

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomico do Estado de S. Paulo

Vol. 28

Campinas, maio de 1969

N.º 14

EFEITO DA FOSFORITA DE OLINDA E DO SUPERFOSFATO SIMPLES SOBRE A PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO EM DIFERENTES SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (1)

CARLOS ANTÔNIO MENEZES FERRAZ, MILTON GERALDO FUZATTO e NELSON MACHADO DA SILVA, *engenheiros-agrônimos, Seção de Algodão, Instituto Agrônomico* (2)

SINOPSE

São relatados resultados de cinco ensaios de adubação fosfatada do algodoeiro, conduzidos em várias unidades de solos do Estado de São Paulo.

O efeito da fosforita de Olinda foi comparado ao do superfosfato simples, aplicados isoladamente ou em misturas, por ocasião do plantio.

O superfosfato simples suplantou a fosforita de Olinda, quando aplicados isoladamente. A substituição parcial do superfosfato pela fosforita trouxe, freqüentemente, diminuição da produção, embora em apenas um dos casos essa redução se tenha mostrado estatisticamente significativa.

1 — INTRODUÇÃO

A pesquisa algodoeira no Estado de São Paulo há alguns anos vem estudando os efeitos da aplicação de adubos fosfatados menos solúveis, em confronto com os do superfosfato simples (3, 1, 5). De uma maneira geral, os resultados mostram a superioridade do superfosfato, quando se trata de utilização imediata do fósforo pelas plantas (1, 5).

Entretanto, adubações sucessivas tendem a nivelar, em efeito sobre a produção, a maioria dos produtos menos solúveis ao superfosfato simples. Em face de tais resultados, tem sido sugere-

(1) Entregue para publicação em 19 de setembro de 1968.

(2) Ao eng.º-agr.º N. M. da Silva se deve a apresentação dos resultados experimentais. Colaboraram na execução dos ensaios os eng.ºs-agr.ºs P. A. Cavaleri, I. L. Gridi-Papp, T. R. da Rocha, J. Fernandes, M. P. Campana, R. F. P. da Silva e P. Salum.

rida a diminuição gradativa das adubações com superfosfato simples (1, 5) e a utilização de certos fosfatos naturais no melhoramento de solos pobres em fósforo (5).

No presente trabalho são apresentados resultados obtidos com a aplicação de fosforita de Olinda e de superfosfato simples.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Em dois ensaios efetuados no ano agrícola de 1960/61, os efeitos do superfosfato simples e da fosforita de Olinda foram estudados, utilizando-se os seguintes tratamentos:

TRATAMENTOS	P_2O_5 kg/ha	<i>Símbolo</i>
1. Sem adubo	0	t
2. NK	0	nk
3. NK + P (superfosfato simples)	30	30s
4. NK + P (superfosfato simples)	60	60s
5. NK + P (superfosfato simples)	90	90s
6. NK + P (fosforita de Olinda)	30	30f
7. NK + P (fosforita de Olinda)	60	60f
8. NK + P (fosforita de Olinda)	90	90f
9. NK + P (mistura)	20-40	20-40 ⁽¹⁾
10. NK + P (mistura)	30-30	30-30
11. NK + P (mistura)	40-20	40-20
12. NK + P (mistura)	30-60	30-60
13. NK + P (mistura)	45-45	45-45
14. NK + P (mistura)	60-30	60-30

O nitrogênio (N) e o potássio (K_2O) foram fornecidos na base de, respectivamente, 30 e 40 kg/ha do elemento.

Em outras três experiências, conduzidas em 1961/62, o efeito do superfosfato simples foi estudado em aplicação isolada ou em misturas, enquanto o da fosforita de Olinda, apenas em mis-

⁽¹⁾ Os números indicam o teor de fósforo (P_2O_5), em kg/ha, fornecido, respectivamente, na forma de superfosfato simples e de fosforita de Olinda. No texto, a seguir, a mistura será sempre citada por êsses dois números, devendo-se considerar que o primeiro corresponde ao P fornecido pelo superfosfato simples, e o segundo pela fosforita de Olinda.

turas. Nitrogênio (N) e potássio (K_2O), nesse ano agrícola, foram fornecidos em uma só dose e na base de 30 e 40 kg/ha, respectivamente. Os tratamentos utilizados são apresentados a seguir.

TRATAMENTOS	P_2O_5 kg/ha	<i>Símbolo</i>
1. Sem P	0	t
2. P (superfosfato simples)	30	30s
3. P (superfosfato simples)	60	60s
4. P (superfosfato simples)	90	90s
5. P (superfosfato simples)	120	120s
6. P (mistura)	30-30	30-30 (1)
7. P (mistura)	30-60	30-60
8. P (mistura)	30-90	30-90
9. P (mistura)	60-30	60-30
10. P (mistura)	60-60	60-60

Os tratamentos, nos ensaios do primeiro grupo, foram repetidos três vezes no campo e seis vezes em 1961/62, de acordo com delineamento em blocos ao acaso. Quatro linhas de 5,0 m de comprimento formaram os canteiros. Todas elas foram adubadas, porém foi computada apenas a produção das duas centrais. Em 1960/61, utilizou-se o espaçamento de 1,0 m entre fileiras; de 80 cm em 1961/62. Em consequência, as áreas úteis dos canteiros foram de, respectivamente, 10,00 m² e 8,0 m². Na operação de desbaste, efetuada por volta dos 30 dias a partir da germinação, foram deixadas 25 plantas por linha de 5 m, em média.

Superfosfato simples (20% de P_2O_5) e fosforita de Olinda (30% de P_2O_5) forneceram fósforo. Sulfato de amônio (20% de N) e cloreto de potássio (60% de K_2O) forneceram nitrogênio e potássio, respectivamente.

As adubações potássica e fosfatada foram efetuadas por ocasião do plantio, ao lado das sementes e em nível inferior ao

(1) Os números indicam o teor de fósforo (P_2O_5), em kg/ha, fornecido, respectivamente, na forma de superfosfato simples e de fosforita de Olinda. No texto, a seguir, a mistura será sempre citada por esses dois números, devendo-se considerar que o primeiro corresponde ao P fornecido pelo superfosfato simples, e o segundo pela fosforita de Olinda.

delas. O adubo nitrogenado foi aplicado em cobertura única ou parcelada; neste caso, metade da dose foi cedida às plantas por ocasião do desbaste, e o restante 10-20 dias após essa prática.

Em todos os ensaios, foi utilizada para plantio a variedade IAC 12.

3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

3.1 — ENSAIOS DE 1960/61

3.1.1 — ENSAIO DE MOCOCA

Em solo Podzólico Vermelho Amarelo-Orto, na Estação Experimental de Mococa, foi instalado o experimento em 27 de outubro de 1960. A germinação se completou por volta do dia 4 de novembro, sendo efetuado o desbaste em 28 desse mês. As coberturas nitrogenadas foram realizadas em 6 e 30 de dezembro.

Os tratamentos apresentaram "stand" médio final variando de 68% a 86% do ideal. Não se verificou diferença estatística significativa entre eles.

Foi efetuada a determinação da altura média das plantas quando o desenvolvimento já se mostrava definido. O tratamento nk apresentou aumento de 12% sobre a média da testemunha t , que, contudo, não foi significativo. Em análise estatística com coeficiente de variação de 8,7% o teste de Duncan, a 5%, mostrou superioridade sobre t apenas para os tratamentos s , $2s$, $3s$, f , $s+f$ e $2s+f$, que proporcionaram aumentos em relação a nk de, respectivamente, 12, 11, 11, 11, 11 e 11 por cento. Nota-se que as parcelas adubadas com superfosfato simples (s , $2s$ e $3s$), isoladamente, sempre superaram a testemunha t . A fosforita de Olinda isolada se destacou apenas em sua menor dose f .

Os dados de produção estão registrados no quadro 1. Em análise da variância, com coeficiente de variação de 13,6%, o valor F obtido foi significativo ao nível de 5%, para tratamentos.

Diversos contrastes foram estudados, tendo-se obtido:

a) para tratamentos adubados com fósforo \times testemunhas (t e nk), o valor de F foi significativo ao nível de 5%;

QUADRO 1. — Produção média, em kg/ha de algodão em caroço, obtida para os vários tratamentos dos ensaios de adubação fosfatada levados a efeito no ano agrícola de 1960/61

Tratamento ⁽¹⁾	Mococa	Araras	Média
t	1620	2380	2000
nk	2240	2620	2430
30s	2430	2430	2425
60s	2560	2840	2700
90s	2520	3080	2800
30f	2500	2530	2515
60f	2060	2380	2220
90f	1990	2700	2345
20-40	2130	2680	2405
30-30	2620	2830	2725
40-20	1960	2680	2320
30-60	2240	2750	2495
45-45	2400	2860	2630
60-30	2460	2900	2680

⁽¹⁾ Os dois primeiros tratamentos correspondem às testemunhas: t, sem qualquer adubo, e nk, sem P_2O_5 ; s e f simbolizam o P_2O_5 fornecido por superfosfato simples e fosforita de Olinda, respectivamente, e os índices que precedem esses símbolos representam as doses em kg/ha de P_2O_5 ; as misturas foram apresentadas apenas pelos índices, devendo-se compreender que representam, em ordem, os teores de P_2O_5 em kg/ha fornecidos por superfosfato simples e fosforita de Olinda.

b) para tratamentos adubados com superfosfato simples × tratamentos adubados com fosforita de Olinda, o valor de *F* mostrou-se significativo ao nível de 5%;

c) para tratamentos adubados com superfosfato simples × tratamentos adubados com misturas (ao nível de 60 kg/ha de P_2O_5), *F* não foi significativo;

d) para tratamentos adubados com superfosfato simples × tratamentos adubados com misturas (ao nível de 90 kg/ha de P_2O_5), *F* não foi significativo.

Foi evidente o efeito do fósforo. O superfosfato superou a fosforita quando aplicados isoladamente. A substituição parcial do primeiro pelo segundo adubo resultou, frequentemente, em diminuição da produção de algodão em caroço.

3.1.2 — ENSAIO DE ARARAS

Foi instalado em 28 de outubro, em solo Latossolo Roxo cultivado anteriormente com algodão e milho e sempre adubado com misturas comerciais.

Devido à abundante germinação foram procedidos dois desbastes, em 2 e 12 de dezembro, deixando cerca de 25 plantas por linha de 5 m. O "stand" final, contudo, não foi registrado.

A adubação nitrogenada se fez em uma única cobertura, em 9 de janeiro.

O quadro 1 apresenta os dados de produção. O valor de *F* para tratamentos mostrou-se não significativo, em análise com coeficiente de variação de 10,2%. Embora não se tenha destacado estatisticamente sequer o efeito da adubação fosfatada, não se eliminou este ensaio, uma vez que seus dados mostram tendências semelhantes aos do anterior. Quando considerados em conjunto, como se verá adiante, os efeitos tornar-se-ão mais claros.

3.2 — ENSAIOS DE 1961/62

3.2.1 — ENSAIO DE JAÚ

Em solo Latossolo Roxo, na Estação Experimental "Hélio de Moraes", Jaú, foi instalado o experimento em 31 de outubro. A análise química do solo, efetuada em amostra extraída de canteiros testemunhas, revelou os seguintes teores:

pH	5,80
N total	0,10%
PO ₄ ⁻⁻⁻ (e.mg/100 g de solo	0,14 ⁽¹⁾
K ⁺ (e.mg/100 g de solo)	0,30
Ca ⁺⁺ (e.mg/100 g de solo)	2,40

⁽¹⁾ Fósforo determinado pelo método do ácido oxálico + oxalato de potássio.

O nitrogênio foi fornecido em cobertura, e a adubação efetuada em 6 de dezembro.

Os tratamentos apresentaram "stand" médio final entre 92% e 98% do ideal, não se detectando diferença estatística entre os valores.

O quadro 2 registra as médias de produção do ensaio. Em análise com coeficiente de variação de 12,6% o valor de F obtido para tratamentos foi significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 2. — Produção média, em kg/ha de algodão em caroço, obtida para os vários tratamentos dos ensaios de adubação fosfatada levados a efeito no ano agrícola de 1961/62

Tratamento ⁽¹⁾	Jaú	Oswaldo Cruz	Taquaritinga	Média
t	1254	1994	428	1225
30s	1893	2071	553	1506
60s	1991	2066	896	1651
90s	1806	2360	959	1708
120s	2279	2094	948	1773
30-30	1616	2034	760	1470
30-60	1710	2219	844	1591
30-90	1900	2146	813	1620
60-30	1848	2271	740	1620
60-60	2039	2098	760	1632

⁽¹⁾ t, simboliza o tratamento testemunha; s, os tratamentos com superfosfato simples, indicando os números que o precedem teores de P_2O_5 em kg/ha fornecidos pelos tratamentos. As misturas nas quais omitiram-se os símbolos são representadas por dois números: o primeiro indicando o teor de P_2O_5 , em kg/ha, fornecido pelo superfosfato simples, e o segundo, o teor fornecido pela fosforita de Olinda.

Para os contrastes mais interessantes foram obtidos:

a) Para tratamentos adubados com fósforo \times testemunha, valor de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

b) Para tratamentos adubados com superfosfato simples × tratamentos adubados com misturas (60 kg/ha de P_2O_5), valor significativo ao nível de 1%.

c) Para tratamentos adubados com superfosfato simples × tratamentos adubados com misturas (90 kg/ha de P_2O_5), valor não significativo.

d) Para tratamentos adubados com superfosfato simples × tratamentos adubados com misturas (120 kg/ha de P_2O_5), valor significativo ao nível de 5%.

Houve efeito expressivo da adubação fosfatada, e, em linhas gerais, o superfosfato aplicado isoladamente suplantou as misturas correspondentes, nas quais foi êle substituído de forma parcial pela fosforita.

3.2.2 — ENSAIO DE OSVALDO CRUZ

Instalou-se o ensaio no dia 14 de novembro, em solo Podzolizado de Lins e Marília, variação Marília, cuja análise química indicou os valores seguintes:

pH	7,20
N total	0,09%
PO_4^{--} (e.mg/100 g de solo)	0,22 ⁽¹⁾
K^+ (e.mg/100 g de solo)	0,40
Ca^{++} (e.mg/100 g de solo)	5,62
Mg^{++} (e.mg/100 g de solo)	0,89
$H^+ + Al^{+++}$ (e.mg/100 g de solo) ..	1,5

A germinação se completou por volta de 6 de novembro. O desbaste e a adubação nitrogenada em cobertura foram efetuados em 6 de dezembro.

Os tratamentos apresentaram "stand" médio final em tórno de 76-90% do ideal, não ocorrendo diferença estatística significativa entre os valores.

O quadro 2 registra os resultados de produção obtidos. Os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si em análise

⁽¹⁾ Fósforo determinado pelo método do ácido sulfúrico, 0,05 N.

de variância com coeficiente de variação de 15,5%. Entretanto, nota-se certa tendência para aumento de produção do algodoeiro proporcional ao aumento das doses de adubos, principalmente quando se considera o superfosfato aplicado de forma isolada.

3.2.3 — ENSAIO DE TAQUARITINGA

Em solo Latossolo Vermelho Amarelo — fase arenosa, no Horto Florestal da Prefeitura, instalou-se o experimento em 26 de outubro.

A análise do solo efetuada em amostra extraída dos canteiros testemunhas, indicou os valores seguintes:

pH	5,10
N total	0,08%
PO ₄ ⁻⁻⁻ (e.mg/100 g de solo)	0,05 (1)
K ⁺ (e.mg/100 g de solo)	0,08
Ca ⁺⁺ (e.mg/100 g de solo)	0,96
Mg ⁺⁺ (e.mg/100 g de solo)	0,74
H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (e.mg/100 g de solo) ..	3,7

A germinação se definiu por volta de 4 de novembro; desbaste e cobertura foram efetuados em 4 de dezembro.

Os tratamentos apresentaram “stand” médio final em tórno de 87-96% do ideal, não tendo sido significativa a diferença estatística entre os valores.

Os resultados de produção estão registrados no quadro 2. Em análise de variância, com coeficiente de variação de 31,8%, obteve-se para tratamentos valor *F* significativo ao nível de 1% de probabilidade. Entretanto, os contrastes entre superfosfato simples e misturas, em um mesmo nível de fósforo, não diferiram estatisticamente.

Evidencia-se o efeito da adubação com superfosfato quando são considerados, na análise da variância, os cinco primeiros tratamentos, quais sejam aqueles que fornecem apenas superfosfato e o testemunha. Obtém-se, desta forma, um coeficiente de variação de 29,5% e valor de *F* significativo ao nível de 1% de probabilidade.

(1) Fósforo determinado pelo método do ácido sulfúrico, 0,05 N.

4 — DISCUSSÃO

4.1 — ENSAIOS DE 1960/61

Considerando os dados conjuntamente numa análise estatística, foram obtidos para o coeficiente de variação o valor de 13,0%, e para tratamento e para locais valores de F significativos ao nível de 1% de probabilidade.

O ensaio de Araras suplantou o de Mococa na média de produção, porém os tratamentos tiveram comportamento semelhante nos dois locais, de uma maneira geral.

Para os contrastes mais interessantes entre tratamentos, foram obtidos os seguintes resultados:

a) Para tratamentos adubados com fósforo \times testemunha, valor de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

b) Para tratamentos adubados com superfosfato simples \times tratamentos adubados com fosforita (aplicados isoladamente), valor de F significativo ao nível de 5%.

c) Para tratamentos adubados com superfosfato simples \times tratamentos adubados com misturas (ao nível de 60 e de 90 kg/ha de P_2O_5), valores de F não significativos.

Destaca-se, pois, a superioridade de ação do superfosfato simples, quando aplicado isoladamente. Entretanto, essa diferença estatística desaparece quando a fosforita substitui parcialmente o superfosfato, embora sempre tenha proporcionado queda de produção do algodoeiro.

4.2 — ENSAIOS DE 1961/62

Nos ensaios conduzidos nesse ano agrícola, verificou-se estreita relação entre condições potenciais para resposta do algodoeiro ao fósforo aplicado e níveis de adubação utilizados (2).

Em Osvaldo Cruz, onde não ocorreu efeito destacável na produção, a análise do solo indicou condições inadequadas de resposta ao fósforo: alto índice pH (7,20) e alto teor no elemento (0,22 e mg de PO_4^{--} extraídos pelo método do ácido sulfúrico, 0,05 N) (1).

(1) Os teores de P estão classificados, neste trabalho, de acordo com Verdade e outros (6).

Em Taquaritinga, o solo mostrou-se ácido (5,10 para índice pH), e o teor de fósforo (extraído pelo mesmo método), baixo (0,05 e.mg), advindo uma boa resposta ao elemento, em particular à aplicação isolada de superfosfato simples.

Para teor considerado baixo de fósforo (0,14 e.mg extraídos pelo processo do ácido oxálico + oxalato de potássio) em condições de média acidez (5,80 para índice pH), houve excelente resposta à adubação com superfosfato simples, em ensaio conduzido em Latossolo Roxo, em Jaú.

A análise conjunta dos diversos dados de produção de algodão em caroço apresentou um coeficiente de variação de 19,9% e valores de F significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente para tratamentos e para locais.

Em linhas gerais, o comportamento dos tratamentos foi semelhante, embora as médias de produção das várias localidades tenham sido diferentes.

A adubação fosfatada influenciou positiva e significativamente a produção do algodoeiro. Entretanto, pela natureza dos tratamentos, não se pôde analisar, neste caso, o efeito isolado do superfosfato simples ou da fosforita de Olinda.

A substituição do superfosfato pela fosforita, em diversas proporções nas misturas, levou à diminuição na produção de algodão em caroço, que em apenas um caso foi estatisticamente significativa.

5 — CONCLUSÕES

a) Em diversos ensaios foram efetuadas análises químicas do solo, o que permitiu estabelecer condições de resposta à adubação fosfatada (2). Verificou-se estreita relação entre condições adequadas para resposta à aplicação de fósforo e efeitos da adubação fosfatada sobre a produção de algodão em caroço.

b) O superfosfato simples suplantou a fosforita de Olinda, nos experimentos em que foram aplicados isoladamente, nas doses de 30, 60 e 90 kg/ha de P_2O_5 .

c) A substituição parcial do superfosfato simples pela fosforita de Olinda, formando misturas em que os produtos foram fornecidos em diversas proporções, trouxe diminuição da produção do algodoeiro, freqüentemente. Destaque-se que em apenas um experimento esse efeito negativo da inclusão da fosforita de Olinda nas misturas de adubos foi significativo estatisticamente.

d) Em vista dos resultados obtidos e registrados em itens anteriores, percebe-se a necessidade de futuros experimentos de caráter permanente, em que sejam estudadas misturas que contenham superfosfato simples ou adubo fosfatado de solubilidade similar e produtos menos solúveis, devidamente dosados.

EFFECT OF PLAIN SUPERPHOSPHATE AND FOSFORITA DE OLINDA
ON THE COTTON PRODUCTION IN DIFFERENT SOILS OF THE
STATE OF SÃO PAULO

SUMMARY

In this paper the authors report about the results of five tests using phosphorous fertilizers on cotton, these tests carried out in several soil unities of the State of São Paulo.

The effects of two fertilizers were compared, i.e., plain superphosphate and fosforita de Olinda, each applied by itself or in mixture, at time of planting.

As a result, it could be stated that plain superphosphate excelled fosforita de Olinda when they were applied isolatedly. A partial replacement of superphosphate by "fosforita" frequently caused a reduction in the yield, although in one only case yield differences showed to be statistically significant.

LITERATURA CITADA

1. AGUIAR, H. C.; CORRÊA, D. M.; NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. VIII — Ensaio com diversos adubos fosfatados (2.ª série). *Bragantia* 19:33-56, 1960.
2. FUZATTO, M. G. & CAVALERI, P. A. Correlação entre a resposta do algodoeiro à adubação fosfatada e a análise química do solo, nas condições do Estado de São Paulo. *Bragantia* 25:407-420, 1966.

3. NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. VII — Ensaio com diversos adubos fosfatados (1.^a série). *Bragantia* 18:295-318, 1959.
4. PAIVA NETO, J. E. DE; CATANI, R. A.; KÜPPER, A.; MEDINA, H. P.; VERDADE, F. C.; GUTMANS, M. & NASCIMENTO, A. C. Observações gerais sobre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11:227-253, 1951.
5. RAMOS, I.; SCHMIDT, W.; CAVALERI, P. A. & NEVES, O. S. Adubação do algodoeiro. IX — Ensaio com diversos adubos fosfatados (3.^a série). *Bragantia* 19:101-127, 1960.
6. VERDADE, F. C.; WUTKE, A. C. P.; AMARAL, A. Z.; IGUE, K. & CAVALERI, P. A. Níveis de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo, para a cultura algodoeira. I — Os teores de fósforo, nitrogênio e potássio. *Bragantia* 24:55-74, 1965.