

Interpretação dos resultados da análise do solo

*Edilson Carvalho Brasil
Manoel da Silva Cravo*

A interpretação dos resultados da análise dos atributos químicos do solo envolve uma avaliação agrônômica e econômica da relação entre o teor do nutriente no solo, obtido por um método analítico, e a resposta da planta ao nutriente.

Em vista da natureza subjetiva do processo de recomendação, diferentes metodologias têm sido desenvolvidas e, atualmente, possuem uso difundido no meio técnico-científico. As duas mais comuns para culturas agrícolas são: a) construção rápida e manutenção da fertilidade do solo; e b) manutenção do nível de suficiência dos nutrientes. Ambas são mais comumente usadas para nutrientes considerados pouco móveis no solo, como fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

O procedimento de construção rápida e manutenção da fertilidade sugere que a fertilidade do solo seja construída até um nível ótimo, tão rápido quanto possível. Após essa fase inicial de formação, aplicações de manutenção de nutrientes devem ser realizadas anualmente a taxas pelo menos iguais às quantidades removidas pelas colheitas das culturas. Embora essa metodologia de recomendação ainda seja bastante utilizada, questões de ordem econômica e ambiental sobre a sua adequabilidade têm sido suscitadas nos últimos anos.

A recomendação mais usada atualmente é a do nível de suficiência, que pressupõe a ideia da existência de um nível mensurável por meio da análise de solo - o nível crítico - abaixo do qual respostas à adição de fertilizantes são esperadas e acima do qual essas respostas são pouco prováveis. Nesse procedimento, os nutrientes somente são recomendados quando seus valores, na análise dos atributos químicos do solo, encontram-se abaixo desse nível crítico, definido pelo método analítico, e as aplicações são feitas proporcionalmente para cada classe de teores.

Em termos quantitativos, a análise de solo fornece as bases para a elaboração de programas de aplicação de calcário e adubação, buscando não somente manter os teores dos nutrientes em níveis adequados no solo, mas, também, obter o máximo retorno econômico possível. Como o potencial de resposta pode variar em função de vários fatores (solo, clima, cultura, variedades, produção esperada, nível de manejo, etc.), tabelas regionais de interpretação dos teores de nutrientes a partir da análise de solo têm sido elaboradas para dar suporte às recomendações de adubação em diversos estados do País.

Os primeiros estados a desenvolverem tabelas de interpretação que classificam os resultados das análises de solo em faixas de teores foram São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. No entanto, outros estados, como Acre, Ceará, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Pernambuco, Paraná e Rondônia, também já possuem suas tabelas de recomendação de adubação, a partir das classes de interpretação dos valores dos resultados da análise do solo.

No estado do Pará, por ocasião da elaboração da primeira edição da tabela de recomendações de adubação e calagem, ainda eram poucos os resultados de trabalhos de calibração para os atributos da fertilidade do solo que possibilitassem a fundamentação de recomendações de adubação e calagem para as diversas culturas de interesse do agronegócio.

Por essa razão, naquela edição lançada em 2007, os critérios adotados levaram em consideração a disponibilidade de resultados de pesquisa existentes para fundamentar as recomendações de calagem e adubação para as diversas culturas. Em relação às culturas para as quais ainda não existiam resultados, foram adotados os critérios que vinham sendo utilizados pelo Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, compatibilizados com critérios empregados em outras regiões do País que apresentam características edafoclimáticas mais próximas das encontradas no estado do Pará.

A seguir, serão apresentados os critérios e faixas de interpretação dos resultados de análises dos principais atributos do solo a serem utilizados nesta edição.

Nitrogênio

As recomendações de adubação nitrogenada normalmente são baseadas em curvas de respostas para as diversas culturas. Entretanto, em virtude dos poucos dados de pesquisa existentes com nitrogênio (N) no estado e pelo fato de não haver, até o momento, um método consistente para determinação das quantidades de N disponíveis no solo, para a maioria das culturas, devem ser considerados os conhecimentos existentes sobre o histórico de uso das áreas de plantio para interpretação da disponibilidade do nutriente no solo.

Observações de ordem prática na região têm indicado maior frequência de respostas à adubação nitrogenada em solos com uso mais intensivo e que estejam sendo cultivados por vários anos, sem adubação orgânica ou adubos verdes. Em áreas recém-desmatadas, o teor de carbono orgânico pode ser um bom indicativo do estoque de N no solo e, dependendo da capacidade de troca de cátions, pode ser esperada maior retenção do nutriente no complexo de troca, em formas amoniacais, recém-mineralizadas, cuja disponibilidade geralmente é maior nos primeiros anos após o desmatamento, permitindo sua liberação gradual nos primeiros anos de exploração agrícola (Wadt; Cravo, 2005).

Fósforo

As classes de disponibilidade de fósforo (P) foram definidas em função da resposta de diversas culturas à adubação fosfatada e do teor de argila do solo, uma vez que os resultados têm mostrado que a disponibilidade de P no solo, extraído por Mehlich 1 (0,05 N HCl + 0,025 N de H₂SO₄), varia em virtude desse atributo

físico do solo. As classes de interpretação de P, para fins de recomendação de adubação fosfatada, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Classes de interpretação da disponibilidade de fósforo (P) no solo definidas de acordo com a textura do solo.

Textura/teor de argila (%)	Disponibilidade de P (mg/dm ³) ⁽¹⁾			
	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Argilosa (> 35)	≤ 5	6 - 10	11 - 15	>15
Média (15 - 35)	≤ 8	9 - 15	16 - 20	>20
Arenosa (< 15)	≤ 10	11 - 18	19 - 25	>25

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1.

Potássio

As classes de disponibilidade de potássio (K) foram definidas com base nos teores de K disponíveis no solo, determinados pelo extrator Mehlich 1 e em relação às respostas das culturas ao nutriente (Tabela 2).

Tabela 2. Classes de interpretação da disponibilidade de potássio (K) no solo.

Disponibilidade de K (mg/dm ³) ⁽¹⁾			
Baixa	Média	Alta	Muito alta
≤ 40	41-60	61-90	>90

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1.

Cálcio, magnésio, enxofre e alumínio

As classes de teores para cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), enxofre (S) e alumínio (Al³⁺) foram estabelecidas com base nos critérios de interpretação adotados no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental e em informações existentes na literatura (Tabela 3). Do ponto de vista nutricional, os teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e S indicados enquadram-se nas quantidades mínimas e suficientes, em termos de exigências, para as principais culturas. Com relação aos teores de Al³⁺ trocável, embora sejam apresentadas faixas variando de baixo a alto, a partir de 0,5 cmol_c/dm³ alerta-se para a necessidade de correção da acidez do solo, especialmente em condições de baixos teores de cálcio e magnésio.

Tabela 3. Classes de interpretação para cálcio, magnésio, enxofre e alumínio no solo.

Elemento	Faixa de teores (cmol _c /dm ³)		
	Baixa	Média	Alta
Cálcio + Magnésio ⁽¹⁾	≤ 2,0	2,0 - 5,0	> 5,0
Magnésio ⁽¹⁾	≤ 0,5	0,5 - 1,5	> 1,5
Alumínio ⁽¹⁾	≤ 0,3	0,3 - 1,0	> 1,0
Enxofre ⁽²⁾	≤ 4,0	5,0 - 10,0	> 10,0

⁽¹⁾ Extrator KCl 1 mol/L.

⁽²⁾ Extrator Ca (H₂PO₄) em ácido acético 2,0 N.

Micronutrientes

Em decorrência da pouca disponibilidade de informações de pesquisa no estado sobre respostas das culturas aos micronutrientes, o estabelecimento das classes de teores foi baseado em informações existentes na literatura. Para Cu, Fe, Mn e Zn disponível, as classes foram estabelecidas de acordo com os teores extraídos do solo pelo extrator Mehlich 1, enquanto para o boro (B) disponível, foi considerado o método de extração com água quente (Tabela 4).

Tabela 4. Classes de interpretação da disponibilidade para boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Nutriente	Disponibilidade de micronutrientes (mg/dm ³)		
	Baixa	Média	Alta
Boro	< 0,35	0,35-0,90	>0,90
Cobre	< 0,70	0,70-1,80	>1,80
Ferro	< 18	18-45	>45
Maganês	< 5	5-12	>12
Zinco	< 0,9	0,9-2,2	>2,2

Fonte: Adaptada de Lopes (1999) e Ribeiro et al. (1999).

Referências

LOPES, A. S. **Micronutrientes: filosofia de aplicação e eficiência agrônômica.** São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1999. 72 p. (ANDA. Boletim técnico, 8).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

WADT, P. G. S.; CRAVO, M. S. Interpretação de resultados de análises de solos. In: WADT, P. G. S. (Ed.). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. p. 245-252.

Literatura recomendada

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 11. ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 2016. 375 p.

LIMA, E.; COSTA, A.; PARRA, M. S.; CHAVES, C. S.; PAVAN, M. A. Recomendação para as principais culturas do Estado do Paraná. In: PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo.** 2. ed. Curitiba, 1994. p. 85-104.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V.; MOREIRA, A.; COSTA, A.; CASSOL, L. C.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; BATISTA, M. A.; MÜLLER, M. M. L.; HAGER, N. (Ed.). **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná.** Curitiba: SBCS: NEPAR, 2017. 482 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: IAC, 1997. 285 p.