

Um sistema de análise e apreciação do solo para recomendações sôbre adubação, melhoramento e uso da terra (*)

Dr. JOHN S. CSIKY (**)
Químico de solo, agrônomo

INTRODUÇÃO

A presente publicação tem a finalidade de apresentar um sistema de caracterização dos solos, adequado para as condições brasileiras, especialmente para os do Estado de São Paulo, baseado nos princípios gerais da ciência hodierna dos solos.

O grande número de dados que encontrámos referentes às pesquisas nos últimos 20 anos, completados por análises físico-químicas modernas, permitem que se caracterizem bem os solos e se façam recomendações judiciosas para o melhoramento e uso das terras.

(*) O original d'êste artigo foi escrito em inglês, a pedido da firma "Manah S. A. — Comércio e Indústria de Adubos e Rações, a qual mantém com o autor um contrato de assistência científica. Deve-se a tradução ao Eng. Agrônomo Fernando P. Cardoso, diretor e técnico-responsável da mencionada firma.

(**) O Sr. John S. Csiky fundou em S. Paulo um laboratório de análise e estudo de solos, sediado à rua Pamplona, N.º 822. Natural de Hungria, êsse distinto cientista de solos ocupou cargos de relêvo tanto no seu país como nos E. Unidos, destacando-se os seguintes: assistente da cadeira de química-agrícola da Universidade de Budapest, e assistente dos Profs. Wattson e Waksman da Estação Experimental Agrícola de New Jersey, E. U. Sua contribuição para a literatura científica tem sido abundante, salientando-se artigos originais publicados nas revistas especializadas da Hungria, Alemanha e Estados Unidos. Neste Estado já analisou e estudou mais de 2.000 perfis de solo. Tem executados importantes mapas pedológicos, destacando-se os levantamentos feitos para a International Basic Economic Corporation (organização Rockefeller) e para o Sr. Olivio Gomes. Seus serviços científicos são atualmente utilizados permanentemente por importantes estabelecimentos agrícolas como os da Organização Rockefeller, Olivio Gomes, Cia. Fazendas Paulistas (Cambu), Cia. Agrícola Boyes, Sr. Oswaldo Galembeck, D. Ajtai, entre outros. É o orientador científico da firma Manah S. A. — Comércio e Indústria de Adubos e Rações, para a qual executa um serviço especial de análise de terra, recomendação para adubação, melhoramento e uso apropriado da terra.

Desejamos, no presente trabalho, divulgar normas para a interpretação dos resultados das análises que normalmente são feitas nos exames de terra sob nossa responsabilidade. Os valores limite adotados são provisórios e sujeitos a alterações, embora tenham sido fixados com base em grande número de dados e observações. Experiências de campo, atualmente em andamento, permitirão deduzir, a seu tempo, os valores limite definitivos para cada tipo de terra.

Deve-se considerar que o solo é uma substância muito complexa, repleta de bactérias que continuamente consomem, retêm e transformam elementos de que se alimentam as plantas. O número de fatores que, no solo, afetam o crescimento das plantas, é muito variado, tornando impossível uma apreciação completa a quem não disponha de conhecimentos adequados e treino especial.

Assim, as explicações que se seguem destinam-se tão somente a possibilitar que os interessados tenham uma idéia clara das condições gerais do solo e de algumas regras básicas para sua exploração racional.

Nosso sistema foi aperfeiçoado para possibilitar a adoção de um programa adiantado de agricultura, do qual faz parte a defesa do solo, a conservação, o emprêgo de adubos, o melhoramento, a escolha das culturas, etc.

Nas partes que seguem fazemos a descrição muito simplificada daquelas propriedades dos solos, assim como das suas respectivas significações práticas, as quais estamos determinando pelos métodos pedológicos e físico-químicos com a finalidade de poder dar uma caracterização completa dos solos sob os pontos de vista acima mencionados. As propriedades características dos solos são descritas e discutidas na ordem e pela nomenclatura usadas nos nossos relatórios. É natural que demos nos nossos relatórios ainda explicações peculiares locais, sublinhando o modo de tratamento e aproveitamento mais adequado do solo em estudo. Justamente por êste motivo, temos que ressaltar mais uma vez, que as explicações adiante só servem para uma compreensão geral dos princípios fundamentais dos nossos métodos de caracterização dos solos, e ainda da natureza e significação prática daqueles dados que

apresentamos nos nossos relatórios, referentes aos resultados das análises por nós executadas, assim como das interpretações das mesmas.

O sistema oficial de classificação de solos

O sistema de classificação de solos adotado no Estado de S. Paulo, representa um belo trabalho dos cientistas brasileiros. Esse sistema tem uma base geológica e pedológica o que quer dizer que se baseia principalmente nas rochas mãe, as quais sob influência do clima e da vegetação originaram tipos de solo muito diversos tanto prática como cientificamente. Salmourão, Massapé, Botucatu, Baurú, Terra roxa legítima, Terra rocha misturada são os principais tipos, dentro dos quais se identificaram sub-tipos, se caracterizou seu valor agrícola e se estabeleceram os princípios gerais do modo de uso e trabalho. Nosso sistema é um complemento do oficial de S. Paulo. Enquanto este dá uma idéa bem nítida da fertilidade original e indica regras gerais, o sistema que adotamos preocupa-se com o estado atual do solo e procura fornecer elementos para recomendação de melhoramentos, correções, defesa da terra, adubações, culturas mais indicadas, etc., indispensáveis a uma agricultura progressista.

Os dois sistemas não são contraditórios mas se completam.

Tipo e fase dos solos

Os tipos e as fases dos solos são classificados com base nos sistemas estabelecidos por Marbut, Stebutt e Sigmond e no sistema oficial adotado pela Secretaria da Agricultura do Estado de S. Paulo. Na menção do tipo e da fase não temos intenção de dar qualquer idéa sobre a significação agrícola da terra, mas simplesmente classificá-la e denominá-la. A apreciação da qualidade e das características é feita pela interpretação dos resultados das análises.

Perfil do Solo — Ocorrências mais importantes

A descrição dos perfis é feita de uma maneira simples e

dum ponto de vista essencialmente prático. Só são distinguidas características extremas que possam afetar o crescimento das plantas.

Quando não se notam ocorrências especiais, o perfil é considerado normal, com camadas férteis profundas e, nesse caso, nenhuma menção é feita a respeito.

Os perfis anormais podem ser agrupados como segue :

1) — **Lençol de água pouco profundo.** O lençol de água está, ou pode subir às vezes, a menos de 1 metro da superfície. O solo é desfavorável para algumas culturas (como alfafa) mas favorável para outras. O sub-solo pode conter substâncias tóxicas. Recomenda-se uma escolha cuidadosa da cultura e experiências em pequena escala.

2) — **Sub-solo com propriedades muito diversas dos da camada superficial.** — A natureza da diferença, assim como as propriedades que dela decorrem, são indicadas especificamente. Tanto a drenagem como a erosibilidade podem ser muito afetadas. São necessários estudos e interpretações especiais para cada caso.

3) — **Camada fértil muito rasa** — Encontram-se camadas inférteis e crúas (piçarra, etc.) a menos de 50 cms. de profundidade. Aplicam-se as mesmas considerações como no item anterior.

Côr do solo

Embora a côr, por si só, seja de importância secundária, sempre é mencionada por ser uma das características mais simples e distintas do solo.

Textura

A textura da camada superficial vem sempre classificada como pertencente a um dos seguintes grupos :

1) — **Areia** — O conteúdo de argila e humus é extremamente baixo. Pouca fertilidade. Necessita de melhoramento por frequentes adubações verdes ou estercações, ou ainda pela incorporação de substâncias argilosas (p. ex. arações profun-

das quando o sub-solo é argiloso). É altamente erosivo, devendo-se dar grande importância ao combate à erosão.

2) **Areia barrenta, barro arenoso, barro.** Todos têm textura muito favorável, com arejamento bom ou pelo menos adequado, mesmo para as plantas mais exigentes de oxigênio nas raízes, como batata, lupino, etc. Muito apropriados para preparo com simples gradagens ou arações leves. São altamente ou moderadamente erosivos, sendo o combate à erosão importante na maioria dos casos.

3) — **Barro limoso, barro argiloso, argila.** Arejamento insuficiente na maioria dos casos e, portanto, impróprio para plantas exigentes de oxigênio nas raízes. Devem-se considerar medidas especiais para melhoramento com adubações verdes ou estercações frequentes. Solos moderadamente ou pouco erosivos.

4) **Humífero ("muck").** Contém turfa coloidal ou fibrosa, misturada com quantidades consideráveis de substâncias minerais. A textura desses solos necessita de descrição e apreciação especiais para cada caso.

5) **Turfa coloidal.** Mais de 1/3 do solo, em peso, é matéria orgânica humificada, misturada com areia ou argila. São solos formados pela sedimentação de restos de plantas que se decompuseram completamente, transformando-se em humus coloidal com aspecto de pó muito leve preto ou pardo. A textura grandemente variável destes solos merece atenção e apreciação especiais em cada caso particular.

6) **Turfa fibrosa.** Mais de 1/3 do solo, em peso, é matéria orgânica crua, fibrosa, só parcialmente decomposta. Tal solo merece, como o grupo anterior, apreciação especial para cada caso.

Pedras, cascalho, seixos. Todas as 6 texturas acima descritas, podem conter pedras, cascalho ou seixos. Esta particularidade é sempre mencionada quando influir no comportamento do solo, afetando o crescimento das plantas.

Humus

Todos os solos com textura diferente dos humíferos e tur-

fosos são classificados de acôrdo com a pesquisa qualitativa das matérias orgânicas humificadas e existentes na camada superficial.

O conteudo da matéria orgânica humificada pode ser :

1) — **Baixo ou nada.** Solo extremamente deficiente de matéria orgânica humificada. Impróprio para a vida microbiana, o que quer dizer que as condições são desfavoráveis para os microorganismos que transformam e fixam o nitrogênio, assim como outros nutrimentos existentes no solo e utilizados pelas plantas. Recomendam-se frequentes estercações verdes com plantas fixadoras de nitrogênio.

2) **Médio.** Quantidade satisfatória de matéria orgânica humificada. Condições favoráveis para a vida dos microorganismos úteis, caso não impedida por outros fatores adiante mencionados. Deve-se dar especial cuidado à manutenção do humus no solo, retendo as águas e renovando a matéria orgânica, pois a erosão e o cultivo contínuo podem fácil e rapidamente destruir o humus existente.

3) **Alto.** Abundância da matéria orgânica humificada. Condições especialmente favoráveis para a vida microbiana caso não impedida por outros fatores. O solo pode ser usado por muito tempo sem reposição de matéria orgânica, se está bem protegido contra a erosão. Recomendam-se aplicações leves, de tempos em tempos, de estêrco com intuito de inocular o solo com microorganismos novos e ativos.

4) **Razo.** A camada de solo que contém humus não excede 10 cms. Deve ser cuidadosamente protegido da destruição pela erosão ou por qualquer outro meio.

Reação (Grau de acidez)

As análises são expressas em valores pH, podendo-se classificar os solos nos seguintes grupos :

1) — **Excessivamente ácido : pH abaixo de 4.2** — Condições desfavoráveis para os microorganismos. Tais solos servem somente para culturas de plantas tipicamente tolerantes à acidez. O sucesso com plantas não tolerantes à acidez depende de medidas de melhoramento com calagens, caso o solo seja de

tipo que produza resultado com aplicação de cálcio. Para as culturas sensíveis à acidez, deve-se usar adubos de natureza alcalina.

2) — **Fortemente ácido : pH de 4.2 a 4.8** — Mesmas considerações que acima. Todavia, pode-se já obter bons resultados com plantas não distintamente tolerantes à acidez (milho, soja).

3) — **Ácido : pH de 4.8 a 5.6** — Condições boas, mas não ideais, para a vida microbiana; pode-se obter boas colheitas com plantas não tolerantes à acidez desde que se empreguem adubos alcalinos. O melhoramento por calagens ainda é necessário se o solo for de natureza que reaja bem ao cálcio.

4) — **Levemente ácido : pH de 5.6 a 6.8** — Condições adequadas aos microorganismos caso não existam outros fatores contrários. Apropriado para tôdas as culturas. Pode-se obter ainda, em alguns casos, resposta às calagens para as plantas não tolerantes à acidez. A aplicação de adubos alcalinos pode ser benéfica para tais plantas mas não é essencial.

5) — **Neutro : pH de 6.8 a 7.2** — Tem as melhores condições para a vida microbiana, caso não afetado por outros fatores. Apropriado para tôdas as culturas, não sendo necessário o melhoramento por calagens. É essencial o emprêgo de fosfatos fâcilmente solúveis para obter resultado com culturas anuais.

6) — **Levemente alcalino : pH de 7.2 a 8.4** — Não havendo presença de carbonato de cálcio, a alcalinidade é devida à supersaturação com sódio. Deve-se usar adubo ácido para as culturas tolerantes à acidez.

7) — **Fortemente alcalino : pH acima de 8.4** — Sômente certos tipos de solo supersaturados com sódio e contendo simultâneamente carbonato de cálcio podem ter reação fortemente alcalina. A ocorrência dêste tipo de solos no Brasil é muito rara.

Ions trocáveis

O solo é capaz de reter e ceder por troca certos ions, isto é, partículas, carregadas de eletricidade, de diversas substâncias, dentre as quais aquelas de que se alimentam as plantas.

Grande parte da alimentação das plantas se baseia na troca de ions entre as raízes e o solo.

O estudo da situação de certos ions no solo permite avaliar muitas de suas propriedades que interessam o crescimento das plantas. Os ions de interesse chamados críticos, são objeto das seguintes determinações, obtidas por análise, expressas em miliequivalentes (uma medida da química) por 100 grs. de terra sêca ao ar.

A) — Quantidade de “ions de hidrogênio” (H^+) trocáveis

Quanto mais elevada a quantidade de ions de hidrogênio trocáveis, tanto maior a necessidade de calagem. A quantidade de cálcio necessária para neutralizar os ions de hidrogênio trocáveis vem expressa em toneladas de carbonato de cálcio por alqueire.

A reação, expressa em pH depende mais da concentração relativa dos ions de hidrogênio do que da sua quantidade total. Esta quantidade é, todavia, o único dado básico seguro para se calcular a quantidade de cálcio a aplicar nos solos em que a calagem é recomendada.

B) — Quantidade de “ions metálicos” (S^+) trocáveis

Mostra a quantidade global de cálcio, magnésio, potássio e sódio facilmente mobilizáveis. Embora sejam êsses ions importantes nutrimentos das plantas, a principal finalidade dessa determinação é possibilitar o cálculo da “capacidade de troca de cations” e do “grau de saturação com bases”. (V. mais adiante).

C) — Quantidade de “ions de sódio” (Na^+) trocáveis

Um elevado grau de saturação com ions de sódio pode ser prejudicial para as plantas.

Capacidade de troca de ions

Os ions carregados de electricidade positiva são chamados “ca-

tions", enquanto os de carga negativa receberam a determinação de "anions". Por exemplo o cálcio, magnésio e potássio são cations, o fósforo, o nitrogênio aparecem na forma de anions.

A capacidade de troca de cations e anions é analisada e apreciada tanto separadamente como em conjunto. Ela dá uma idéia da "fertilidade potencial" do solo, no que diz respeito à propriedade do solo reter e armazenar os alimentos das plantas em condições e cedê-los facilmente às raízes.

Fertilidade potencial e atual

A expressão "fertilidade potencial do solo" foi adotada para indicar que o solo tem propriedades para boas colheitas, uma vez corrigidas suas deficiências. A fertilidade potencial é avaliada pela capacidade de troca de ions, pois considerações teóricas e observações prticas indicam que tal julgamento é correto. Um solo "potencialmente fértil" pode ser fraco e produzir pouco devido à acidez, à deficiência de nutrimentos. Todavia, tais solos podem se tornar "atualmente férteis" pela correção de suas falhas enquanto outros, potencialmente menos férteis, não responderão ou darão resultados menos significativos aos tratamentos indicados. É um fato de enorme importância prática, considerando as possibilidades dos métodos modernos de melhoramento, correção e trabalho da terra.

A) — Capacidade total de troca de "cations" (T+).

1) Baixa : menos de 2.5 miliequivalentes

O resultado da calagem é incerto, mesmo quando justificada pela acidês. O solo é capaz de armazenar quantidades reduzidas dos cations de que se alimentam as plantas, como cálcio, magnésio e potássio. A fertilidade potencial é limitada, principalmente para valores ao redor de 2 ou menores.

2) Média : de 2.5 a 6 miliequivalentes

Quando necessária, a calagem dá resultado limitado para

os valores mais baixos e resultados certos para os valores mais altos. O solo pode armazenar quantidades adequadas de importantes nutrimentos das plantas como cálcio e potássio.

3) Alta : mais de 6 miliequivalentes

Quando necessário, o melhoramento por calagem dá resultado certo. O solo tem capacidade para armazenar grandes quantidades de cations de que se alimentam as plantas.

B) — Capacidade total de troca de "anions" (T--).

1) Baixa : menos de 10 miliequivalentes

Solo aproveitável embora comparativamente seja mau armazenador de importantes anions de que se alimentam as plantas. Se deficiente em fósforo, leves aplicações de adubos fosfatados podem produzir bom resultado. Os nitratos facilmente se perdem por lixiviação e, em tais solos, frequentemente ocorre uma baixa capacidade de suprir nitrogênio. Deve-se estudar cuidadosamente o tipo de adubo nitrogenado e o sistema de adubação a empregar, afim de evitar as perdas acima mencionadas.

2) Média : de 10 a 25 miliequivalentes

São solos que armazenam bem os importantes anions nutritivos. Se houver uma deficiência de fósforo, deve-se estudar bem o tipo de adubo fosfatado e o sistema de adubação a empregar afim de evitar uma fixação excessiva do fósforo pelo solo, com prejuizo do aproveitamento pelas plantas. A aplicação de doses pesadas de fósforo, até saturar a capacidade de fixação, terá o papel de corretivo permitido, daí em diante, a obtenção de bons resultados com adubações fosfatadas normais. Raramente é encontrada uma capacidade de suprir nitrogênio muito baixa, especialmente para valores ao redor de 20-25 miliequivalentes, devido à propriedade desses solos reterem fortemente os nitratos, armazenando-os.

3) Alta : mais de 25 miliequivalentes

Solo bom armazenador de aniões. No caso de falta de fós-

foro aplicam-se as mesmas considerações do caso anterior. Extrema deficiência de nitrogênio nunca parece ocorrer em tais solos.

C) Capacidade total de troca de "ions" (TA).

1) Baixa : menos de 10 miliequivalentes

Se a capacidade de troca de cations também for baixa (menos de 2.5) a fertilidade potencial do solo também é muito baixa. Tais solos não corresponderão às normas práticas de melhoramento e trato, servindo somente para reflorestamento com eucaliptus ou outras essências pouco exigentes ou para formação de pastagens inferiores. Constituem exceção os solos com pouca areia grossa, muita areia fina e alguma argila e/ ou humus. Neste caso o solo pode ser melhorado, mesmo com uma capacidade de troca de ions tão baixa, por estercações ou adubações verdes frequentes.

2) Media : de 10 a 25 miliequivalentes

Para capacidades de troca de cations menores de 3.5, a fertilidade é baixa e o solo serve só para a formação de pastagens de segunda ou para reflorestamento. Apesar disso, pode ser melhorado por adubações verde frequentes ou outras medidas especiais, pelas quais se consegue elevar a capacidade de troca de cations. Para capacidade de troca de cations superiores a 3.5 a fertilidade potencial do solo é satisfatória ou alta, reagindo bem as práticas de melhoramento, quando necessárias.

3) Alta : mais de 25 miliequivalentes

Para capacidade de troca de cations acima de 3.5 a fertilidade potencial do solo é elevada. Para valores mais baixos, a fertilidade potencial será menor, podendo sempre aumentar por medidas que façam crescer a capacidade de troca de cations.

Graus de saturação com ions críticos

Dá uma indicação da parte da capacidade de troca de ions que está saturada, quer dizer ocupada, com ions que interessam às plantas. Permite avaliar a fertilidade atual do solo.

$$A - \text{Grau de saturação com ions metálicos } \left(\frac{100 S+}{T+} \right).$$

Calcula-se a partir das quantidades de ions de hidrogênio trocáveis e de cations metálicos totais.

1) **Baxo : menos de 40%.**

Solos cuja saturação com cations metálicos é muito baixa. O melhoramento por calagens será sempre bem sucedido se a capacidade total de troca de cations não for muito baixa e a reação não for mais alta do que pH — 5.6.

2) **Médio : entre 40 e 70%.**

Solos satisfatoriamente saturados com cations metálicos. O melhoramento por calagens só será bem sucedido se a capacidade total de troca de cations for média ou alta e a reação não for acima de pH — 5.6.

3) **Alto : mais de 70%.**

Solos com saturação adequada de cations metálicos. As calagens são desnecessárias e não dão resultados.

$$B) \text{ Grau de sautração com ions de sódio } \left(\frac{100 Na+}{S+} \right).$$

Calcula-se a partir da quantidade de ions de sódio trocáveis e de cations metálicos totais.

1) Baixo : menos de 10%.

Solos normais. Nesses casos usualmente não se calcula nem se menciona nos resultados das análises.

2) Médio entre 10 e 15%.

Solos supersaturados com metais alcalinos ou solos em processo de alcalificação. O arejamento e a drenagem podem ser afetados. Devem-se tomar cuidados para evitar a continuação do enriquecimento com álcali, restringindo por outro lado o emprêgo de adubos que contenham sódio. Se o solo for ácido, indicando necessidade de calagem, o melhoramento deve ser feito por meio de aplicação de quantidades maiores de cal do que as exigidas para neutralizar os ions de hidrogênio, de acôrdo com recomendações especiais para cada caso particular.

3) Alto : mais de 15%.

São os chamados "solos alcalificados". O arejamento, a drenagem e as atividades microbianas são seriamente afetados. O aproveitamento desses solos depende de medidas especiais de melhoramento, estudadas para cada caso particular. Toavia, se o grau de saturação com cations metálicos for menor do que 15-20% não se deve classificar o solo como genuinamente do tipo alcalificado e pode-se facilmente melhorá-lo com calagens.

**Principais nutrimentos das plantas facilmente
mobilizáveis no solo**

As deficiências principais de nutrimentos das plantas são caracterizadas pelas quantidades de ácido fosfórico (P_2O_5) e de potássio (K_2O), facilmente mobilizáveis e pela capacidade de suprir nitrogênio.

O fósforo e o potássio são dosados por processos especiais e expressos em miligramas (mgrs.) por 100 grs. de terra sêca ao ar.

A capacidade de suprir nitrogênio é avaliada levando em conta todas as propriedades que afetam o conteúdo de nitrogênio e seu metabolismo no solo.

A) — Fósforo e potássio facilmente mobilizáveis.

- 1) **Baixo** : fósforo menos de 0.9 mgrs.
potássio menos de 15 mgrs.

Deficiência bem definida. As culturas responderão bem às aplicações de adubos fosfatados e potássicos se aplicados em quantidades e qualidades adequadas.

- 2) **Médio** : fósforo entre 0,9 e 1.2 mgrs.
potássio entre 15 e 30 mgrs.

Solos satisfatoriamente providos desses elementos. A resposta às adubações é incerta. Recomenda-se a aplicação de fósforo e potássio a título de reposição para evitar o empobrecimento da terra.

- 3) **Alto** : fósforo acima de 1.2 mgrs.
potássio acima de 30 mgrs.

Solos ricos desses nutrientes. A resposta às adubações é incerta e muito fraca, quando visível. Por algum tempo pode-se omitir as adubações sem perigo de esgotar a terra. Culturas grandemente exigentes de potássio (batata, alfafa, p.ex.) podem responder às aplicações desse elemento até para valores elevados como 40-50 mgrs. de K₂O.

B) — Capacidade de suprir nitrogênio.

- 1) **Baixa**

Solo mal fornecedor de nitrogênio para as plantas. Recomendam-se adubações nitrogenadas leves para as leguminosas

e maiores para as demais plantas, especialmente as muito exigentes desse elemento. São aconselháveis ainda frequentes adubações verdes com plantas fixadoras de nitrogênio.

2) Média

O solo pode ser capaz de suprir nitrogênio satisfatoriamente. Apesar disso, o enriquecimento de nitrogênio por adubações verdes e por aplicação de adubos nitrogenados tem grande probabilidade de dar resultado. Para culturas cuja produção pode ser prejudicada pela abundância de nitrogênio, recomendam-se, nesses solos, adubações ricas de fósforo e potássio e fracas em nitrogênio.

3) Alta

O solo é rico em nitrogênio disponível. Deve-se manter elevados os níveis de fósforo e potássio assimiláveis afim de evitar que as colheitas sejam prejudicadas pela abundância de nitrogênio. Não se recomendam adubações azotadas, ou quando muito, usam-se doses muito baixas.

Outras caracterizações do solo

Tem aplicação restrita nas condições normais do solo. São feitas em casos especiais.

A) — **Deficiências de elementos menores.** Raramente causam o fracasso completo da colheita, todavia, frequentemente pode-se aumentar a produção pela correção das deficiências.

O mais importante parece ser a verificação e correção da deficiência de **boro**, com o que se consegue aumentar a produção da alfafa e muitas outras culturas. Em segundo lugar vem o **cobre**, cuja deficiência costuma ocorrer nos solos altamente orgânicos e turfosos.

B) — **Sais solúveis em água.** São determinados nos casos

suspeitos. Acima de um nível crítico de sais solúveis em água, os solos tornam-se "salinos", justificando estudos especiais à este respeito.

C) — **Sais pouco solúveis em água (carbonato de cálcio e gesso).** Raramente são encontrados no nosso país. Nos casos positivos, são determinados assim como apreciada sua influência sobre as plantas.

D) — **Acidês trocável.** Quando a saturação com cations metálicos é insuficiente e constata-se uma quantidade mais sensível de "ions de alumínio" tóxicos, a acidês tem uma significação toda especial. Nesses casos são feitas determinações especiais assim como recomendações a propósito.

E) — **Ion cloro.** Uma quantidade excessiva de ions cloro pode ocorrer nos solos com elevada capacidade de troca de anions, exercendo um efeito tóxico prejudicial à produção. Quando há suspeita, determina-se o mesmo, especialmente, afim de apontar as medidas adequadas de correção.