

# REVISTA DE AGRICULTURA

PUBLICAÇÃO BI-MENSAL  
DE ENSINAMENTO  
TEÓRICO E PRÁTICO



DIRETORES:  
Prof. N. Athanassof  
Prof. Octavio Domingues  
Prof. S. T. Piza Junior  
Prof. Carlos I. Mendes  
Prof. Ph. W. C. Vasconcellos

Vol. 25

JANEIRO-FEVEREIRO DE 1950

Nº. 1-2

## Adubações fosfatadas

CARLOS TEIXEIRA MENDES

Tese apresentada à "II Reunião Brasileira de Ciência do Solo"

Distinguido por amável convite de nosso colega José Elias de Paiva Netto para comparecermos à "II Reunião Brasileira de Ciência do Solo", não podíamos negar nosso apóio, pôsto que a ela concorrendo com tão modesta contribuição.

Como Professor de Agricultura Especial da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", nunca nos dedicamos ao estudo do solo pròpriamente dito. Como, porém, somos obrigados, por dever de officio a realizar experiências sôbre adubações, aqui apresentamos alguns resultados que se enquadram perfeitamente na segunda parte do "Temário" proposto — **Química do Solo.**

Dedicando-nos, ha mais de 20 anos, a experiências sôbre adubações aplicáveis a algumas de nossas culturas, desde logo foi nossa atenção atraída para dois pontos de vista, hoje robustecidos pela repetição daqueles trabalhos e que sustentamos sem temor de contestação :

1.º) — De um modo geral, para a terra roxa verdadeira, senão para as demais de nosso Estado, as adubações fosfatadas devem ocupar lugar de maior destaque ;

2.º) — A tão decantada “retrogradação” do superfosfato de cálcio nas terras ricas de ferro, como é a terra roxa, não existe sob o aspeto e interpretação que lhe dávamos no passado.

Essas duas afirmativas serão melhor compreendidas no decorrer do relato de nossos trabalhos.

Inúmeros autores estrangeiros por muito tempo asseveraram que um superfosfato empregado em terras ricas de cálcio ou de ferro e de alumina, retrograda para formas menos solúveis no primeiro caso, e praticamente insolúveis e, consequentemente, inassimiláveis nos dois últimos.

Os trabalhos de Voelcker, na Alemanha, pareciam ter demonstrado cabalmente o asserto, embora Deherain (1), pouco tempo depois, tivesse elaborado uma explicação mais consentânea com a realidade, muito mais próxima da verdade. Em tempos muito mais modernos Dumont (2), ainda que insistindo sobre a retrogradação dos fosfatos, admite os fosfatos “precipitados” como equivalentes ao superfosfato, e Damseaux (3), apoiado nos trabalhos de Peterman, na Belgica, nega a insolubilização dos fosfatos retrogradados, asseverando mesmo que, segundo as experiências de Gautier, o fosfato de alumínio de Caiena é tão assimilável como o superfosfato.

Mesmo na Inglaterra, autores relativamente modernos como Hall (4), ainda insistem no perigo da retrogradação dos superfosfatos em solos ricos de ferro e pobres de cal.

Pelo mesmo diapasão afinam autores italianos (5) e franceses (6); outros, dentre os americanos (7) vão até ao exagê-

(1) — P. P. Deherain — *Traité de Chimie Agricole* — 1902 — 521 e 843

(2) — J. Dumont — *La Technique des Eugrais* — 1908 — 232.

(3) — Ad. Damseaux — *Manuel d'Agric. Générale* — 1902 — 232.

(4) — A. D. Hall — *Fertilizers and Manures* — 1915 — 260

(5) — B. Guinetti — *I Concimi* — 185.

(6) — Gustave André — *Chimie du Sol* — 59.

(7) — A. Floyd Heck — *Soil Science* — XXXIV — 1932 — 385.

ro, verdade é que em relação aos solos lateríticos, mas mesmo fora desse campo o conceito é admitido na vasta literatura consubstanciada por Perkins (8), indiretamente confirmada em relação ao alumínio por Pierre e Stuart (9).

Assim proposta a possibilidade ou, segundo a maioria, a inevitabilidade da "retrogradação" em presença daqueles componentes do solo, objeção alguma temos a opor ao que se refere ao primeiro daqueles elementos, por dois motivos muito simples :

1.º) — E' perfeitamente lógico que se admita a passagem da forma monocálcica para a bi e mesmo para a tricálcica, de de um superfosfato quando aplicado em terras ricas de carbonato de cálcio, como soe acontecer no norte da França, ou em terras nas quais se empregam, como na Bélgica, 5,10 e até 15 toneladas de calcáreo por hectare. Nessas condições é perfeitamente admissível, repetimòs, que um superfosfato retrograde para formas menos solúveis na água, aparentemente menos assimiláveis, mas na realidade tanto ou mais útil à planta se sob a forma bicálcica, como o demonstrou Garola (10), embora insistindo também sôbre o fenômeno da outra retrogradação em presença de ferro ou de alumina.

Nem de outro modo compreendem alguns autores a formação da hidroxiapatita (11), obrigatória para outros (12) em solos de elevado pH., além de outros ainda tentarem o emprêgo do superfosfato sob forma granular (13), com o fim de diminuir a superfície de contacto do mesmo com o agente que se quer evitar.

Interminável seria, enfim, a lista das citações, se quizessemos prosseguir, a maioria das quais propendendo para admi-

(8) — Perkins, King e Beune — Soil Science — XXXIV — 1932 — 385.

(9) — W. H. Pierre e A. D. Stuart — Soil Science — XXXVI — 1933 — 211

(10) — C. V. Garola — Engrais — 1913 — 283.

(11) — E. J. Russell — Soil Condition and Plant Growth trad. Matise — 157.

(12) — L. E. Allison — Soil Science LV — 1943 — 333.

(13) — F. E. Baer e S. J. Toth — Phosphate Fixation in soil and its control — Ind. and Engenering Chimistry n. 1 — 34-39.



tir a insolubilização do fósforo em presença de teores elevados de ferro ou de alumínio, chegando mesmo a se fazerem comparações com os precipitados obtidos em laboratório, donde resulta que o fosfato férrico de Merck (forçosamente obtido com aquecimento) não é mais solúvel que uma apatita cristalina (14) absolutamente insolúvel em água...

2.º) — O segundo motivo que alegamos decorre do fato de nada podermos observar com relação a êsse fenômeno, por isso que as terras com que trabalhamos — terra roxa granular legítima — é, como se sabe, pobre de cálcio, o que de um modo geral, também se constata em quase tôdas as terras do Estado.

Dêste modo, e em conclusão, devemos dizer que nada temos a opor ao conceito, quase secular, que um superfosfato deve retrogradar para formas menos solúveis nos solos ricos de carbonato de cálcio, embora contraditada a conclusão, que ademais pareceria forçosa, de menor assimilabilidade, por autores que julgam a forma bicálcica tão assimilável pelas plantas como a monocálcica, seja pela ação direta de suas raízes, seja pela do anidrido carbônico proveniente da decomposição das matérias orgânicas contidas no próprio solo. O humus deve aí desempenhar papel de relevo, tanto em relação à capacidade máxima de fixação do ácido fosfórico, como rio sentido de evitar sua insolubilização por qualquer outro processo (15).

De modo diametralmente oposto desejamos nos manifestar em relação à segunda asserção, esposada ainda por vários pesquisadores modernos — **que os superfosfatos se tornam insolúveis e, conseqüentemente inassimiláveis, nas terras muito ricas de hidrato de ferro ou de alumínio.**

Não negaremos que se tornem menos solúveis em relação à água; asseveramos, porém, **que na terra roxa paulista não se tornam inaproveitáveis.**

(14) — H. W. Lohse and F. N. Ruhke — Soil Science XXXVI — 303.

(15) — Chaminade, Segaleu e Vistelle — Annales Agronomiques — n. 4  
17.º année — 1947 — 530.

Supomos caber-nos a glória de primeiro o termos asseverado em relação àquela terra.

Iniciámos a nossa carreira em uma Escola que também apenas iniciava a sua e a dessa plêiade de agrônomos que haveriam de imprimir novos rumos à agricultura nacional.

Como é natural, não havendo experimentação alguma entre nós, atravessando o nosso único instituto de pesquisas agronômicas fase de absoluta apatia visando êsse fim, desde a saída de Passon até seu novo despertar em 1924, com Theodureto de Camargo, era natural que recorrêssemos à literatura estrangeira, nessa época predominantemente de origem francesa.

Considerava-se ponto pacífico, que não admitia contestação, o fenômeno da retrogradação, ensinado em nossa Escola por Jacques Arié (16), por Theodureto de Camargo que ainda aí está e o atestará sem dúvida, por nós e pelos demais agrônomos da época.

Não havia a mínima dúvida, a retrogradação de um superfosfato de cálcio em terras ricas de ferro assim fôra importada, assimilada e transmitida; de aforismo galgou os foros de tabú...

Eis senão quando, começamos obter resultados opostos em nossas experiências, que apenas divulgávamos verbal e tímidamente a princípio, depois sob forma categórica em nossas aulas, para finalmente, os darmos à publicidade, sem temor de contestação a partir de 1934 (17), após tres anos de novas experiências, quando verificamos que em um segundo ano de ação, duas modalidades de superfosfato produziram melhores resultados que no primeiro, resultados êsses confirmando outros anteriores.

Experiências posteriores nos trouxeram a confirmação do assêrto, em abono do qual aparece mais tarde o trabalho de

---

(16) — Jacques Arié em "Terras roxas e adubos fosfatados" — Boletim de Agricultura — 1914 — 535, em extenso e minucioso trabalho experimental pretende demonstrar aquele fenômeno.

(17) — A cultura do Algodoeiro — Rev. Agric. — 1934 — 383.

Catani (18) que, colocando em relêvo o papel da **adsorção** do fósforo pela terra roxa, sem o inutilizar para a planta, constitui a melhor explicação do fenômeno, e a causa da não inutilização daquele elemento quando dado ao solo sob forma monocálcica.

Confirmando as nossas conclusões, encontramos em um trabalho moderníssimo (19) a seguinte afirmativa: Em certos solos, largamente disseminados, na zona temperada, os fosfatos solúveis, incorporados ao solo mantido sem vegetação sofrem uma “retrogradação”, **mas conservam sua eficácia inicial por longo tempo e talvez mesmo indefinidamente** (o grifo é nosso).

E’ preciso, portanto, não confundir dois fenômenos distintos: a **retrogradação** de um fosfato ácido em terras ricas de cálcio, com o da **adsorção** do mesmo fosfato pelo hidrato de ferro, propriedade essa que para nós se transforma em garantia — ao contrário do geralmente suposto — de um aproveitamento mais prolongado e mais econômico dessas adubações nas terras ricas de coloides de ferro.

No primeiro caso, verifica-se uma reação química completa, uma **precipitação**; no segundo, uma de equilíbrio instável, reversível, em que o radical  $PO_4$  fica ao alcance da ação dissolvente das raízes ou, se preferirem, uma reação de equilíbrio da qual o fosfato pode ser liberado — “quando iontes de hidroxilo excedem a concentração dos iontes de fosfato em solução”, como pretendem Kelly e Midgley (20).

Conclusão essa, que vindo ao encontro dos resultados por nós encontrados em experiências várias, refutam terminantemente as de Floyd, atrás citado, se as quisermos generalisar pois assim conclui êsse autor:

(18) — Renato A. Catani — Do Inst. Agron. de Campinas em sua tese de doutoramento na E. S. A. “Luiz de Queiroz”.

(19) — G. Barlier — Ann. Agron. — 1947 — N. 6 — pag. 854

(20) — J. B. Kelly e A. R. Midgley — Soil Science — 1943 — 55-167.



“O fósforo fixo, pode pois, ser encarado como cabendo em tres grupos : a) — a forma facilmente aproveitável  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , b) — a forma moderadamente aproveitável  $\text{AlPO}_4$  e c) — as formas **dificilmente aproveitáveis** ( o grifo é nosso) —  $\text{FePO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{OH})_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{OH})_3\text{PO}_4$ .

E' contra esse **dificilmente aproveitável** que pretendemos opor alguns resultados observados em nossas experiências. Fa-lo-emos de modo conciso, sem a exposição de intermináveis tabelas de números, preferindo representar os resultados finais por meio de números índices, para se tornarem mais facilmente apreensíveis as comparações, ao passo que menos maçantes ao leitor. (21)

Começamos o nosso relato por uma experiência que se iniciou com o emprêgo da Apatita do Ipanema como adubação fosfatada para o cafeeiro, em terra roxa granular de diabásio, e que não tendo produzido resultado algum, foi substituída por dois fosfatos — o superfosfato de cálcio a 18% e o Renaniafosfato de 25%, de tal modo empregados que não podem ter sofrido a influência daquele primeiro, como a seguir descrevemos :

**1.a Fase :** — A apatita do Ipanema, finíssimamente pulverizada, foi empregada em doses exageradas, em confronto com uma “testemunha” e outra que recebera cal extinta. Cinco repetições de tres covas cada uma, a quatro plantas por cova.

Os resultados observados em 6 colheitas, ou 8 anos de atuação contínua daquele fosfato, ficam resumidos no Quadro I.

(21) — Durante a discussão deste trabalho, em sessão plenária, Paulo Vagler, grande pedologista, asseverou que vários trabalhos recentemente realizados nas índias corroboram plenamente os resultados por nós encontrados em relação à não retrogradação do fosfato monocálcico nas terras ricas de ferro.

Quadro I — O Cafeeiro e a Apatita — 1930-38

Anos de Produção (1)	Café em cereja -- Kgs.			Café em côco — Kgs.		
	Testemunha	Apatita	Cal	Testemunha	Apatita	Cal
1º. Ano — 1932-33	30,27	32,13	28,11	13,26	14,08	12,36
2º. Ano — 1933-34	82,30	76,90	84,40	32,20	34,80	38,20
3º. Ano — 1934-35	92,50	102,80	80,70	37,70	43,30	33,40
4º. Ano — 1935-36	87,90	76,20	108,30	39,70	34,80	49,40
5º. Ano — 1936-37	78,30	75,80	66,00	45,00	45,10	40,50
6º. Ano — 1937-38	60,50	47,00	62,80	38,00	31,60	42,00
Somas	431,77	410,83	430,31	205,86	203,68	215,86

## Em números proporcionais

1º. Ano — 1932-33	100	106,0	93,0	100	106,0	93,0
2º. Ano — 1933-34	100	93,4	102,5	100	93,6	102,7
3º. Ano — 1934-35	100	111,0	88,0	100	115,0	88,0
4º. Ano — 1935-36	100	86,0	122,0	100	87,0	124,0
5º. Ano — 1936-37	100	96,8	84,3	100	100,0	90,0
6º. Ano — 1937-38	100	77,6	103,8	100	83,2	110,5
Médias dos 6 anos	100	95,1	99,0	100	97,5	101,3

(1) — Os resultados de cada ano de exp. representam a soma das cinco repetições de cada um dos tratamentos.

**Conclusão :** A Apatita do Ipanema, empregada em exageradas proporções e sob forma de pó quase impalpável, mostrou-se em oito anos de ação contínua, absolutamente inútil, do mesmo modo que a cal.

Verificada a absoluta ineficácia daquele fosfato natural, substituímos aquela experiência pela seguinte :



**2a. Fase :**

1.º — As linhas que serviram como “testemunha”, continuaram como tais;

2.º — As que haviam recebido a apatita, receberam superfosfato de cálcio;

3.º — As de cal, foram adubadas com Renaniafosfato, que consigo leva para o solo mais cal ainda.

Ambos foram empregados em 19-8-938, na proporção de 1,5 kgs. por pé de café. Tão grande exagero foi proposital para ser possível atingir o fim visado: verificar por quantos anos atuará o superfosfato de cálcio, sem perder sua propriedade de assimilável. Esta, a 2.a fase, que se decompõe em dois períodos :

1.º Período — De 1938 a 1942, com tres colheitas apenas, por se ter perdido a primeira em consequência de desastrosa “chuva de pedras”, que a inutilizou para fins experimentais. Seus resultados inscrevem-se no Quadro II.

**Quadro II — O Superfosfato e o Renaniafosfato**

Anos de Produção	Café em cereja — Kgs.			Café em côco — Kgs.		
	Testemunha	Superfosfato	Renania	Testemunha	Superfosfato	Renania
2º. Ano — 1939-40	46,5	56,5	80,5	22,0	26,0	37,5
3º. Ano — 1940-41	25,0	39,2	23,5	12,7	19,2	12,6
4º. Ano — 1941-42	21,3	21,8	35,2	9,2	9,8	16,0
Somas	92,8	117,5	139,2	43,9	55,0	66,1
Números proporcionais						
2º. Ano — 1939-40	100	121	173	100	118	170
3º. Ano — 1940-41	100	157	94	100	151	99
4º. Ano — 1941-42	100	104	165	100	106	174
Médias dos tres anos	100	127	144	100	125	148

Verificámos, desde logo, que as mesmas plantas que se mostraram tão insensíveis à cal e à apatita, revelaram-se sensibíllissimas ao superfosfato e ao Renaniafosfato.

2.º Período : de 1944 a 1949, com as produções do Quadro III.

Quadro III — Números proporcionais

Anos de Produção	Café em cereja			Café em côco		
	Testemunha	Superfosfato	Renania	Testemunha	Superfosfato	Renania
7º. Ano — 1944-45 (1)	100	89,8	97,6	100	93,8	106,2
8º. Ano — 1945-46	—	—	—	—	—	—
9º. Ano — 1946-47 (1)	100	122,1	147,0	100	120,0	149,0
10º. Ano — 1947-48	—	—	—	—	—	—
11º. Ano — 1948-49	100	130,5	134,4	100	126,1	134,3

(1) — Não fizemos essas duas colheitas, tal a insignificância de sua produção.

O interegno verificado entre o primeiro período e o segundo, sem colheitas, é uma consequência das geadas de Junho e Julho de 1942, que nos obrigaram a decepar completamente tôdas as plantas da experiência. Com o objetivo de obtermos o revigoramento das mesmas, empregámos forte adubação de estêrco de cural em cobertura, durante dois anos consecutivos.

Reiniciadas as produções verificámos os resultados do Quadro III, no qual podemos constatar a influência daqueles dois fosfatos até o 11.º ano de sua ação, lembrando também que neste último período e até êsse momento sob a ação de

Quadro IV — As adubações fosfatadas e a produção

N. de Ordem	Tratamentos	Café em côco							Médias
		1º Ano 1941-42	3º Ano 1943-44	4º Ano 1944-45	5º Ano 1945-46	6º Ano 1946-47	7º Ano 1947-48	3º Ano 1948-49	
1	Testemunha sem nada	100	100	100	100	100	100	100	100
2	Test. de comparação — KCl	96	90	91	97	98	103	114	
3	Superfosfato de cálcio	121	118	93	126	101	133	127	
4	Far. de ossos degelatinados	116	101	93	134	96	135	130	
5	Far. de ossos trat. pela soda	113	104	72	118	95	117	130	
6	Farinha de ossos trat. pela potassa	106	143	50	133	113	108	130	
7	Renaniafosfato	87	103	51	115	86	126	143	
8	Serranafosfato	87	108	63	105	96	117	110	
9	Escórias de Thomas	99	116	62	128	98	121	106	
10	Apatita do Ipanema	86	105	85	89	121	85	144	
11	Cal virgem	97	102	112	102	110	94	122	
	Produção real (1)	453	935	114	457	526	408	658	
	Nos. proporç. de produção	100	206	25	100	116	90	145	
	Nos. proporç. da test. sem nada	—	—	—	—	—	—	—	

(1) — Em quilos para o total de café em côco na experiência; em

(2) — Médias de todas as colheitas.

(3) — Médias das colheitas com exclusão da do 4º. ano por ter este estatisticamente incoerentes.



do cafeeiro — 1941-49 em números índices

		Café beneficiado								
(2)	Médias (3)	1º Ano 1941-42	3º Ano 1943-44	4º Ano 1944-45	5º Ano 1945-46	6º Ano 1946-47	7º Ano 1947-48	8º Ano 1948-49	Médias (2)	Médias (3)
00,0	100,0	100	100	100	100	100	100	100	100,0	100,0
38,4	99,7	92	94	80	85	97	101	114	94,7	97,1
17,0	121,0	122	121	83	121	101	136	125	115,6	121,0
15,0	118,7	114	105	82	128	100	125	129	111,9	116,8
07,0	112,8	111	105	63	110	90	120	124	103,3	110,0
11,8	122,1	104	145	43	121	114	109	127	109,0	120,0
01,6	110,0	87	104	44	108	84	151	134	101,7	111,3
98,0	103,8	85	111	56	112	101	109	107	97,3	104,1
04,3	111,3	98	120	55	123	96	131	104	103,9	112,0
02,1	103,3	83	110	76	87	121	85	142	100,6	104,7
05,6	104,5	101	104	101	100	115	95	121	105,3	106,0
07,3	574,5	108	158	19	83	95	78	124	95,0	107,7
11,7	126,1	100	146	17	80	88	72	115	88,3	100,1
—	—	100	130	25	69	85	62	94	80,7	90,0

arrobas para o café beneficiado por mil pés de café, frações aproximadas.

produzido resultados não só insignificantes quanto às quantidades, como abso-

fortes adubações orgânicas em cobertura. Seja como for, neste **11.º ano o superfosfato de cálcio ainda ostenta sua ação**, e a revela com produção relativa maior que a média dos três primeiros anos.

**2.a Experiência** — Nesta, com muito mais detalhes e maiores rigores, apreciaremos a ação de diversos fosfatos em relação à produção do cafeeiro na mesma terra roxa. Ensáio com quatro repetições, cada uma das quais com quatro “pés de café”, ou seja, 16 plantas.

Representamos, da mesma maneira que anteriormente, como no Quadro IV, os resultados verificados, em números índices, que, ao seu turno, correspondem à **soma das quatro repetições** de cada um dos tratamentos empregados.

Subentende-se que todos os tratamentos, exceto o da “testemunha sem nada”, receberam os mesmos complementos:— o potássio sob a forma de Cloreto e o azoto sob forma de matéria orgânica abundante.

Nesta experiência não figuram os dados do 2.º ano (1942-43) por não ter havido produção ponderável, em consequência das geadas de 1942.

**Conclusões** — Cinco conclusões principais podemos deduzir desta experiência, após seu **8.º ano de duração**:

1.a) — O superfosfato de cálcio revelou-se, em todo o decorrer desse tempo, de ação tanto ou mais eficiente que os três “pirofosfatos” (22) (Renania, Serrana e Escórias de Thomas) empregados, e no conjunto muito mais eficiente. Seus efeitos, favoráveis à produção do cafeeiro, não deixam dúvidas. E’ forçosamente, uma adubação de efeitos econômicos,

---

(22) — Assim chamamos os fosfatos obtidos pela calcinação, a altas temperaturas semelhantemente ao que ocorre durante a desfosforação dos minérios de ferro, produzindo as Escórias de Thomas. O estado em que se acha combinado seu fósforo, sílico-fosfato de cálcio ou simplesmente um fosfato tricálcico de estrutura especial—é ainda motivo de controvérsia. A êsses fosfatos Grebinsky (L’Agronomie Tropicale — 1948-11-12 — 652) — dá o nome de Termofosfatos”.

pois que no conjunto de oito anos de ação, mais que duplicou a produção do cafeeiro.

2.a) — Dentre as três modalidades empregadas de farinha de ossos, embora mostrando-se tôdas ativas desde o primeiro momento, destaca-se aquela que foi êsse produto tratado pela potassa cáustica, se desprezarmos o 4.º ano, suspeito por todos os motivos.

3.a) — A apatita do Ipanema, dentre tantas vezes ensaiada em nossos trabalhos, mais uma vez revelou resultados desconexos e, no conjunto, negativos.

Sua ação exagerada em 1948-49 deve ser o reflexo da falha do ano anterior;

4a.) — A adubação potássica, empregada unilateralmente, como cloreto de potássio, para servir como a verdadeira “testemunha de comparação”, aqui se revelou, como **em muitos casos para o algodoeiro** (quer sob a forma de sulfato ou de cloreto) de efeitos nulos e até contraproducentes, de qualquer modo que encaremos a experiência;

5a.) — As enormes variações de produção constatadas na segunda parte do Quadro IV, poderiam ser atribuídas à influência das adubações fosfatadas que, determinando grandes produções em um ano, seriam a causa de muito menores no ano seguinte. Verificamos que se considerarmos sômente as variações da “testemunha sem nada” elas se patenteiam também muito sensíveis; pôsto que menores que as do conjunto, revelam, contudo, tendência manifesta para o declínio de produção, o que é natural e mais exalta o valor das adubações fosfatadas para o cafeeiro. Menores oscilações verificaríamos ainda em favor das adubações fosfatadas estudadas se o confronto fosse feito com a produção total da Fazenda Modêlo.

E é por tudo isso que dizemos que os fosfatos devem constituir o complemento indispensável de toda e qualquer adubação para o cafeeiro, maximé das orgânicas. Estas revelam-



---

se no aspeto da planta, aquelas na produção. Apresentam o defeito de serem menos perceptíveis à vista; só convencem pela balança.

---

Combinando a 2a. conclusão com a 4a., pedimos a atenção dos que nos lerem para o seguinte fato: os sais de potássio mais empregados na agricultura, tanto o sulfato como o cloreto e, até as vezes, as cinzas de madeira, contendo o potássio sob forma de carbonato, na maioria de nossas experiências têm produzido resultados decepcionantes.

Partindo do tratamento dos ossos pelo processo de Essaim, na Índia aconselhável em seus solos alcalinos, fizémo-lo ao mesmo tempo que os tratando pelo hidrato de potássio. Os resultados deste último tratamento em relação ao cafeeiro parecem não deixar dúvidas na experiência que acabamos de expor, assim como em um primeiro ano para o algodoeiro, na mesma terra roxa granular de diabásico.

Fenômeno de simples **absorção**, ou mais provavelmente, de **combinação**, será talvez um meio de se dar a essas plantas o elemento que em tão altas porcentagens revelam suas cinzas. Não se trata, como poderia parecer, de forçar a solubilização dos ossos, pois que, como adiante veremos, na terra roxa tornar-se-ia dispensável tal providência.

---

Tão prolongada duração de efeitos, só pode ser atribuída à não insolubilização do superfosfato em terras ricas em ferro, como é a nossa terra roxa.

Poder-se-ia, porém, imaginar outra explicação: determinando as adubações fosfatadas maior desenvolvimento radicular das plantas, como é fácil demonstrar com outros trabalhos, colocando-se, dêste modo, maior cubo de terra à sua disposição, êsse motivo talvez justificasse aqueles aumentos por tan-

to tempo mantidos. A observação não colheria pelo simples fato de, com o algodoeiro, planta anual, em que os efeitos de um ano não podem ser transferidos ao seguinte, ser verificada ação também prolongada.

---

Assim foi com o cafeeiro. Em relação ao milho nada podemos adiantar em consequência de, nas terras com que trabalhamos, ser planta má reveladora do aproveitamento das adubações fosfatadas. Pior ainda é o caso da mandioca. Com o algodoeiro, porém, já não ocorre o mesmo; é planta que revela grande aproveitamento quando beneficiada por aquelas adubações.

Exporemos duas experiências, também resumidamente, que demonstram, não tão prolongados efeitos, porque com essa planta não temos o mesmo número de anos de observação, mas, em todo o caso bastantes para nos mostrarem que até, pelo menos, cinco anos de mistura íntima com o solo, o superfosfato não deu provas de retrogradação no sentido de insolubilização.

---

**1a. Experiência** — Algodoeiro em terra roxa idêntica, se não igual, à das experiências atrás expostas. Diversos fosfatos empregados em linhas de 50 mts. de comprimento, com 200 plantas por linha após desbaste, seis repetições. Produziram os resultados do Quadro V, no qual as produções relativas ficam representadas por números índices, frações aproximadas, em relação à “testemunha de comparação”, isto é àquela que tendo recebido os complementos azoto e potássio (salitre e sulfato) não receberam fósforo. Desnecessário seria acrescentar que para as referidas comparações, tôdas, exceto as duas testemunhas 1 e 2, receberam igual quantidade de fósforo. O mesmo critério foi adotado em relação aos complementos.



QUADRO V

N. de ordem	Tratamentos	1º Ano 1939-40	2º Ano 1940-41	3º Ano 1941-42	4º Ano 1942-43	Médias
1	Testemunha sem nada	97	108	97	88	97,5
2	Testemunha de comp. somente K- (2)	100	100	100	100	100,0
3	Superfosfato de cálcio 1 dose	114	111	103	102	107,5
4	Superfosfato de cálcio 5 doses	123	124	123	113	121,0
5	Escórias de Thomas 1 dose	113	115	103	104	108,7
6	Escórias de Thomas 5 doses	128	125	106	117	119,0
7	Farinha de ossos 1 dose	113	115	93	100	105,0
8	Farinha de ossos 5 doses	118	125	107	123	118,2
9	Ossos tratados pela soda 1 dose	108	111	87	88	98,2
10	Ossos tratados pela soda 5 doses	120	123	100	111	113,3
11	Renaniafosfato 1 dose	114	109	88	92	101,0
12	Renaniafosfato 5 doses	125	125	113	117	120,0
13	Apatita Natural 1 dose	121	124	88	106	109,7
14	Apatita Natural 5 doses	109	121	88	102	105,0
15	Apatita "nova" (3) 1 dose	108	117	90	88	101,0
16	Apatita "nova" 5 doses	113	117	100	109	109,7

(1) — As variedades cultivadas nesta experiência foram, no 1º ano — I. A. 7397, nos tres seguintes I. A. — 21077 (Express).

(2) — Chamamos de "dose 1" o equivalente de 15 kgs. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare, quantidade teórica necessária para satisfazer as exigências do algodoeiro em um ano se produzir 100 arrobas de algodão em caroço por hectare (242 @ por alqueire), e, proporcionalmente, "dose 5", o quíntuplo dessa quantidade.

(3) — Demos o nome de "Apatita Nova" a uma apatita do Ipanema, simplesmente lavada, praticamente isenta de ferro, sob forma de grânulos como de areia fina, não pulverizada.



**Conclusões** — Desta experiência podemos deduzir as seguintes conclusões :

1a.) — No caso presente foi o superfosfato de cálcio o melhor de todos os fosfatos empregados;

2a.) — Esse fosfato não deu mostras de retrogradação até o 4º. ano inclusive. O êle ter determinado menor produção no último ano deve ser atribuído ao consumo e retirada pelas colheitas anteriores, como parece provar a adubação de “dose 1”, assim como a maioria dentre os demais, especialmente em suas quantidades mínimas;

3a.) — Os complementos azoto (salitre do Chile) e potássio (sulfato), com pouquíssimo ou nada contribuíram para a produção, aplicados, o primeiro anualmente em cobertura e o segundo antes da sementeira, fato êsse que se repete em várias outras experiências com a mesma planta;

4a.) — A “Apatita Natural”, originária de rocha profundamente decomposta, assim como a “Nova” (lavada, granular) determinaram, como **exceção notável em nossas experiências**, um pequeno aumento de produção;

5a.) — A “farinha de ossos”, que se revela quase tão ativa como o Renaniafosfato desde o primeiro momento e melhor que êle no segundo ano, em nada melhorou quando solubilizada pela soda cáustica, o que vem em abono da tese que também defendemos, de que êsse produto, quando finalmente pulverizado, é **quase tão ativo na terra roxa em nosso clima, como os fosfatos mais usualmente empregados em nossa agricultura.**

---

**2a. Experiência** — A mesma experiência, com número mais reduzido de tratamentos, foi repetida em terra igual à precedente, com 6 repetições, em canteiros de 50 mts. quadrados cada um.

Nesta, mais que na anterior, vamos verificar que o superfosfato de cálcio não retrogradou para formas menos assimiláveis, nem depois de cinco anos contínuos de contacto íntimo com a terra roxa. Não seria preciso lembrar que após cada colheita as plantas eram arrancadas e retiradas do terreno (já por causa da “broca” das raízes, já para se não criar um círculo

vicioso ao qual poderia ser imputado o prolongamento dos efeitos de tais adubações, se os restos de cada cultura fossem enterrados no próprio lugar). A êsse arrancamento seguia-se cava rigorosa, integrando, cada vez mais, as adubações ao solo. O quadro VI, vai nos mostrar a marcha de seus efeitos, partindo de um primeiro ano perdido, em consequência do decorrer do tempo e de grande infestação da "broca das raízes" (*Gasterocercodes brasiliensis*).

QUADRO VI

N. de ordem	Tratamentos	2º. Ano 1945-46 (1)	3º. Ano 1946-47	4º. Ano 1947-48 (2)	5º. Ano 1948-49 (3)	Médias
1	Testemunha (4)	100	100	—	100	100,0
2	Superfosfato de cálcio 1 dose	117	112	—	107	112,0
3	Superfosfato de cálcio 5 doses	116	149	—	126	130,3
4	Renaniafosfato 1 dose	116	100	—	97	104,3
5	Renaniafosfato 5 doses	120	129	—	144	131,0
6	Far. ossos degelat. 1 dose	109	114	—	114	112,3
7	Far. ossos degelat. 5 doses	130	149	—	125	134,6
8	Serranafosfato (5) 1 dose	112	117	—	100	109,6
9	Serranafosfato 5 doses	118	136	—	100	118,0

(1) — O primeiro ano de colheita foi perdido em consequência do decorrer do tempo e de grande infestação de "broca das raízes".

(2) — O 4º. ano foi totalmente perdido, em parte devido ao tempo, mas principalmente por termos cultivado a variedade "Campinas 817", da qual trataremos adiante.

(3) — No 5º. ano foi aproveitado o "Express", que semeado como cultura "chamariz", substituiu o "Campinas 817", que mais uma vez fahou completamente. ,

(4) — Em caso algum empregamos os complementos azoto e potássio, porque se tratava de terreno que havia recebido intensa adubação verde durante os dois anos que precederam a experiência.

(5) — O fato do Serranafosfato ter se revelado inferior aos demais talvez possa ser imputado a o termos empregado das primeiras fabricações.



**Conclusões** — Desta experiência, parece-nos lícito deduzir as seguintes conclusões :

1a.) — E' evidente a ação dos tres primeiros fosfatos até um 5º. ano de duração.

2a.) — Não se poderá ainda asseverar que a retrogradação do superfosfato se tenha manifestado em seu 5º. ano de ação, em primeiro lugar porque pode a diminuição revelada ser atribuída ao consumo e, em segundo lugar porque tendo se verificado completo fracasso com o "Campinas 817", fomos obrigados a substituí-lo pelo "Express", semeado como cultura "chamariz", com tôdas as consequências de uma cultura de aproveitamento. Devemos acrescentar que esta experiência deverá continuar por mais alguns anos;

3a.) — A farinha de ossos se mostrou tão ativa, desde o início, como o superfosfato e como o Renania, revelando, no final de contas, superioridade de resultados sôbre os de ambos, o que vem corroborar plenamente a tese atrás defendida : na terra roxa, pelo menos, e em nosso clima, a farinha de ossos pode se tornar tão assimilável desde logo, como o superfosfato e o Renaniafosfato. Poderíamos, finalmente, acrescentar uma 3a. experiência, à qual de início já nos referimos, citando nosso trabalho publicado em 1934. Como, porém, teve a duração de tres anos sômente, deixamo-la de lado.

---

#### Do exposto se conclui :

1º.) — A enorme importância das adubações fosfatadas para a cultura do algodoeiro, suplantando de muito as demais de origem mineral.

2º.) — Sua escolha, a nosso ver, deveria ser fundada :

1º. — No preço unitário do fósforo ( $P_2O_5$ );

2º. — De acôrdo com a terra;

a) — O superfosfato de cálcio nas ricas de ferro, bem ao contrário do que sempre se asseverou;



- b — os que chamamos de “pirofosfatos” (Renaniafosfato, Ser-rana, Escórias de Thomas) nas argilosas compactas e nas ácidas;
- c — a farinha de ossos, bem pulverisada, em tôdas.

---

Mas não é só : a ressurreição da lavoura cafeeira no Estado de São Paulo só se fará à pêso de matéria orgânica e fósforo. As terras paulistas são paupérrimas de fósforo; sua falta é atestada, a meude, pela análise, por nossos dentes e pela ca-beça de nossos dirigentes.

Josué de Castro, em sua obra “A Geografia da Fome” lembra a correção das águas que abastecem as nossas cidades, pela adição de um pouco de cal. Quem quizer verificar a razão do asserto, que observe os dentes dos habitantes das várias regiões do “Complexo Brasileiro” em contraste flagrante com os das de terra roxa e de arenito.

Como complemento da idéia, adicionaríamos uma “pita-dinha” de fósforo em dias alternados ou, para maiores facilidades, se no mesmo dia, mesmo que passasse êle para a for-ma tricálcica, para sua assimilação e fixação, bastaria um pou-co de fluor, o que se obtem com os superfosfatos provenientes de apatitas, tratadas pelo ácido clorídrico, e mesmo pelo ácido sulfúrico.

---

Por nos termos referido sem elogios à variedade “Campi-nas 817”, sentimo-nos na obrigação de melhor explicar o que dissemos.

O fato dele ter falhado completamente em várias experiên-cias, durante dois anos consecutivos, levou-nos à crença de quê essa variedade é incompatível com as terras excessivamente ricas de ferro como a terra roxa.

Para nós, ela falhou totalmente em dois anos consecuti-vos em uma experiência de adubações fosfatadas, em duas de farinha de tortas de algodão, em uma de estérco de curral, exa-tamente com a qual ensaiavamos a “leucita”. Admitindo-se

mesmo que esta seja de todo inassimilável, e que aquele estêrco não fosse capaz de fornecer-lhe o potássio necessário, apresentamos ainda outra, na qual falharam **exatamente os tratamentos compostos de sais desse elemento**, diversamente empregados.

Em uma única experiência, de **semeadura tardia**, produziu resultados regulares, apenas regulares.

Nem se inculpe o tempo, que neste último ano (1948-49) decorreu maravilhosamente favorável à cultura.

Tudo isso nos leva a crer que essa variedade, a mesma que produz verdadeiros prodígios nas terras areníticas da Noroeste e da Sorocabana, não revelou, como já se afirmou, carência de potássio das nossas terras, nem maior predisposição às moléstias.

O que nos parece razoável deduzir de nossas experiências e do pouco que observámos no interior do Estado, é que ela não se comporta bem nos solos argilosos, excessivamente ricos de ferro, (23) nas mesmas terras em que o "Express", para nós, se portou maravilhosamente. Sofre provavelmente de **alergia**, que é o que está na moda...

Sobre a "marinha de ossos", que aparece enaltecida em nossas experiências, acrescentaremos mais algumas palavras.

Procurando conhecer qual a duração de seus efeitos na terra roxa, iniciamos uma experiência em parcelas de 100 mts. quadrados, tres tratamentos apenas, tres vezes repetidos, com quatro quilos de farinha de ossos, por parcela, em dois tratamentos, o que equivale a 400 kgs. por hectare ou 968 por alqueire. Duração de 12 anos.

Resumimos no Quadro VII seus resultados, representados também por números índices.

---

(23) — Contribuem para a aceitação desta hipótese as experiências, em andamento, de 1949-50. A variedade "Express", a despeito dos meses de Dezembro e Janeiro terem decorrido excessivamente chuvosos, em Fevereiro deste ano revelava desenvolvimento e aspeto incomparavelmente superiores aos do "Campinas 817", nas mesmas experiências (com adubações potássicas e sem ela), nas quais esta variedade falhara completamente o ano passado, muito menos chuvoso. Nossas experiências negam terminantemente a hipótese baseada na carência de potássio no solo.



## QUADRO VII

Anos	Testemunha	Farinha de ossos	Farinha de ossos tratada pela sôda	Variedades cultivadas
1º. Ano — 937-38	100	111	119	I. A. — Texas
2º. Ano — 938-39 (1)	—	—	—	—
3º. Ano — 939-40	100	188	171	I. A. — 7.387
4º. Ano — 940-41	100	125	145	I. A. — Express
5º. Ano — 941-42	100	136	155	I. A. — Express-21.077
6º. Ano — 942-43 (2)	—	—	—	—
7º. Ano — 943-44	100	135	113	I. A. — Express-21.077
8º. Ano — 944-45	100	109	116	I. A. — 21.077-81.296
9º. Ano — 945-46 (2)	—	—	—	I. A. — 7.381-17.580
10º. Ano — 946-47	100	102	97	I. A. — 7.387-17.580
11º. Ano — 947-48 (3)	—	—	—	I. A. — Campinas 817
12º. Ano — 948-49 (4)	100	91	91	Express
Médias	100	124	126	

(1) — Cultura perdida em consequência de devastadora “chuva de pedras”.

(2) — Perdas em virtude do decorrer do tempo e de enorme infestação de “broca das raízes”.

(3) — Perdida pelos mesmos motivos de outras com essa mesma variedade.

(4) — De resultados muito duvidosos em consequência de termos sido obrigados a aproveitar a cultura “chamariz” de “Express” em substituição a do “Campinas 817” que falhou totalmente.



**Conclusões** — Desta experiência deduzimos as seguintes conclusões :

1a.) — A “farinha de ossos” se revela, desde logo, útil ao algodoeiro e extraordinariamente proveitosa do 3º. ao 5º. anos, sem nos ter sido dada a oportunidade de observar sua ação no 2º. ano, pelo motivo atrás exposto (graniso);

2a.) — Até o 8º. ano é fácil de se aquilatar seus efeitos, o que não foi possível observar no 9º. ano por ter falhado a cultura;

3a.) — Do 10º. ano em diante parece ser nula sua ação;

4a.) — Não se deduz, no conjunto de vários anos, proveito algum do tratamento dessa farinha pela soda cáustica, como solubilizadora de seu fósforo. Não se confunda, porém, esse fenômeno com o do tratamento do mesmo adubo pela potassa, que pode ser levada à planta sob forma melhor aproveitável como demonstramos no caso do cafeeiro;

5a.) — Chegamos, finalmente, à conclusão de que a farinha de ossos, no conjunto das experiências expostas, é quase tão assimilável, senão tanto, na terra roxa piracicabana (terra roxa granular, legítima, de diabásio), como os demais fatos usualmente empregados como adubo.

Fica assim, para nós, abolido o temor de sua pouca eficiência, como ocorre nos solos alcalinos, principalmente de climas frios.

#### SUMMARY

In this paper the author presents five experiments realised with some phosphates as fertilizers for coffee trees and cotton plants, in the “terra roxa”, a soil very rich in iron hydrate.

The first of them proved that the “Apatita do Ipanema”, a cristallised phosphorus ore is absolutely inavailable in relation to coffee. In the second, with coffee trees also, the calcium superphosphate was effective during eleven years. In the others, the same phenomenon was verified — the calcium superphosphate was also effective, without “retrogradation” (isolubilization) during four and five years.

The bone meals was also very effective since the first year of its application.