

Planilha de interpretação de análise química de solo

DOI: <https://doi.org/10.35168/2176-896X.UTP.Tuiuti.2024.Vol10.nEspecial.pp244-255>



Jéssica Alves Nogaroli

Thauane Rossa Cordeiro

Planilha de interpretação de análise química de solo

Resumo

A análise química do solo desempenha um papel fundamental na agricultura, fornecendo informações precisas sobre os níveis de nutrientes e elementos potencialmente tóxicos no solo. Interpretar esses resultados requer conhecimento técnico e o uso de manuais especializados, possibilitando a elaboração de recomendações precisas de calagem, gessagem e adubação para as culturas agrícolas. As planilhas eletrônicas são uma ferramenta valiosa para simplificar a interpretação dessas análises químicas, permitindo recomendações mais precisas e eficientes, além de otimizar os processos produtivos. Neste contexto, desenvolvemos uma planilha eletrônica utilizando o Microsoft Excel, com base no Manual de Adubação e Calagem para o estado do Paraná, para auxiliar técnicos, produtores e estudantes na interpretação das análises químicas do solo. O uso desta ferramenta possibilita a otimização de processos que anteriormente poderiam ser demorados e complexos.

Palavras-chave: Microsoft Excel, Classes de Interpretação, Parâmetros Químicos do Solo.

Soil chemical analysis interpretation spreadsheet

Abstract

Soil chemical analysis plays a fundamental role in agriculture, providing precise information about nutrient levels and potentially toxic elements in the soil. Interpreting these results requires technical knowledge and the use of specialized manuals, enabling the formulation of precise recommendations for liming, gypsum application, and fertilization for agricultural crops. Electronic spreadsheets are a valuable tool for simplifying the interpretation of these chemical analyses, allowing for more accurate and efficient recommendations, as well as optimizing production processes. In this context, we have developed an electronic spreadsheet using Microsoft Excel, based on the Fertilization and Liming Manual for the state of Paraná, to assist technicians, producers, and students in interpreting soil chemical analyses. The use of this tool enables the optimization of processes that could previously be time-consuming and complex.

Keywords: Microsoft Excel, Interpretation Classes, Soil Chemical Parameters.

Planilha de interpretação de análise química de solo

Introdução

A análise química do solo é uma ferramenta essencial, que tem por objetivo avaliar o fornecimento de nutrientes às plantas e avaliação da ocorrência de elementos tóxicos (SBCS, 2017). Produtores, técnicos e pesquisadores usam-a para avaliar a Fertilidade do Solo, e a partir dela poder fazer uma recomendação adequada de calagem, gessagem e adubação (SULEIMAN, 2012). Sua execução é rápida, de baixo custo e está baseada em critérios técnico-científicos que vem sendo melhorados de forma continuada (SBCS, 2017).

A interpretação da análise de solo envolve a análise dos resultados obtidos a partir de amostras de solo coletadas em uma área específica e a compreensão das informações para tomar decisões adequadas (BRASIL & CRAVO, 2020). Os critérios de interpretação variam em muitos fatores, o que pode dificultar uma elaboração precisa de recomendações (SBCS, 2019).

Para o estado do Paraná, utilizamos o Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná, para fazermos recomendações em diversas culturas. A interpretação dos resultados através do manual é feita utilizando classes de interpretação: muito baixo (proporciona até 40% da produção máxima); baixo (de 40% a 70% da produção máxima); médio (de 70% a 90% da produção máxima); alto (de 90% a 100% da produção máxima); muito alto (limita a produção) e condição a evitar (proporciona decréscimo na produção e pode causar toxidez por excesso de nutriente) (SBCS, 2017).

Recursos tecnológicos são um importante aliado na otimização dos processos de produção agropecuária, facilitando as práticas cotidianas, principalmente relacionados a organização, planejamento e análises precisas de resultados (LOPES, 2020). As primeiras planilhas de cálculo eletrônico foram desenvolvidas em 1979 por Daniel Bricklin e Robert Franckston. Desde então, muitos softwares nessa mesma linha foram criados até os dias atuais. O uso de planilhas eletrônicas permite calcular fórmulas matemáticas com rapidez, eficiência e pouca margem de

Planilha de interpretação de análise química de solo

erro, representando um avanço tecnológico em benefício dos profissionais (BRICKLIN, 2015). No contexto da agronomia, essas planilhas podem proporcionar maior agilidade, precisão e eficiência no cálculo de adubação e na recomendação de fertilizantes para as lavouras (OLIVEIRA, 2018). No entanto, a adoção dessas tecnologias por pequenos agricultores ainda é considerada restrita (LOPES *et al*, 2021).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma planilha eletrônica com a função de interpretar as classes de interpretação de uma análise de solo, assim facilitando no momento de elaborar cálculos e recomendação de calagem, gessagem e adubação.

Metodologia

A planilha foi desenvolvida no laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Tuiuti do Paraná, em Curitiba, PR utilizando o Microsoft Excel do pacote Office 365 64 bits. Para a realização da automação da planilha foi utilizado a fórmula “SE”. É uma função lógica que permite avaliar uma condição e retornar um valor se essa condição for verdadeira e outro valor se for falsa.

A automação da planilha utilizando a fórmula “SE” é uma maneira eficaz de automatizar decisões com base em determinadas condições. A função “SE” permite que você especifique uma condição e, em seguida, indique o que deve acontecer se essa condição for verdadeira e o que deve acontecer se for falsa. Para usar a fórmula “SE” na automação da planilha, foi seguido os seguintes passos: (i) foi selecionado a célula para aplicar a fórmula “SE”; (ii) digitado “ =SE(“ na célula selecionada; (iii) Em seguida, especificamos a condição que deseja avaliar. Por exemplo: “Se o nível de nutrientes for menor que o valor recomendado”; (iv) após a condição, foi inserido o que deve acontecer se essa condição for verdadeira; (v) quando a condição não for verdadeira, foi indicado o que deve acontecer; (vi) foi finalizado a fórmula com “)” e pressionado Enter para aplicá-la. Essa

Planilha de interpretação de análise química de solo

automação é útil para tomar decisões com base em dados específicos da planilha, permitindo que ela responda dinamicamente às mudanças nos valores inseridos.

Os valores de referência utilizados na elaboração da planilha foram retirados do Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná conforme tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1. Interpretação de parâmetros químicos do solo para o estado do Paraná.

| Classe de Interpretação | pH CaCl ₂ | pH H ₂ O | Al ³⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | M ¹ | V ² | T on CTC ³ a pH ^{7,0} | t on CTC ³ efetiva | CO ⁴ | MO ⁵ |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|--|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | cmol _c dm ⁻³ | | | — (%) — | | cmol _c dm ⁻³ | g dm ⁻³ | (%) | |
| Muito Baixo | < 4,0 | < 4,7 | < 0,3 | < 0,5 | < 0,2 | < 5 | < 20 | < 5 | < 1,1 | < 4 | < 0,7 |
| Baixo | 4,0 - 4,4 | 4,7 - 5,1 | 0,3 - 0,7 | 0,5 - 1,0 | 0,2 - 0,4 | 5 - 10 | 21 - 35 | 5 - 7 | 1,1 - 2,0 | 4 - 8 | 0,7 - 1,4 |
| Médio | 4,5 - 4,9 | 5,2 - 5,6 | 0,8 - 1,5 | 1,1 - 2,0 | 0,5 - 1,0 | 11 - 20 | 36 - 50 | 8 - 14 | 2,1 - 4,0 | 9 - 14 | 1,5 - 2,4 |
| Alto | 5,0 - 5,5 | 5,7 - 6,2 | 1,6 - 2,5 | 2,1 - 6,0 | 1,1 - 2,0 | 21 - 50 | 51 - 70 | 15 - 24 | 4,1 - 8,0 | 15 - 20 | 2,5 - 3,4 |
| Muito Alto | > 5,5 | > 6,2 | > 2,5 | > 6,0 | > 2,0 | > 50 | > 70 | > 24 | > 8,0 | > 20 | > 3,4 |
| Condição a Evitar | > 6,0 | > 6,7 | - | - | - | - | > 90 | - | - | - | - |

¹m: Saturação por Al³⁺; ²V: Saturação por Bases; ³CTC: Capacidade de troca catiônica; ⁴CO: Carbono – Para transformar CO em matéria orgânica, multiplicar por 1,724; ⁵MO: Matéria Orgânica. Fonte: Adaptado de SBCS, 2019 (Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná).

Planilha de interpretação de análise química de solo

Tabela 2. Interpretação para o fósforo disponível no solo (extraído por Mehlich -1) para o estado do Paraná.

| Classe de Interpretação | P disponível (mg dm ⁻³) | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|-----------|---------|------------|-------------------------|------------------------------|
| | Argila (g Kg ⁻¹) | | | Olerícolas | Florestais ¹ | Pastagens perenes extensivas |
| | < 250 | 250 - 400 | > 400 | | | |
| Muito Baixo | < 6 | < 4 | < 3 | < 8 | < 2 | < 2 |
| Baixo | 6 - 12 | 4 - 8 | 3 - 6 | 8 - 20 | 2 - 3 | 2 - 3 |
| Médio | 13 - 18 | 9 - 12 | 7 - 9 | 21 - 50 | 4 - 5 | 4 - 6 |
| Alto | 19 - 24 | 13 - 18 | 10 - 12 | 51 - 100 | 6 - 7 | 7 - 10 |
| Muito Alto | > 24 | > 18 | > 12 | > 100 | > 7 | > 10 |
| Condição a Evitar | > 120 | > 90 | > 60 | > 300 | > 28 | > 40 |

¹Para erva-mate interpretar o P disponível considerando o teor de argila do solo. Fonte: Adaptado de SBCS, 2019 (Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná).

Tabela 3. Interpretação para o potássio disponível no solo (extraído por Mehlich -1) para o estado do Paraná.

| Classe de Interpretação | K trocável | % K | Olerícolas, alfafa e café |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| | cmol _c dm ⁻³ | Na CTC a pH 7,0 | cmol _c dm ⁻³ |
| Muito Baixo | < 4,0 | < 4,7 | < 0,3 |
| Baixo | 4,0 - 4,4 | 4,7 - 5,1 | 0,3 - 0,7 |
| Médio | 4,5 - 4,9 | 5,2 - 5,6 | 0,8 - 1,5 |
| Alto | 5,0 - 5,5 | 5,7 - 6,2 | 1,6 - 2,5 |
| Muito Alto | > 5,5 | > 6,2 | > 2,5 |
| Condição a Evitar | > 6,0 | > 6,7 | - |

Fonte: Adaptado de SBCS, 2019 (Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná).

Planilha de interpretação de análise química de solo

Tabela 4. Interpretação para enxofre e alguns micronutrientes disponíveis no solo para o estado do Paraná.

| Classe de Interpretação | Nutriente no Solo | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | S-SO ₄ ⁻² | | B ¹ | Cr ² | Mn ² | Zn ² |
| | 0-20 cm | 20-40 cm | | | | |
| | mg dm ⁻³ | | | | | |
| Muito Baixo | < 1,0 | < 3,0 | < 0,10 | < 0,2 | < 5 | < 0,4 |
| Baixo | 1,0 - 2,0 | 3,0 - 6,0 | 0,11 - 0,20 | 0,2 - 0,5 | 5 - 15 | 0,4 - 0,8 |
| Médio | 2,1 - 3,0 | 6,1 - 9,0 | 0,21 - 0,30 | 0,6 - 0,8 | 16 - 30 | 0,9 - 1,2 |
| Alto | 3,1 - 6,0 | 9,1 - 12,0 | 0,31 - 0,60 | 0,9 - 3,0 | 31 - 100 | 1,3 - 10,0 |
| Muito Alto | > 6,0 | > 12,0 | > 0,60 | > 3,0 | > 100 | > 10,0 |
| Condição a Evitar | - | - | > 2,0 | > 20 | >200 | > 30,0 |

Fonte: Adaptado de SBCS

Resultados e Discussões

A planilha foi nomeada como “Planilha de Interpretação de Análise de Solo do Estado do Paraná” e foi utilizada como material exclusivo no curso de extensão oferecido pelo curso de Agronomia, Curso Prático: Amostragem de solo e interpretação de análises químicas, pelo PROPE. Na figura 1 é demonstrado a interface da planilha como um todo. Sua utilização é simples, com o resultado da análise química de solo em mãos, basta colocar os dados nos campos em branco, e na sequência dará a interpretação para aquele resultado levando em consideração as classes de interpretação.

Planilha de interpretação de análise química de solo

Figura 1. Interface completa da Planilha de Interpretação de Resultados de Análise Química de Solo.

| Interpretação de parâmetros químicos do solo para o estado do Paraná | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--|------------------|------------------|----------------|----------------|------------|--|---------------------------------------|------------------------|
| pH CaCl ₂ | pH H ₂ O | Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | m ¹ | V ² | I | CTC ³ efetiva cmol _c dm ⁻³ | CO ⁴ g dm ⁻¹ | MO ⁵ (%) |
| 5 | 5 | 0,3 | 3 | 5 | 30 | 40 | 80 | 70 | 40 | 3 |
| Alto | Baixo | Muito baixo | Alto | Muito alto | Alto | Médio | Muito alto | Muito alto | Muito alto | Alto |

| Interpretação para enxofre e alguns micronutrientes disponíveis no solo para o estado do Paraná | | | | | |
|---|-------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Nutriente no Solo | | | | | |
| S-SO ₄ ²⁻ | | B ¹ | Cu ² | Mn ² | Zn ² |
| 0-20 cm | 20-40 cm | mg dm ⁻³ | | | |
| Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo |

| Interpretação para Fósforo disponível no solo | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------------------|------------------------------|
| P disponível (mg dm ⁻³) | | | | | |
| Argila (g kg ⁻¹) | | | Olerícolas | Florestais ¹ | Pastagens perenes extensivas |
| <250 | 250-400 | >400 | 0 | 0 | 0 |
| Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo |

| Interpretação para Potássio trocável no solo (extraído por Mehlich-1) para o estado do Paraná | | |
|---|--------------------------|---|
| K trocável cmol _c dm ⁻³ | K na CTC a pH 7,0 (%) | Olerícolas, alfafe e café cmol _c dm ⁻³ |
| Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo |

Para utilizar a planilha de interpretação de análise de solo basta colocar os dados da sua análise nas cédulas identificadas da cor branca. Abaixo dará a classe de interpretação do atributo em questão.



Fonte: Autoria própria.

Nas figuras 2, 3, 4 e 5 observamos a interpretação de valores hipotéticos e o funcionamento da planilha para parâmetros químicos, interpretação para enxofre e alguns micronutrientes disponíveis, Potássio trocável no solo (extraído por Mehlich-1) e Fósforo disponível, respectivamente.

Planilha de interpretação de análise química de solo

Figura 2. Interpretação de parâmetros químicos do solo para o estado do Paraná.

| Interpretação de parâmetros químicos do solo para o estado do Paraná | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--|------------------|------------------|-----------------------|----------------|------------|--|---------------------------------------|------------------------|
| pH CaCl ₂ | pH H ₂ O | Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | m ¹ (%) | V ² | T | CTC ³ efetiva cmol _c dm ⁻³ | CO ¹ g dm ⁻¹ | MO ⁵ (%) |
| 5 | 5 | 0,3 | 3 | 5 | 30 | 40 | 80 | 70 | 40 | 3 |
| Alto | Baixo | Muito baixo | Alto | Muito alto | Alto | Médio | Muito alto | Muito alto | Muito alto | Alto |

Fonte: Autoria própria.

Figura 3. Interpretação para enxofre e alguns micronutrientes disponíveis no solo para o estado do Paraná.

| Interpretação para enxofre e alguns micronutrientes disponíveis no solo para o estado do Paraná | | | | | |
|---|-------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Nutriente no Solo | | | | | |
| S-SO ₄ ⁻² | | B ¹ | Cu ² | Mn ² | Zn ² |
| 0-20 cm | 20-40 cm | mg dm ⁻³ | | | |
| Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo |

Fonte: Autoria própria.

Figura 4. Interpretação para Potássio trocável no solo (extraído por Mehlich-1) para o estado do Paraná.

| Interpretação para Potássio trocável no solo (extraído por Mehlich-1) para o estado do Paraná | | |
|---|--------------------------|---|
| K trocável cmol _c dm ⁻³ | K na CTC a pH 7,0 (%) | Olerícolas, alfafa e café cmol _c dm ⁻³ |
| Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo |

Fonte: Autoria própria.

Planilha de interpretação de análise química de solo

Figura 5. Interpretação para Fósforo disponível no solo.

| Interpretação para Fósforo disponível no solo | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------------------|------------------------------|
| P disponível (mg dm ⁻³) | | | | | |
| Argila (g kg ⁻¹) | | | Olerícolas | Florestais ¹ | Pastagens perenes extensivas |
| <250 | 250-400 | >400 | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo | Muito baixo |

Fonte: Autoria própria.

Ao utilizar a planilha o usuário terá a interpretação de forma rápida e precisa, assim podendo otimizar os processos que envolvem a recomendação de fertilizantes e corretivos na lavoura.

Considerações finais

É importante ressaltar que, embora nossa planilha proporcione uma ferramenta valiosa para a interpretação de análises de solo, ela não substitui o conhecimento especializado de profissionais agrícolas. Recomendamos que os usuários utilizem a planilha como um auxílio na interpretação dos resultados, complementando-a com o conhecimento técnico e experiência prática.

Em suma, a planilha de interpretação de análise de solo apresentada neste artigo representa uma contribuição significativa para a melhoria da gestão agrícola, fornecendo uma ferramenta acessível e eficaz para avaliação e monitoramento da qualidade do solo. Esperamos que esta planilha seja amplamente adotada e contribua para a promoção de práticas agrícolas sustentáveis e produtivas.

Planilha de interpretação de análise química de solo

Referências

- BRASIL, E.C & CRAVO, M.S., Interpretação dos resultados da análise do solo. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIEGAS, I. de J. M. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020.
- BRICKLIN, D. Backgrounder on Dan Bricklin. Disponível em: < <http://www.bricklin.com/bio.htm> >. Acesso em 10 de abril. 2015.
- LOPES, K. A. L.; SILVA, T. F.; OLIVEIRA, I. R.; DANTAS, J. S.; ALMEIDA, E. I. B.. Hortíferil: planilhas para interpretação da análise de solo e recomendação de adubação para hortaliças. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.6, p.557-565, 2021.
- LOPES, K.A.L. **Desenvolvimento de planilha para interpretação de análise de solo e recomendação de adubação para hortaliças**. (Trabalho de Conclusão de Curso). UFMA. Chapadinha, MA., 2020.
- OLIVEIRA, A.G. **Planilha de Recomendação de Adubação e Calagem Para o Cerrado**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Faculdade Metropolitana de Anápolis. Anápolis, GO. 2018.
- Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Núcleo Estadual do Paraná (NEPAR). **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.
- SULEIMAN, K. **Análise química de solos é fundamental para produção sustentável**. EMBRAPA RO. 2012.

Data da submissão: 08/10/2024

Data do aceite: 14/10/2024

Data da publicação: 29/11/2024