

# EXPERIÊNCIAS EM TÔRNO DA QUESTÃO DO GRAU DE MOAGEM, DA SOLUBILIDADE E DA AVALIA- ÇÃO DAS FARINHAS DE OSSOS

Hans Brichta e Manfred Brichta

Laboratório da Inca-Indústria e Comércio de Adubos Ltda., S. Paulo

— I —

É desejo generalizado da agricultura poder dispor de adubos de moagem possivelmente fina, pois a experiência provou que, nesse estado, e particularmente no caso dos adubos não hidrosolúveis, dão melhores resultados que os de moagem grossa; trata-se de um detalhe já frisado por CORRÊA DE MELLO (1). Não obstante, tal circunstância quase nunca foi levada em consideração nas experiências destinadas a determinar a eficiência dos adubos, sendo que em ensaios comparativos, frequentemente se colocaram lado a lado coisas não comparáveis; deu-se isso particularmente no caso das farinhas de ossos.

A literatura sobre o valor das farinhas de ossos como adubo não é muito vasta; acontece, por isso, que mesmo as obras modernas, especializadas em fertilizantes, nada de exato podem dizer, por exemplo, sobre a diferença da ação de farinha de ossos finamente moída, autoclavada, e farinha de ossos grossamente moída e crua, ou, limitam-se a dizer que as farinhas de ossos nem foram consideradas no exame de adubos fosfatados finamente moídos (2). Essa falha torna-se, porém, desde logo, compreensível, se considerarmos que a farinha de ossos não existe, nem de longe, em quantidades suficientes ao consumo mundial de adubos e que ela, nas grandes zonas agrícolas dos países frios, nunca deu resultados tão bons como os fertilizan-

1) Inst. Agr. de Campinas, Análises de Adubos, Campinas 1930, pág. 22.

2) Compare: Barker, The Use of Fertilizers, London 1935, pág. 67 e F. Keller, Landw. Jahrbuch d. Schweiz, 1926, pág. 863.

tes químicos, os quais, por sua vez, podem ser produzidos em quantidades quase ilimitadas. Nos climas tropicais e sub-tropicais, no entanto, como o da América do Sul, da África do Sul, da Índia e do Sul da China, a farinha de ossos não só deu ótimos resultados como adubo, mas também se encontra disponível em quantidades apreciáveis, de maneira que pode ser considerada, nessas regiões, como constituindo importante adubo fosfatado. O que acabamos de dizer aplica-se de forma especial ao Brasil, cuja pecuária, em rápido progresso, nos permite contar com quantidades sempre crescentes de ossos. De outro lado seria desejável que a agricultura recorresse em primeira linha a essa fonte de fósforo, ao invés de exportar os ossos por pouco preço, para depois comprar do estrangeiro adubos fosfatados a preço caro.

Com o nosso trabalho tivemos, portanto, em vista, determinar de que forma a fina moagem da farinha de ossos, tal como a desejam empiricamente os agricultores, se relaciona numericamente com a solubilidade, pois que o estabelecimento exato dessa relação permitirá caracterizar melhor, determinada farinha de ossos, do que a simples determinação do fósforo total. Somente quando o grau de moagem se encontrar determinado diretamente, por meio de um fator ou de uma grandeza correlativa, tal como a solubilidade num determinado dissolvente, é que se pode obter resultados confrontáveis nos ensaios de adubação com diferentes farinhas de ossos.

Experiências nesse sentido foram publicadas pela primeira vez por SEN e HOSSAIN (3), os quais analisaram a solubilidade de farinhas de ossos crus e autoclavados numa solução de citrato de amônio separando as farinhas, para esse fim, em frações de mais de 1,5 mm., de 1,0 a 1,5 mm. e de menos de 1,0 mm. Entre as frações grossa e fina observaram então diferenças de cerca de 2% para 42% de ácido fosfórico dissolvido, calculado sobre o fósforo total. Para farinha de ossos autoclavados a solubilidade percentual era maior. LANDER e DALIP

---

3) Experiments on Desintegration of Bones as Fertilizers, Agriculture and Livestock in India, I 1931, pág. 151.

SINGH (4), bem como BAHADUR e SAHASRABUDDHE (5), investigaram mais tarde a solubilidade da farinha de ossos por meio de diversas substâncias, desmembrando para isso as farinhas em frações de 2,5 a 1,5 mm., de 1,5 a 0,5 mm. e de menos de 0,5 mm.. Acharam os primeiros que a quantidade de fósforo liberada era diretamente proporcional ao grau de moagem, e que é um resultado que, nessa mesma simplicidade, não pôde ser confirmado pelas nossas experiências.

Embora não considerando que os autores mencionados viviam o fim precípua de encontrar processos simples para a solubilização da farinha de ossos, não devemos esquecer que eram relativamente grossas as farinhas de que dispunham. Se bem que nada conste sobre a granulação percentual, não cabe dúvida que eram bastante mais grossas que as farinhas comerciais do Brasil, fabricadas na sua grande maioria em instalações industriais bem equipadas. Para o fim do nosso trabalho, chegamos, pois, à conclusão de que a subdivisão em frações de finura deveria ser levada ao mesmo extremo como, por exemplo, no beneficiamento de minérios e, especialmente, para a flutuação. Dessas investigações esperávamos também uma contribuição para o esclarecimento das opiniões, muitas vezes contraditórias, dos lavradores práticos, sobre as vantagens das farinhas de ossos crus, autoclavados e degelatinados.

Nos nossos ensaios empregamos um jôgo de peneiras com os seguintes números de malhas por centímetro quadrado:

Malhas por cm <sup>2</sup>	Vãos livres em micron
144	490
256	380
400	300
900	200
2500	120
4900	88
10000	60

4) The Availability of Phosphates in Bone Meal, *ibidem* II 1932, pág. 627.

5) Desintegration of Bones, *ibidem* III 1933, pág. 264.

Quanto ao dissolvente optamos, depois de algumas experiências preliminares, pelo ácido cítrico a 2%, aconselhado por PAUL WAGNER para distinguir entre a farinha de Thomas e fosfato cru. Não cabe repisar aqui o problema tantas vezes debatido da propriedade da solução de ácido cítrico ou da de outro dissolvente qualquer. No nosso caso tratava-se de escolher um dissolvente que, diversamente do ácido sulfúrico — que na determinação do fósforo total acaba por dissolver tudo — permitisse, com um arranjo experimental dado, observações de diferenças na dissolução. Assim sendo, respeitamos também o tempo de meia hora de agitação, conforme é indicado para a análise das Escórias de Thomas. Ainda que não se trate de uma relação funcional rigorosa, é um fato reconhecido pela prática que tais soluções de ácidos orgânicos fracos guardam uma correlação relativamente estreita com a capacidade dissolvente das raízes e do solo. Assim sucede que na África do Sul a farinha de ossos é negociada pela sua solubilidade em ácido cítrico, o que quer dizer que lá se conhece uma avaliação da unidade de ácido fosfórico segundo a solubilidade em ácido cítrico (6).

As nossas experiências preliminares revelaram desde logo que, especialmente no caso de farinha de ossos crus, nos encontramos diante de condições de solubilidade de todo peculiares. Em vista disso resolvemos mandar fabricar, em moinhos industriais e em quantidades de várias toneladas, farinhas de matérias primas definidas, para que pudéssemos reconhecer melhor as diferenças características; outrossim examinamos duas farinhas comerciais, ficando ao todo à nossa disposição o seguinte material:

Farinha N.º 1 (farinha de ossos alvejados), fabricada com as aparas dos ossos alvejados da fabricação de botões; essas aparas (fichas) contêm exclusivamente substância óssea pura, sem quaisquer resíduos como cartilagens, chifre, etc..

---

6) Taylor, Valuation of Fertilizers, Farming in South Africa 1939, pág. 290.

Farinha N.º 2 (farinha de ossos crus), fabricada de ossos crus comuns (ossos de rua), que tinham ficado depositados por tempo prolongado em lugar sêco. Também esta farinha pode ser considerada como sendo relativamente pura, uma vez que continha apenas quantidades reduzidas de impurezas, partículas de cartilagem, etc..

Farinha N.º 3 (farinha de ossos calcinados). Para a sua fabricação moeram-se ossos calcinados.

Farinha N.º 4 (farinha de ossos 24/26). Tratava-se de uma farinha do comércio, chamada de "farinha de ossos autoclavados".

Farinha N.º 5 (farinha de ossos 29/31). Tratava-se igualmente de uma farinha comprada no mercado e chamada de "farinha de ossos degelatinados".

A análise das farinhas abrangeu os seguintes pontos:

- a) Determinação das frações de granulação;
- b) Determinação do fósforo total;
- c) Determinação do fósforo solúvel em ácido cítrico a 2%;
- d) Determinação do azoto total.

Para a determinação das frações de granulação foi usado o jôgo de peneiras acima mencionado; a designação das diferentes frações foi feita de acôrdo com o diâmetro das malhas da peneira sôbre a qual ficavam retidas. Tudo o que passava da peneira de 60 microns foi reunido numa fração de "menos que 60". A fração 490 continha tôdas as granulações até 1,2 mm; as farinhas por nós fabricadas não continham fragmentos maiores e, das farinhas comerciais, eliminamos, para a determinação das condições de solubillidade, a fração que ultrapassava êsse tamanho. A determinação do fósforo e do azoto foi feita de conformidade com os métodos comumente usados no comércio de adubos.

Os resultados foram os seguintes:

## FARINHA N.º 1

Abertura micron	o/o P2 C5 total	P2 C5 sol. em ác. cítrico a 2 o/o		o/o N TOTAL
		o/o 3	ojo relativa ao total 4	
1	2	3	4	5
490	26,69	8,55	32,04	3,98
385	26,48	9,79	37,65	3,94
300	26,45	12,16	47,22	3,94
200	26,65	17,56	65,89	3,95
120	26,07	24,00	92,06	3,88
88	25,98	25,48	98,08	3,87
60	26,33	25,85	98,18	3,78
60	26,15	25,65	98,09	3,75
Far. int.	26,57	15,68	59,01	3,88

## FARINHA N.º 2

Abertura micron	o/o P2 C5 total	P2 C5 sol. em ác. cítrico a 2 o/o		o/o N TOTAL
		o/o 3	ojo relativa ao total 4	
1	2	3	4	5
490	24,46	11,44	47,16	3,76
385	25,33	13,45	53,10	3,88
300	25,26	16,39	64,89	3,63
200	24,84	18,60	74,88	3,15
120	24,70	21,10	85,43	2,86
88	25,11	23,04	91,76	2,59
60	25,20	23,04	91,43	2,14
60	25,01	23,04	92,12	1,95
Far. int.	24,83	18,10	72,90	3,40

## FARINHA N.º 3

Abertura micron	o/o P2 C5 total	P2 C5 sol. em ác. cítrico a 2 o/o		o/o N TOTAL
		o/o 3	ojo relativa ao total 4	
1	2	3	4	5
490	38,20	12,00	31,40	
385	38,44	12,73	33,12	
300	38,85	13,09	33,69	
200	39,22	13,27	33,83	
120	37,08	13,29	35,84	
88	38,43	13,56	35,29	
60	38,30	14,42	37,65	
60	36,97	14,38	36,57	
Far. int.	38,85	13,96	36,27	

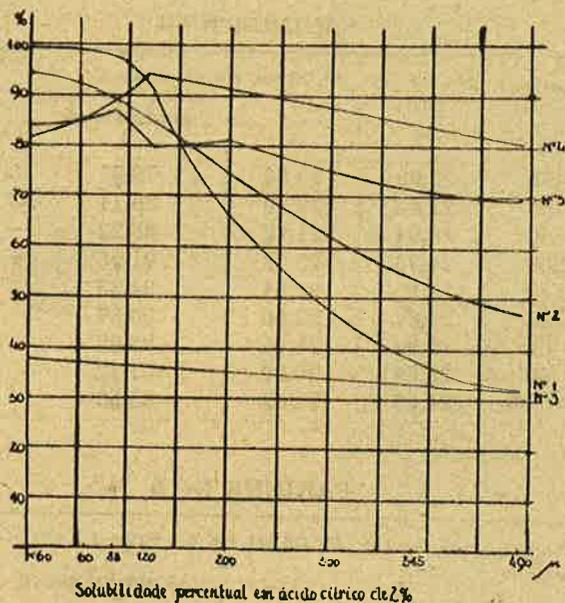
FARINHA N.º 4

Abertura micron	o/o P2 O5 total	P2 O5 sol. em ác. cítrico a 2 o/o		o/o TOTAL
		o/o	ojo relativa ao total	
1	2	3	4	5
490	23,69	18,86	79,61	2,47
385	23,45	20,20	86,14	2,54
300	23,94	21,12	88,22	2,35
200	24,70	22,62	91,58	2,24
120	24,32	22,94	94,33	1,89
88	24,87	22,60	90,87	1,78
60	25,04	21,44	85,62	1,65
60	25,64	20,80	81,12	1,32
Far. int.	24,43	21,62	88,50	3,98

FARINHA N.º 5

Abertura micron	o/o P2 O5 total	P2 O5 sol. em ác. cítrico a 2 o/o		o/o TOTAL
		o/o	ojo relativa ao total	
1	2	3	4	5
490	32,35	22,64	69,99	1,05
385	32,12	23,06	71,79	1,02
300	32,86	24,52	74,62	0,97
200	33,10	26,62	80,42	0,85
120	32,03	24,50	79,49	0,78
88	27,50	23,66	86,86	0,76
60	26,88	23,02	85,64	0,79
60	29,20	24,46	83,97	0,88
Far. int.	30,28	24,20	79,15	0,81

O gráfico seguinte, da solubilidade percentual, nos mostra em forma sintética qual a porção de fósforo solúvel em ácido cítrico a 2%:



Dos resultados acima apresentados podemos deduzir os seguintes fatos com relação ao fósforo:

1.º — Para as farinhas de ossos tratados em autoclave, a solubilidade é em média consideravelmente maior do que para as farinhas de ossos crus, o que é confirmado na prática pela procura muito maior das farinhas de ossos autoclavados e degelatinados.

2.º — A solubilidade da farinha de ossos calcinados é a menor de tôdas, mesmo nas granulações mais finas, fato êsse já observado também por CORRÊA DE MELLO (7).

3.º — A solubilidade das farinhas de ossos crus aumenta fortemente com a finura, mais ou menos a partir de 0,3 mm, e alcança com cêrca de 0,15 mm a solubilidade das farinhas de ossos autoclavados e degelatinados da mesma finura.

A diminuição da solubilidade em ácido cítrico, das duas farinhas comerciais nas frações de moagem superiores, que em

7) Loc. cit. pág. 18.

si não é facilmente explicável, talvez tenha sua causa num acúmulo de partículas sobreaquecidas nessas frações. Essas mesmas porções apresentam, além disso, um teor mais baixo em fósforo total, devido talvez à presença de pó e impurezas. Se esse pó tiver sido um pouco alcalino (cal), estaria explicada também uma certa diminuição da solubilidade em ácido cítrico. O fato de ter revelado a farinha de ossos autoclavados solubilidade em ácido cítrico mais elevada que a farinha de gelatinada, e, se atentarmos para o comportamento da farinha calcinada, talvez possa ser tomado como regra que a solubilidade em ácido cítrico é tanto mais baixa, quanto maior tiver sido a temperatura a que os ossos foram submetidos; em todo o caso, trata-se de um ponto que ainda precisa ser estudado mais detidamente.

### III

Do exposto conclue-se que, embora a determinação do fósforo total sempre oriente sobre a quantidade do fósforo disponível às plantas no transcurso de vários anos, o conhecimento da solubilidade em ácido cítrico constitui um meio muito útil para se avaliar a provável rapidez com que pode ser aproveitada uma farinha de ossos usada na adubação; entre diversas farinhas, dar-se-á em regra a preferência àquela que possuir a maior solubilidade em ácido cítrico. O desejo de maior finura, manifestado pelo lavrador como fruto da sua experiência, outra coisa não é senão o desejo de maior solubilidade em ácido cítrico, e, as nossas investigações confirmaram que ambas as qualidades estão ligadas entre si correlativamente. Resulta, finalmente, que esse desejo de maior finura de moagem é especialmente justificado em se tratando de farinhas de ossos crus.

A solubilidade em ácido cítrico, e a finura de moagem a ela ligada funcionalmente, representam, pois, sem dúvida, fatores importantes para a fixação do valor de uma farinha de ossos. Aliás, esses fatores não são os únicos, sendo preciso considerar que as farinhas de ossos crus sofrem no solo uma decomposição

da substância gelatinosa, e que o seu resíduo não é outra coisa que uma espécie de "farinha de ossos degelatinados". Realmente, os conselhos dados por vezes a lavradores, em revistas de agricultura, no sentido de tratarem as farinhas de ossos crus com substâncias alcalinas (soda cáustica, etc.), baseiam-se simplesmente no fato de ser decomposta e eliminada, desta forma, a substância gelatinosa, com a subsequente obtenção de uma farinha degelatinada de maior solubilidade em ácido cítrico e maior rapidez de ação.

Todavia, resta saber ainda se a decomposição da substância gelatinosa não se processa, no próprio solo, com rapidez suficiente para deixar entrar em ação, a tempo e ainda dentro do ciclo vegetativo, a maior solubilidade em ácido cítrico que provavelmente então se estabelece. E' nosso propósito estudar esse problema ainda mais de perto.