

OS FAMOSOS MILLIEQUIVALENTES

JOSÉ SETZER

Assistente auxiliar da
SECCÃO DE SOLOS
Instituto Agronomico - Campinas

Nas publicações da Secção de Solos do Instituto Agrônomico são mencionados ME ou KE (mili-equivalentes ou quilo-equivalentes) como medida de nutrimentos químicos do solo.

Trata-se de um sistema de medida moderno e prático. As suas vantagens sobre os outros sistemas são indiscutíveis. Assim como não há caso, em que as medidas antigas sejam mais racionais que o sistema métrico, também não imaginamos um caso sequer, em que a medida em ME não seja preferível às diversas outras.

O emprego generalizado de outros sistemas de medida da ação química explica-se pela mesma razão, pela qual há dezenas de anos a densidade dos líquidos era dada, e ainda hoje o é, em graus Baumé, Cartier, Gay-Lussac, Twaddle, Beck, Brix, etc., conforme o país ou mesmo a fábrica produtora do artigo. Qual o caso, em que se possa preferir com lógica as escalas termométricas de Reaumur ou Fahrenheit à escala centigrada ou a libra por pé quadrado ao Kg/cm²?

Por uma razão semelhante devemos preferir o ME às outras medidas, cujo uso só se justifica pelo hábito e pela falta de iniciativa para melhorar coisas imperfeitas, mas consagradas.

Três unidades de ação química estão atualmente em uso: quasi sempre ÓXIDO (exemplo: P₂O₅), raramente ELEMEN-TO (como Mn no solo, por exemplo) e, mais raro ainda, IÔNIO (como, por exemplo, PO₄ ou NO₃).

Cada uma destas três unidades de ação química pode ser

apresentada em forma de quatro sistemas de medida diferentes:

- 1 — Porcentagem (gr achados por 100 gr de matéria submetida à análise).
- 2 — Milésimos da porcentagem (mg achados por 100 gr de substância).
- 3 — Partes por milhão ou “p. p. m.” (mg por quilo de substância).
- 4 — Gramas por quilo ou “um por mil” ou “milésimos” (gr por 1000 gr).

O primeiro destes quatro sistemas é usado há mais que 40 anos pela Secção de Química Agrícola do Instituto Agrônomo do Estado nas chamadas “Análises Sumárias de Terra”, o segundo nas análises semelhantes do Instituto de Química Agrícola do Rio (estas são as duas maiores entidades em química agrícola do País, quanto à quantidade de análises fornecidas), o terceiro está muito em voga nos Estados Unidos e o quarto em França. Quasi sempre se referem a óxidos, mas nos Estados Unidos e na Inglaterra são bastante frequentes os resultados em elemento, ao passo que nos últimos dez anos tornou-se comum na Alemanha a apresentação final dos resultados em iônios ativos.

Vemos, pois, que o resultado de uma análise, por exemplo, de superfosfato, pode ser fornecido de 12 maneiras diferentes (3 unidades e 4 sistemas). Quando se trata de um resultado em óxidos (P_2O_5), a conversão de um sistema em outro é fácil, exigindo apenas atenção para não cometer um “erro de vírgula”. Outra coisa se dá, quando variam também as unidades de ação (P ou PO_4). Para avaliar o resultado recebido, ou para confrontá-lo com dados de livro ou de revista, temos que recorrer, então, a cálculos e consultas de tabelas de conversão.

Os famosos miliequivalentes da Secção de Solos são uni-

dades de ação IÔNIOS ATIVOS e se referem a 100 cm³ de solo, quando se trata de análise de terra, e não a 100 gr, constituindo assim, nesta especialidade da química analítica, uma nova, décima-terceira maneira de fornecer as características químicas de um solo.

Que é o "iônio ativo", no qual se baseia o sistema de medida em ME?

Considerando o ponto de vista do aproveitamento do solo, *iônio ativo* é a parte do solo ou do adubo, cuja ação nos interessa efetivamente: êle é absorvido pelas plantas ou se combina com os iônios nocivos do solo, eliminando a ação inconveniente destes últimos e melhorando assim as condições gerais do solo.

Porisso ME é uma medida de iônios *ativos*. Enquanto um número expresso em óxidos precisa ser multiplicado por um certo fator, conforme o óxido, para que se saiba quantitativamente qual será o resultado de sua ação sôbre a planta ou sôbre o solo, a ação dos iônios ativos é direta, combinando-se todos êles entre si em quantidades iguais de ME ou KE.

A acidez nociva do solo, que se traduz no laboratoio pela dosagem do alumínio trocável, é combatida pela adição de calcáreo moído ou de cal. Usando ME como medida de ambos, o cálculo é fácil: precisamos de tantos ME de cal, quantos de alumínio trocável existem. Mas, quando conhecemos o alumínio em Al₂O₃ e a cal nos vem em % de CaO (cal virgem), Ca CO₃ (calcáreo moído) ou Ca (OH)₂ (cal extinta), somos obrigados a efetuar diversas multiplicações e divisões, decorrentes da falta de uma só medida baseada na ação mútua dos agentes químicos.

A noção "iônio ativo" faz com que joguemos facilmente também com a de *iônio inativo*. Essa inatividade geralmente não é total. No salitre do Chile, por exemplo, o iônio ativo é NO₃ (nitrato) e o inativo Na (sódio), porque não alimenta as plantas diretamente. Entretanto, nos nossos solos, geralmente ácidos e lavados por chuvas abundantes, o Na age beneficemente elevando o poder do solo de retenção d'água, facilitando indiretamente a transformação do adubo verde em nutrimento assimilável pelas plantas, cooperando, enfim, para

que o solo se torne material menos estéril, menos árido, menos inerte.

Conhecendo-se o valor em ME das diversas características do solo, da riqueza dos adubos que podemos utilizar e da necessidade em nutrimentos das colheitas que podemos obter, todos os cálculos são simples.

O mesmo não se dá quando êsses diversos teores são fornecidos de diferentes maneiras acima apontadas, figurando freqüentemente o cálcio dos adubos em forma de CaCO_3 , ao passo que o do solo é dado como CaO . O manganês pode ser dado ora em porcentagem de MnO , ora na de MnO_2 , ao passo que o encontrado no solo figura em partes por milhão (p. p. m.) e numa forma imprecisa. Certos elementos do solo e do adubo são dados em óxidos como, por exemplo, o potássio, o qual, entretanto, nunca age desta forma, no solo.

As necessidades da planta, no geral, figuram expressas em unidades que não combinam com as correspondentes à reserva do solo, o qual, para acabar de confundir o agricultor, é medido em peso, sem que seja fornecido o fator de conversão em volume.

Se o solo contém, por exemplo, 0,012% de K_2O , ou seja, 12 mg de óxido de potássio por 100 gr de solo enlatado ou engarrafado seco ao ar, quanto potássio existe num hectare até a profundidade média de, suponhamos, 30 cm? Êste problema, que se apresenta em 99% dos casos, é insolúvel, nas condições atuais de apresentação dos resultados das análises do solo.

O sistema da Secção de Solos do Instituto Agrônômico, o décimo-terceiro dos acima mencionados, que mede a riqueza química específica do solo em ME/100 cc ou em KE/Ha, não só resolve o problema, mas torna os cálculos tão fáceis, que praticamente desaparece da nosa cogitação a própria existência do problema ha pouco apontado.

É preciso lembrar que ME/100 cc e KE/Ha são medidas-equivalentes, assim como, por exemplo, o peso específico 0,812 do álcool 96% significa ao mesmo tempo que 1m³ pesa 0,812 toneladas e 1 cm³ pesa 0,812 gramas. Da mesma maneira 1 KE/Ha é 1 ME/100 cc ampliado um milhão de vezes.

Vamos demonstrá-lo: o volume do solo existente numa superfície de um Ha com a profundidade de 1 cm é igual a $10.000 \text{ m}^2 \times 0,01 \text{ m} = 100 \text{ m}^3$ de solo, volume êste um milhão de vezes maior que o de 100 cm^3 ou 100 cc , assim como 1 KE (quilo--equivalente) é um milhão de vezes maior que 1 ME (mili-equivalente) (*).

Como KE/Ha se refere ao solo com a profundidade de 1 cm, dizer que o solo contém, por exemplo, 0,4 KE de potássio trocável por Ha significa que as plantas, que utilizarem bem o solo até a profundidade de, suponhamos, 30 cm, terão à sua disposição $30 \times 0,4 = 12$ KE de potássio ativo por hectare.

Assim basta multiplicar os resultados das análises químicas do solo, fornecidas pela Secção de Solos, pela profundidade bem explorada pelas plantas, para obter a disponibilidade química do solo para a cultura em questão. No Boletim Técnico n.º 70 do Instituto Agronômico do Estado existe uma tabela (n.º 7) que fornece o número de KE de cada nutriente químico da planta contido em uma tonelada dos adubos mais comuns no comércio. As necessidades das culturas também são fornecidas pela Secção de Solos em KE/Ha, como se vê por uma outra tabela (n.º 5) do mesmo Boletim.

Tem assim o leitor a possibilidade de lidar facilmente com o fator riqueza química do solo. Queremos apenas prevení-lo que a riqueza química do solo não é, no Estado de S. Paulo em geral, o único fator de produção e nem é o principal. As condições físicas do solo, a distribuição de chuvas, as pragas e mesmo, às vezes, a natureza das sementes, podem se tornar fatores mais importantes na produção de uma cultura.

*) O pedólogo Prof. Dr. Paul Vageler, que usa êste sistema há mais que, 20 anos conjuntamente com outros grandes cientistas (a idéia pertence, na ciência do solo, a Sigmond e data de 1918), introduziu tal sistema entre nós em 1935, usando para o quiloequivalente o símbolo KV e para o miliequivalente o de ME. Fizemos a substituição de KV por KE para uniformizar mais este moderno e prático sistema de medida de ação química.

No citado Boletim Técnico n.º 70 figura à pg. 11 uma pequena tabela de conversão de pesos em ME dos cinco principais nutrientes contidos no solo. Damos abaixo uma tabela semelhante para uma dúzia de agentes químicos do solo e dos adubos:

CONVERSÃO em ME de 1 gr de AGENTE
QUÍMICO DO SOLO

1 gr. de	AZOTO TOTAL	N.	= 71,4	ME de íonio ativo*)	N	(azoto
1	"	" NÍTRICO	N ₂ O ₅	= 18,5	" " " "	NO ² nitrato
1	"	" AMONÍACAL	(NH ₄) ₂ O	= 38,5	" " " "	NH ₄ amônio
1	"	" FOSFATO	P ₂ O ₅	= 42,2	" " " "	PO ₄ fosfato
1	"	" POTASSA	K ₂ O	= 21,2	" " " "	K potássio
1	"	" SODA	Na ₂ O	= 32,3	" " " "	Na sódio
1	"	" CAL	CaO	= 35,7	" " " "	Ca cálcio
1	"	" MAGNÉSIA	MgO	= 49,6	" " " "	Mg magnésio
1	"	" ÓXIDO MANGANÊS	MnO	= 28,2	" " " "	Mn manganês
1	"	" ALUMINA	Al ₂ O ₃	= 58,8	" " " "	Al alumínio* *)
1	"	" SULFATO	SO ₃	= 25,0	" " " "	SO ₄ sulfato
1	"	" CLORO	Cl	= 28,2	" " " "	Cl cloreto

A conversão inversa, dos ME para os pesos, é feita pelos inversos dos números acima dados, como, por exemplo:

1 ME de íonio ativo	FOSFATO	PO ₄	= 23,7 mg de P ₂ O ₅	ou	fosfato
1	"	" POTÁSSIO	K = 47,1	"	potassa
1	"	" CÁLCIO	Ca = 28,0	"	ca

Os elementos químicos foram sempre computados em pêso por um certo pêso de solo ou, no geral, de qualquer outro ma-

*) Neste caso a expressão é imprópria, pois o azoto total é pouco ativo no solo, não obstante a sua determinação generalizada supôr atividade.

**) Trata-se de alumina trocável do solo, também chamada "acidez nociva" ou "acidez trocável".

terial, porque os químicos os obtinham no laboratório como pesagem final de processos analíticos gravimétricos. Ora, os métodos de análise química quantitativa progrediram extraordinariamente nos últimos vinte anos. Hoje os métodos de análise são volumétricos, colorimétricos, polarográficos, fotométricos, espectrográficos. Não se pesam mais óxidos ou outras combinações calcinadas e calculadas como óxidos. Obtêm-se hoje os resultados diretamente em forma de iônio, cuja atividade nos interessa.

Por sua vez, a edafologia moderna trabalha com volumes e não com pesos de solo, fornecendo assim *caraterísticas específicas* do solo.

Daí o uso de equivalentes por volumes de solo, facilitando todos os cálculos agrícolas e não, como se fazia, sacrificando-os em favor da comodiade do laboratório de química.

Arado reversível

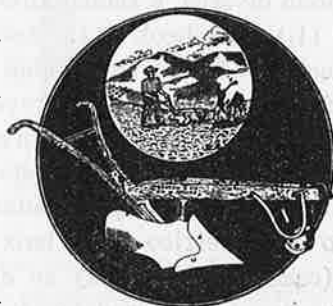
“BRUNOW” Z-7

Já consagrado pela experiência dos lavradores

Arado destinado especialmente ao lavrador brasileiro porque é **Simples - Forte - Barato - Efficente**. O Arado Reversível «BRUNOW» Z-7 vem revolucionar os métodos rotineiros

Adoptar esse aparelho agrícola é iniciar o lavrador com a agricultura mecânica — a **Única que dá lucros** — Por essas razões o Governo Federal, as Secretarias de Agricultura e os lavradores experientes tem

preferido sempre o Arado Reversível «BRUNOW» Z-7



BRUNOW & CIA,
FABRICANTES

Rua Conde de Leopoldina, 637 — Rio de Janeiro — Telephone: 28-2352