

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Solos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Manual de Métodos de Análise de Solo**

**3ª edição revista e ampliada**

*Paulo César Teixeira  
Guilherme Kangussu Donagemma  
Ademir Fontana  
Wenceslau Geraldes Teixeira*  
**Editores Técnicos**

**Embrapa**  
Brasília, DF  
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Solos**

Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico

CEP: 22460-000 - Rio de Janeiro, RJ

Fone: + 55 (21) 2179-4500

Fax: + 55 (21) 2179-5291

<https://www.embrapa.br>

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição**

Embrapa Solos

**Comitê de Publicações da Embrapa Solos**

Presidente: *José Carlos Polidoro*

Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Adriana Vieira de C. de Moraes, Alba Leonor da Silva Martins, Enyomara Lourenço Silva, Evaldo de Paiva Lima, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Luciana Sampaio de Araujo, Maria Regina Laforet, Maurício Rizzato Coelho, Moema de Almeida Batista, Wenceslau Gerales Teixeira*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Luciana Sampaio de Araujo*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Capa: *Eduardo Guedes de Godoy*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes e  
Marcos Antônio Nakayama*

**3ª edição**

Publicação digitalizada (2017)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Solos

---

Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2017.

573 p. : il. color.

ISBN 978-85-7035-771-7

1. Análise do solo. 2. Física do solo. 3. Química do solo. 4. Matéria orgânica. 5. Mineralogia. I. Teixeira, Paulo César. II. Donagemma, Guilherme Kangussu. III. Fontana, Ademir. IV. Teixeira, Wenceslau Gerales. V. Embrapa Solos.

CDD 631.40202

# — Capítulo 22 —

## ENXOFRE

David Vilas Boas de Campos

Paulo César Teixeira

### 22.1 Introdução

A dinâmica do enxofre no solo envolve reações de oxirredução, mineralização e imobilização, e adsorção de sulfato(s) nos coloides do solo. A complexidade dessas transformações torna difícil a avaliação da disponibilidade de S para as plantas. Alguns trabalhos têm enfatizado que os solos da região central do Brasil são originalmente deficientes em enxofre. A exploração e o manejo a que são submetidos esses solos podem agravar esse problema, cuja tendência é de intensificação com o decorrer do tempo. Dentre os aspectos do manejo do solo e das culturas que estão relacionados com a intensificação desse problema, destacam-se: a utilização de fórmulas de adubos concentrados e de inseticidas e fungicidas que não contêm S e a maior extração desse nutriente por meio de produções elevadas obtidas pelo emprego de tecnologias mais avançadas.

A determinação de enxofre, aliada ao baixo pH, pode servir de referência para a caracterização de solos tiomórficos.

### 22.2 Princípio

Ataque da amostra com HCl 1:1, precipitação com BaCl<sub>2</sub>,

calcinação do  $\text{BaSO}_4$  e determinação gravimétrica do precipitado. Essa determinação aliada ao baixo pH serve de referência para a caracterização de solos tiomórficos.

## 22.3 Material e Equipamentos

- Erlenmeyer de 500 mL.
- Balão volumétrico de 100 mL, 250 mL e 1 L.
- Proveta de 50 mL ou 100 mL.
- Pipeta volumétrica de 50 mL.
- Bastão de vidro.
- Béquer de 250 mL.
- Cadinho de platina ou porcelana.
- Condensador de refluxo.
- Dessecador.
- Papel de filtro.
- Forno mufla com termostato e regulagem de temperatura.
- Balança analítica.
- Chapa aquecedora.

## 22.4 Reagentes e Soluções

- **Solução de HCl 1:1** – medir 500 mL de HCl concentrado ( $d = 1,19 \text{ g cm}^{-3}$  e 37%) em proveta graduada e completar o volume a 1 L com água destilada ou deionizada em balão volumétrico. Obs.: adicionar pelo menos 300 mL de água destilada no balão volumétrico antes de adicionar o ácido concentrado.

- **Solução de BaCl<sub>2</sub> 10%** – pesar 100 g do sal e dissolver em 1 L de água destilada ou deionizada.
- **Solução de AgNO<sub>3</sub> 5%** – pesar 5 g do sal e dissolver em 100 mL de água destilada ou deionizada em balão volumétrico de 100 mL. Completar o volume e homogeneizar.

## 22.5 Procedimento

- Pesar 10 g de solo (TFSA) e colocar em Erlenmeyer de 500 mL.
- Adicionar 50 mL de HCl 1:1 e ferver durante meia hora, usando condensador de refluxo para evitar evaporação.
- Deixar esfriar, adicionar 50 mL de água destilada ou deionizada e filtrar para balão volumétrico de 250 mL, completando o volume.
- Pipetar 50,00 mL do extrato obtido para béquer de 250 mL e adicionar 10 gotas de HNO<sub>3</sub> concentrado.
- Aquecer o extrato até início de ebulição, adicionando, em seguida, gota a gota, 10 mL de solução de BaCl<sub>2</sub> 10%, agitando com bastão de vidro até completa precipitação do sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).
- Filtrar em papel de filtro isento de cinzas, lavando com água quente até que uma pequena porção do filtrado não apresente reação com AgNO<sub>3</sub> 5%.
- Colocar o precipitado retido no papel de filtro, bem dobrado, em cadinho de platina ou porcelana recém-tratado, levar para forno mufla e calcinar até temperatura de 750 °C (rubro).
- Deixar esfriar em dessecador contendo sílica-gel ou CaCl<sub>2</sub> sólido e pesar com aproximação de 0,0001 g.

## 22.6 Cálculo

$$S (\text{g kg}^{-1}) = m \times 68,65$$

Em que:

m – massa do precipitado ( $\text{BaSO}_4$ ), em g.

Valor 68,65 – fator de conversão de sulfato para enxofre

## 22.7 Literatura recomendada

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 11th ed. Washington, DC, 1970. 1015 p.

BOWER, C. A.; WILCOX, L. V. Soluble salts. In: BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; ESNMINGER, L. E.; CLARK, F. E. (Ed.). **Methods of soil analysis**: part 2: chemical and microbiological properties. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 933-951.

NELSON, R. E. Semimicro determination of sulfate in water extracts of soil. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 34, n. 2, p. 343-345, 1970.

OLIVEIRA, L. B. de (Coord.). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979.

RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: USDA, 1954. 160 p. (USDA. Agriculture handbook, 60).

SEARLE, P. L. Measurement of adsorbed sulphate in soils - effects of varying soil: extractant ratios and methods of measurement. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 22, n. 2, p. 287-290, 1979.