

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE NUTRIENTES NO SOLO EM PROPRIEDADES RURAIS DO SUL ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

**Angélica Andrade Garcia, Daniel Ferreira Leal, Raphael Luis Azevedo Brandão
Isabele Andrade Garcia, Carlos Eduardo Costa Paiva, Felipe Vaz Andrade**

¹Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto
Universitário, s/nº, Guararema - 29500-000 - Alegre - ES, Brasil, andradeangelica687@gmail.com,
danielleal942@gmail.com, rapabrandao@hotmail.com, isabeleandradegarcia@gmail.com,
cecostapaiva@gmail.com, felipevazandrade@gmail.com

Resumo

A análise do solo é a principal ferramenta para diagnóstico da fertilidade do solo, tendo como objetivo fornecer dados importantes para a devida recomendação de insumos agrícolas, proporcionando maior sustentabilidade do ambiente rural, adoção de boas práticas de manejo e assim ocasionando aumento da produtividade. Objetivou-se com esse trabalho avaliar as CTC pH 7 (T) e CTC efetiva (t) dos solos da Região Sul do Estado do Espírito Santo e municípios adjacentes, utilizando dados de 1526 amostras. As amostras foram analisadas no Laboratório de Análise de Solo da UFES (CCA-E-UFES). Os valores de CTC pH 7 (T) e CTC efetiva (t) foram interpretados como valores médios. Portanto, é recomendada a aplicação de corretivos, como o calcário, para melhorar a capacidade de troca catiônica no solo (CTC efetiva), assim como manejo adequado da matéria orgânica do solo que promoverá o aumento da CTC pH 7 e consequentemente aumentar a capacidade de armazenamento de nutrientes e posterior disponibilidade para as plantas. Isso proporcionará potencializar a produção agrícola na região do sul do Estado.

Palavras-chave: análise química. CTC do solo. Fertilidade do solo.

Área do Conhecimento: Engenharia agrônoma. Agronomia.

Introdução

A análise do solo é uma ferramenta de extrema importância para o uso eficiente do solo e adoção de boas práticas de manejo. Através dessa análise, é possível identificar as necessidades nutricionais das plantas, fornecendo subsídios para a recomendação adequada de fertilizantes e corretivos, garantindo assim uma produção mais sustentável e rentável.

Dentre os parâmetros analisados, destaca-se a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo, que corresponde à capacidade de armazenar e liberar cátions para a solução do solo. A CTC efetiva refere-se a quantidade de cátions disponíveis para as plantas, no pH atual do solo. Enquanto a CTC a pH 7 considera as cargas negativas do solo geradas até pH 7,0.

Para Da Silva (2009), Raij (1983) e Belei et al. (2016), a análise da CTC é fundamental para determinar a fertilidade, a capacidade de armazenamento de nutrientes do solo e o ajuste adequado das doses de adubação e corretivos, evitando o desperdício de recursos e minimizando os impactos ambientais.

Portanto, a CTC do solo é um atributo químico imprescindível na análise de solo e a interpretação correta da CTC possibilita a correta utilização dos recursos e a adoção de boas práticas de manejo. No contexto dos solos tropicais, a análise da CTC ganha ainda mais relevância, uma vez que, desempenha um papel crucial na sustentabilidade e produtividade agrícola dessas regiões. Os solos tropicais são conhecidos por apresentarem características peculiares, como baixa fertilidade natural, altos índices de intemperismo e lixiviação de nutrientes. Segundo Ronquim (2010), a baixa CTC desses solos torna-os menos capazes de reter (ou armazenar) nutrientes para as plantas. Portanto, é essencial um manejo adequado desses solos, através da adição de corretivos e fertilizantes, visando suprir as demandas nutricionais das culturas e garantir uma produção sustentável.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

No caso específico dos solos do sul do Estado do Espírito Santo, a análise dos níveis de CTC assume ainda mais relevância, visto que há predominância de solos tropicais. Portanto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as CTC pH 7 (T) e CTC efetiva (t) dos solos da Região Sul do Estado do Espírito Santo e municípios adjacentes, utilizando dados de 1526 amostras.

Metodologia

As amostras de solo avaliadas neste estudo compõem grande parte da região sul do Estado do Espírito Santo, totalizando 1526 amostras, representadas pelos municípios de Alegre (408); Atílio Vivacqua (11); Cachoeiro de Itapemirim (184); Divino de São Lourenço (28); Guaçuí (49); Ibitirama (11); Jerônimo Monteiro (45); Mimoso do Sul (191); Muniz Freire (26); Muqui (139); São José do Calçado (39); Vargem Alta (50) e outras cidades circunvizinhas do Estado (326). Os valores em parênteses equivalem à quantidade de amostras analisadas em cada município.

Neste trabalho foram analisados e classificados os níveis da CTC pH 7 (T) e CTC efetiva (t). A CTC pH 7,0 ou CTC potencial (T) foi calculada pela fórmula: $T \text{ (cmol}_c \text{ dm}^{-3}) = SB + (H+Al)$, onde SB = soma de bases (Ca + Mg + K + Na); e H+Al = acidez potencial. A CTC efetiva (t) foi calculada pela fórmula: $t \text{ (cmol}_c \text{ dm}^{-3}) = (SB) + Al^{3+}$, onde: SB = soma de bases (Ca + Mg + K + Na); e Al^{3+} = alumínio trocável (TEIXEIRA et al., 2017).

Os teores de Ca e Mg foram extraídos por KCl 1 mol/L e determinados por espectrometria de absorção atômica. Os teores de Na e K foram extraídos por Mehlich 1 e determinados por fotometria de chama. Os teores de Al foram extraídos por KCl 1 mol/L e determinado por titulometria. A acidez potencial (H+Al) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol/L pH 7,0 e determinada por titulometria (TEIXEIRA et al., 2017).

Todos os procedimentos de análises químicas foram realizados no Laboratório de Análises de Solo do CCAE-UFES. Após a obtenção dos dados e classificação foram elaborados gráficos com os números de amostras e seus níveis. Foi utilizado como critério de interpretação da CTC o Manual de Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado do Espírito Santo, 5ª Aproximação (PREZOTTI et al., 2007) (Tabela 1).

Tabela 1. Classes e limites de interpretação para nível de fertilidade de acordo com o Manual de Recomendação para o Espírito Santo.

Atributo	Unidade	Classificação		
		Baixo	Médio	Alto
CTC pH 7 (T)	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	< 4,5	4,5 - 10	> 10
CTC efetiva (t)	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	< 2,5	2,5 - 6,0	> 6,0

Fonte: PREZOTTI et al., 2007.

Resultados

Os resultados revelaram que, cerca de 74% das amostras analisadas tiveram sua CTC potencial classificada como média, entre 4,5 a 10,0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Apenas 10% das amostras analisadas foram classificadas como baixa (< 4,5 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e 15,6% apresentaram uma CTC alta (> 10,0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Figura 1A).

Para os valores da CTC efetiva observou-se o mesmo comportamento onde foi encontrada uma maior proporção da CTC efetiva classificada como média (64%), 24,4% classificada como baixa e 11,4 com uma CTC efetiva alta (Figura 1B).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 1 – Distribuição da frequência para CTC pH 7 (A) e para a classe de interpretação entre 4,5 e 10,0 (B) e frequência para CTC efetiva (C) e para a classe de interpretação entre 2,5 e 6 (D) (Autores, 2023).

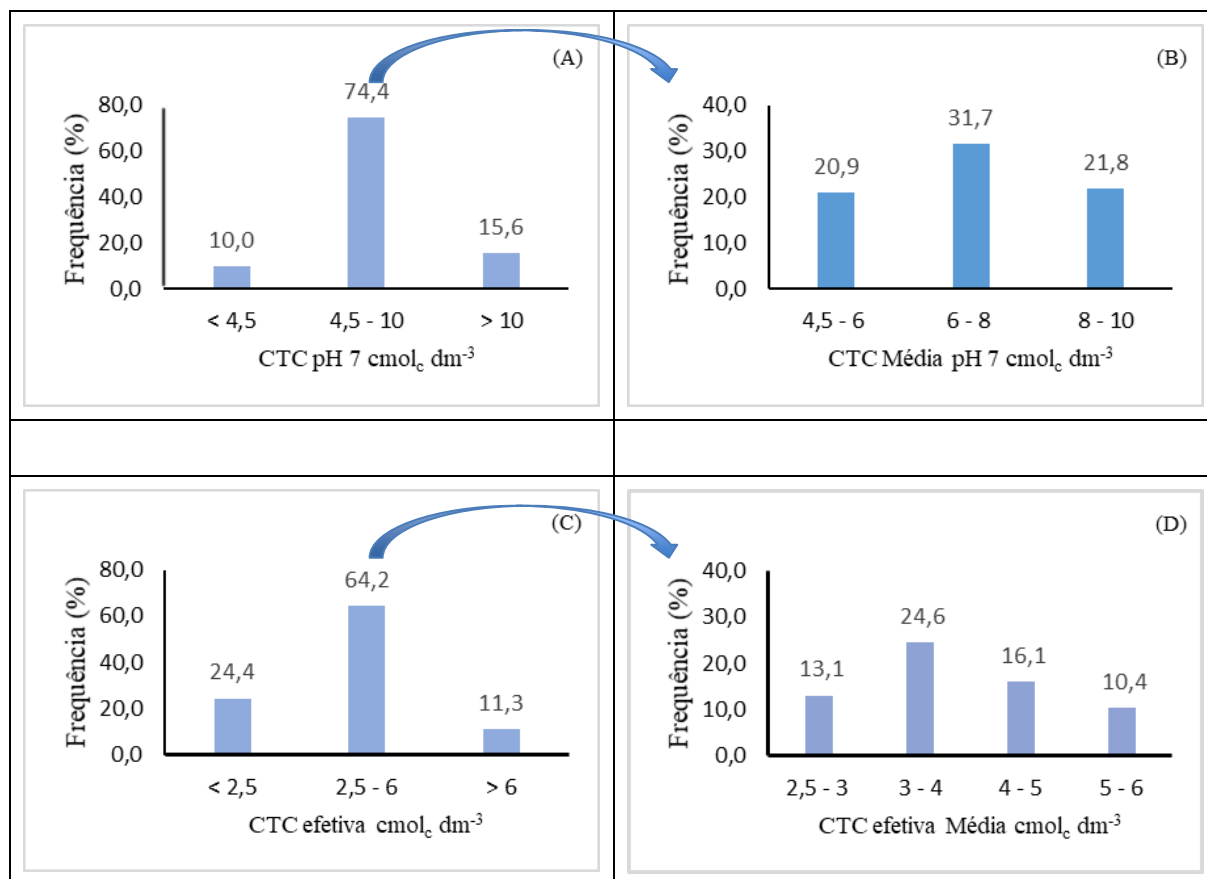


Tabela 2. Valores médios para CTC potencial e efetiva, número de amostras de solo analisadas e desvio padrão

Classificação CTC	CTC pH 7 (T)			CTC efetiva (t)		
	Nº de Amostras	Média	Desvio Padrão	Nº de Amostras	Média	Desvio Padrão
Baixo	153	3,15	1,023	373	1,82	0,452
Médio	1135	7,02	1,455	980	3,89	0,929
Alto	238	12,73	4,278	173	8,14	2,319
Total	1526	7,52	3,296	1526	3,87	2,075

Fonte: o autor.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Discussão

O solo possui características que o torna como uma caixa de armazenamento, permitindo que os nutrientes sejam armazenados e fiquem disponíveis para as plantas absorverem durante seu crescimento. Esse armazenamento ocorre na fração argila e na matéria orgânica do solo, através das cargas negativas (CTC) presentes nessas frações, responsáveis pela retenção de nutrientes e água.

Em solos de regiões tropicais úmidas, os valores de CTC são normalmente baixos (ou médios tendendo a baixos) (Figura 1), visto que, nestes, a caulinita e os óxidos de ferro e alumínio, dominam a fração argila (DOS SANTOS, 2009). Estes minerais encontrados predominantemente na fração argila são caracterizados pela baixa CTC, e sua predominância reflete a característica desses solos. Os valores de CTC encontrados neste trabalho (figura 1) refletem as características dos solos da região estudada, condizentes com maior atuação do intemperismo (caulinita e os óxidos de ferro e alumínio dominantes na fração argila) e baixo teor de matéria orgânica.

A baixa CTC em solos tropicais resulta em uma baixa capacidade em reter nutrientes em quantidade suficiente para as plantas, o que pode prejudicar a produtividade agrícola. A razão pela qual esses solos possuem baixa CTC está relacionada às características do solo e do manejo incorreto do solo. De modo geral, quanto maior a CTC do solo melhor a sua fertilidade. Isso porque aumenta a capacidade de reter elementos como K, Ca e o Mg, elementos essenciais para as plantas.

Segundo Ronquim (2010), quando ocorre a perda de matéria orgânica, a CTC do solo tende a diminuir, uma vez que a matéria orgânica é uma importante fonte de cargas negativas no solo, responsáveis por reter os cátions. Isso pode resultar em uma diminuição da disponibilidade de nutrientes para as plantas.

O aumento da CTC do solo pode ser feito pela adição de matéria orgânica (adição de esterco; compostos orgânicos diversos; ou palhas - braquiária, casca de café), rotação de culturas e adubação verde (ex: leguminosas ou palhada das gramíneas). A adição de matéria orgânica no solo, tem como papel principal aumentar a CTC do solo. No entanto, além deste grande benefício, ela pode também atuar no fornecimento de nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e enxofre.

Segundo Fontana (2006), a matéria orgânica possui uma elevada CTC e quanto maior a presença no solo, maior será a CTC do solo e, conseqüentemente, melhor será a capacidade de armazenar nutrientes. O ideal inicialmente é fazer uma análise de solo para que possa ser tomada a melhor estratégia a fim de melhorar a CTC do solo.

A contribuição da matéria orgânica para CTC dos solos foi estimada entre 56 e 82% da CTC de solos sob condições tropicais (RAIJ, 1981), o que favorece a retenção de cátions e diminui as perdas por lixiviação. Vários autores observaram relação direta da matéria orgânica com a CTC do solo (CANELLAS et al., 2003; FALLEIRO et al., 2003), indicando que parte da variação da CTC é devido à matéria orgânica.

Observando os valores da CTC efetiva, os resultados indicaram que houve uma maior proporção de amostras com uma classificação média, seguida por uma parcela baixa e uma parcela ainda menor com uma classificação alta. Isso sugere que ainda há uma proporção significativa de amostras com uma disponibilidade limitada de armazenamento de nutrientes.

Esses resultados destacam a importância da calagem ou correção de solos tropicais para melhorar a fertilidade e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. No entanto, é necessário considerar a heterogeneidade dos solos tropicais e a necessidade de ajustar a quantidade e o tipo de corretivo utilizado de acordo com as características específicas de cada solo. Além disso, é importante realizar uma análise do solo regularmente para avaliar a necessidade de calagem e adubação, garantindo assim uma gestão adequada da fertilidade do solo.

No caso do sul do Estado do Espírito Santo, a análise dos níveis de CTC dos solos é de extrema importância para o desenvolvimento agrícola da região. Conhecer a capacidade de armazenamento de nutrientes dos solos locais permite uma abordagem mais precisa no manejo das culturas, favorecendo a escolha adequada de fertilizantes e corretivos, evitando doses excessivas e o possível impacto ambiental e até mesmo doses subestimadas.

A análise de solo e a determinação da CTC são fundamentais para o manejo eficiente dos solos, sobretudo em regiões tropicais. Compreender as características dos solos e a capacidade de retenção de nutrientes possibilita uma agricultura mais sustentável, maximizando o aproveitamento dos recursos e minimizando os impactos ambientais. Nesse sentido, a análise dos níveis de CTC dos solos do sul

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

do Estado do Espírito Santo é um passo essencial para o desenvolvimento agrícola e econômico dessa região.

Conclusão

A maioria das amostras de solo coletadas na região do sul do estado do Espírito Santo apresentaram níveis médios para a CTC do solo (potencial e efetiva).

Medidas de manejo da fertilidade do solo são necessárias com intuito de aumentar a capacidade de armazenamento de nutrientes (CTC) dos solos estudados, como a correção da acidez e a adição de matéria orgânica.

Referências

- BELEI, C. et al. **Ciência Do Solo: Fertilidade Do Solo E Nutrição Mineral De Plantas**, 2016. Disponível em: <http://cm-kls-content.s3.amazonaws.com/201602/INTERATIVAS_2_0/CIENCIA_DO_SOLO_FERTILIDADE_DO_SOLO_E_NUTRICA_O_MINERAL_DE_PLANTAS/U1/LIVRO_UNICO.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2023.
- CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; SANTOS, G. A.; RAMALHO, J. F.; BRAZ FILHO, R.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. Propriedade químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG v. 27, p. 935-944, 2003.
- DA SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. www.infoteca.cnptia.embrapa.br Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330496>>. Acesso em: 9 ago. 2023.
- DOS SANTOS, V. R.; FILHO, G. M.; SANTOS, C. G.; SANTOS, M. A. L.; CUNHA, J. L. X. L. Contribuição de argilominerais e da matéria orgânica na CTC dos solos do estado de Alagoas. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 27-36, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117625005.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n.6, p.1097-1104, 2003.
- RONQUIM, C.C. **Conceitos De Fertilidade Do Solo E Manejo Adequado Para as Regiões Tropicais**. Embrapa, 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/882598/conceitos-de-fertilidade-do-solo-e-manejo-adequado-para-as-regiões-tropicais>>. Acesso em: 9 ago. 2023
- RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, Instituto de Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p. Disponível em: <https://real-estate-brazil.com/wp-content/uploads/2017/05/isricu_i00005852_001.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2023.
- RAIJ, B. van. **Mecanismos de interação entre solos e nutrientes**. In: RAIJ, B. van. (Ed). *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. p. 17-31.
- PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação**. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/ CEDAGRO, 2007. 16p.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

TEIXEIRA, Paulo César et al. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília: Embrapa, p. 573, 2017.

FONTANA, A. **Caracterização Química e Espectroscópica da Matéria Orgânica em Solos do Brasil**, 2006. Disponível em: http://www.ia.ufrj.br/cpacs/arquivos/teses_dissert/11_Ademir_Fontana.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).