

# Estudo sôbre adubos fosfatados

E. J. KIEHL

Assistente da Escola Superior de Agricultura  
"Luiz de Queiroz"

## 1 — INTRODUÇÃO

Como parte de um estudo sôbre adubos fosfatados que estamos realizando na Secção Técnica de Química Agrícola, efetuamos uma experiência de adubação de milho, com a finalidade de comparar o efeito e a duração de diversas formas de fosfatos.

A cultura do milho foi escolhida, pelo fato de ser uma planta bastante exigente em fósforo, de ciclo curto, preferindo adubos de fácil assimilação e, finalmente, por ser uma das principais culturas do país.

O principal objetivo dêste estudo foi realizar uma comparação do valor fertilizante de diversos adubos fosfatados isso, devido à grande importância fisiológica do fósforo nesta como em tôdas as demais grandes culturas do Brasil; outro motivo preponderante, foi a relativa pobreza de nossos solos nesse elemento e o elevado preço, no comércio, dos adubos em geral, inclusive os fosfatados.

Como o efeito e a duração dos adubos empregados — farinha de ossos, hiperfosfato e fosforita do Morro do Serrote — ainda não foram suficientemente experimentados mórmente os dois últimos, em nossas condições de solo e clima, o presente trabalho vale como uma contribuição para êsse estudo.

## 2 — ADUBOS FOSFATADOS

Quanto à solubilidade e forma em que se apresenta o fósforo nos adubos fosfatados do comércio, costuma-se fazer a seguinte classificação :

1) Monometálica  $\text{Ca H}_4 (\text{PO}_4)$ , como no fosfato monocalcico, também denominado fosfato de cálcio primário ou perfosfato e comercialmente conhecido por superfosfato de cálcio. São adubos solúveis em água, móveis no solo e consequentemente, de rápida assimilação pelas plantas.

2) Bimetálica,  $\text{Ca}_2 \text{H}_2 (\text{PO}_4)_2$ , como no fosfato bicálcico ou fosfato de cálcio secundário, e comercialmente representado pelos fosfatos precipitados, de origem animal ou mineral. São adubos solúveis em citrato de amônio, de boa assimilabilidade.

3) Fósforo na forma de sílico fosfato de cálcio  $\text{Ca}_4 \text{P}_2 \text{O}_9$ ,  $\text{Ca}_5 \text{Si}_3 \text{O}_{15}$  comercialmente representado pelos fosfatos de fusão e pelas escórias de desfosforação. Adubos solúveis em ácido cítrico e de boa mobilidade no solo, sendo, porém, menos assimiláveis que os do grupo precedente.

4) Trimetálica,  $\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$ , como no fosfato tricálcico ou fosfato de cálcio terciário ou fosfato de cálcio, simplesmente, comercialmente conhecidos por : apatitas, fosforitas, coprólitos, nódulos fosfatados, hiperfosfatos, farinhas de ossos, guanós, etc. São adubos ditos insolúveis, cujo teor em fósforo é determinado pela sua solubilização em ácidos minerais concentrados. No solo são pouco mobilizados e sua assimilabilidade aumenta com o grau de finura do material, com o teor em matéria orgânica do terreno e suas condições físicas, químicas e microbiológicas.

Essas eram as noções que tínhamos até bem pouco tempo sobre os adubos fosfatados, quanto a solubilidade e aprovei-

tamento pelas plantas. No entanto, Tricanico, 1929 (1, pag. 308) citando experiências de Prjanischnikow, Kühn, Holdfleiss, e outros pesquisadores, chama nossa atenção para o fato de que na farinha de ossos, “a ação do seu ácido fosfórico, não obstante ser geralmente mais elevada que a dos fosfatos naturais, devido aos componentes orgânicos contribuir para sua solubilização, depende de um grande número de fatores, aproximando-se nos casos favoráveis, à da escória e nos desfavoráveis à dos fosfatos”.

Mais adiante, diz o citado autor, “nos solos ricos em matéria orgânica, mais ou menos ácidos, e nos arenosos, a farinha de ossos produz melhores resultados. Estudando o efeito do seu ácido fosfórico, comparativamente com o dos superfosfatos, Schneidewind verificou que nos solos arenosos pode elevar-se de 70 a 93% do dêste adubo ao passo que é quase nulo nas terras argilosas pesadas”.

“As nossas condições climáticas e econômicas parecem ser muito favoráveis ao emprêgo da farinha de ossos. As experiências feitas em Piracicaba, na Escola Agrícola “Luiz de Queiroz” e em Campinas, no Instituto Agrônômico, conforme relatório de 1925 e 1926, confirmam essa asserção”.

Posteriormente, Cuba, 1934, (2, pág. 5) realizou uma experimentação com farinha de ossos.

Brichta, 1944 (3, pág. 65) apresenta uma série de análises de laboratório, provando que, as farinhas de ossos, quando finamente pulverizadas, apresentam um elevado teor de fósforo solúvel em ácido cítrico à 2%.

Catani, 1948 (4 pág. 207) demonstra que alguns dos adubos tricalcicos, classificados como solúveis em ácidos minerais concentrados, podem apresentar boa parte de fósforo solúvel em ácido cítrico a 2%.

Pelo exposto, ao que parece, estão, modernamente, alguns adubos tricálcicos, em determinadas condições, ocupando uma posição intermediária entre os dois últimos grupos citados, quanto aos seus teores em fósforo disponível.

Se com a farinha de ossos já houve algum ensaio de campo, resta realizar, no momento, com os outros fertilizantes, afim de verificar se os dados obtidos em laboratório, apresentam concordância com os resultados de uma experimentação agrícola. E foi o que procuramos realizar, com esta experiência.

### 3 — ADUBOS EMPREGADOS

*Farinha de ossos* — A farinha de ossos, quando finamente moída, pode apresentar, em análises de laboratório, 20 à 24% de anidrido fosfórico solúvel em ácido cítrico, Brichta, 1944 (3, pág. 70 e 71) e como verificamos em análise no laboratório de Química Agrícola da “Luiz de Queiroz”. Conclui-se que cêrca de 90% do anidrido fosfórico das farinhas de ossos finamente moídas, é solubilizada pela solução de Wagner.

*Hiperfosfato* — O hiperfosfato, segundo sua origem, pode apresentar de 12 à 24% de anidrido fosfórico solúvel em ácido cítrico a 2%, correspondendo êsses teores, a uma porcentagem de 42 a 90% do teor total de fósforo do adubo que varia de 28 à 30%.

*Fosforita do Morro do Serrote* — Esta rocha fosfatada apresenta 7 à 8% de ácido fosfórico solúvel em ácido cítrico, correspondendo à 25% do teor total, que é de 31%.

Êsses três adubos citados não diferem somente quanto ao teor de anidrido fosfórico solúvel na citada solução cítrica, mas também, quanto à sua origem.

A farinha de ossos, como o próprio nome indica, provém da moagem de ossos animais, previamente desengordurados ou ainda degelatinados em seguida. Sua maior ou menor solubilidade no solo, varia com diversos fatores.

Como ja observou Tricânico, 1929 (1 pág. 308 e 309) :

“A maior pulverização torna naturalmente o adubo mais ativo, só tendo, porém, influencia notável quando os demais fatores se apresentam favoravelmente”.

Quanto à presença da matéria orgânica nos ossos, êsse mesmo autor afirma que, a osseína “é estimada não só pelo seu valor como alimento essencial das plantas, como também porque, em consequência de suas transformações no solo, favorece a solubilização do ácido fosfórico dos ossos”. Como prova o facto de que “em alguns países os ossos são usados como combustíveis e a cinza restante serve para a adubação. Comumente a queima visa eliminar a gordura de maneira mais fácil, mas sem dúvida inconveniente, pois, além da perda do azoto, torna o ácido fosfórico menos solúvel, de menor aproveitamento imediato pelas plantas”.

O hiperfosfato de norte da Africa, origina-se da sedimentação de fosfato de cálcio no fundo dos mares, sendo portanto, um fosfato de origem secundária. A causa da formação dêsses depósitos, tem dado origem à numerosas teorias e controvérsias entre os cientistas. Vignerón, 1.940 (5, pág. 27) dá como explicação mais lógica, a seguinte: no fim da época cretácea e no comêço da era terciária, o mar se estendeu sôbre vastas superficies onde situa-se atualmente a África do Norte Franceza. Nesses pontos, acumularam-se algas e pequenos organismos, servindo de alimento aos peixes que aí deveriam pulular. No curso de milhares de anos, um grande número de animais ou morreram ou foram comidos por outros maiores, que também acabaram morrendo e se decompondo. O resultado dessa decomposição é que se denomina “coprólitos” (das palavras gregas, estérco e pedra) e encontra-se no produto denominada hiperfosfato, em quantidade inimagináveis e perfeitamente reconhecíveis. A transformação dessa matéria orgânica em fosfato de cálcio, deu-se provávelmente, pela produção de amoniaco, que reagindo com a pequena quantidade de fosfato de cálcio, em suspensão nas grandes massas de água do mar, produziu fosfato de amônio. Êste, reagindo com o carbonato de cálcio, também das águas do mar, transformou-se definitivamente, em grânulos de fosfato de cálcio. A sedimentação dêsse produto e o posterior recuo dos mares, permite hoje sua exploração recebendo no comércio, após moagem e enriquecimento, especiais, o nome de

hiperfosfato. Segundo Gray (6, pág. 54), os fosfatos do Norte da África são os mais bem sucedidos de todos os fosfatos, para o uso como material fertilizante, para aplicação direta no terreno.

A denominação — hiperfosfato — tem gerado certa confusão no comércio nacional de adubos, principalmente depois que uma firma comercial, incompreensivelmente, anunciou: hiperfosfato, o melhor superfosfato”.

Convém esclarecer que, quimicamente, essas duas denominações nada significam. O nome comercial “superfosfato”, provém do fato da solubilidade dêsse fosfato estar *acima* da do fosfato ordinário. A denominação “hiperfosfato”, dada aos fosfatos naturais originários do Norte da África, também, não têm significação química; “hiper”, significa *muito, muito alto, além*, e deve pela mesma razão, ter sido juntado à palavra fosfato, originando uma marca comercial.

*Rocha fosfatada do Morro do Serrote* — Finalmente vem a chamada fosforita do Morro do Serrote, cuja jazida se encontra proximo à Juquiá, no Estado de S. Paulo. Este adubo, que é uma variedade da apatita, apresentando-se na forma cristalina ou amorfa, origina-se do magna terrestre, sendo, pois, um mineral de origem primária. Pelo espectrógrafo, diferencia-se a apatita do fosfato de rocha: a apatita é uma substância cristalina, enquanto o fosfato de rocha contém fosfato de cálcio em forma amorfa ou cripto-cristalina. Gray (6, pág. 52).

#### 4 — EXPERIÊNCIA DE ADUBAÇÃO DO MILHO

O ensaio de concorrência de fosfatos foi realizado em terra roxa da Fazenda Modêlo, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, no ano agrícola de 1949-950.

Foram feitos 16 canteiros de 100 metros quadrados cada, com a disposição de “blocos ao acaso”, comportando 4 tratamentos e 4 repetições. Todos os canteiros receberam a mesma re-

lação de elementos fertilizantes : 4 — 10 — 4, na proporção de 2.000 quilos por alqueire, correspondendo a 80 kg. de N, 200 kg. de  $P_2O_5$  e 80 kg. de  $K_2O$  por alqueire ou aproximadamente 33,3 — 83,3 e 33,3 kg. desses elementos por hectare.

O adubo nitrogenado utilizado, foi o salitre do Chile, com 15,5% de N e o potássico, foi o cloreto de potássio, com 60% de  $K_2O$ .

Os tratamentos fosfatados foram os seguintes :

N. 1 — Superfosfato de cálcio, empregado como testemunha confrontante. Adubo com 18 a 20% de anidrido fosfórico. Para o cálculo, foi considerado 19% e empregado 4,380 kg. de superfosfato por canteiro de 100 metros quadrados, saindo esta adubação na razão de Cr\$ 7,10 por canteiro.

N. 2 — Farinha de ossos desengordurada, peneira de 0,177 mm de abertura, n. 80, adubo com 24 a 26% de  $P_2O_5$ . Calculado na média de 25%, foram necessários 3,332 kg. de farinha de ossos por canteiro, custando cada adubação : Cr\$ 5,20.

N. 3 — Hiperfosfato de Cálcio, originário de Gafsa, peneira de 0,05 mm de abertura, n. 300, com 28 a 30% de  $P_2O_5$ , sendo tomado, para efeito de cálculo, 29%, resultando 2,800 kg. de adubo por canteiro ao preço de Cr\$ 4,10.

N. 4 — Rocha fosfatada do Morro do Serrote, peneira malha de 0,105 mm de abertura, n. 150, com 30 a 32% de  $P_2O_5$ , sendo considerado para cálculo 30%, por não apresentar o adubo, boa finura. Cada canteiro recebeu 2,800 kg. de fosforita, no valor de Cr\$ 2,30.

Os canteiros foram adubados e semeados em 7-12-949, um pouco atrasado, por terem as primeiras chuvas caído apenas nessa época. O desenvolvimento das plantas correu bem, tendo iniciado um leve ataque de lagartas nas plantas marginais, sendo prontamente combatidas.

O milho plantado foi um híbrido de "Pinhal" com "Armour", gentilmente cedido pelo saudoso Prof. Carlos Teixeira Mendes.

## 5 — RESULTADOS OBTIDOS

Análise de variância :

	Gráu de liberdade	Soma dos quadrados	Variâncias
Blocos	3	22,45	7,48
Tratamentos	3	46,03	15,34
Resíduo	9	32,98	3,66
Total	15	101,46	

A influência dos tratamentos é significativa quando se considera o limite de 5% de probabilidades, o que indicamos, como é usual, com o asterísco adiante do número. A variação entre blocos é insignificante.

As médias dos tratamentos são :

N. 1 — 14,95 (superfosfato)

N. 2 — 17,67 (farinha de ossos)

N. 3 — 17,31 (hiperfosfato)

N. 4 — 13,56 (fosforita)

O erro de cada uma dessas médias, é :

$$\sqrt{\frac{3,66}{4}} = \sqrt{0,916} \quad ,$$

e o erro da média geral é :  $\sqrt{\frac{3,66}{16}} = \sqrt{0,229}$

O êrro da diferença será pois :  $\sqrt{0,916 + 0,229} = \sqrt{1,145} = 1,07$

O valor de  $t$ , com 9 grâus de liberdade e 5% de probabilidade é 2,26; logo, os limites de significância serão :

$$15,87 + 2,26 \times 1,07 = 18,29$$

$$15,87 - 2,26 \times 1,07 = 13,45$$

## 6 — CONCLUSÕES PRELIMINARES

Para a cultura do milho, em terra roxa da Fazenda Modêlo, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, E. S. Paulo, no primeiro ano de cultura e ano agrícola de 1949-950, as conclusões preliminares que se podem deduzir, são :

1) Nenhuma das médias dos tratamentos excedeu ou se aproximou do limite 18,29. No entanto, o tratamento n. 4 (fosforita) se acerca do limite 13,45; caso êle fosse menor do que êsse valor, teriamos uma significação para o limite de 5% de probabilidades.

2) Se compararmos o tratamento n. 4 com os demais, isoladamente, teremos para o erro da diferença  $\sqrt{2 \times 0,916} = 1,35$ .

Os valores de  $t$  que se obtêm para 5%, quando comparados os tratamentos n. 2 (farinha de ossos), 3 (hiperfosfato), com o tratamento n. 4 (fosforita), são significativos. Logo, as produções dos tratamentos 2 e 3 são significativamente melhores que a do n. 4 (fosforita); êste, porém, não difere estatisticamente do tratamento n. 1 (superfosfato).

3) Êstes resultados concordam com os obtidos por Noll, Irwin e Gardner (1935), que depois de 12 anos de experimentação na Estação Experimental de Pennsylvania, verificaram que o valor relativo dos adubos fosfatados foi, em ordem de-

crescente, a seguinte: Escórias de Thomas, farinha de ossos, superfosfato e fosfato de rocha (7, pág. 180).

4) Os resultados obtidos com farinha de ossos, estão concordando com os de Cuba, 1934 (2, pág. 5) que trabalhando com o mesmo adubo e planta, chegou a conclusão seguinte: “(1) A adubação com farinha de ossos produz efeitos fartamente compensadores logo no fim do primeiro ano, isto é, na colheita do ano agrícola em que for empregada. (2) Os efeitos da adubação fosfatada com farinha de ossos são mais acentuados no segundo ano do que no primeiro. (3) E’ duvidoso o efeito no terceiro ano da parte que não foi aproveitada nos dois primeiros anos”.

Para verificar o efeito residual dos fosfatos empregados no primeiro ano, como o fez Paulo Cuba, repetimos a experiência, tendo adubado meio canteiro com as fórmulas completas e as outras metades sem adubos fosfatados.

5) Em relação ao custo da adubação fosfatada, 83 kg. de  $P_2O_5$  por hectare, a ordem é a seguinte: rocha fosfatada do Morro do Serrote (Fosforita) (Cr\$ 230,00); hiperfosfato .... (Cr\$ 410,00); farinha de ossos desengordurada (Cr\$ 520,00) e superfosfato (Cr\$ 710,00).

## 7 — AGRADECIMENTO

Ao livre-docente, Frederico Pimentel Gomes, nossos agradecimentos pela realização dos cálculos estatísticos e interpretação de seus resultados.

## 8 — SUMARIO

1) O trabalho relata uma experiência de adubação de milho, realizada em terra roxa da Fazenda Modelo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

2) O ensaio é uma concorrência de fosfatos: farinha de ossos, hiperfosfato e rocha fosfatada do Morro do Serrote, E. S. Paulo, usando como testemunha o superfosfato.

3) No primeiro ano, os resultados obtidos, fornecem a seguinte conclusão preliminar: houve diferença estatística entre as produções obtidas com as adubações fosfatadas, em que foi usado farinha de ossos e hiperfosfato. A adubação com rocha fosfatada do Morro do Serrote, não diferiu estatisticamente do tratamento com superfosfato. Êstes dois tratamentos mostraram-se inferiores aos dois primeiros.

4) A experiência está sendo repetida no mesmo local, sendo apenas a metade de cada canteiro adubado com fosfatos, para verificar o efeito residual na outra metade.

## 9 — SUMMARY

1) The results of a fertilizer experiment in maize are reported. This experiment was carried out in red soil the experimental plots of the "Experimental Model Farm" of the "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz".

2) The object of the experiment was a comparison between phosphate fertilizers: bone meal, hiperphosphate and rock phosphate of the "Morro do Serrote". while superphosphate was used as control.

3) During the first year the following preliminary conclusion was safely established: there was statistically significant difference between results obtained bone meal and hyperphosphate. Rockphosphate also did not differ from the control, superfosphate.

4) the experiment is being repeated in the same plots, applying fertilizers again only to half of each plot, in order to study the residual effect in the other half.

## 10 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — TRICANICO, Sílvio — Os ossos na adubação. Revista de Agricultura — IV, 7-8, págs. 305-309. 1929.
- 2 — CUBA, Paulo — Sôbre a duração da farinha de ossos na terra como adubo fosfatado — Instituto Agronomico de Campinas, Boletim n. 7. 1934.
- 3 — BRICHTA, Hans e BRICHTA Maufred — Experiência em torno da questão do grau de moagem, da solubilidade e da avaliação das farinhas de ossos — Revista de Agricultura — XIX, 1-2, pás. 65-74. 1944.
- 4 — CATANI, Renato A. — A Solubilidade de alguns tipos de fosfatos em ácido cítrico a 2% — XXIII, 7-8, págs. 207-218. 1948.
- 5 — VIGNERON, H. — L'Industrie Chimique des Engrais, Masson et Cia., Paris. 1940.
- 6 — GRAY, A. N. — Phosphates and Superphosphate. H. K. Lewis & Co. Ltd. London. 1944.
- 7 — COLLINGS, G. H. — Commercial Fertilizers. The Blakiston Co. Philadelphia, Toranto. 4a. edição. 1947.