

LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA - ALAGOAS

Data de aceite: 02/05/2023

Thais Rayane Gomes da Silva,
Engenheira Agrônoma, Doutoranda do
Programa de Pós-Graduação em;

José Ferreira de Oliveira,
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca;

**Fabiana Fontes da Silva Macedo de
Carvalho,**
Mestre em Agricultura e Ambiente - UFAL;

Igor Gledson de Oliveira Santos,
Mestre em Agricultura e Ambiente - UFAL;

Renata Rikelly da Silva Barbosa,
Mestrando do Programa em Pós-
Graduação em Ambiente e Agricultura
- UFAL;

André Luiz Pereira Barbosa,
Mestrando do Programa em Pós-
Graduação em Ambiente e Agricultura
- UFAL;

Felipe Del Massa Martins
Engenheiro Agrônomo, Doutorando
do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola - Unesp

Kivia Caroline da Costa,
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca;

Ivisson José da Silva Santos,
Graduando em Zootecnia -Campus
Arapiraca - UFAL;

Victor Emanuel Santos Lira,
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca;

Renato Luiz Tertuliano de Gois,
Mestrando do Programa de Pós-
Graduação em Química e Biotecnologia
- UFAL;

Márcio Aurélio Lins dos Santos,
Professor do Programa de Pós-Graduação
em Agricultura e Ambiente - UFAL;

Cícero Gomes dos Santos-
Professor do Programa de Pós-Graduação
em Agricultura e Ambiente - UFAL.

RESUMO: O conhecimento dos níveis de fertilidade do solo, através de métodos de avaliação, caracteriza sua capacidade em suprir nutrientes as plantas. Para isso faz-se necessário a utilização de ferramentas adequadas. Assim, objetivou-se avaliar a fertilidade das principais unidades de solos cultivados em Arapiraca – AL. Amostras compostas de solos foram coletadas em

áreas de produção, na camada de 0 - 20 cm de profundidade. Visando à caracterização química dos solos e identificação das principais limitações para as culturas exploradas, foram feitas determinações de potencial hidrogeniônico em água, cálcio e magnésio, alumínio, fósforo, potássio, matéria orgânica, capacidade de trocas de cátions e saturação por bases. Dos resultados interpretados, a acidez ativa do solo, a capacidade de troca de cátions e a saturação por bases obtiveram amostras classificadas como valores médios, em sua maioria. Os teores de potássio apresentaram valores de médios a baixos em torno de mais de 15% das amostras e 55% das amostras apresentaram teores de fósforo altos e muitos altos. Os teores de matéria orgânica são baixos em 87,5% das amostras para além de que cerca de 9% das amostras apresentaram teores muitos baixos. A maioria dos atributos da fertilidade do solo avaliados pela técnica de análise de frequência apresentaram valores baixos no solo, em que para sua utilização com exploração agrícola requer a reposição de adubos e corretivos.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de solo, Nutrientes, Adubação

INTRODUÇÃO

A tecnificação dos processos produtivos na agricultura vem crescendo no Brasil, exigindo adoção, cada vez mais, da utilização de matrizes tecnológicas, com destaque para os fertilizantes. Para garantir bons níveis de produtividade a presença de nutrientes é um dos aspectos fundamentais que proporcionam uma boa qualidade dos sistemas produtivos (LOPES *et al.*, 2007). Dentre as matrizes tecnológicas, a utilização de fertilizantes sintéticos ou naturais para suprir as deficiências ou corrigir os baixos níveis de fertilidades do solo é considerado um dos pilares fundamentais para a busca de uma agricultura de base sustentável.

Para caracterizar a fertilidade do solo agrícola é necessário a utilização de ferramentas adequadas, a mais utilizada para determinar a quantidade necessária de fertilizantes para as culturas é a análise de solo. Sendo eficiente se apoiada em um programa de calibração dos valores obtidos pelo método analítico com o rendimento das culturas (MUMBACH *et al.*, 2018).

A análise de solo é eficiente na mensuração dos níveis naturais de fertilidade do solo, presença de acidez e de elementos tóxicos, orientação de programas de correção e adubação e escolha de espécies ou variedades mais adaptadas ao cultivo. Mesmo com eficiência comprovada, a análise de solos é, muitas vezes, negligenciada no planejamento de aquisição de fertilizantes e corretivos pelos produtores, o que pode resultar em ineficiência no uso de nutrientes pelas plantas e custos desnecessários.

Além disso, estudos dos parâmetros das análises químicas dos solos permitem, também, estabelecer relações matemáticas entre indicadores, tornando possível estimar a alteração de um em função da modificação em outro, uma ferramenta interessante para o manejo da fertilidade dos solos (MONTEIRO *et al.*, 2019).

Solos com bons níveis de fertilidade natural ou artificial são aqueles capazes de

suprir à cultura com os nutrientes essenciais nas quantidades e proporções adequadas para o seu crescimento e desenvolvimento durante seu ciclo, visando à obtenção de ganhos produtivos e permitindo identificar os principais fatores que limitam tal capacidade, bem como a capacidade de diagnose das condições do solo, possibilitando, assim, uma tomada de decisão para a sua correção ou manutenção.

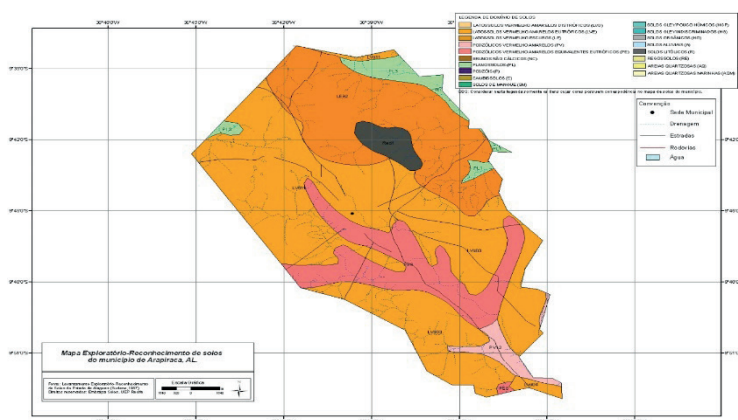
Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a fertilidade das principais unidades de solos cultivados no município de Arapiraca – AL, utilizando a análise de frequência.

METODOLOGIA

O município de Arapiraca está localizado na porção sudoeste da região Agreste do estado de Alagoas, apresentando clima do tipo As' de acordo com a classificação climática de Köppen, estação seca no verão e chuvas de outono/inverno. As médias de temperaturas anuais é de 25 °C e totais anuais de precipitação variando entre 750 a 1000 mm.

As principais classes de solos de ocorrência no município estudado estão indicadas no Mapa Exploratório-Reconhecimento de solo (Figura 1), com dominância, por ordem de grandeza, o Latossolo Vermelho Amarelos Distróficos, Latossolo Vermelho Escuros, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Planossolos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos. As classes de solos são definidas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018).

Figura 1. Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Arapiraca – AL.



Fonte: ZAAL (Alagoas, 2012).

Foram utilizadas 104 amostras compostas de solos da camada arável, na profundidade de 0 - 20 cm. As amostras foram coletadas em lotes comerciais, ou seja, áreas agricultáveis com culturas implantadas, nos quais se considerou cada lote como uma

unidade homogênea. Em cada unidade foram coletadas cerca de 15 a 20 amostras simples ao acaso, para se fazer uma amostra composta.

As amostras de solos foram analisadas quimicamente e consistiram nas seguintes determinações: pH em água (1:2,5), cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+}) com solução de KCl 1 mol L^{-1} e Na^+ e K^+ foram extraídos com solução HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e H_2SO_4 a $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ (usando o extrator Mehlich⁻¹). Acidez extraível (H + Al) com solução de acetato de cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH utilizando-se a metodologia recomendada por TEIXEIRA *et al.* (2017). Fósforo disponível com Mehlich⁻¹ e determinado colorimetricamente com ácido ascórbico com redutor. E, carbono orgânico determinado por via úmida pelo processo de Walkley-Black.

Os resultados foram tabulados e classificados em frequência nas faixas de fertilidade de acordo com recomendações de MOURA FILHO (2005), utilizando medida de tendência central e dispersão, em que se elaborou histogramas de distribuição de frequência simples e acumulada. As classes foram estabelecidas de acordo com as recomendações, sendo divididas em: muito baixa (MB), baixa (B), média (M), alta (A) e muito alta (MA) conforme tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Classes de interpretação para a acidez ativa do solo (pH em H_2O , relação 1:2,5).

Classificação Química				
Acidez muito elevada < 4,5	Acidez elevada 4,5 – 5,0	Acidez média 5,2 – 6,0	Acidez fraca 6,1 – 6,9	Neutra 7,0
Alcalinidade fraca 7,1 – 7,8		Alcalinidade elevada > 7,8		
Classificação Agronômica				
Muito baixo < 4,5	Baixo 4,5 – 5,4	Bom 5,5 – 6,0	Alto 6,1 – 7,0	Muito alto > 7,0

Fonte: Autores, 2023.

Os valores de pH em água no solo foram classificados nas faixas ($\leq 4,5$; 5,4; 6,0; 7,0; $> 7,0$) (Tabela 1), os percentuais de saturação por bases foram agrupados em faixas ($\leq 35,0$; 50,0; 70,0; 80,0; $> 80,0$), os componentes de CTC no solo agrupados nas faixas ($\leq 30,0$; 50,0; 100,0; 200,0; $> 200,0$) e os teores de fósforo classificados nas faixas ($\leq 0,005$; 0,01; 0,03; 0,07; $> 0,07$), correspondentes às classes muito baixa (MB), baixa (B), média (M), alta (A) e muito alta (MA).

Para determinação do potássio foram consideradas as faixas ($\leq 0,03$; 0,06; 0,12; 0,17; $> 0,17$), o teor de cálcio mais magnésio classificado nas faixas ($\leq 1,0$; 2,0; 4,0; 6,5; $> 6,5$), a acidez trocável classificada nas faixas ($\leq 0,2$; 0,50; 1,00; 2,00; $> 2,00$) e os teores de matéria orgânica foram classificados nas faixas ($\leq 0,7$; 2,0; 4,0; 7,0; $> 7,0$) (Tabela 2).

Tabela 2 – Classes de interpretação de fertilidade do solo para matéria orgânica, complexo de troca catiônica, fósforo e potássio disponível.

Característica	Unidade	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alta	Muito Alta
Matéria orgânica (M.O.)	%	≤ 0,70	0,71 – 2,00	2,01 – 4,00	4,01 – 7,00	>7,00
Acidez trocável Al ³	cmolc/dm ³	≤ 0,20	0,21 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,00	> 2,00
Saturação por bases (V)	%	≤ 20,00	20,1 – 40,0	40,1 – 60,0	60,1 – 80,0	> 80,0
(Ca + Mg) Trocável	cmolc/dm ³	≤ 1,00	1,10 – 2,00	2,10 – 4,00	4,10 – 6,50	> 6,50
Fósforo (P)	g/kg	≤ 0,005	0,0051 – 0,01	0,01 – 0,03	0,0301 – 0,07	> 0,07
Potássio (K)	g/kg	≤ 0,015	0,016 – 0,04	0,041 – 0,07	0,071 – 0,12	> 0,12
CTC pH 7 (T)	mmolc/dm ³	≤ 16,0	16,1 – 43,0	43,1 – 86,0	86,1 – 150,0	> 150,0

Adaptado de Ribeiro et al. (1999).

Para interpretação dos resultados das análises químicas dos solos optou-se pelos níveis do Manual de Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais (RIBEIRO *et al.*, 1999) devido à ausência de um manual de recomendações de corretivos e fertilizantes para o estado de Alagoas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de solos foram interpretados sem levar em consideração o tipo de solo, clima, cultura e manejo. A utilização destes critérios permite diferenciar glebas ou talhões com diferentes probabilidades de resposta a adição de nutrientes, ou seja, pertencentes a diferentes classes de fertilidade do solo.

Tabela 3 – Média (X), mediana (M), desvio-padrão (S) e coeficiente de variação (CV) para pH, potássio disponível (K), matéria orgânica (M.O.), Calcio e Magnésio (Ca + Mg), capacidade de troca catiônica (T), alumínio (Al), fósforo disponível (P) e saturação por bases (V).

	pH em água	K (mg/dm ²)	M.O. (%)	Ca + Mg (cmolc/dm ³)	T (mmol/dm ³)	Al (cmolc/dm ³)	P (g/kg)	V (%)
X	5,56	112,52	1,29	4,72	74,4	0,24	0,0489	55,76
M	5,70	98,50	1,29	4,00	71,3	0,11	0,0409	54,98
S	0,58	64,63	0,41	1,40	18,8	0,31	0,0464	18,69
CV	0,10	0,57	0,32	0,29	2,5	1,30	0,0009	0,34

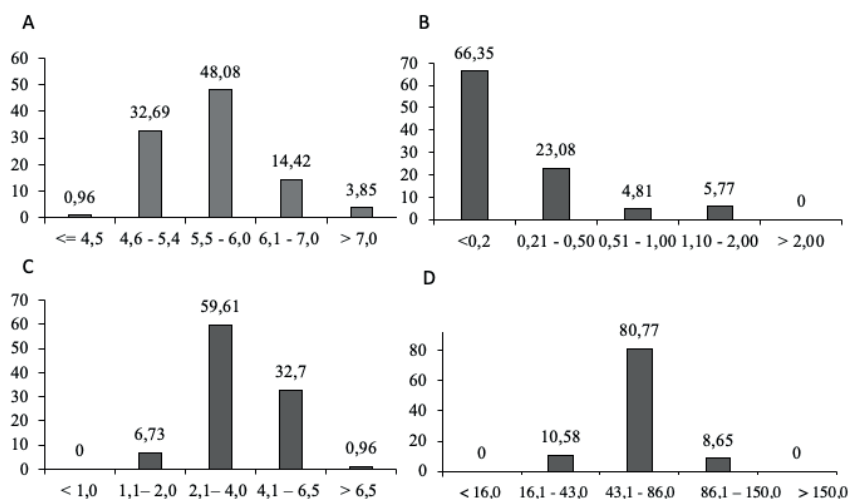
Fonte: Autores, 2023.

De acordo com as recomendações de corretivos e fertilizantes para Minas Gerais (RIBEIRO *et al.*, 1999) observa-se que cerca de 33 % dos solos amostrados apresentaram acidez ativa elevada e 48 % acidez ativa média (Figura 2). Resultados semelhantes foram obtidos por VEIGA *et al.* (2019); PIRES *et al.* (2003) avaliando a fertilidade dos solos dos

estados do Espírito Santo e Santa Catarina, respectivamente.

De acordo com MANTOVANELLI *et al.* (2019) a maioria dos solos brasileiros apresentam sérias limitações ao desenvolvimento dos sistemas de produção, em decorrência dos efeitos da acidez elevada.

Figura 2 – Distribuição de frequência nos solos do município de Arapiraca – AL, atributo pH em água (A), Alumínio Trocável (Al^{3+} , em $cmolc/dm^3$) (B), Cálcio + Magnésio (Ca + Mg, em $cmolc/dm^3$) (C) e Capacidade de Troca de Cátions (T, em $mmolc/dm^3$) (D) nos solos.



Fonte: Autores, 2023.

A distribuição de frequência de alumínio trocável (Al^{3+}) nas amostras de solos apresentaram 66 % dos valores muito baixo e 23 % dos valores baixo (Figura 2B). Estando em discordância com os resultados obtidos por PIRES *et al.* (2003) avaliando os teores de alumínio nos solos do estado do Espírito Santo, mas em concordância com os resultados encontrados por GROTH *et al.* (2013) avaliando solos do extremo Oeste catarinense.

Os teores de alumínio trocável têm uma relação direta com os valores de saturação por bases, sendo utilizado para determinação da necessidade de calagem, denominado de Método por Neutralização por Alumínio trocável. Este método visa eliminar ou reduzir o Al^{3+} trocável a níveis não tóxicos às plantas, sendo um método bastante utilizado no estado de Pernambuco.

Os teores de Cálcio e Magnésio avaliados pela distribuição de frequência apresentaram valores em torno de 60 % (Figura 2C), classificados como médios e cerca de 33 % como valores altos. É destacado a importância da relação cálcio e magnésio (Ca:Mg), pois nos solos existe uma competição entre estes dois elementos pelos sítios de adsorção (SHEN *et al.*, 2022), o que pode ocasionar um déficit no desenvolvimento das plantas.

O cálcio apresenta maior preferência em relação ao magnésio no complexo de troca

do solo. Por outro lado, a relação do cálcio e do magnésio estimula uma série de processos relacionado a nutrição de plantas. Na nutrição vegetal, a relação cálcio e magnésio está relacionada as suas propriedades químicas muito similares, sua valência e mobilidade, fazendo com que haja competição pelos sítios de adsorção no solo e na absorção pelas raízes (MEDEIROS *et al.*, 2008). Os mesmos destacam que a presença excessiva de um destes elementos pode prejudicar os processos de adsorção e absorção do outro.

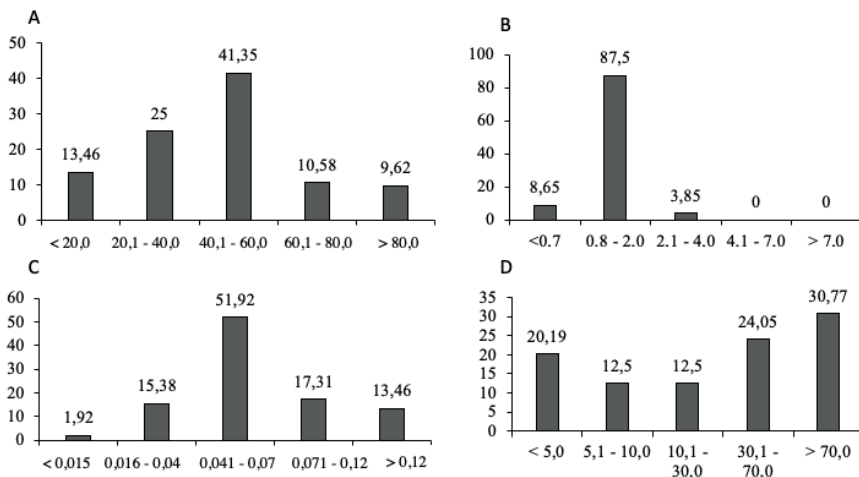
A capacidade de troca de cátions (T) é considerada média (Figura 2D), com cerca de 81 % dos valores obtidos nesta classe, 11 % na classe baixa e 9 % na classe alta, sendo a média da T para os solos analisados de 74,4 mmol/dm³. Valores semelhantes foram obtidos por MOURA FILHO (2005), para a capacidade de troca de cátions, avaliando solos sob cultivo de cana-de-açúcar na região da Zona da Mata no Estado de Alagoas. Esses valores são considerados bons em comparação com os demais solos do estado.

Possivelmente, estão relacionados a teores mais elevados de argila nas camadas superficiais e de matéria orgânica, havendo a possibilidade de melhora na CTC com a adição de matéria orgânica no solo, já que os teores de matéria orgânica foram considerados baixos e que a CTC tem relação direta com a quantidade de matéria orgânica no solo. Os valores médio e alto de CTC para os solos do município de Arapiraca é um indicativo de reserva de nutrientes para as plantas nos solos amostrados.

A distribuição de frequência de saturação por bases (Figura 3A) foi obtida em 25 % das amostras com valores baixos, 41 % com valores médios e 11 % com valores altos, ou seja, estando entre as classes de 70,1 a 80 % (RIBEIRO *et al.*, 1999). FIGUEIREDO *et al.* (2013) avaliando amostras de solos cultivados com café no sul de Minas Gerais encontraram resultados semelhantes, com 33 % dos valores de saturação por bases classificados como médios (RIBEIRO *et al.*, 1999).

A amostragem de solo para fins de determinação da fertilidade é um dos fatores chaves para determinar os resultados de produção esperados pelos produtores (POLESSO *et al.*, 2021). GROTH *et al.* (2013) obteve resultados semelhantes aos desta pesquisa, com mais de 60 % dos resultados das amostras apresentando valores médios. PIRES *et al.* (2003) avaliando amostras de solos do estado do Espírito Santo obteve resultados diferentes, com mais de 80 % das amostras apresentando valores muito baixo e baixo.

Figura 3 – Distribuição de frequência nos solos do município de Arapiraca – AL, saturação por bases (V, em %) (A), matéria orgânica (M.O., em %) (B), potássio (K, em g/kg) (C) e fósforo (P, em g/kg) (D).



Fonte: Autores, 2023.

O conteúdo de matéria orgânica nas amostras de solos alcançou 87 % dos valores baixos, cerca de 4 % dos valores médios e 9 % muito baixo (Figura 3B). Os resultados de M.O. estão em discordância com os valores obtidos por PIRES *et al.* (2003), já GROTH *et al.* (2013) obteve resultados mais próximos.

Os teores médios de matéria orgânica presente nos solos do município de Arapiraca, no Estado de Alagoas, podem ter relação direta com a acidez média, a qual mantém em níveis médios a degradação da matéria orgânica pela atividade microbiana do solo. Outro fato que corrobora para explicar estas taxas reside no princípio da degradação química, física e biológica acelerada a que está exposta a matéria orgânica nas regiões tropicais, com uma taxa de degradação cinco vezes maior que as taxas das regiões temperadas. Não se pode esquecer que as práticas de manejo adotadas nesta região contribuem significativamente para degradação dos níveis de matéria orgânica do solo.

Os teores de K disponível para as profundidades de amostragem de 0 - 20 cm apresentaram valores médios de 112,52 com desvio padrão de 64,63 mg dm⁻³ (Tabela 3). Como para a maioria dos solos o efeito da capacidade tampão para potássio é desprezível e não influencia a eficiência de extração pelo método Mehlich-1, nem a absorção das plantas, apresenta-se uma única classificação para este nutriente.

O potássio é um dos nutrientes mais exigidos e exportados pela cultura, sendo concentrado cerca de 52 % na classe média, 17 % na classe alta e 13 % na classe muito alta, apenas cerca de 2 % das amostras foram classificadas como muito baixa e 15 % como baixa.

Os teores de P disponível tiveram média de 48,90 mg dm⁻³ (Tabela 3). Cerca de 31 %

das amostras analisadas na profundidade estudada apresentaram teores de P disponíveis classificados nas classes alta a muito alta. Desta forma, a adubação fosfatada não deve ser recomendada para estas áreas, visto que 31% das amostras revelaram teores de fósforo (P) muito altos, 24% das amostras mostraram teores de P altos e 12,5% das amostras com teores de P médios (Figura 3D).

O princípio geral de adubação, especialmente fosfatada e potássica, para hortaliças é que, quando o solo estiver na classe baixa deve ser feita com dose total, na classe muito baixa, com 1,20 vezes essa dose, na classe média, com 0,77 vezes a adubação básica, na classe alta, com 0,53 a dose básica e, na classe muito alta, com 0,30 da adubação básica.

Dentre os macronutrientes, o fósforo é o exigido em menores quantidades pelas plantas, todavia, trata-se do nutriente aplicado em maiores quantidades na adubação no Brasil, esse fato relaciona-se com a baixa disponibilidade de fósforo nos solos e, também, com a forte tendência do fósforo aplicado ao solo de reagir com componentes do mesmo para formar compostos de baixa solubilidade (fixação de fósforo).

A interação entre nutrientes é a influência ou ação recíproca de um nutriente sobre outro, variando em função da proporção dos mesmos, das espécies, das cultivares e do estágio de desenvolvimento do vegetal (SILVA; PRADO, 2020). Portanto, a desordem nutricional em plantas pode provocar prejuízos na produtividade das culturas.

CONCLUSÕES

A maioria dos solos apresentaram acidez ativa de média a elevada e saturação de bases muito baixa. Desta forma, conclui-se que a maioria dos solos requer a aplicação de corretivos para aumentar a reação do solo e fertilizantes orgânicos por forma a melhorar os níveis de matéria orgânica dos solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FIGUEIREDO, V.C.; MANTOVANI, J.R.; LEAL, R.M.; MIRANDA, J.M. (2013) - Levantamento da fertilidade do solo de lavouras cafeeiras em produção, no sul de Minas Gerais. *Coffee Science*, vol. 8, n. 3, p. 306-313.
- GROTH, M.Z.; ROSA-GOMES, M.F.; LAJÚS, C.R. (2013) - Avaliação da fertilidade do solo no município de São José do Cedro – SC, Brasil. *Evidência*, vol. 13, n. 2, p. 109-122.
- LOPES, R.A.P.; NÓBREGA, L.H.P.; URIBE-OPAZ, M.A.; PRIOR, M.; PEREIRA, J.O. (2007) - Propriedades físicas de Latossolo Vermelho distroférico típico sob sistema de manejo na sucessão soja-milho no período de três anos. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 29, n. 1, p. 721-727. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v29i5.75>.
- MANTOVANELLI, B.C.; SANTANA, A.C.A.; REZENDE, J.S.; DANTAS, M.K.L.; OLIVEIRA, E.C.A. (2019) - Calcário líquido e convencional na correção da acidez ativa de solos com diferentes texturas. *Revista EDUCAmazônia*, vol. 23, n. 2, p. 125-139.

- MEDEIROS, J.C.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; DALLA ROSA, J.; COLPO GATIBONI, L. (2008) - Relação Cálcio:Magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 29, n. 4, p. 799-806.
- MONTEIRO, P.F.C.; ANDRADE, A.P.; AIRES, R.F.; TOIGO, M.C. (2019) - Efeitos de manejo e rotação de culturas em atributos físicos e químicos do solo e na produtividade da soja. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, vol. 25, n. 3, p. 179194. <https://doi.org/10.36812/pag.2019253179-194>
- MOURA FILHO, G. (2005) - *Recomendação de adubação para a cultura da cana-de-açúcar*. Rio Largo, UFAL, 10 p.
- MUMBACH, G.L.; OLIVEIRA, D.A.; WARMLING, M.I.; GATIBONI, L.C. (2018) - Quantificação de fósforo por Mehlich 1, Mehlich 3 e Resina Trocadora de Ânions em solos com diferentes teores de argila. *Revista Ceres*, vol. 65, n. 6, p. 1-5. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865060010>.
- PIRES, E.J.P.; BOTELHO, R.V.; TERRA, M.M. (2003) - Efeitos do CPPU e do ácido giberélico nas características dos cachos da uva de mesa 'Centennial Seedless'. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 2, p. 305-311. <https://doi.org/10.1590/S141370542003000200008>.
- POLESSO, A.M.; SPAGNOLLO, E.; BARETTA, C.R.D.M. (2021) - Levantamento da fertilidade do solo de propriedades rurais do município de Chapecó - SC: um estudo de caso. *Acta Ambiental Catarinense*, vol. 18, n. 1, p. 72-86. <https://doi.org/10.24021/raac.v18i1.5296>
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (1999) - *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação*. Viçosa, CFSEMG, 360 p.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. (2018) - *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. Brasília, Embrapa, 356 p.
- SHEN, Q.; WU, M.; ZHANG, M. (2022) - Accumulation and relationship of metals in different soil aggregate fractions along soil profiles. *Journal of Environmental Sciences*, vol. 115, p. 47-54. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.07.007>.
- SILVA, G.P.; PRADO, R.M. (2020) - Estado nutricional da cana-de-açúcar em função da aplicação de nitrogênio e silício. *Acta Tecnológica*, vol. 15, n. 1, p. 27-38. <https://doi.org/10.35818/acta.v15i1.858>.
- TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. (2017) - *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 574 p.
- VEIGA, M.; SPAGNOLLO, E.; MANTOVANI, A. (2019) - Evolução fertilidade do solo no Oeste Catarinense entre 1980 e 2016. *Agropecuária Catarinense*, vol. 32, n. 3, p. 78-83. <https://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.11>.