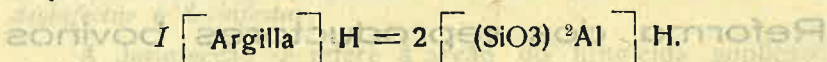


# A laterisação, a fertilidade e a adubação de solos tropicaes

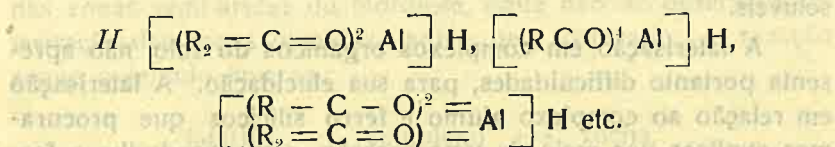
Prof. ANTONIO BARRETO  
Da Escola Nacional de Agronomia

O phenomeno da laterisação de solos tropicaes humidos observado por F. Buchanan no anno de 1807 não teve uma definição exacta, sob o ponto de vista chimico. Já nos referimos em artigos anteriores ao mesmo phenomeno, sem nos termos porem em maiores detalhes. Para evidenciar em reacções chimicas, demos a formula de um silico-alcoxico, ao complexo sorptivo :

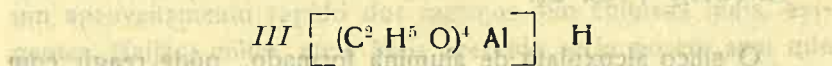


Meerwein e seus collaboradores, ha mais de uma desena de annos vem estudando as combinações de segunda ordem de aluminio, ferro, magnesio, calcio, etc., sob o ponto de vista da chimica organica pura. O mesmo pesquisador tem obtido os mais surprehendentes resultados quanto ao comportamento destes mesmos complexos, observando nos mesmos autoxidações, reduções e reacções oxido-reductoras, verificando igualmente a interacção entre os alumo-alcoxicos. (Journal für praktische Chemie (6-9) Nov. de 1936). Da reacção entre si dos alcoxicos resultam reacções de desmoronamento dos complexos, que se podem assemelhar á laterisação. Ainda mais, os complexos actualmente obtidos por Meerwein, não podem distanciar-se muito dos complexos humus que se formam no solo,

pois o mesmo obtem complexos de compostos oxigenados inclusive carbonilados (aldeidos, cetonas, etc.), radicaes estes, existentes em abundancia no humus. A formação do alcoxico organico no solo é perfeitamente possivel, pois não falta ao mesmo o hydroxido de aluminio, de ferro, etc.. São certamente muito variaveis em sua composição, mas, sob forma alcoxica os mesmos apresentam-se como acidos fortes, explicando-se a actuação do humus no solo, como tal. Podemos formular os diferentes complexos humus, nos seguintes schemas :

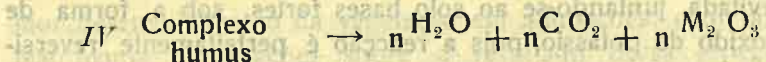


De accordo com a theoria de Werner (Vêde : Einführung in-die... Komplex — Verbindungen, de R. Weinland), podem ser elevados os radicaes organicos e mineraes, dando complexos polivalentes, mas para tornar mais intuitiva a exposição, preferimos conservar a formula alcoxica pura do

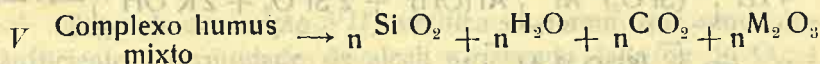


que se apresenta sob uma forma definida e já bem estudada. O mesmo motivo nos levou a formular o zeolito de formula bruta  $4 Si O_2 \cdot Al_2 O_3 \cdot H_2 O$  na formula I. (V. Endell e Hoffmann separatas).

A laterisação dá-se em complexos humosos pela simples destruição da materia organica, segundo a reacção :



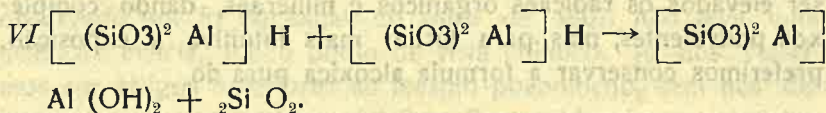
nos complexos mixtos, organo-silicicos :



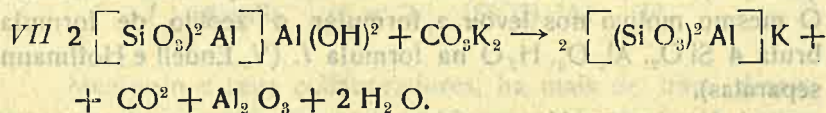
**N. B.** — Me é qualquer metal : Aluminio, ferro, etc., podendo no entanto ser expresso tambem em  $n \begin{array}{c} Me O_2 \\ n \\ Me O, \\ n \\ Me O_2 \end{array} \text{ etc.}$

Segundo ainda os trabalhos de Meerwein, os alcoxicos de ferro são particularmente auto-oxidaveis, explicando-se a destruição rapida do humus em solos tropicaes humidos e lateriticos e os complexos de humus com ferro, devem ser os que mais facilmente se destroem. Temos em mão segundo a theoria, um meio de evitar a destruição rapida do humus, adicionando hydrargillita ás estumeiras, de formas a obter de antemão o alumo-alcoxico, mais estavel em relação á autoxidação. O mesmo efeito deve apresentar o magnesio, sob a forma de saes soluveis.

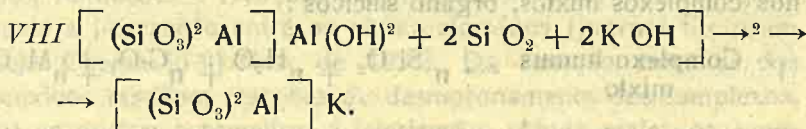
A laterisação em complexos organicos do solo não apresenta portanto difficuldades, para sua elucidação. A laterisação em relação ao complexo alumo e ferro silicicos que procuramos explicar por meio de uma reacção, empregando-lhe a formula I, de silico-alcoxico; apresenta-se como uma reacção de segunda ordem :



O silico alcoxolato de alumina formado, póde reagir com um sal neutro ou alcalino :



A laterisação na 1.<sup>a</sup> phase, segundo a reacção VI, pode ser evitada, juntando-se ao solo bases fortes, sob a forma de hydroxido de potassio, pois a reacção é perfeitamente reversivel, de accordo com a equação seguinte :



As bases podem facilmente regenerar os complexos, o que se depreheende igualmente da obtenção artificial dos zeolitos.

Evidencia-se igualmente a regeneração dos complexos em certos solos pelo elevado indice alcoxico e a acção puffer dos mesmos em relação as bases fortes. Conseguimos incorporar a muitos solos 200 cc. de K OH 1/10 normal, á 1000 grs. sem modificar sensivelmente o p. H. e nunca obtendo o p. H acima de 7. Este facto só pode estar ligado á formação de acidos fortes capazes de neutralisarem uma base forte, o que só é admissivel com a formação de complexos de accordo com a reacção VIII. A reacção referida, desenrola se naturalmente, nas zonas semi-aridas do Nordeste, onde não se observa a laterisação das zonas humidas, antes pelo contrario, a reacção segue o sentido inverso :

laterite → complexo → rocha.

Em relação á reacção VIII ainda podemos acrescentar que a queimada, tão usada pelo nosso caboclo e pelo mesmo preconizada, tem sua razão de ser : Os carbonatos alcalinos resultantes das cinzas, regeneram zeolitos na superficie do solo que temporariamente armazenam os saes nutritivos, permitindo um aproveitamento rapido dos mesmos, em culturas mais exigentes, (feijão, milho, etc). Mais acertado seria porem, sem que se manifestassem os inconvenientes da queimada, a adubação alcalina (Ca O, K (OH), CO<sub>3</sub> K<sub>2</sub> etc.

Em culturas procedidas em potes conseguimos observar que uma adubação procedida de accordo com a reacção VIII, manifestou-se favoravelmente no desenvolvimento vegetal. Adicionamos a 2 kilos de solo laterisado 50 e 100 cc. de KOH 1/10 N e em outros KCl, correspondente, observando-se melhor desenvolvimento da vegetação em adubações com alcalis. Não temos observações sobre o resultado dessa especie de adubação no campo, mas achamos sufficiente o que é observado das queimadas procedidas nas nossas roças, durante seculos.

Segundo a reacção VII, verifica-se porem que sendo insufficiente a quantidade de alcali e havendo falta de Si O<sub>2</sub>, a regeneração do zeolito é impossivel. A laterisação é pelo contrario, completada, entrando em sua ultima phase, formando-se hydrargillitas e limonitas. A quantidade de silica colloidal sendo

pequena, poderá no entanto ser aproveitada, numa adubação alcalina, pois tanto a alumina como a sílica, podem entrar em combinações solúveis, permitindo a formação de complexos em camadas mais profundas do solo, uma vez completada a proporção de 4 Si O<sub>2</sub> para Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>. Uma adubação alcalina de nossos solos, pelas condições de clima, não apresenta riscos, pois observamos em potes que o solo não apresenta, senão temporariamente uma dispersão de colóides, deixando o mesmo pouco permeável. Em compensação, o solo tem após a adubação alcalina, muito maior poder de retenção para a água.

A adubação de nossos solos ainda pôde ser feita com rochas básicas moídas, pois verificamos, conforme publicamos em artigos anteriores, que o feldspato moído eleva o valor de nossos solos com relativa rapidez. Em experiências por nós procedidas conseguimos elevar o valor S de 0,35 a 14. No quadro seguinte, relatamos outros dados de elevação do valor S. e que deverão ter para o solo tropical efeitos bastante benéficos, tornando a adubação por esse meio mais persistente, além de se obter um retardamento da laterização.

Será bem lógica a adubação com rochas moídas, ao lado da adubação química e orgânica. Os resultados serão por força melhores em virtude do aumento dos complexos sorptivos, não laterizados. (Consideramos o complexo laterizado quando as bases os acham substituídas por hydrargillita).

O emprego das rochas trituradas terá tanto maior efeito como adubo e correctivo de um solo, quanto mais finamente a mesma fôr moída. As nossas experiências foram feitas com feldspato moído na Cerâmica de Klabin & Irmãos, em pó muito fino.

A moagem de rochas não é muito dispendiosa, e boas minas de rochas básicas e feldspatos não faltam para esse fim, pois, não será necessária a exigência de producto de alta qualidade. Nas próprias Minas de feldspatos em que se faz a escolha dos blocos não ferruginosos, os resíduos poderiam ter tal aplicação, após moagem conveniente.

No Estado de São Paulo é bem conhecida pelo lavrador a fertilidade das terras em que afloram as rochas diabásicas, esta fertilidade será bem maior uma vez triturada a mesma rocha.

As diabases e os diuritos são facilmente decomponiveis e por isso acreditamos que as mesmas se prestam particularmente para esse fim.

Não é novidade o emprego de rochas moidas, na adubação de solos, muitos pedologistas fazem referencias ao emprego da mesma especie de adubação. Julgamos que entre nós é particularmente interessante este genero de adubação, pela dificuldade em encontrarmos e obtermos adubos baratos e por outro, a adubação com rocha moida é mais perenne e não é arrastada com facilidade pela lavagem.

Com o fim de constatar melhor a rapidez da decomposição das rochas em presença de solo laterisado, fizemos a seguinte experimentação. A 50 grs. de Feldspatho moido juntamos respectivamente amostras *II* 50 grs. de terra, amostra *III* 100 grs. de terra, amostra *IV* 150 grs. de terra, amostra *V* 200 grs. de terra.

O solo empregado foi o mesmo para todas as 4 amostras e apresentaram um indice alcoxico inicial de 285, e um valor S. de 0,35. Após 8 e 15 dias de ataque a temperatura normal, da terra sobre o feldspatho intimamente misturados e humedecida, constatamos os seguintes valores, nas amostras seccas ao ar :

	8 dias		15 dias	
	Valor S.	Indice alcox	Valor S.	Indice alcox
Amostra I — Feldspatho puro	3.2	1.2	3.6	1.0
„ II — „ + terra	5.2	98	6.0	98
„ III — „ + terra	6.0	122	6.5	120
„ IV — „ + terra	5.9	147	6.2	142
„ V — „ + terra	4.8	175	5.2	168

**N. B.** — Em um trabalho apresentado ao Congresso de chimica apresentamos alguns desses dados.

Todas as determinações acima, fizemos com azul de bromo tymol como indicador, de accordo com os processos que indicamos em artigo anterior :

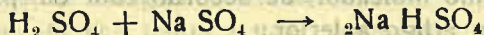
O indice alcoxico : agitando 10 grs. de amostra com 50 cc. de Na OH alcoolico a 90 % e 1/10 normal e titulando em parte

aliquota o Na OH não combinado com H Cl 1/10 normal. O valor S. : da mesma forma agitando 10 grs. da amostra com 50 cc. cc. de H Cl 1/10 normal alcoolico e titulando o H Cl 1/10 não combinado com Na OH 1/10 N em filtrado aliquoto. Do quadro acima verifica-se que mesmo a frio o ataque é consideravel do complexo não saturado sobre o feldspatho moido. As mesmas amostras verificadas após 25 dias, misturando-as diariamente e humedecendo-as, os valores S. sobem continuamente, porem não com a rapidez dos primeiros dias de ataque. Esta observação continuamos e acreditamos que deverá haver um ponto em que se estabelecerá um equilibrio chimico entre complexo solo, complexo formado do feldspatho e a rocha. O feldspatho por nós empregado contem cerca de 12 % em bases ( $K_2O$  e  $Na_2O$ ) sufficiente para elevar no total da amostra  $V$  a um valor de S de 120, isto no caso em que o complexo solo se conservasse activo e que apresentasse um indice alcoxico de 1000 pelo menos. Com um indice alcoxico de 285 o valor S. só poderá attingir 20 no maximo. Dahi se explica a rapidez do ataque inicial e o progressivo amortecimento do mesmo, a medida que o S. sobe de valor.

### A origem da fertilidade dos solos tropicaes

O estudo acima nos leva a conclusões altamente interessantes em relação a fertilidade de nossos solos e o valor  $(Al + h)$  tem grande valor para o julgamento de um solo como vamos expor :

Encarando-os como um só systema chimico, facilmente se comprehende a origem da fertilidade de determinados solos. Os complexos sorptivos dos differentes horisontes, reagem entre si, os não saturados, roubam aos saturados bases, em tendencia continua de um equilibrio, da mesma forma que na acção do acido sulfurico sobre o sulfato de sodio se tem :



Schematisando um corte de solo temos o resultado na pagina seguinte :

---



---

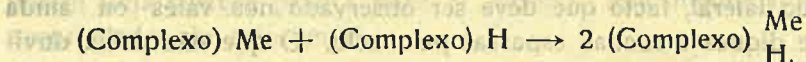
Horizonte I	---	Complexo não saturado	S = 0,5	---	Ind. alcoxico	= 280
Horizonte II	---	Complexo não saturado	S = 1	---	Ind. alcoxico	= 270
Horizonte III	---	Complexo não saturado	S = 2	---	Ind. alcoxico	= 260
Horizonte IV	---	Complexo não saturado	S = 3	---	Ind. alcoxico	= 250
Horizonte V	---	Complexo saturado	S = 20	---	Ind. alcoxico	= 50
Horizonte VI	de decomposição da rocha.					

---



---

Os valores de S. e os indices alcoxicos dados acima são arbitrarios, apenas representam o que realmente observamos em nossos solos em que o S. augmenta a medida que os horisontes se aproximam do horisonte de decomposição da rocha. A reacção das diferentes camadas de complexo vive em constante reacção que podemos pôr em evidencia na seguinte equação:



O *Me* que representa a base, fica dividido entre os dois complexos e sendo o solo um só systema chimico, esta reacção se processa em todos os sentidos, em constante tendencia para a formação do equilibrio chimico. Explica-se desta forma a fertilidade de solo, apesar de apresentarem valores S. baixos. Ha uma verdadeira migração por via chimica de bases permutaveis ás camadas dessaturadas pela lavagem e vegetação. Desta forma, como se deprehe de do schema dado, o horisonte n.º *I* é constantemente suprido de bases pelo horisonte *II*, e este pelo horisonte *III* e assim successivamente até o horisonte de decomposição *VI*, a fonte de saes.

Por sua vez os complexos do horisonte *VI* vão sendo dessaturados e por conseguinte activados de formas a actuarem constantemente sobre a rocha. As verificações por nós feitas, encontramos em cortes profundos n'um augmento gradativo de valores S. que iam de 0,6 a S. 5 e 6. Não conseguimos cortes mais característicos pela grande profundidade que atingiam



as camadas. Mas em uma mina de Caolin, encontramos nas partes superiores S. de 0,5 e 1, com um indice alcoxico igual 185 e 235, enquanto que a 20 metros de profundidade encontramos indices alcoxicos de 10-18, com valores S. que variavam de 5-8.

Entre nós ha necessidade de investigação em grande profundidade dos solos, as determinações 1, 5 e 2 Ms. está longe de fornecer dados aproximados do indice de fertilidade. Queremos crêr que a determinação do valor T tem mais valor que a determinação do valor S., pelo menos para se conhecer da capacidade do mesmo em receber as bases de grande profundidade. Os valores T e alcoxico elevados já indica grande desequilibrio entre os horisontes e portanto maior capacidade de supprimento de bases e maior rapidez na migração das bases dos horizontes profundas aos horizontes superficiaes.

O supprimento de bases pelo restabelecimento do equilibrio chimico ou tendencia de restabelecimento, ainda poder-se ha dar em virtude da migração chimica das bases em sentido lateral, facto que deve ser observado nos vales ou ainda de diques e rochas esparsas pelo solo, O que não deixa duvidas é que semelhante migração se verifica, pois o solo pode ter qualquer profundidade, mas sempre deverá ser encarado como um só systema chimico. A propria adubação com saes soluveis não poderá dar resultados quando mal applicada, pois, estes migrarão rapidamente, independente da infiltração por meio d'agua, isto naturalmente só se applica aos solos com os valores de S baixos e indices alcoxicos elevados.

A observação desta migração pode-se ainda verificar em vidro, sobrepondo se diferentes solos em um tubo de vidro da seguinte forma :

- a) constituída de solo com um valor S abaixo de 1 ;
- a camada b) com um S de 1.5-2 ;
- c) com um S de 3-3.5 ;
- a camadada d) de feldspatho moido misturado com solo. Deve-se conservar as diferentes camadas bem distinctas, o que se consegue empregando terras differentemente coloridas. Em

seguida humedece-se todo o conteúdo do vaso e fecha-se. Com o fim de apressar a reacção de decomposição do feldspatho, pode-se levar o vaso a uma estufa e aquecel-o a 80-90°C. No fim de poucos dias, nota-se uma modificação dos valores S.S nas camadas superiores. Junto a esta verificação, nota-se que a agua deste solo obtida por expressão, não apresenta nenhuma alcalinidade ou concentração salina que justifique uma migração por simples diffusão. Os dados que obtivemos foram os seguintes após 15 dias de actuação: camada a)  $S = 3.5$ , camada b)  $S = 4.6$ , camada c)  $S = 6.2$ . (É natural que a agua é indispensavel para a migração, sem a mesma não se poderia dar o phenomeno em apreço).

Temos ainda varios ensaios neste sentido em observação, não os tendo porem concluido. Esta analise, talvez seja possivel, empregando-se processos colorimetricos em tubos de vidro de maior altura, em que se ponha na parte inferior a rocha moida, saes etc. e que, possam ser acompanhadas mais commodamente, observando-se atravez do vidro. Não encontramos porem uma solução pratica para o mesmo, sem modificar as propriedades do solo em si.

A coloração mais ou menos escura do solo, difficulta muito a observação da migração dos saes coloridos. Os saes complexos, cobre amoniacal. cyanetos etc. migram no solo sem serem adsorvidos.

A não adsorpção de combinações de segunda ordem solueis é faelo observado em todos os solos, em que o ferro, sob forma de complexo organico, é arrastado para os horizontes inferiores, ou o contrario, quando se trata de solos em que predomina a corrente de agua, debaixo para cima e estando o mesmo solo impregnado a materia organica, dando logar a formação de crosta ferruginosa (laterisação organica (vêde reacções IV e V). O ferro tem grande tendencia á formação de complexos organicos, basta que se mencione a solubilisação de saes ferricos e ferrosos em presença de acidos, organicos taes como o acido oxalico o acido citrico, acido tartarico, malico, saccharico, etc.. Estes complexos ferricos formam-se com muita facilidade a custa de compostos de decomposição dos residuos vegetaes e é tão nitida a formação destes, que se pode

acompanhar com facilidade em solos humidos, raizes mortas e decompostas, pelo traço ferruginoso deixado.

O sulfato de cobre é facilmente adsorvido, permittindo uma dosagem colorimetrica do valor T. Para este fim agita-se uma determinada quantidade de solo com uma solução hydrocolloida de sulfato de cobre de titulo conhecido e em seguida, após filtração de uma quantidade aliquota, junta-se á mesma, quantidade egual de amonia a 10 0/0, como solução de comparação emprega-se o soluto primitivo de teor conhecido, com a qual se procede da mesma maneira.

Julgamos que o conhecimento melhor do comportamento de saes complexos e colloides no solo, deverá trazer esclarecimentos interessantes para o problema da adubação e fertilidade: De facto, as combinações de primeira e segunda ordem, comportam-se differentemente e não ha estudos em relação aos ultimos, que permittam um conhecimento exacto dos mesmos.

\* \* \*

N. B. 1.º) De passagem alludimos ás queimadas, secularmente executada entre nós, de sul a norte, como operação preliminar da lavoura indigena e, admittimos que os bons resultados obtidos, passageiramente, provenham de formações zeolíticas. A pedologia classica, condemna summariamente a queimada, attribuindo á mesma a esterilidade e todos os demais males. Apesar de todas as condemnações, estas continuam a ser executadas e provavelmente continuarão por muito tempo, emquanto não houver pratica melhor.

Não queremos apresentar a queimada como insubstituivel, porem podemos consideral-a como util nos seguintes sentidos: 1.º — As cinzas são facilmente assimillaveis. 2.º — As cinzas apresentando certa alcalinidade, renovam zeolitos, elevando o S, modificando consequentemente o p. H.. 3.º — Pelo calor da queimada ha um verdadeiro expurgo do terreno. Esta ultima acção da queimada, talvez a principal, ainda não tem sido convenientemente estudada. Só se conhecendo resultados de expurgo previo de solos por outros meios, é que se poderá recomendar a substituição da queimada. De facto, em solos tropicaes

são abundantísimas as floras e faunas macro e microbianas e estas, com as queimadas, são temporariamente afastadas, encontrando as pequenas plantas, um meio menos sujeito as pragas.

2.º) Das reacções IV, V, VI e VII, e da exposição que faremos, interessante é notar que *todos os phenomenos observados no solo, inclusive a laterisação*, se assemelham aos phenomenos biologicos puros. As reacções no solo só podem ser encaradas em conjuncto, isoladamente nada significam, da mesma forma os phenomenos physicos e physico-chimicos. Qualquer modificação introduzida ao systema solo, traz consigo modificações muito mais profundas que se espera. Por outro lado, não é facil modificar o systema solo, pois o mesmo resiste energeticamente contra qualquer interferencia estranha.

Antonio Barreto

---

## Diagnostico da gestação nas vaccas de raça leiteira

E' de grande importancia para o criador saber si as suas vaccas, que foram padreadas, ficaram ou não fecundadas, para tomar as medidas necessarias para as que não o foram, bem como mais tarde para cuidar melhor das que se acham em gestação.

Eis um processo recommendado por D. Linkes in "*Berliner Tierartzliche Wochenschrift, n.º 15, 1930*".

Põe-se n'um vaso de vidro  $\frac{1}{4}$  do seu volume de leite e igual quantidade de alcool absoluto — se o leite provem de uma vacca sadia e não em gestação, não haverá coagulação — se provem de uma vacca prenhe, a coagulação é certa, e após a agitação o coagulo adhire aos bordos do vaso. Quando a reacção é feita durante o ultimo mez da gestação, o coagulo tem aspecto de leite coagulado.

Segundo Friedberger e Fröhner, coagula tambem o leite das vaccas que abortaram tres semanas antes do termo.