

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 20

Campinas, junho de 1961

N.º 22

ADUBAÇÃO DO ALGODOEIRO

XI — ENSAIO COM CALCÁRIO, ADUBAÇÃO VERDE E ADUBAÇÃO MINERAL (1)

D. M. CORRÊA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Algodão*, ARMANDO PETTINELLI, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Tatuí*, W. R. VENTURINI, *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental* e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (2), Instituto Agrônomo.

RESUMO

No presente trabalho são apresentados os primeiros resultados de uma experiência instalada na Estação Experimental de Tatuí, em solo Corumbataí com $\text{pH} = 5,3$, para estudar o efeito, sobre a produção do algodoeiro, da calagem, da adubação verde com mucuna preta (*Stizolobium* sp.) e de uma adubação mineral com NPK, sendo êsses tratamentos efetuados separadamente ou combinados. A mucuna foi plantada nos mesmos anos em que se aplicou o calcário; nesses anos, os canteiros testemunhas e os que só receberam calcário ficaram em pousio. Quando o algodoeiro ocupou os canteiros, êstes foram divididos em duas partes, aplicando-se NPK em uma delas. A experiência foi conduzida de modo que em todos os anos figuraram as culturas do algodoeiro e da mucuna.

No conjunto dos quatro anos relatados (1956-57 a 1959-60) os efeitos médios da calagem e das adubações verde e mineral foram significativos e atingiram respectivamente +19, +19 e +13%. Todavia, êsses efeitos foram atenuados por vários fatores, entre outros pela adubação com NPK das culturas anteriores à experiência e pelos pousios na fase preparatória desta. Tanto que as respostas a todos os tratamentos tenderam a aumentar no decorrer dos anos. O efeito do tratamento calcário + mucuna foi superior à soma das respostas à mucuna e ao calcário empregados separadamente. Durante o período relatado, as produções dos canteiros sem qualquer tratamento caíram consideravelmente, o mesmo acontecendo, com menor intensidade, às dos diversos tratamentos, com exceção do que recebeu calcário + mucuna + NPK, no qual elas tenderam a aumentar. Em

(1) A presente experiência foi planejada com a colaboração da Seção de Técnica Experimental. Na sua execução colaboraram os Engs. Agrs. Ayrton Rigitano e Vicente Gonçalves de Oliveira, que dirigiram a Estação Experimental de Tatuí. Os solos foram analisados na Seção de Fertilidade do Solo. Recebido para publicação em 8 de abril de 1961.

(2) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônomo. Sua colaboração no presente trabalho foi prestada apenas na apresentação e interpretação dos resultados obtidos.

relação à testemunha geral, o efeito d'êste último tratamento foi de +38% no primeiro biênio, elevando-se a +115% no segundo.

1 — INTRODUÇÃO

Em 1953-54 foi instalada, na Estação Experimental de Tatuí, uma experiência para estudar o efeito, sôbre a produção do algodoeiro, da calagem, da adubação verde com mucuna e de uma adubação mineral com NPK. A calagem e a adubação verde são efetuadas de três em três anos, fazendo-se, nos anos intermediários, duas culturas de algodão. Quando o algodoeiro ocupa os canteiros, êstes são divididos em duas partes, uma das quais recebe a adubação mineral e a outra fica sem êsse tratamento.

O objetivo do presente trabalho é relatar os resultados obtidos até 1959-60, pois a experiência continua a ser executada, com algumas modificações. Os resultados do período agora estudado foram prejudicados por várias ocorrências; todavia, estas só influíram diminuindo o efeito dos tratamentos comparados. Mesmo assim as informações colhidas no mencionado período servem não sômente para melhorar a execução da experiência daqui por diante, como também para orientação dos agricultores.

2 — PLANO EXPERIMENTAL E EXECUÇÃO

2.1 — PLANO

Êste consta de um fatorial 2^3 em que foram considerados os fatores calagem (*c*), adubação verde com mucuna (*m*) e adubação química (*q*). Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e canteiros subdivididos para a aplicação da adubação química. Assim, os tratamentos (1), *c*, *m* e *mc*, denominados tratamentos básicos, formam um fatorial 2^2 , ocupando os canteiros maiores. No ano em que se planta mucuna nos tratamentos *m* e *mc*, os canteiros testemunhas (1), bem como os que só recebem calagem (*c*) ficam abandonados à vegetação espontânea. Os tratamentos básicos são efetuados de três em três anos, fazendo-se, nos anos intermediários, duas culturas de algodão. Sômente nesses anos é que os canteiros são divididos em duas partes, uma das quais recebe adubação mineral, ficando a outra sem novo tratamento.

Por conseguinte, são necessários três anos para completar um ciclo de determinado tratamento básico: o primeiro ano sem algodão, o segundo e o terceiro com algodão, distinguindo-se os resultados obtidos nos dois últimos anos pelas designações A_1 e A_2 , que significam, respectivamente, primeiro e segundo anos de algodão após os tratamentos básicos.

A fim de eliminar as variações anuais, a experiência é conduzida em três séries, que são iniciadas, com os tratamentos básicos, em anos consecutivos. Para facilitar a instalação, os tratamentos de uma série foram reunidos em um único bloco de quatro canteiros pequenos.

Em resumo, o plano considerado contém, em cada repetição, canteiros subdivididos duas vezes. A primeira subdivisão correspondem os blocos sorteados dentro da repetição, pertencendo cada um deles a uma série. Os blocos se subdividem em quatro canteiros, destinados aos tratamentos básicos, que são distribuídos ao acaso dentro de cada bloco. Finalmente, estes canteiros foram partidos ao meio, escolhendo-se, ao acaso, a metade que devia receber adubação química.

2.2 — EXECUÇÃO

A experiência foi instalada em 1953-54, na Estação Experimental de Tatuí. A área utilizada, de solo Corumbataí, vinha sendo cultivada alternadamente com milho e algodão, sendo que estas culturas eram adubadas com doses moderadas de NPK. Antes da instalação foram tiradas duas amostras do solo em aprêço, verificando-se que êle tinha $pH=5,20$. Em setembro de 1955, porém, fêz-se um estudo mais detalhado, tomando-se cinco amostras compostas de subamostras dos canteiros que até então haviam ficado em pousio, e que, portanto, não tinham recebido, a partir do início da experiência, calagem, adubação química ou mucuna. Em média dessas cinco amostras, cuja variação foi pequena, os resultados analíticos foram os seguintes:

pH int.	5,33
C %	1,44
N %	0,11
PO_4^{--} e.mg ⁽³⁾	0,12
K + e.mg ⁽⁴⁾	0,54
Ca ++ e.mg ⁽⁴⁾	2,68

(3) Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05 N, por 100 g de T.F.S.A.

(4) Elementos trocáveis, em 100 g de T.F.S.A.

Os canteiros maiores têm 52,80 m². Nessa área é que se empregou o calcário e semeou a mucuna, com o espaçamento de 0,50 x 0,20 m. Quando êsses canteiros foram ocupados pelo algodoeiro, semearam-se 12 fileiras de 6 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m, sendo que a parte útil de cada subcanteiro — um com adubação química e o outro sem adubo — constou de três fileiras, ou sejam 14,40 m². Duas fileiras marginais internas separaram as áreas úteis dos dois subcanteiros, as quais também foram protegidas, dos lados externos, por outras duas marginais. Nas fileiras, as covas foram espaçadas de 0,20 m, recebendo cada uma cerca de 10 sementes, para se deixar uma planta no desbaste.

De calcário foram empregadas 5 t/ha. O teor de CaO do material usado até 1958-59 era de 30,9% ; em 1959-60, porém, foi de 44,5%. Tanto nos canteiros que ficaram em pousio como nos que tiveram mucuna, o corretivo foi aplicado dias antes da semeadura desta, sendo distribuído uniformemente em toda a sua área e, em seguida, misturado com a camada superficial do solo. A adubação química constou de 50-100-50 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, nas formas de salitre do Chile, superfosfato e cloreto de potássio, salvo em 1958-59, quando em lugar de salitre se usou sulfato de amônio. O fósforo e o potássio foram aplicados nos sulcos de plantio do algodoeiro, pouco antes da semeadura dêste ; o nitrogênio, em cobertura, 35 a 45 dias após a emergência das plantas, menos em 1956-57, quando a cobertura foi efetuada tardiamente, em duas parcelas, uma 65 e outra 84 dias depois da emergência. As fileiras marginais não receberam adubação química.

O algodoeiro foi sempre semeado na segunda quinzena de outubro, usando-se as linhagens I.A.C.-51/1 047 e I.A.C.-48/571, respectivamente em 1956-57 e 1957-58, e a variedade I.A.C.-9 nos dois últimos anos. A mucuna, da variedade preta (*Stizolobium* sp.), salvo em 1959-60, também foi semeada nessa época, florescendo em meados de abril. Cerca de um mês depois do florescimento, as ramas da leguminosa foram cortadas, pesadas e espalhadas nos respectivos canteiros, sendo incorporadas ao solo com o preparo dêste para o plantio de algodão no ano agrícola seguinte. Em 1959-60 houve alteração no plantio da mucuna, mas essa modificação só poderá afetar a produção do algodoeiro, no período posterior ao que vai ser relatado.

2.3 — CONSEQUÊNCIAS DE ALTERAÇÕES NA EXECUÇÃO

Conforme já esclarecido, a experiência foi instalada em 1953-54, quando se empregou calcário e semeou mucuna nos respectivos canteiros da primeira série, ficando os outros canteiros sem qualquer tratamento, com vegetação espontânea. No ano seguinte, aquela série já teve o primeiro plantio de algodão (A_1), ao passo que outra entrou em ação, recebendo, ou não, calcário e mucuna; enquanto isso, a terceira série permaneceu em pousio, para receber os tratamentos básicos em 1955-56. Todavia, nesse ano, que seria o primeiro a ser utilizado para estudar a produção, pois na experiência já deveriam figurar A_1 e A_2 , por medida de ordem geral da Diretoria da Divisão de Estações Experimentais o campo ficou sem qualquer cultura ou tratamento. Essa interrupção introduziu uma séria complicação no plano experimental, porque em 1956-57, quando a experiência foi tratada como deveria ter sido em 1955-56, A_1 deixou de ser algodão semeado no ano seguinte ao da calagem e da cultura de mucuna, pois houve, de permeio, um ano de pousio forçado; pelo mesmo motivo, A_2 , que deveria suceder a A_1 , também ficou separado dêste por um ano de pousio.

Isso não teria muita importância para o estudo da calagem; para o da adubação com mucuna, porém, a interrupção trouxe um grande inconveniente, pois não mais se poderia verificar, em 1956-57, seu efeito imediato, mas unicamente o residual, e, por outro lado, o pousio forçado dos canteiros testemunhas por mais um ano, com vegetação espontânea, até certo ponto deve ter correspondido a uma adubação verde.

Acresce ainda que, tendo-se usado um calcário mais rico em 1959-60, a dose de CaO, em uma das séries, foi aumentada de quase 50%. Além disso, em vista dos bons resultados obtidos com a intercalação da mucuna na cultura do milho (4, 5), a partir de 1959-60 introduziu-se uma modificação no plano original: para que as séries não ficassem sem uma cultura econômica de três em três anos, resolveu-se plantar milho nos canteiros que antes eram abandonados à vegetação espontânea [tratamentos (1) e c] ou eram cultivados somente com mucuna (m e mc), sendo a leguminosa semeada, nos correspondentes canteiros, nas entrelinhas do milho, ao atingir êste dois meses de idade.

Nessas condições, os resultados obtidos com o algodoeiro a partir de 1960-61 pertencem a uma nova fase da experiência, tornando-se necessário o estudo da fase anterior a êsse ano. Pensou-se, então, em relatar, agora, os resultados do período 1957-58 a 1959-60, excluindo 1956-

-57, em vista da citada interrupção. Mesmo assim, as séries ainda ficariam um tanto desiguais quanto aos tratamentos anteriores. Por outro lado, um exame preliminar revelou que, tomando somente o período 1957-58 a 1959-60 ou incluindo-se 1956-57, os resultados não seriam muito diferentes.

Deve-se acrescentar que em 1959-60 foram adubados três canteiros que deveriam permanecer sem adubação química, e que esta não foi aplicada nos que a deveriam receber. Além de prejudicar os resultados dêsse ano, o engano deve refletir-se também nos anos imediatos, em vista do efeito residual dos adubos. Contudo, não foi tentada qualquer correção, e, para não modificar o sorteio primitivo dos canteiros, a melhor solução que se encontrou para o caso foi ignorá-lo nos cálculos das produções, mas considerá-lo como um dos fatores que contribuíram para diminuir o efeito médio da adubação química.

Em vista do exposto e considerando ainda que os primeiros resultados de experiências como esta são necessariamente prejudicados pela diferença na intensidade e frequência dos tratamentos anteriores, resolveu-se estudar, neste artigo, os resultados obtidos nos quatro anos 1956-57 a 1959-60, os quais, não obstante os senões já mencionados e outros que serão assinalados adiante, constituem informações de incontestável utilidade.

3 — RESULTADOS OBTIDOS

3.1 — CULTURA DO ALGODOEIRO

Em média de todos os tratamentos os «stands» finais em 1956-57, 1957-58, 1958-59, e 1959-60 foram, respectivamente, de 85, 82, 77 e 72%. Nos dois últimos anos, tendo corrido seco o período imediato à semeadura, a emergência das plantas foi muito retardada. Observou-se ainda que, nesses anos, cerca de 40% dos canteiros que receberam adubação química tiveram «stands» bem mais baixos que os dos canteiros adjacentes sem essa adubação, o que se atribui à aplicação de PK nos sulcos de plantio.

As produções obtidas com os diversos tratamentos se acham no quadro 1. A média de todos os tratamentos e dos dois plantios de algodão (A_1 e A_2) foi de 1 083 kg/ha (175 arrôbas por alqueire paulista) no período em estudo. Nos dois primeiros anos as médias foram quase iguais, de 1 128 e 1 144 kg/ha, mas em 1958-59 e 1959-60 elas caíram,

QUADRO 1. — Ensaio de adubação do algodoeiro conduzido em Tatuí. Produções de algodão em caroço obtidas quando os canteiros foram ocupados pelo algodoeiro, um (A_1) ou dois (A_2) anos depois da aplicação de calcário (c) ou do plantio de mucuna (m) sem ou com prévia calagem (cm), sendo que, nos anos em que se efetuou a calagem e plantou mucuna, os canteiros testemunhas (t) e os que só receberam calcário ficaram abandonados à vegetação espontânea, e, quando se plantou algodão, todos os canteiros foram divididos para o emprego de uma adubação química completa (q) em uma das partes.

Plantios de algodão	Tratamentos básicos	1956-57				1957-58				1958-59				1959-60				Médias	
		Sem q		Médias		Sem q		Médias		Sem q		Médias		Sem q		Médias		Sem q	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	kg/ha		
A_1	t	903	976	939	1.200	1.072	823	1.220	1.022	618	819	719	822	1.054	938				
	c	1.238	1.061	1.149	1.094	1.056	816	1.170	993	845	1.160	1.002	998	1.102	1.050				
	m	1.288	1.116	1.202	899	971	1.139	1.000	1.069	988	1.080	1.034	1.079	1.060	1.069				
	cm	1.431	1.465	1.448	1.238	1.231	1.142	1.415	1.279	1.389	1.418	1.404	1.300	1.382	1.341				
	Médias	1.215	1.155	1.185	1.044	1.123	1.084	980	1.201	1.091	960	1.119	1.040	1.050	1.150				
A_2	t	967	1.097	1.032	943	1.007	714	918	816	533	1.012	773	789	1.009	899				
	c	1.148	1.306	1.227	976	1.064	1.020	1.024	1.023	984	988	986	1.032	1.095	1.064				
	m	849	1.094	971	1.410	1.533	1.471	995	934	729	990	859	965	1.153	1.059				
	cm	1.076	1.042	1.059	1.280	1.427	1.196	1.599	1.398	991	1.352	1.172	1.136	1.355	1.245				
	Médias	1.010	1.135	1.072	1.152	1.258	951	1.134	1.043	809	1.085	947	981	1.153	1.067				
Médias de A_1+A_2	t	935	1.036	986	944	1.103	768	1.069	919	576	916	746	806	1.031	919				
	c	1.193	1.183	1.188	1.035	1.042	918	1.097	1.008	915	1.074	994	1.015	1.099	1.057				
	m	1.069	1.105	1.087	1.154	1.288	1.006	997	1.002	859	1.035	947	1.022	1.106	1.064				
	cm	1.253	1.253	1.253	1.259	1.329	1.169	1.507	1.338	1.190	1.385	1.288	1.218	1.369	1.293				
	Médias	1.112	1.145	1.128	1.098	1.191	965	1.168	1.067	885	1.102	994	1.015	1.151	1.083				

respectivamente, para 1067 e 994 kg/ha. Essa queda deve ser atribuída, em parte, à redução que se observou nos «stands»; em sua maior parte, porém, ela proveio da insuficiência de certos tratamentos, que serão especificados adiante.

A análise estatística foi efetuada para cada ano e para o conjunto dos quatro anos. Os resultados da análise dêsse conjunto são apresentados no quadro 2.

QUADRO 2. — Ensaio de adubação do algodoeiro conduzido em Tatui. Análise da variância do conjunto das produções obtidas no período 1956-57 a 1959-60

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Anos	3	1,8678	0,6226	3,84*
Plantios	1	0,1434	0,1434	—
Anos x Plantios	3	1,1233	0,3744	—
Repetições	3	1,5456	0,5152	—
Repetições dentro de anos	9	1,4266	0,1588	—
Erro (a)	12	1,9453	0,1621	—
Tratamentos (básicos)	3	9,6008	3,2003	14,95**
<i>C</i>	1	4,4891	4,4891	20,98**
<i>M</i>	1	4,8400	4,8400	22,62**
<i>MC</i>	1	0,2717	0,2717	—
Anos x tratamentos (básicos)	9	1,9742	0,2194	—
Anos x <i>C</i>	3	1,0893	0,3631	—
Anos x <i>M</i>	3	0,5399	0,1800	—
Anos x <i>MC</i>	3	0,3449	0,1150	—
Tratamentos (básicos) x Plantios	3	0,2205	0,0735	—
Anos x Trats. (básicos) x Plantios	9	3,9627	0,4403	2,06*
Erro (b)	72	15,4091	0,2140	—
<i>Q</i> (adubação química)	1	2,4610	2,4610	23,64**
Anos x <i>Q</i>	3	0,7871	0,2624	—
Plantios x <i>Q</i>	1	0,1743	0,1743	—
Anos x Plantios x <i>Q</i>	3	0,2402	0,0801	—
Tratamentos (básicos) x <i>Q</i>	3	0,4529	0,1510	—
Anos x Trats. (básicos) x <i>Q</i>	9	0,5052	0,0561	—
Plantios x Trats. (básicos) x <i>Q</i>	3	0,3483	0,1161	—
Anos x Plantios x Trats. (básicos) x <i>Q</i>	9	1,2234	0,1359	—
Erro (c)	96	9,9903	0,1041	—
Total	255	55,3963	—	—

De 1956-57 para 1959-60 as diferenças de produção entre os dois plantios de algodão (A_1-A_2) foram sucessivamente de +113. --121, +48 e +93 kg/ha (+10. - 11. +4 e +9%). Em média dos quatro anos essa diferença foi de apenas +33 kg/ha (+3%) e não significativa.

Em média do período relatado o efeito da calagem (C) foi altamente significativo e alcançou +184 kg/ha (+19%), sendo quase nula a diferença entre A_1 e A_2 . Do primeiro ano para o quarto, as respostas médias ao corretivo foram, sucessivamente, de +18, +4, +22 e +35%, observando-se, portanto, certa tendência para aumentarem com o decorrer dos anos.

O efeito M , +191 kg/ha (+19%), foi altamente significativo na média dos quatro anos. Nessa média êle foi um pouco maior em A_1 (+211 kg/ha) que em A_2 (+171 kg/ha), mas a diferença não foi significativa. O efeito da mucuna tendeu a aumentar no decorrer da experiência, pois do primeiro ano para o quarto suas respostas, em média de A_1+A_2 , foram sucessivamente de +8, +22, +21 e +28%. As respostas dos três últimos anos foram significativas, sendo que as do segundo e do terceiro ao nível de 5%, e, a do quarto, ao de 1%. Todavia, essa tendência variou nos dois plantios de algodão, pois as respostas foram, na mesma ordem cronológica, de +27, +4, +17 e +42% em A_1 e de -10, +42, +27 e +15% em A_2 .

A interação $C \times M$ não foi significativa em qualquer dos quatro anos e no conjunto dêles. Deve-se assinalar, porém, que em média de A_1+A_2 e das aplicações na ausência e na presença da adubação química, as respostas à calagem [$c(I)$] e à mucuna [$m(I)$] foram respectivamente de +138 e +145 kg/ha, ao passo que o efeito do emprêgo combinado dêsses tratamentos [$cm(I)$] se elevou a +374 kg/ha, sendo, portanto, bem maior que a soma (+283 kg/ha) das respostas aos tratamentos c e m empregados separadamente. Deve-se assinalar também que essa diferença tendeu a tornar-se mais sensível na parte final do período em estudo. Em média do primeiro biênio, as respostas aos tratamentos c e m foram respectivamente de +109 e +150 kg/ha, e sua soma, +259 kg/ha, pouco diferiu do efeito do tratamento cm , que foi de +269 kg/ha; no segundo biênio, porém, as respostas a c e m foram, respectivamente, de +168 e +142 kg/ha, perfazendo +310 kg/ha, ao passo que o efeito de cm atingiu +480 kg/ha.

Na média geral o efeito Q , embora altamente significativo, foi apenas +136 kg/ha (+13%). Contudo, êle tendeu a crescer no decorrer da experiência, pois do primeiro ano para o quarto foi, sucessivamente, +32, +93, +203 e +217 kg/ha. Conquanto as interações $Q \times C$ e $Q \times M$ não tenham sido significativas, convém dizer que, em média dos quatro anos, o efeito da adubação química foi bem maior na ausência do calcário ou da mucuna. Neste caso, as respostas a essa

adubação, do primeiro ano para o quarto, foram sucessivamente de +101, +159, +301 e +340 kg/ha, correspondendo a +11, +17, +39 e +59% da produção dos canteiros que não receberam qualquer tratamento. Em média dos quatro anos o efeito Q foi tão somente +100 kg/ha em A_1 , mas elevou-se a +172 kg/ha em A_2 . Na ausência do calcário e da mucuna a adubação química aumentou a produção de 232 kg/ha em A_1 e de 220 kg/ha em A_2 ; na presença desses dois tratamentos básicos, porém, as respostas foram muito diferentes nos dois plantios: enquanto em A_1 ela foi somente de +82 kg/ha, em A_2 elevou-se a +219 kg/ha.

No parágrafo anterior já se disse que as interações $Q \times C$ e $Q \times M$ não foram significativas, e apontaram-se algumas diferenças no comportamento da adubação química na ausência ou na presença da mucuna e do calcário. Deve-se acrescentar que o efeito deste, em média dos quatro anos, foi um pouco menor na presença da adubação química; somente no terceiro ano é que esta o tornou bem mais pronunciado. Quanto à mucuna, em média do período relatado e de $A_1 + A_2$ suas respostas na ausência e na presença da adubação química foram, respectivamente, de +210 e +173 kg/ha. Contudo, houve grande divergência entre os dois plantios, pois, na mesma ordem, essas respostas foram de +279 e +143 kg/ha em A_1 , passando para +140 e +202 kg/ha em A_2 . Nota-se ainda que, enquanto em A_1 o efeito da mucuna, em todos os anos, foi bem menor na presença da adubação química, em A_2 aconteceu o contrário a partir do segundo ano, sendo que em média do último biênio a resposta à leguminosa foi de +134 kg/ha na ausência e de +249 kg/ha na presença da adubação em aprêço.

Em média do período em estudo e de $A_1 + A_2$, os canteiros (I), sem qualquer tratamento, produziram 806 kg/ha. Com a adição de c , m ou q as produções aumentaram de apenas 26-28%; com as combinações cq , mq e cm os aumentos já se elevaram, respectivamente, a 36, 37 e 51%; contudo, foi cmq que obteve a maior resposta, de +70%. A figura 1 mostra isso claramente e, ainda, que as respostas a todos esses tratamentos foram bem maiores no segundo biênio do que no primeiro. Essa figura também mostra que a produção do tratamento (I) caiu consideravelmente no segundo biênio, e que, não obstante o maior efeito dos diversos tratamentos nesse biênio, a queda de produção foi acentuada com a maioria deles; somente cmq é que conseguiu elevá-la apreciavelmente.

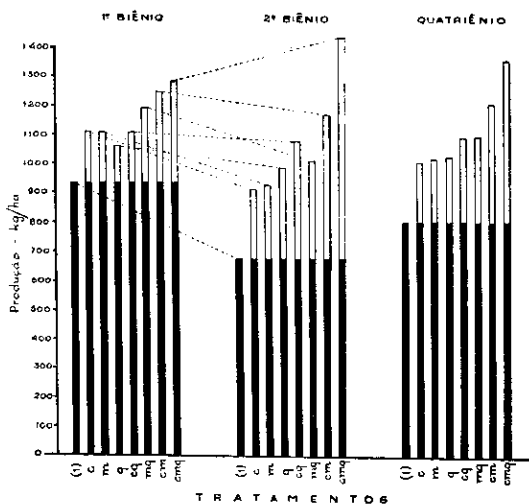


FIGURA 1. — Ensaio de adubação conduzido em Tatuí. As colunas representam as médias, por tratamento, das produções de algodão em caroço obtidas nos dois biênios e no quadriênio em estudo, e cujos detalhes se acham na parte inferior do quadro 1. As partes vazias das colunas correspondem aos efeitos, em relação à testemunha geral (1), dos tratamentos c-calagem, m-adubação verde com mucuna, q-adubação química com NPK e suas diversas combinações.

QUADRO 3. — Ensaio de adubação conduzido em Tatuí. Médias bienais e quadriênis das produções obtidas nos canteiros testemunhas (1) e nos que receberam calcário+mucuna+adubação química (cmq), bem como nos demais tratamentos, quando o algodoeiro ocupou os canteiros um ano (A₁) ou dois (A₂) após a calagem e o plantio de mucuna

Tratamentos	Plantios de alg.	1.º	2.º	Médias	Índices do 2.º biênio (1.º=100)
		biênio	biênio		
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	
cmq	A ₁	1 348	1 416	1 382	105
	A ₂	1 234	1 475	1 355	120
	Médias ...	1 291	1 446	1 369	112
(1)	A ₁	923	721	822	78
	A ₂	955	623	789	65
	Médias ...	939	672	806	72
Outros tratamentos	A ₁	1 134	1 064	1 099	94
	A ₂	1 153	977	1 065	85
	Médias ...	1 144	1 020	1 082	89

Deve-se dizer que as médias estudadas no parágrafo anterior representam com bastante fidelidade o que aconteceu nos dois plantios de algodão: tanto em A_1 como em A_2 , apesar de terem sido maiores os efeitos dos diversos tratamentos no segundo biênio, as produções, neste, foram quase tôdas menores, com exceção da dos canteiros que receberam *cmq*, que tendeu sempre a aumentar. Convém acrescentar que a queda geral da produção (menos no tratamento *cmq*) no segundo biênio foi mais acentuada em A_2 que em A_1 , conforme se observa no quadro 3.

3.2 — CULTURA DA MUCUNA

Em 1954-55, 1956-57, 1957-58 e 1958-59 determinou-se, logo após o corte, o pêso das ramas verdes de mucuna, podendo-se, assim, verificar o efeito da calagem sôbre a leguminosa.

Em média dos quatro anos, a produção de ramas foi de 23,4 t/ha nos canteiros sem calcário e de apenas 20,9 t/ha nos que receberam o corretivo. Por conseguinte, a calagem provocou, nessa média, uma redução de 11% na produção de ramas. Deve-se notar que, tendo alcançado 23% no primeiro ano, a redução tendeu a diminuir nos anos seguintes, pois as produções sem e com calcário foram, respectivamente, de 26,7 e 20,5 t/ha em 1954-55, 20,7 e 18,3 t/ha em 1956-57, 20,7 e 19,7 t/ha em 1957-58, 25,6 e 25,2 t/ha em 1958-59.

Tratando-se de material verde, não há garantia de ter sido pesado com o mesmo teor de água, não se podendo, por isso, apreciar pequenas diferenças. Todavia, não resta dúvida de que, apesar de ser ácida a terra utilizada para a experiência, a calagem não aumentou a produção de ramas da mucuna, pois as observações foram feitas em vários anos, e, além do mais, em três séries diferentes, isto é, em três diferentes grupos de canteiros, cada grupo com quatro repetições.

Os «stands» foram geralmente bons, não havendo diferenças apreciáveis entre os dos canteiros sem e com calcário. Como a mucuna não foi adubada diretamente, poder-se-ia objetar que ela não responde à calagem por falta de outros nutrientes. Convém, por isso, lembrar que, pelo menos no início da experiência, a terra não era deficiente de fósforo e potássio, e, depois dos dois plantios de algodão, a leguminosa sempre encontrou, em boa parte da área dos canteiros em que foi semeada, consideráveis resíduos das adubações que aquela cultura recebeu. O fato é que as produções de ramas foram geralmente boas.

O mais estranho é que, embora a calagem não tenha melhorado a produção de massa verde da mucuna, aumentou sensivelmente, conforme já se viu, a eficiência desta sobre a produção do algodoeiro. Este assunto ainda será discutido no cap. 4.

4 — DISCUSSÃO

Em média dos quatro anos considerados neste trabalho, os efeitos principais *C*, *M* e *Q* sobre a produção de algodão, conquanto positivos e altamente significativos, foram muito menores do que seria de esperar numa terra ácida e repetidamente cultivada antes da experiência. Por outro lado, a calagem, embora tornasse mais pronunciado o efeito da mucuna sobre o algodoeiro, não aumentou a produção de massa verde da leguminosa.

O calcário foi aplicado superficialmente e com pequena antecedência ao plantio da mucuna. Como a dose do corretivo foi elevada, sua concentração temporária na camada superficial do solo parece ter prejudicado o desenvolvimento inicial da leguminosa, tanto que a produção desta foi inferior nos canteiros que receberam calcário.

É interessante que, apesar de ter deprimido a produção da mucuna, o calcário tenha aumentado o efeito desta sobre o algodoeiro. Os dados da experiência não permitem explicar essa aparente contradição. Não é para estranhar, porém, que a calagem tenha aumentado a capacidade da mucuna em fixar nitrogênio atmosférico. Albrecht (1), Klingebiel e Brown (3) e vários outros investigadores mostraram que certas leguminosas, embora cresçam normalmente em solos modestamente providos de cálcio, só apresentam abundante nodulação e fixam apreciável quantidade de nitrogênio atmosférico quando se aumentam as disponibilidades daquele elemento. Examinando os resultados de uma experiência realizada entre nós, com mucuna anã (2), os autores do presente trabalho verificaram que a calagem pouco influiu sobre a produção de matéria seca, mas elevou consideravelmente o teor desta em nitrogênio. Nessa experiência, feita em vasos com terra-roxa-misturada tendo pH=5,30, a adição de calcário dolomítico provocou um aumento de apenas 4% na colheita de matéria seca (ramas e raízes), ao passo que elevou de 38% a quantidade de nitrogênio contida na colheita. Considerando somente as ramas, as respostas à calagem foram de +9% na matéria seca e de +51% na quantidade de nitrogênio.

Com a ação do tempo e a aração do terreno para o plantio dos anos seguintes, o cálcio empregado foi atingindo gradativamente camadas mais profundas do solo. Daí o seu efeito benéfico sôbre o algodoeiro, efeito êsse que tendeu a aumentar no decorrer da experiência, o que certamente se deve à sua distribuição, cada vez melhor, no volume de solo que interessa às raízes.

Quanto ao efeito da adubação verde, além da provável redução que sofreu em conseqüência do modo de aplicação do calcário, os canteiros que não a receberam — e que serviram, portanto, como testemunhas — ficaram em pousio um ano em cada ciclo da rotação. Isso, no estágio mais avançado da experiência, porque no início desta, conforme já esclarecido, o pousio foi muito mais dilatado. É pousio com vegetação espontânea corresponde a moderada adubação verde. Por outro lado, nos subcanteiros que receberam adubação química, a mucuna se tornou menos necessária, porque teve que atuar na presença de boa dose de nitrogênio. Efetivamente a resposta à leguminosa, no primeiro plantio de algodão (A_1), foi menor na presença da adubação química.

O efeito residual da mucuna, no segundo plantio de algodão (A_2), foi inferior ao efeito imediato, verificado em A_1 , mas a diferença foi muito menor que a esperada. Isso parece ter resultado, também, da relativa abundância de nitrogênio no início do período estudado, pois em A_2 , quando provavelmente diminuiu o estoque dêsse nutriente, a presença da adubação química já não prejudicou o efeito da mucuna; pelo contrário, tornou-o mais pronunciado. As ações e interações mencionadas neste parágrafo e no anterior explicam por que o efeito médio da adubação verde tendeu nitidamente a crescer no decorrer da experiência.

O efeito médio da adubação química também foi prejudicado por diversos fatores. O solo utilizado para a experiência vinha sendo adubado nas culturas anteriores e estava, segundo revelou a análise química, bem provido de potássio e medianamente suprido de fósforo. Por outro lado, em vista dos períodos de pousio, e sobretudo na presença da mucuna, o nitrogênio da adubação química deve ter-se tornado menos necessário, tanto que a resposta a essa adubação foi bem maior nos canteiros que não receberam mucuna. A adição de calcário também reduziu o efeito da adubação em aprêço, e essa redução foi maior em A_1 , o que indica ter sido uma conseqüência temporária da aplicação superficial de dose elevada do corretivo. No primeiro ano o emprêgo do nitrogênio, em cobertura, foi efetuado tardiamente, e, nos dois últimos,

os «stands» de cerca de 40% dos canteiros adubados foram prejudicados, ao que parece pela aplicação de PK nos sulcos de plantio. Não tendo sido adubadas as fileiras marginais, a concorrência que sofreram as plantas das linhas úteis deve ter também contribuído para reduzir o efeito em estudo. Finalmente, convém lembrar o engano ocorrido no último ano, quando foram adubados três canteiros que deveriam ficar sem adubo, não sendo adubados os que deveriam recebê-lo, engano esse que, pelos motivos indicados em 2.3, foi ignorado no cálculo das produções. Apesar de todos esses inconvenientes, os efeitos da adubação química, tal como aconteceu aos da calagem e da mucuna, tenderam a crescer consideravelmente no decorrer dos anos.

Resumindo, em média dos quatro anos e de $A_1 + A_2$ a produção dos canteiros (I), sem qualquer tratamento, foi de 806 kg/ha, ao passo que a dos adubados com *cmq* — o tratamento individual que mais se destacou quanto ao volume das respostas anuais e à manutenção ou melhoria da produtividade no período relatado — alcançou 1 369 kg/ha. O aumento que *cmq* provocou foi, portanto, de 563 kg/ha (70%), sendo praticamente nula a diferença entre A_1 e A_2 . Essas médias, porém, foram prejudicadas pelos resultados obtidos no início da experiência. Do primeiro ano para o quarto, as produções do tratamento (I), em média de A_1 e A_2 , foram sucessivamente de 935, 944, 768 e 576 kg/ha, ao passo que as respostas a *cmq* cresceram, na mesma ordem, de +318 para +385, +739, e +809 kg/ha. Como as produções de (I) caíram no decorrer dos anos, os efeitos relativos, que foram sucessivamente de +34, +41, +96 e +140%, dão uma idéia mais clara da perda de fertilidade do solo nos canteiros testemunhas e da crescente necessidade de tratamento adequado.

As considerações acima mostram que os senões que prejudicaram a presente experiência, no período relatado, só influíram no sentido de diminuir os efeitos dos tratamentos em estudo. Por isso mesmo as informações que ela forneceu foram muito úteis e indicaram que, uma vez corrigidos ou evitados os citados inconvenientes, os futuros resultados serão ainda mais interessantes.

5 — CONCLUSÕES

- a) No conjunto dos quatro anos relatados (1956-57 a 1959-60) e sem distinguir os plantios de algodão efetuados no primeiro e no segundo anos após a calagem e a adubação verde, os efei-

tos médios da calagem, da adubação verde e da adubação mineral com NPK, sobre a produção do algodoeiro, foram respectivamente de +19, +19 e +13%. Tratando-se de um solo ácido e repetidamente cultivado nos anos anteriores à experiência, êsses efeitos devem ser considerados pequenos;

- b) O solo utilizado havia sido adubado com NPK nas culturas anteriores, e, na fase preparatória da experiência (da instalação até as culturas de algodão agora consideradas) ficou em pousio por alguns anos. Êsses motivos e outras ocorrências reduziram os efeitos dos diversos tratamentos, sobretudo nos primeiros anos. Tanto que as respostas a todos êles tenderam a crescer consideravelmente no decorrer do período relatado;
- c) O efeito imediato da adubação verde (verificado no primeiro plantio de algodão após a cultura da mucuna) foi maior que seu efeito residual (no segundo plantio de algodão). Todavia, a diferença entre êles foi relativamente pequena, o que se atribui, em parte, aos períodos anteriores de pousio, e, em parte, ao fato de ter a adubação mineral elevada dose de nitrogênio;
- d) As interações calagem x mucuna, calagem x adubação química e mucuna x adubação química não foram significativas. Notou-se, porém, que o efeito do tratamento calcário + mucuna foi superior à soma das respostas à mucuna e ao calcário empregados separadamente. Em contraste, os efeitos das aplicações do calcário ou da mucuna em conjunto com a adubação química tenderam a ser menores que as somas das respectivas aplicações separadas, o que provavelmente se deve, no primeiro caso, ao modo de empregar o calcário, no segundo, aos períodos de pousio e à elevada dose de nitrogênio da adubação mineral;
- e) No decorrer da experiência, as produções dos canteiros sem qualquer tratamento tenderam a cair consideravelmente. O mesmo aconteceu, mas com menor intensidade, às dos diversos tratamentos, com exceção do que recebeu calcário + mucuna + NPK. Em relação à testemunha geral, o efeito dêste último tratamento foi de +352 kg/ha (+38%) no primeiro biênio, elevando-se, no segundo, a +774 kg/ha (+115%).

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH COTTON

XI — TRIAL WITH LIME, GREEN MANURE AND MINERAL FERTILIZER

SUMMARY

This paper reports the first results of an experiment conducted on the Corumbatai type of soil with $\text{pH}=5,3$ to study the effect, on the cotton crop, of ground lime-stone, green manure with velvet beans (*Stizolobium* sp.), and a NPK-fertilizer, these treatments being used single or combined. Liming and planting of velvet beans were carried out in the same years, and during these years the control plots and those which received lime alone were left idle. When cotton occupied the plots, these were halved for the application, or not, of NPK. The experiment was conducted so that velvet beans and cotton were present every year.

Averaging the results obtained in the four years reported (1956-57 to 1959-60), the responses to liming, green-manuring and NPK were respectively +19, +19 and +13%. These averages, however, were curtailed by several factors, including the application of NPK to the crops which previously occupied the utilized area and the idle periods during the preparatory stage of the experiment. Effectively, the responses to all of the treatments tended to grow better as the years passed. During the course of the experiment the yields decreased considerably in the untreated plots and, in a smaller degree, in the majority of the differently treated ones; contrarily, they tended to increase in those which received lime + green manure + NPK. The responses to the latter treatment were +38 and +115%, respectively in the averages of the first and second biennial periods.

LITERATURA CITADA

1. ALBRECHT, W. A. Inoculation of legumes as related to soil acidity. J. Amer. Soc. Agron. 25:512-522. 1933.
2. CATANI, R. A., GARGANTINI, H. & GALLO, J. R. A fixação de nitrogênio do ar pelas bactérias que vivem associadas com as leguminosas cro-talária e mucuna. Bragantia 14:[1]-8. 1954.
3. KLINGEBIEL, A. A. & BROWN, P. E. Effect of applications of fine limestone: I. The yield and nitrogen content of sweet clover and alfafa grown on Shelby loam and Clinton silt loam. J. Amer. Soc. Agron. 29:944-959. 1937.
4. VIÉGAS, G. P., FREIRE, E. S. & FRAGA, C. G. (júnior). Adubação do milho. XIV — Ensaios com mucuna intercalada e adubos minerais. Bragantia: 19:[909]-941. 1960.
5. YATES, F. Análise de uma experiência de rotação. Bragantia 12: [213]-235. 1952.