

Estudo sôbre a solubilidade de fosfatos em  
ácido cítrico a 2%

M. O. C. DO BRASIL SOBR.º, F.A.F. DE MELLO e T. COURY

Cadeira de Química Agrícola da  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

---

1 — Trabalho apresentado ao 8.º Congresso de Ciência do Solo, recebido para publicação em 26-11-1965; 2 — Cadeira de Química Agrícola da E. S. A. Luiz de Queiroz.

## RESUMO

Os autores procederam a um estudo da solubilidade de seis fosfatos (sendo cinco naturais — Hiperfosfato, Fosfato da Florida, Fosfato de Olinda, Fosfato Alvorada e Apatita do Araxá e um resultante de tratamento térmico de um minério fosfatado com serpentina — Termofosfato) em ácido cítrico a 2% variando-se as proporções fosfato-ácido cítrico de modo a se obter as relações 1:100, 1:200, 1:300, 1:400, 1:500, 1:750 e 1:1000.

O Termofosfato foi o adubo que apresentou maior solubilidade para todas as relações fosfato: ácido cítrico, sendo seguido de perto pelo Hiperfosfato a partir da relação 1:400. O Fosfato Alvorada e a Apatita do Araxá apresentaram as mais baixas solubilidades sendo que curva de solubilidade o primeiro foi bastante semelhante à da apatita. Fosfato da Florida e Fosfato de Olinda formaram um grupo de solubilidade intermediárias.

### 1. INTRODUÇÃO

É fato sobejamente conhecido que os fosfatos possuem uma solubilidade bastante variada desde os solúveis em água até aqueles solúveis em ácidos minerais. Isto sem dúvida, vem demonstrar que cada um desses grupos possui características próprios e comportamento agrônômico diferentes, por vezes similares, conforme o tipo de solo ou cultura. Não obstante, é de pressupor que os mais solúveis em água, citrato de amônio e mesmo ácido cítrico sejam os mais assimiláveis pelos vegetais. Em outras palavras, não se pode mesmo dentro de uma categoria, grupá-los sob o mesmo ponto de vista químico e agrônômico.

Vários fatores devem influir na sua solubilidade e aproveitamento pelas plantas, v.g., teor em fósforo, fluor, ferro e alumínio, etc. Daí o teor total de  $P_2O_5$  nem sempre representar utilidade ou disponibilidade às plantas.

Têm aparecido últimamente vários fosfatos novos no mercado brasileiro, tanto nacionais como importados, daí a oportunidade do estudo da solubilidade dos mesmos em ácido cítrico a 2% em várias proporções entre adubo e ácido. Trabalhos desta natureza, porém utilizando fosfatos outros e inclusive alguns semelhantes ao deste ensaio, já foram apresentados por CATANI (1948, 1949-a) CATANI e NASCIMENTO (1952, 1954).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os seguintes adubos foram estudados:

- a — Termofosfato
- b — Hiperfosfato
- c -- Fosfato da Florida
- d — Fosfato de Olinda
- e — Fosfato Alvorada
- f — Apatita do Araxá

O Termofosfato é um adubo obtido pela fusão de uma rocha fosfatada com outra magnesiânica, serpentina (MALAVOLTA, 1959). O Hiperfosfato, o Fosfato da Florida, o Fosfato de Olinda e o Fosfato Alvorada são fosfatos do tipo fosforita. A apatita do Araxá, como o nome indica, é um fosfato natural do tipo apatita.

Os dados granulométricos desses fosfatos se acham no Quadro I.

QUADRO I

FOSFATO	% do material que atravessa a peneira				
	pen. 100	pen. 140	pen. 200	pen. 270	pen. 325
Termofosfato	—	—	—	—	—
Hiperfosfato	96,1	86,2	68,0	39,3	11,4
Fosfato da Flórida	96,9	90,0	79,4	38,8	7,4
Fosforita de Olinda	91,7	87,1	73,9	38,2	4,2
Fosfato Alvorada	89,4	65,6	55,4	38,0	8,3
Apatita de Araxá	98,9	88,3	72,8	38,3	4,3

A análise granulométrica foi feita fazendo-se passar 100 g do adubo através de uma coleção de tamisas (U.S. Standard Sive Series, The W. S. Tyler Co.) Com os números seguintes: 100, 140, 200, 270 e 325. Fez-se a tamisação no agitador Ro-Tap (U.S. Standard Sieve Shaker, The W.S. Tyler Co.).

A extração do fósforo solúvel em ácido cítrico a 2% se fez tomando-se em todos os casos 500 ml do ácido e quantidades diferentes de cada adubo de modo a se obter as relações dt 1:100, 1:200, 1:300, 1:400, 1:500, 1:750, e 1:1000 entre adubo e extrator. Ácido e edubo eram colocados em garrafa de Stohmann e agitados durante 30 minutos; a seguir filtrava-se o líquido. Em aliquota do extrato dosava-se o fósforo pelo método volumétrico do molibdato de amônio (oficial), segundo A.O.A.C. (1955, pág. 9).

A extração do fósforo total foi feita de acordo com A.O.A.C. (1955, pág. 8) e fazendo-se a sua determinação pelo mesmo método citado para o fósforo solúvel em ácido cítrico. Todas as análises químicas foram feitas em duplicata.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados se acham nos Quadros II e III. No primeiro deles os teores de fósforo são expressos em  $P_2O_5\%$  do adubo enquanto que no segundo os teores são expressos em  $P_2O_5\%$  do teor total de fósforo ( $P_2O_5$ ).

QUADRO II

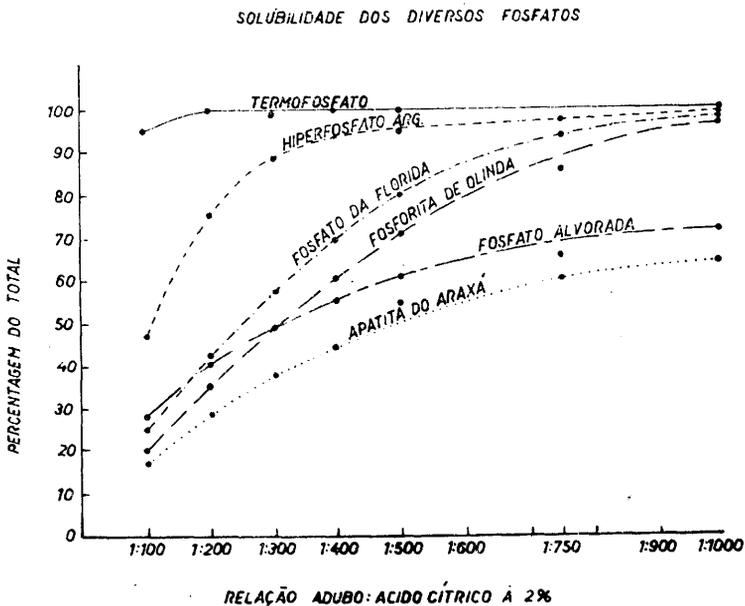
Relação adubo: extrator	Termo-fosfato	Hiper-fosfato	Fosf. da Florida	Fosf. de Olinda	Fosfato Alvorada	Apatita Araxá
1:100	21,0	13,5	8,7	6,5	7,9	5,7
1:200	22,2	22,5	14,4	12,4	11,6	9,4
1:300	22,1	26,9	19,5	15,1	13,8	12,8
1:400	21,2	27,8	23,4	18,7	15,9	14,8
1:500	21,9	30,1	26,7	21,4	17,2	18,5
1:750	22,3	23,3	31,2	26,6	18,8	20,2
1:1000	22,2	29,6	32,8	29,9	20,4	25,6
$P_2O_5$ total	22,2	30,0	33,6	30,3	28,7	33,5

QUADRO III

Relação adubo: extrator	Termo-fosfato	Hiper-fosfato	Fosf. da Florida	Fosf. de Olinda	Fosfato Alvorada	Apatita Araxá
1:100	94,5	45,1	26,0	20,9	27,3	17,0
1:200	100,0	75,1	42,9	39,9	40,5	28,0
1:300	99,3	89,8	58,0	48,6	48,0	38,2
1:400	95,6	92,8	69,6	60,1	55,6	44,2
1:500	99,9	100,6	79,5	68,8	60,2	55,2
1:750	100,4	94,5	92,9	85,5	65,5	60,3
1:1000	100,0	99,0	97,6	96,2	71,1	76,5
$P_2O_5$ total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Examinando o Gráfico 1 observa-se que o Termofosfato apresentou solubilidade quase total em ácido cítrico a 2%.

O Hiperfosfato apresentou solubilidade bem maior que os demais fosfatos naturais. A sua solubilidade aumentou rapidamente desde a relação adubo: ácido de 1:100, em que 45,1% do



$P_2O_5$  total é solúvel, até a relação 1:300, em que 89,8% se solubilizou (Quadro 3); daí por diante a solubilidade aumentou lentamente atingindo 99,0% do  $P_2O_5$  quando na relação 1:1000. A alta solubilidade deste adubo já havia sido constatada por CATANI e NASCIMENTO (1952).

O fosfato Alvorada e a Apatita de Araxá foram os adubos menos solúveis, sendo bastante semelhantes as suas curvas de solubilidade. Embora, nas relações mais baixas entre adubo e ácido cítrico, o fosfato Alvorada se assemelhasse ou mesmo superasse o fosfato da Florida (relação 1:100) e o fosfato de Olinda (até a relação 1:300) observou-se o contrário nas relações mais elevadas. Quando se procurou solubilizar esses materiais na relação de 1:1000 o fosfato da Florida e o fosfato de Olinda se solubilizaram quase que totalmente (97,6% e 96,2% respectivamente do  $P_2O_5$  total) enquanto que a solubilização do fosfato Alvorada e da Apatita de Araxá foi bem menor (71,1% e 76,5% respectivamente do  $P_2O_5$  total).

As curvas de solubilidade do Hiperfosfato, do Fosfato da Florida e da Apatita de Araxá, mostradas no Gráfico 1 se assemelham muito às dadas por CATANI e NASCIMENTO (1952).

#### 4. CONCLUSÕES

As principais conclusões foram as seguintes:

O Termofosfato foi o adubo que apresentou maior solubilidade para todas as relações fosfato: ácido cítrico, sendo seguido de perto pelo Hiperfosfato a partir da relação 1:400. O Fosfato Alvorada e a Apatita do Araxá apresentaram as mais baixas solubilidades sendo que a curva de solubilidade o primeiro foi bastante semelhante à da apatita. Fosfato da Florida e Fosfato de Olinda formaram um grupo de solubilidade intermediária.

A solubilização do Termofosfato é praticamente total desde a relação de 1:100 e a do Hiperfosfato, a partir da relação 1:400; na proporção de 1:1000 o Fosfato da Florida e o Fosfato de Olinda se tornam quase que totalmente solúveis enquanto que a solubilização do Fosfato Alvorada e da Apatita do Araxá é bem menor.

Digno de nota é a solubilidade do Fosfato Alvorada nas relações mais estreitas entre adubo e ácido sendo superior à do Fosfato de Olinda até a relação de 1:200 e à do Fosfato da Florida, na relação de 1:100.

#### 5. SUMMARY

*The solubility of several phosphatic fertilizers, namely, "Hiperfosfato", Florida rock phosphate, Olinda rock phosphate, Alvorada rock phosphate, Araxá apatite, and fused magnesium phosphate (Termofosfato) was studied by using varying proportion of 2 per cent citric acid: 1:100, 1:200, 1:300, 1:400, 1:500, 1:750 and 1:1000.*

*The fused phosphate showed the highest solubility for all conditions of extraction. Hiperfosfato followed closely fused phosphate beginning at the 1:400 ratio of extractions. Alvorada rock phosphate and Araxá apatite showed the lowest degree of solubility among all the products studied, giving almost identical results. Both Florida and Olinda rock phosphate, showed an intermediate rate of solubility.*

*Starting from the ratio 1:100 fused phosphate shows an almost total solubility; the same is true for Hiperfosfato from the ratio 1:400 and up; total solubility of Florida and Olinda rock phosphates were achieved only at the high ratio of .. 1:1000; solubility of Alvorada rock phosphate and Araxá apatite was much lower.*

*It is worth mentioning, however, that Alvorada rock phosphate at narrow ratios up to 1:300 showed a higher degree of solubility than Olinda and Florida rock phosphates.*

## 6. BIBLIOGRAFIA CITADA

- A.O.A.C. 1945 Official and Tentative Methods of Analysis, 6.<sup>a</sup> Ed., Washington, D.C.
- A.O.A.C. 1945 Official and Tentative Methods of Analysis, 6.<sup>a</sup> Ed., Washington, D.C.
- CATANI, R. A. 1948 Revista de Agricultura, 23 (7-8): 207-218.
- CATANI, R. A. 1948-a Revista de Agricultura, 23 (9-10): 337-339.
- CATANI, R. A. e A.C. NASCIMENTO. 1952 Revista de Agricultura 27 (5-6): 149-168.
- CATANI, R. A. e A. C. NASCIMENTO. 1954 Revista de Agricultura 29 (1-2): 5-14.
- MALAVOLTA, E. 1959 Manual de Química Agrícola, Editora Agronômica "Ceres" Ltda., São Paulo.

