



## CULTIVO DO MILHO

### Interpretação de resultados de análise de solo

*Francisco Morel Freire<sup>1</sup>*  
*Gilson Villaça Exel Pitta<sup>2</sup>*  
*Vera Maria Carvalho Alves*  
*Gonçalo Evangelista França*  
*Antônio Marcos Coelho*

Uma das condições para que os resultados da análise de solo e sua interpretação sejam válidos é que existam correlações entre os valores obtidos por um determinado método de extração e a resposta de culturas à adubação ou calagem em condições de campo. Por essa razão é que são desenvolvidos estudos de correlação e calibração de métodos de análise de solo. Na fase de correlação, por exemplo, são avaliados diferentes extratores, sendo selecionados os que melhor se aproximam do método padrão, que é a quantidade absorvida e acumulada pelas plantas de um dado nutriente. Na fase de calibração são, então, definidos os níveis críticos e as doses dos nutrientes a serem aplicados. Como os métodos de extração podem variar entre laboratórios de estados diferentes, que, por sua vez, possuem experimentação agrônômica própria, os critérios de interpretação deixam de ser,

assim, únicos. A título de ilustração, merece ser mencionado que, em Minas Gerais, adota-se o extrator Mehlich-1 para fósforo, ao passo que em São Paulo a extração desse elemento é feita com resina trocadora de íons.

As classes de interpretação para os resultados das análises químicas de solos emitidos pelos laboratórios em Minas Gerais encontram-se nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 5. Embora essas classes sejam gerais, a utilização delas permite separar glebas com probabilidades diferentes de resposta à aplicação de nutrientes. Considerando especificamente a cultura do milho, uma proposta de interpretação exclusiva para fósforo é apresentada na Tabela 6.

#### **Acidez do solo**

Na avaliação da acidez do solo, deve-se levar em consideração as características acidez ativa (ou pH) e a trocável, a saturação por

<sup>1</sup> Eng. Agr., DSc, Epamig. Caixa Postal 295. CEP 35 700-000 Prudente de Morais, MG.

<sup>2</sup> Eng. Agr., PhD, Embrapa Milho e Sorgo. Caixa Postal 151 CEP 35 701-970 Sete Lagoas, MG.

E-mail: gpitta@cnpmc.embrapa.br

alumínio e por bases, a acidez potencial e o teor de matéria orgânica, que estão relacionadas entre si. Relacionada também com a acidez do solo está a disponibilidade dos nutrientes cálcio e magnésio e de micronutrientes como manganês, ferro, cobre e zinco (Tabelas 1 e 2).

### Fósforo, enxofre e potássio

A eficiência de extração do fósforo disponível pelo método Mehlich-1 sofre grande influência da capacidade tampão de fosfatos do solo. Por isso, na interpretação da disponibilidade de fósforo, são usadas características que estão relacionadas com a capacidade tampão, como o teor de argila ou o valor do fósforo remanescente (Tabela 3). O enxofre disponível, extraído com fosfato monocálcico em ácido acético, semelhantemente, é também afetado pela capacidade tampão de sulfatos do solo. Na interpretação do enxofre disponível de amostras compostas da camada subsuperficial, as classes de fertilidade apresentadas estão de acordo, como para o fósforo disponível, com a concentração de

fósforo remanescente (Tabela 4). Para o potássio disponível, como a capacidade tampão para potássio não afeta a eficiência de extração pelo método Mehlich-1, sendo também de pouco significado para a maioria dos solos de Minas Gerais, é adotada apenas uma classificação para esse nutriente (Tabela 3).

### Micronutrientes

Embora seja freqüente a deficiência de zinco e/ou de boro em várias culturas, em Minas Gerais, sendo a de zinco mais comum na cultura do milho, especialmente em solos de cerrado, há uma limitação de estudos detalhados no que se refere a trabalhos de calibração para interpretação de resultados de análise de solo para micronutrientes. Apesar disso, é apresentada uma primeira aproximação de interpretação, sendo incluídas classes de fertilidade para zinco, manganês, ferro e cobre, extraídos com o extrator Mehlich-1, e para boro, extraído com água quente (Tabela 5).

Tabela 1. Classes de interpretação para a acidez ativa do solo (pH)<sup>1</sup>

<i>Classificação química</i>						
<b>Ac. muito elevada</b>	<b>Acidez elevada</b>	<b>Acidez média</b>	<b>Acidez Fraca</b>	<b>Neutra</b>	<b>Alcalinidade fraca</b>	<b>Alcalinidade elevada</b>
>4,5	4,5 - 5,0	5,1 - 6,0	6,1 - 6,9	7,0	7,1 - 7,8	>7,8
<b>Classificação agrônômica</b>						
<b>Muito baixo</b>	<b>Baixo</b>	<b>Bom</b>	<b>Alto</b>	<b>Muito alto</b>		
< 4,5	4,5 - 5,4	5,5 - 6,0	6,1 - 7,0	> 7,0		

<sup>1</sup>pH em H<sub>2</sub>O, relação 1:2,5, TFSA : H<sub>2</sub>O.

Fonte: Alvarez et al. (1999).

Tabela 2. Classes de interpretação de fertilidade do solo para a matéria orgânica e para o complexo de troca catiônica

Característica	Unidade <sup>1/</sup>	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio <sup>2/</sup>	Bom	Muito Bom
Carbono orgânico (C.O.) <sup>2/</sup>	dag/kg	£ 0,40	0,41 - 1,16	1,17 - 2,32	2,33 - 4,06	> 4,06
Matéria orgânica (M.O.) <sup>3/</sup>	dag/kg	£ 0,70	0,71 - 2,00	2,01 - 4,00	4,01 - 7,00	> 7,00
Cálcio trocável (Ca <sup>2+</sup> ) <sup>4/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	£ 0,40	0,41 - 1,20	1,21 - 2,40	2,41 - 4,00	> 4,00
Magnésio trocável (Mg <sup>2+</sup> ) <sup>4/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	£ 0,15	0,16 - 0,45	0,46 - 0,90	0,91 - 1,50	> 1,50
Acidez trocável (Al <sup>3+</sup> ) <sup>4/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	£ 0,20	0,21 - 0,50	0,51 - 1,00	1,01 - 2,00	> 2,00
Soma de bases (SB) <sup>5/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	£ 0,60	0,61 - 1,80	1,81 - 3,60	3,61 - 6,00	> 6,00
Ac. potencial (H + Al) <sup>6/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	£ 1,00	1,01 - 2,50	2,51 - 5,00	5,01 - 9,00	> 9,00
CTC efetiva (t) <sup>7/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	£ 0,80	0,81 - 2,30	2,31 - 4,60	4,61 - 8,00	> 8,00
CTC pH 7 (T) <sup>8/</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	£ 1,60	1,61 - 4,30	4,31 - 8,60	8,61 - 15,00	> 15,00
Saturação por Al <sup>3+</sup> (m) <sup>9/</sup>	%	£ 15,0	15,1 - 30,0	30,1 - 50,0	50,1 - 75,0	> 75,0
Saturação por bases (V) <sup>10/</sup>	%	£ 20,0	20,1 - 40,0	40,1 - 60,0	60,1 - 80,0	> 80,0

<sup>1/</sup>dag/kg = % (m/m); cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>. <sup>2/</sup>O limite superior desta classe indica o nível crítico. <sup>3/</sup>Método Walkley & Black; M.O. = 1,724 x C.O. <sup>4/</sup>Método KCl 1 mol/L. <sup>5/</sup>SB = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>. <sup>6/</sup>H + Al, Método Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol/L, pH 7. <sup>7/</sup>t = SB + Al<sup>3+</sup>. <sup>8/</sup>T = SB + (H + Al). <sup>9/</sup>m = 100 Al<sup>3+</sup>/t. <sup>10/</sup>V = 100 SB/T.

Fonte: Alvarez et al. (1999).

Tabela 3. Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou do valor de fósforo remanescente (P-rem) e para o potássio.

Característica	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
	----- (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>1</sup> -----				
<b>Argila (%)</b>	<b>Fósforo disponível (P)<sup>2</sup></b>				
<b>60 - 100</b>	£ 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0 <sup>3</sup>	8,1 - 12,0	> 12,0
<b>35 - 60</b>	£ 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	> 18,0
<b>15 - 35</b>	£ 6,6	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
<b>0 - 15</b>	f 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
<b>P-rem<sup>4</sup> (mg/L)</b>					
<b>0 - 4</b>	£ 3,0	3,1 - 4,3	4,4 - 6,0 <sup>3</sup>	6,1 - 9,0	> 9,0
<b>4 - 10</b>	£ 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	> 12,5
<b>10 - 19</b>	£ 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 11,4	11,5 - 17,5	> 17,5
<b>19 - 30</b>	f 8,0	8,1 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	> 24,0
<b>30 - 44</b>	£ 11,0	11,1 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33,0	> 33,0
<b>44 - 60</b>	£ 15,0	15,1 - 21,8	21,9 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
	<b>Potássio disponível (K)<sup>2</sup></b>				
	£ 15	16 - 40	41 - 70	71 - 120	> 120

<sup>1</sup>mg/dm<sup>3</sup> = ppm (m/v). <sup>2</sup> Método Mehlich 1. <sup>3</sup> Nesta classe apresentam-se os níveis críticos de acordo com o teor de argila ou com o valor do fósforo remanescente. O limite superior desta classe indica o nível crítico. P-rem = Fósforo remanescente.

Fonte: Alvarez et al. (1999).

Observação: No caso do fósforo disponível obtido pela Resina, podem ser consideradas as seguintes faixas de disponibilidade:

Faixa de disponibilidade	Fósforo disponível (Resina)
	mg/dm <sup>3</sup>
<b>Baixo</b>	0 - 20
<b>Médio</b>	21 - 40
<b>Alto</b>	> 40

Tabela 4. Classes de interpretação da disponibilidade para o enxofre<sup>1</sup> de acordo com o valor de fósforo remanescente (P-rem).

P-rem	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio <sup>2</sup>	Bom	Muito bom
mg/L	----- (mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>3</sup> -----				
	<b>Enxofre disponível (S)</b>				
<b>00 - 04</b>	£ 1,7	1,8 - 2,5	2,6 - 3,6	3,7 - 5,4	> 5,4
<b>04 - 10</b>	£ 2,4	2,5 - 3,6	3,7 - 5,0	5,1 - 7,5	> 7,5
<b>10 - 19</b>	£ 3,3	3,4 - 5,0	5,1 - 6,9	7,0 - 10,3	> 10,3
<b>19 - 30</b>	f 4,6	4,7 - 6,9	7,0 - 9,4	9,5 - 14,2	> 14,2
<b>30 - 44</b>	£ 6,4	6,5 - 9,4	9,5 - 13,0	13,1 - 19,6	> 19,6
<b>44 - 60</b>	8,9	9,0 - 13,0	13,1 - 18,0	18,1 - 27,0	> 27,0

<sup>1</sup> Extrator CaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 500 mg/L de P, em HOAc 2 mol/L.

<sup>2</sup> Esta classe indica os níveis críticos de acordo com o valor de P-rem.

<sup>3</sup> mg/dm<sup>3</sup> = ppm (m/v).

Fonte: Alvarez et al. (1999).

Tabela 5. Classes de interpretação da disponibilidade para os micronutrientes.

Micronutrientes	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio <sup>1</sup>	Bom	Muito bom
mg/L	(mg/dm <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>				
Zinco disponível (Zn) <sup>3</sup>	£ 0,4	0,5 - 0,9	1,0 - 1,5	1,6 - 2,2	> 2,2
Manganês disponível (Mn) <sup>3</sup>	£ 2	3 - 5	6 - 8	9 - 12	> 12
Ferro disponível (Fe) <sup>3</sup>	£ 8	9 - 18	19 - 30	31 - 45	> 45
Cobre disponível (Cu) <sup>3</sup>	£ 0,3	0,4 - 0,7	0,8 - 1,2	1,3 - 1,8	> 1,8
Boro disponível (B) <sup>4</sup>	£ 0,15	0,16 - 0,35	0,36 - 0,60	0,61 - 0,90	> 0,90

<sup>1</sup>O limite superior desta classe indica o nível crítico.

<sup>2</sup>mg/dm<sup>3</sup> – ppm (m/v).

<sup>3</sup>Método Mehlich-1.

<sup>4</sup>Método água quente.

Fonte: Alvarez et al. (1999).

Tabela 6. Interpretação das classes de teores de fósforo no solo indicadas para a cultura do milho.

Classe textural do solo <sup>1</sup>	Extrator de fósforo	Classes de teor de fósforo no solo		
		Baixo	Médio	Alto
		ppm		
Argilosa (36 a 60%)	Mehlich-1	< 5	6 a 10	> 10
Média (15 a 35%)	Mehlich-1	< 10	11 a 20	> 20
Arenosa (< 15%)	Mehlich-1	< 20	21 a 30	> 30
	Resina	< 15	16 a 40	> 40

<sup>1</sup>Porcentagem de argila.

Fonte: Coelho & França (1995).

## Literatura Citada

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação.

**Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.71, set. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n.2, p.1-9, set. 1995. Encarte.

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

### Comunicado Técnico, 43

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Milho e Sorgo**  
 Caixa Postal 151 CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
 Fone: 0xx31 3779 1000  
 Fax: 0xx31 3779 1088  
 E-mail: sac@cnpmis.embrapa.br

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
 PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

### Comitê de Publicações

**Presidente:** Ivan Cruz  
**Secretário-Executivo:** Frederico Ozanan Machado Durães  
**Membros:** Antônio Carlos de Oliveira, Arnaldo Ferreira da Silva, Carlos Roberto Casela, Fernando Tavares Fernandes e Paulo Afonso Viana

### Expediente

**Supervisor editorial:** José Heitor Vasconcellos  
**Revisão de texto:** Dilermando Lúcio de Oliveira  
**Editoração eletrônica:** Tânia Mara Assunção Barbosa

1ª edição  
 1ª impressão (2002) Tiragem: 200