

Revista de Agricultura

DIRECTORES

Prof. N. Alhonassof

Prof. Octavio Domingues

Prof. S. T. Piza Junior

Prof. Carlos T. Mendes

Prof. Ph. W. C. Vasconcellos

Publicação bi - mensal de ensinamento teorico e pratico

Vol. 16

Julho - Agosto de 1941

N. 7 - 8

ADUBOS ORGANICOS E MINERAIS

JOSÉ DE MELLO MORAES

Prof. Cath. de Química Agrícola da
Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz»

**Palestra realizada na Sociedade
Rural Brasileira, em 14 de
Julho de 1940.**

O sólo, si cultivado continuamente, não tarda em mostrar que não é mais capaz de dar colheitas abundantes, como dava outróra. A fertilidade natural, que possuia, entra a esvanecer-se e diz-se, em linguagem adequadamente pitoresca, que êle está cançado.

Que é porém, que lhe aconteceu?

Sucedeu que êle foi ficando, com o decorrer dos anos, desfalcado de determinados elementos, que continha e que são indispensáveis ao desenvolvimento normal das plantas, que nele eram cultivadas. E para persistir em cultivá-lo com êxito é necessário reavivar a fertilidade em declínio, resti-

tuindo ao sólo em questão o que dele se retirou ou abandoná-lo em demanda de outro ainda não exaurido por colheitas reiteradas. Não se pode fugir a êsse dilema.

A verdade, contudo, é que nem sempre é possível recorrer-se a sólos, que não tenham sido cultivados. É que não se encontram amiude largas extensões de terras não exploradas. A França, a Itália, a Alemanha, o Japão, etc., não as teem. O Brasil, si é nababo nesse particular, sabe como é difícil utilisá-las vantajosamente, em consequência da deficiência de transportes, à medida que elas se distanciam dos mercados consumidores de produtos agrícolas. São Paulo conhece isso muito bem. Portanto, o que se impõe, sem sombras de subterfugio, é restaurar a esvaecente fertilidade dos sólos, incorporando-lhes os elementos, que aí começaram a escassear, ou escasseiam, de fato.

Quais são êsses elementos?

São o fosforo, o azoto, o potássio, bem como o cálcio e os designados hoje em dia por elementos menores, cataliticos ou em traços e que são o boro, o manganês, o cobre, o cobalto, etc.

E felizmente, êsses elementos são encontrados com facilidade, à venda aqui e acolá, como fertilizantes minerais. É que a indústria, que se encarrega de prepará-los em forma de adubos, e em condições apropriadas para serem colocados nos sólos, cresce e se aperfeiçoa dia a dia, vigorosamente. Só a de superfosfato, que em 1900 produzia 4.779.468 toneladas, passou a produzir 16.815.282, no ano de 1937. A produção de fertilizantes azotados, na Alemanha apenas, e que, em 1913-1914, era de 185.000 toneladas, expressa em nitrogenio elementar, atingiu em 1937-1938 a 632.000, mais do triplo do que anteriormente.

Seja visto, porém, como é que êsses elementos se acham nos aludidos fertilizantes minerais, particularmente o que se refira a cada um deles isoladamente. E comece-se pelo

F O S F O R O

O fosforo é restituído aos sólos, que dele carecem, em forma de fosfatos mais ou menos soluveis. O consumo de fertilizantes fosfatados, no mundo, foi em 1936, de 22.855.000 toneladas. E há dois anos, no Congresso de Adubos realizado em Roma, A. N. Gray, representante ali da Inglaterra, asseverava que êsse consumo tendia a aumentar, uma vez que a América do Sul e a África se iniciavam, por assim dizer, no uso de fertilizantes minerais.

Mas êsse total de quasi 23 milhões de toneladas é constituído por diversos fosfatos, que o integram assim:

	TONELADAS
Superfosfatos	15.700.000
Escoria de Thomas	5.000.000
Fosfatos minerais pulverizados e os concentrados	1.305.000
Guanos, farinha de óssos e orgânicos	600.000
Fosfatos diversamente tratados	250.000
	22.855.000

E por aí se vê que, entre os fertilizantes fosfatados, é o superfosfato o mais consumido. Êle é um fosfato monocalcico, soluvel em água e acompanhado de sulfato de cálcio, em virtude de ser fabricado fazendo-se reagir acido sulfurico sôbre fosfato tricalcico, na relação molecular de dois para um.

A seguir, figura a escoria de Thomas, que é um sub-produto da metalurgia do ferro. O fosforo aí se acha em forma de silico-fosfato de cálcio, soluvel em acido cítrico. Ao depois, aparecem os fosfatos naturais, concentrados ou não, mas sempre pulverizados finamente, bem como o guano e as farinhas de óssos, onde o fosforo está como fosfato tricálcico, soluvel em acidos minerais. E por fim, sob a denominação de fosfatos diversamente tratados, englobam-se os Rhenania, Kotka e os precipitados, que contêm acido fosfórico também soluvel em acido cítrico ou citrato de amonio. O fosfato típo Rhenania

é obtido por aquecimento, a temperatura muito elevada, de fosfatos naturais com fonolito e posterior pulverização da massa, que é assim conseguida. Os fosfatos precipitados são fabricados de fosfatos naturais ou óssos, dissolvidos em acido clorídrico e precipitados, em seguida, com hidrato de cálcio, na presença de fenólfetaleina.

O valor comercial dos fertilizantes fosfatados é regulado pelo teor em acido fosfórico, calculado como anhidrido (P2O5), soluvel em água para o superfosfato, em acido sulfurico para os fosfatos minerais e farinha de óssos, e em acido citrico ou citrato de amonio a 2% para os demais. Convem outrosim frizar que para os fosfatos minerais e farinha de óssos é de precípua importância o gráu de pulverização. Quanto mais pulverizados, melhores serão êles e mais elevado será o seu preço no comércio.

Por outro lado, e para a preparação dêsses fertilizantes, tem-se que se valer, excepto no pertinente à farinha de óssos e escorias, das jazidas de fosfatos, que são exploradas com êsse fim, em larga escala. A exploração dêsses fosfatos, chamados fosfatos de rocha genericamente, tem tomado vulto digno de ser referido em destaque. É que, há pouco menos de cem anos, em 1847, a produção de fosfatos era sómente de 500 toneladas e, agora, em 1937, ela chegou a 12.749.097, assim distribuidas:

Europa	2.415.900
África	4.197.500
América	4.429.691
Asia	155.415
Zona do Pacífico e Índico	1.550.591
TOTAL	12.749.097

É bom esclarecer que as 4.429.691 toneladas de fosfatos de rocha, que estão registadas como produzidas na América, têm por origem: Estados Unidos, 4.327.800, Curaçao, 101.800 e Canadá, 91. O Brasil não figura aí, infelizmente. Si figurasse, teria mais um produto de exportação, que é reputado,

a 26 shillings e 1 d. por tonelada, si o fosfato contiver 60 % de tricálcico, e a 30 shs. e 3 d, si o fôr de 66%. Ademais, contaria com matéria prima para a obtenção de fertilizantes fosfatados de que São Paulo e Rio Grande do Sul, já tanto precisam, pois consumiram em 1937, respectivamente, 52.000 e 18.000 toneladas de adubos, das 74 mil que foram negociadas ou importadas, no Brasil.

Comtudo, êsse estado de coisas já está em vias de ser relegado ao desaparecimento. É que se cuida a sério do aproveitamento dos fosfatos naturais do Ipanema e, mais cedo ou mais tarde, há de se explorar Camisão, na Baía e outras jazidas semelhantes, que atualmente se conhecem ou venham a ser conhecidas no país. O Ipanema é e será a clareira luminosa, que se abre nessa rota.

O IPANEMA

Si a indústria dos fertilizantes fosfatados existisse por estas plagas, não seria mistér citar o Ipanema como fonte de matéria prima indispensável para ela. Os fosfatos dali seriam disputados, quando postos à venda, pelos que a ela se dedicassem. Como, porém, ela não existe ainda, e em se tratando de algo de novo no meio brasileiro, não haverá mal que sejam trazidos à baila detalhes relativos ao Ipanema.

Como é sobejamente sabido, foi Orville Derby, na época em que São Paulo era ainda provincia, quem chamava a atenção para a importância dos fosfatos dali. Êle os reputava como de alto interêsse para o preparo de adubos destinados à agricultura (1).

Ao depois, tudo caíu em esquecimento. E só o Govêrno de Júlio Prestes, com denodado esforço de Fernando Costa, então Secretário da Agricultura, em São Paulo, é que o Ipanema começou a ser estudado convenientemente com o valeroso concurso de Guilherme Florence, Escola "Luiz de Queiroz", Instituto Agrônômico de Campinas, e finalmente com Theodoro Knecht (2) e outros. E graças a isso, e à admirável compreensão de quem tudo superintendia com pleno e lúcido

conhecimento da causa, de Fernando Costa, ficou, de vez assentado, que, após prévia prospecção de cálculo das reservas, os fosfatos do Ipanema, para seu aproveitamento, fossem depois de devidamente concentrados, convertidos em:

- a) pó finissimo, mormente os que estivessem em fâse de decomposição natural, para aplicação em casos especiais;
- b) superfosfato, si o preço do ácido sulfurico indispensavel para isso assim o permitisse ou ainda fosfato precipitado, si houvesse ácido clorídrico em condições propicias a êsse fim e, por último.
- c) fosfatos solúveis em ácido cítrico ou citrato de amonio, se previamente fundidos com outros minerais.

É indiscutivel o acerto disso. Não ha técnico de renome que seja capaz de discordar, honestamente, do modo pelo qual foi assentada a exploração das jazidas de fosfatos do Ipanema. E como prova da afirmativa, relembre-se que, em Outubro de 1938, no Congresso Internacional de Adubos Químicos, em Roma, foi a tése focalizadora dêsse assunto aprovada por unanimidade de votos, por Neubauer, Gray, Bertrand, Pralongo e outros luminares de questões de adubos e adubações (3).

Todavia, forçoso é confessar que Ipanema entrou nas sombras do eclipse que sobrestou o prosseguimento do que ali se realizava. Resurge novamente e está prestes a ser o fornecedor da matéria prima, que será empregada na preparação de fertilizantes fosfatados solúveis em ácido cítrico, dos tipos mais reputados no comércio internacional. Mercê disso, o Brasil disporá de fosfatos para o florescimento crescente de sua agricultura, porque não resta dúvida de que Ipanema ha de marcar o início da criação de nova indústria no país: a indústria dos fertilizantes fosfatados.

O AZOTO OU NITROGENIO

O azoto, em forma de fertilizante mineral e de que se serve a agricultura tem uma história, que faz jús a que seja contada, embora em rapidíssimo escorço. É que êle era fornecido ao comércio mundial, em quantidades ponderáveis, exclusivamente pelo Chile, que dispunha, como dispõe, de depósitos naturais dêsse nitrato de sodio, em uma faixa de terra da cordilheira dos Andes, na parte inclinada para o Pacífico e onde não chove. Ora, depois de 1860, isto é, depois de Bous-singault ter demonstrado que as plantas não leguminosas requeriam para medrar azoto em forma nitrica, o salitre do Chile foi usado com êxito notável, na restauração da fertilidade dos sólos, na Europa e o seu consumo crescia tão rapidamente que surgiu o temor do esgotamento das jazidas chilenas. Sem adubação azotada, não haveria colheitas e sem colheitas abundantes reinaria a fome, no mundo. Consequentemente, como pondera Ciro Ravena, "il sorgere di una lotta per l'approvvigionamento dei fertilizzanti azotati; quella lotta che fu definitiva uno dei drammi della razza umana" (4). Ela, porém, foi brilhantemente vencida. Já em 1902, a Itália lograva preparar a calciocianamida, ligando ao carbureto de cálcio, o azoto atmosferico em condições de ser utilizado nos campos em culturas e, em 1905, a Noruega se lançava na obtenção dos nitratos sinteticos, a partir do ar atmosferico pelo método de Birkeland-Eyde. Logo após, em 1911, a Alemanha punha em prática o processo de Haber, executando a síntese do amoniac, com o concurso do nitrogenio do ar e do hidrogenio da água.

Era a vitória retumbante da inteligência humana, alicerçada pela ciência e adestrada tecnicamente, sobrepujando a negra adversidade, que se antolhava para a sobrevivencia do homem na superfície da terra.

E em consequência disso, a produção de azoto que foi utilizada em agricultura ou em indústrias diversas, principalmente a bélica, elevou-se a 2.400.000 toneladas, em 1936. Em porcentagem, essa produção se apresenta assim:

É dêsses depósitos naturais que saem para o comércio internacional de adubos os sais de potássio, que são denominados por silvino, carnalito, cainito, shoenito, singenito, polialito, bem como os que o são préviamente concentrados: cloreto e sulfato de potássio. Há também as cinzas dos vegetais, em quantidades reduzidas, salvo a exceção proveniente da queima do café, aliás de existencia que há de ser transitória.

Os países, portanto, que não contam com jazidas dêsse naipe, sujeitam-se à importação dos fertilizantes potássicos para cultivar intensivamente suas terras.

A Itália, por exemplo, importou em 1937, 42.272 toneladas de adubos potássicos, no valor de mais de 25 milhões de liras, posto que esteja longe de aplicá-lo na quantidade em que o deve (5).

É por isso que ela tenta libertar-se dessa importação, encarando o aproveitamento da água do mar ou da leucite, que possui em larga escala. Embora a água do mar só encerre, por litro, apenas 0,8 gramas de cloreto de potássio, 3,5 de cloreto de magnésio e 2,3 a 2,8 de sulfato de magnésio, ao lado de 26 a 30 gramas de cloreto de sódio (sal de cozinha), etc. Niccoli logrou obter dali a "mellahite", donde se chega a um sal potássico idêntico ao shoenito de Stassfurt, isto é, a um sulfato de potássio e de magnésio, com seis moléculas de água de cristalização. Já existe, na Itália, a "Societá Italiana Potássio Marino", com a intenção de pô-lo em execução para a produção inicial de 27.000 toneladas de sais de potássio. Além disso, e ainda na Itália, cuida-se da transformação da leucite em cloreto de potássio, empregando para êsse objetivo ácido clorídrico e acredita-se que venham a ser assim obtidas 42.000 toneladas de óxido de potássio, não só para agricultura como para outras indústrias.

No Brasil, todavia, não se trata disso. Em 1929, Fernando Costa ordenou que se realizassem pesquisas de rochas potássicas, em São Paulo, não se tendo prosseguido nessa tarefa. E as afamadas terras roxas se empobrecem em potássio, passando de 252 Kv para 42, durante 22 anos (6). É evidente, por conseguinte, que mais dia menos dia o país ficará em situação analoga à da Itália, obrigada a libertar-se da im-

portação de fertilizantes potássicos, a qual tenderá a crescer vertiginosamente.

O CÁLCIO

Na literatura européia relativa à questão, figura o cálcio como fertilizante direto ou corretivo. É que êle é usado sobretudo para melhorar os sólos, em suas propriedades físicas, bem assim para atenuar os efeitos da acidês nociva às plantas cultivadas. Raramente, é empregado como fertilizante direto. E o cálcio para isso é produzido aqui e acolá, quer como carbonato de cálcio ou pedra calcárea finamente pulverizada, dolomite, quer como margas argilosas ou silicosas, hidrato ou óxido.

Outrora, a calagem era levada a efeito, a esmo, utilizando-se doses as mais variadas, ao sabor, às vezes, de simples tradição de família, principalmente na França e na Belgica. Após os estudos de Daikuhara, pondo em relevo a influência da acidês mesmo em sólos não húmosos, a calagem passou a ser executada, com bases na acidês de dupla troca e agora se serve para isso do índice pH e da curva de saturação em alcalis. A sua execução, portanto, não oferece dificuldade.

No Brasil, no entanto, pouco se cogita da calagem, não sendo ela praticada correntemente. Só na baixada fluminense, na zona ora em colonização pelo Ministério da Agricultura, é que se vem fazendo a calagem, sob a orientação técnica do Instituto de Química, do C. N. E. P. A., com auspiciosos resultados. Em São Paulo, póde-se afirmar que não se cuida do emprego de calcáreo, nas terras exploradas agricolamente. É necessário, porém, assinalar que essas terras, as roxas, perderam, em 22 anos, cálcio em porção avantajada, pois caíram de 2.245 a 448 Kv (7).

Ora, tendo em consideração que o cálcio é imprescindível ao desenvolvimento dos vegetais, é logico que a calagem terá que ser realizada, em São Paulo, cuidadosamente. É que o cálcio retirado pelas colheitas do sólo, não reaparecerá aí, vindo do céu, por descuido. Ademais, não é temerário supor-se

que a prática de calagem terá influência favorável ao combate à erosão. É que o cálcio atua como floculante eficiente dos coloides e é muito conhecido que as regiões calcáreas apresentam rios com águas claríssimas, porque elas não arrastam partículas dos solos por onde transitam.

OS ELEMENTOS MENORES OU EM TRAÇOS

As adubações até bem pouco tempo eram efetuadas, levando para os campos, além de matéria orgânica, fertilizantes minerais, que contivessem, como já foi explanado, fosforo, nitrogenio, potássio e cálcio, em diversas combinações. Outros elementos, também necessários à alimentação dos vegetais, magnésio, enxofre, etc., não eram considerados na aplicação de adubos. Nem o ferro, posto que desempenhe saliente função de catalizador na formação da clorófila. É que os solos os possuem suficientemente ou os fertilizantes os encerram, como acontece com o enxofre, no superfosfato e com o magnésio, nos calcáreos dolomíticos.

Os conhecimentos de fisiologia vegetal, por seu turno, eram de molde a afirmar que bastavam êsses elementos para que as plantas medrassem ótimamente nos solos cultivados, uma vez que haja neles água e que o carbono é retirado por elas, na forma de anidrido carbonico, do ar atmosferico. E havia aí um êrro.

Com o uso de compostos de fosfatos, nitratos e sais de potássio, magnésio, quimicamente puros, trabalhando com soluções nutritivas, em meio líquido ou conjugadas com areia inerte de quartzo, verificou-se, bem às claras, que o desenvolvimento sadio e normal das plantas exige também o concurso de boro, zinco, cobre, manganês, etc., embora em quantidades mínimas ou traços. Constatou-se que determinadas perturbações fisiológicas, cujas causas eram ignoradas, originavam-se da carência ou falta dêsses elementos nos solos. A cana de açúcar se desenvolve anormalmente, na ausencia do boro. O tungue, com deficiência de zinco, surge atacado do "Bronzing". A falta de manganês conduz a adoecer o

fumo e a carência de cobre faz o mesmo com os citrus. O tomateiro e o algodoeiro, que deixaram de crescer após duas semanas, retomam vigor, concluindo bem seu ciclo vegetativo si lhes fôr ministrado boro e coisa semelhante se observa com feijão (8, 9). E até nos animais se refletem os efeitos desses elementos. Si a forragem não contem cobalto, em traços, retirado dos campos, os carneiros adoecem e morrem, em massa, como se verificou na Nova Zelândia.

O que, porém, é bom lembrar é que os elementos menores são benéficos apenas em doses mínimas, em traços. Si forem adicionados aos sólos em quantidades crescentes, resulta que, ao se sobrepujar determinado limite, êles atuam desfavoravelmente como si fossem tóxicos.

Mencione-se ainda que nas análises de terras, feitas nos moldes rotineiros dos laboratórios, nem sequer êsses elementos são registrados, nem tão pouco, às vezes, revelados. Para determiná-los, em se tratando como se trata de traços, recorre-se a métodos especiais, mormente à análise espectral, si bem que com o boro, neste último caso, tenha-se que usar para isso chapas fotograficas ultra-sensibilizadas.

Surgiram tentativas, ultimamente, que visam incorporar os elementos menores aos fertilizantes minerais comuns, pois dest'arte evitar-se-ia que se viesse a preocupar-se com êles particularmente. Tudo, porém, não passa de tentativas até agora.

FERTILIZANTES SIMPLES OU EM MISTURAS E COMPLETOS

Porvia de regra, e até há bem pouco tempo, os fertilizantes minerais, póstos no comércio, eram o superfosfato, a escoria, o nitrato de sódio, o sulfato de amonio, o calnitro, cloreto ou sulfato de potássio, etc., isto é, adubos que contiham um elemento azoto, fosforo ou potássio, isoladamente. O agricultor os adquiria, empregando-os cada um de per si ou misturados, segundo as carências dos seus campos cultivados. Em São Paulo existe marcada incli-

nação para emprego de fosfatos exclusivamente, em virtude da sabida pobreza em fosforo das terras roxas longamente exploradas com cafesais. Não é habitual, contudo, que seja usado um elemento fertilizante, sózinho. O que se emprega é mistura contendo azoto, fosforo e potássio, em porcentagens variadas, porque é sempre conveniente que as plantas contem com a alimentação mineral completa. O azoto, por exemplo, si empregado unilateralmente, provoca enfraquecimento de resistência natural dos vegetais às doenças. O fosforo, em proporções muito avantajadas, pode ocasionar a diminuição das colheitas, apressando em demazia a maturação dos frutos. O potássio, si em abundância, corre o risco de não ser utilizado utilmente.

As misturas de adubos, porém, requerem para serem realizadas conhecimentos técnicos, embora rudimentares. É indispensável que se saiba não ser possível adicionar aos sais de amonio (sulfato, cloreto, fosfato, nitrato de amonio), escoria de Thomas ou fertilizantes que conttenham cálcio em forma de hidrato ou óxido. Ao contrario, perder-se-ia todo o azoto aí existente, em virtude da reação química, que assim se efetuaría, porquanto proporcionar-se-ia ensejo à formação de amoniaco, que se volatilizaria. Os adubos potássicos e o nitrato de cálcio, si êste não fôr granulado, anexados aos fosfatados muito pulverizados e sêcos, dão margem, por efeitos de higroscopicidade, a que as misturas se transformem, si permanecerem guardadas, em massas duras, compactas, impróprias, portanto, a ser distribuidas nos campos. Tais misturas teem de ser usadas imediatamente.

Por isso, e também por outras razões de origem técnica, preparam-se agora, industrialmente, adubos mistos ou completos. É assim que já é fornecido aos agricultores o amôfos, que é o fosfato de amonio, o nitrocal, o nitrato de potássio e os nitrofoskas. Êstes, os nitrofoskas, são fertilizantes completos e possuem azoto, fosforo e potássio, em diversas relações, como sejam 16,5 : 16,5 : 20 ou 15 : 15,5 : 19 e outras mais.

Em todos os adubos completos, a relação numerica exprime sempre o azoto, o fosforo e o potássio, respectivamente calculados em azoto elementar, anhidrido fosfórico e óxido de

potássio e na ordem aqui mencionada: os primeiros algarismos se referem ao nitroênio, os segundos ao fosforo e os últimos, ao potássio. Todavia, os fertilizantes para leguminosas diferem desse padrão. Êles são constituídos por fosforo e potássio, com exclusão do azoto e a sua relação numerica se resume apenas em dois grupos de algarismos.

Contudo, forçado é convir em que os adubos dêse jaez não são, às vezes, os mais econômicos. É que há inúmeros sólos, que não exigem adubação completa, dispensando, ou restringindo ao mínimo, o emprego dêste ou daquele elemento mineral. E na Belgica se verifica que, em consequência do ensino técnico-agrícola ser muito difundido, existe assinalada preferência pelos fertilizantes simples. Os agricultores belgas fazem as misturas dos adubos, de que necessitam para suas propriedades rurais, com conhecimento de causa (10).

ADUBOS ORGÂNICOS

O emprego de adubos orgânicos generalizára-se muito antes dos minerais. É que se supunha que as plantas se valessem da matéria orgânica dos sólos para sua alimentação, exclusivamente. As terras cultivadas, por sua vez, eram consideradas tanto mais férteis quanto mais humus possuissem. Valendo-se, porém, de observações esparsas e principalmente das próprias, Liebig teve o condão de patentear que os vegetais são indubitavelmente capazes de efetuar a síntese dos glucídios, proteínas e tudo mais de que se compõem, a partir de elementos minerais, sem o mínimo concurso de substâncias orgânicas. A teoria da alimentação orgânica foi assim desbancada pela da alimentação mineral das plantas.

O que ocorre no entanto é que a matéria orgânica si não é alimento indispensável para as plantas como erroneamente se pensava, é necessária e imprescindível nos sólos. A êstes é ela que confere certas propriedades que são insubstituiveis para que se mantenha a fertilidade das terras em cultivo e que não lhes podem ser conferidas pelos fertilizantes minerais. É por demais conhecido que a matéria orgânica imprime com-

pacidade aos terrenos arenosos, si aí é adicionada em forma de esterco de curral ou residuos de vegetais e animais bem como diminue essa mesma compacidade nas terras argilosas com vantagens para a exploração agrícola. É digna de apreço na regularização da água e fornece substrato adequado à vida microbiana nos sólos.

É por isso portanto que os agricultores devem preocupar-se em fornecer aos seus campos matéria orgânica sem solução de continuidade e com êsse fim poderão lançar mão dos chamados adubos verdes, do esterco de curral, tortas, lixo de cidades e outros que tais.

E ao que se afigura, não é necessário que se entre em detalhes, em São Paulo, a êsse respeito. É que neste Estado já se pratica a adubação orgânica. Usa-se para isso feijão de porco, a crotalaria, a mucuna, etc.. A mucuna, por exemplo, tem dado ótimo resultado em cafesais, si fôr comprimida com rolo, de quando em quando (11). Ela fornece bôa massa de matéria orgânica, contendo nitrogenio fixado do ar, pela Bacteria radicolica ou Rhizobium leguminosarum, e age sobretudo nos terrenos em declives como forte impecilho à erosão. Emprega-se também o esterco de curral, a serrapilheira e as tortas, estas últimas quasi sempre associadas aos fertilizantes minerais.

O que, no entanto, faz jús a ser posto em frisante destaque é o que se relaciona com a fixação de azoto nos sólos e com a existência dêsse elemento no humus. E é isto que será agora focalizado.

O AZOTO NOS SÓLOS E SUAS RELAÇÕES COM A MATÉRIA ORGÂNICA

Quando se trata de examinar o azoto nos solos, surgem questões muito interessantes. Em primeiro lugar, fica-se sabendo que há micro-organismos, como o Clostridium Pasteurianum, o Azotobacter Croococcum e outros, que contam com a faculdade de fixá-lo nos terrenos. São verdadeiros auxiliares dos que amamham a terra, pois êsses microorganismos cuidam de restituir aos sólos o azoto que é daí retirado pelas colheitas.

As leguminosas atuam semelhantemente, si viverem em simbiose com a Bacteria radicular.

Por outro lado, constata-se que com emprego de fertilizantes minerais, não é possível elevar-se o teor de azoto nos terrenos cultivados. Em parcelas experimentais, e com uso de adubos azotados minerais, desde 1853 até bem pouco tempo, não se conseguiu aumentar a porcentagem de azoto nas terras, em Rothamsted, na Inglaterra, embora se logre obter isso, dentro de certos limites, com o esterco de curral.

E o que é de véras curioso é que, empregando-se adubos orgânicos mais ricos ou não em azoto, o humus, que se forma nos solos, apresenta-se nos climas temperados, com carbono e azoto, em uma relação, que correntemente é de 12 (C/N). É que quando a proporção do carbono é maior, o excesso se desprende como anidrido carbonico e o nitrogenio permanece em forma completa de proteina. Si aí existir amoniaco ou nitrato, êles se convertem também em proteínas. Si a proporção, porém, de nitrogenio é maior, o excesso se converte em nitratos, que podem ser absorvidos pelas plantas ou perdidos de outra maneira pelo sólo. E seja qual fôr a composição inicial da matéria orgânica empregada como adubo, palhas, fôlhas, dejeções animais, o humus final oferece quasi a mesma composição e a razão (C/N (carbono para nitrogenio) é constante 10 a 12 (12). Nos solos tropicais, porém, essa relação parece sofrer alteração. Com o aumento da temperatura dos solos, ela cresce, chegando a 14,4 (13).

OS TRABALHOS DE DHAR

Em matéria de azoto nos solos, não podem ser esquecidos os trabalhos de Dhar, realizados na Índia. Afirma-se ali que, após várias colheitas de arroz ou cereais, não decresce sensivelmente o teor de nitrogenio nos terrenos em culturas. Dir-se-ia que êles são inesgotáveis, nesse elemento.

Fato idêntico se tem verificado em São Paulo, nas terras roxas, em contraposição às brancas. (14).

Ora, isso é de capital valor para a prática de adubação.

E si por aqui ninguem esclareceu êsse ponto, Dhar, na Índia, o fez, em bases experimentais, sob rigoroso contrôlo científico.

Êle prova que os sólos da Índia se enriquecem de azoto, sobretudo, em consequência da decomposição rápida da matéria orgânica, sob a ação do ar e da luz. Os restos das plantas, raízes, fôlhas, etc., prestam-se para êsse fim. Melaço aplicado em dose de 20 toneladas, com 60% de hidrato de carbono, por acre, leva a fixação de 493 libras de nitrogenio. Esterco de curral, usado como adubo nitrogenado, está em condições de fixar considerável quantidade de azoto nos sólos, si misturado íntimamente com êste e tudo fôr exposto ao ar e à luz.

E por conseguinte, acrescenta Dhar: "adubos verdes e os orgânicos, como melaço, fôlhas, celulose, tortas oleosas, esterco de curral, quando adicionados às terras cultivadas, não só as melhora em suas propriedades físicas gerais e, particularmente, na capacidade de retenção de água, como lhes conserva o nitrogenio, fixando-o do ar atmosferico. É por isso que os campos adubados com matéria orgânica contém mais nitrogenio que os adubados com os fertilizantes minerais. E é essa a principal função, ao que parece, dos adubos orgânicos". (15).

EM CONCLUSÃO

Examinando os resultados obtidos por Dhar, na Índia, inclina-se a admitir que fenômeno igual se há de verificar no Brasil. E si assim fôr, fica simplificado o emprego de adubos nas terras brasileiras. Empregar-se-á adubo orgânico, conjugado aos fosfatos e potássicos. Os nitrogenados só serão usados complementarmente.

De qualquer forma, porém, é preciso ter bem vivo na memoria: si quizermos conservar a fertilidade das nossas terras não deixando-as exauridas aos nossos descendentes, teremos de adubá-las. E com adubação conduzida com segura orientação técnica, obter-se-ão colheitas abundantes e remuneradoras.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Relatório de Dafert, Campinas.
- 2) Relatório de Fernando Costa, Secretaria da Agricultura, S. Paulo.
- 3) Tése ao Congresso de Roma, 1938 — J. de Mello Moraes.
- 4) *Chimica Pedologica* — C. Ravena, 1935.
- 5) Premier Congrès des Engrais Chimiques, Roma. Outubro — 1938.
- 6 e 7) Vageler — I. Agronômico — Campinas.
- 8 e 9) Shive e Barcellos Fagundes.
- 10) *La fertilisation avec les engrais composés* — Kunsman.
- 11) Comunicação verbal — Dr. Anesio Amaral.
- 12) *Condiciones del suelo* — Russel — 1934.
- 13 e 15) *Influence of Light on Nitrogen fixation* — Dhar — 1938.
- 14) *Refertilização dos Solos* — J. de Mello Moraes e Tufi Coury — 1936.