisição e que ofereça menor custo por unidade de nutriente.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH COTTON XV — TRIALS WITH VARIOUS NITROGENOUS FERTILIZERS

SUMMARY

In this paper are reported the results obtained in twelve experiments comparing various nitrogen sources as mineral fertilizers for cotton. Experiments were conducted for some years, located at different soil types used for cotton in the State of São Paulo.

When applying Chilean nitrate, Calnitro IG, nitrato de cal IG and Urecal IG in the furrows together with phosphorus and potassium, the effects obtained

were practically the same, except for Urecal IG which showed minor response. With exception of Chilean nitrate, these fertilizers are no more used by farmers presently.

In another series of trials Chilean nitrate, ammonium sulphate, Nitrocalcio (ammonium nitrate + calcium carbonate) and urea were applied as dressing after 30 days of planting time. These treatments had about the same results; however treatment with urea had a lower effect.

LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, R. Fertilización nitrogenada del algodón. Efecto de iones secundarios en diversos abonos. III.º Simpósio Internacional de Agroquímica sobre el problema del nitrógeno en la agricultura. Sevilla, 17-22, octubre, 1960. (Mimeografiado).
2. CHRISTIDIS, B. G. & HARRISON, G. J. Cotton Growing Problems. New York, Mc Graw-Hill Book Co., Inc., 1955.
3. HOLLEY, K. T., PICKETT, T. A. & DULIN, T. G. A study of ammonia and nitrate nitrogen for cotton. I — Influence on absorption of other elements. Experiment, Georgia Agric. Exp. Sta., 1931. (Bulletin 169).
4. LONGENECKER, D. E., LYERLY, P. J. & CHRISTENSEN, P. D. Influence of source of nitrogen fertilizer on yields of Acala cotton in the El Paso Valley. Progress report 1796. Texas Agric. Exp. Sta., 1955. (Mimeografiado).
5. NAFTEL, J. A. The absorption of ammonium and nitrate nitrogen by various plants at different stages of growth. J. Amer. Soc. Agron. 23: 142-158. 1931.
6. NEVES, O. S., VIÉGAS, G. P. & FREIRE, E. S. Efeito do uso contínuo de certos adubos azotados sobre o pH do solo. Bragantia 19: CXXV-CXXXII. 1960.
7. ——— & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. II — Ensaios com tortas de mamona e algodão. Bragantia 16: [147]-173. 1957.
8. ———, ———. Adubação do algodoeiro. III — Ensaios sobre aplicação de azoto em cobertura. Bragantia 16: [223]-242. 1957.
9. ———, ———. Adubação do algodoeiro. IV — Ensaios sobre época de aplicação de azoto e potássio. Bragantia 16: [269]-297. 1957.
10. NEWMAN, B. E. & STURGIS, M. B. Sources of nitrogen for cotton on Olivier silt loam. Louisiana State University, Agricultural Experimental Station. Report of projects, Department of Agronomy for 1961.
11. PADEN, W. R. Responses from various sources of nitrogen fertilizers. South Carolina Agric. Exp. Sta., 1937. (Bulletin 309).