INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO TRATADO COM CAL VIRGEM NAS CARACTERISTICAS QUÍMICAS DO SOLO

Aureliano Nogueira da Costa[1]; Adelaide de F. S. da Costa[2]; Henrique de Sá Paye[3]; Felipe Gonzaga Maia[4]; Maria de Fátima de Lima[5]; Carlos Nogueira de Matos[6]

[1]Eng. Agr., Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, Diretor técnico-científico da Fapes; [2]Engª Agrª, Doutora em Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper; [3]Eng. Agr., Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, Consultor da Fundagres -ES; [4]Eng. Agr., Consultor da Fundagres -ES; [5] Bacharel em Química Industrial, especialista em Eng. Sanitária e Ambiental, analista em sistemas de saneamento da Cesan; [6]Economista, Cesan.

INTRODUÇÃO

A gestão do lodo de esgoto gerado nas estações de tratamento de esgoto (ETE) é prioridade nacional e estadual em razão do volume produzido e da necessidade de identificar e desenvolver critérios para sua disposição, no sentido de atender à resolução CONAMA 375/2006 (MMA, 2006). A cafeicultura tem grande importância para o desenvolvimento sócio-econômico das propriedades rurais brasileiras.

No Espírito Santo, a cafeicultura é a atividade de maior expressão no valor bruto da produção agropecuária (SEAG-ES, 2007), porém, há uma grande discrepância na adoção de tecnologias que promovam uma maior produtividade das lavouras, havendo necessidade de identificação de tecnologias que proporcionem um menor custo de produção e um maior retorno econômico para os produtores de base familiar . O objetivo do presente trabalho foi avaliar as mudanças nas características químicas do solo para analisar a influência da utilização do lodo de estação de tratamento de esgoto na disponibilidade de nutrientes no solo.

MATERIAL E METODOS

O ensaio foi conduzido em área de plantio de *Coffea arabica,* instalada no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro-serrano, do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper).

Para este estudo utilizou-se como fonte de nitrogênio o lodo de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Previamente à aplicação do lodo em campo, foi coletada uma amostra composta e representativa da área experimental. Os teores de P, K, Ca, Mg, S, Na , Zn, Fe, Mn, Cu, B, Cd, Cr, Pb e Ni no experimento foram avaliados conforme os métodos descritos em Embrapa (1999). O N total foi quantificado a partir da digestão sulfúrica, sendo o N, submetido a processo de destilação a vapor e quantificado por titulometria com HCL 0,01 mol L^{-1}. A caracterização química do lodo encontra-se no Quadro 1.

As amostras de solo foram retiradas na área experimental nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm. As características químicas do solo da área experimental foram analisadas de acordo com os protocolos analíticos descritos em Embrapa (1999). Os resultados analíticos das amostras de solo encontram-se no (Quadro 2).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com 9 tratamentos e três repetições. O experimento foi conduzido com 3,5 lineares para cada parcela, constituída de seis plantas consecutivas, sendo consideradas as 4 plantas centrais na fileira como plantas úteis.

Variáveis avaliadas	Resultados
MO (%)	26,00
pH	11,6
N (%)	0,70
P (%)	0,003
K (%)	0,16
Ca (%)	22,81
Mg (%)	0,15
S (%)	0,24
Na (%)	0,03
Zn (mg kg^{-1})	50,00
Fe (mg kg^{-1})	100,00
Mn (mg kg^{-1})	10,00
Cu (mg kg^{-1})	4,00
B (mg kg^{-1})	9,00
Cd (mg kg^{-1})	2,60
Cr (mg kg^{-1})	7,0
Pb (mg kg^{-1})	37,0
Ni (mg kg^{-1})	18,00
Relação C/N	22:1

QUADRO 1 - Caracterização química do lodo tratado com 30% de cal virgem

Os tratamentos foram constituídos por 36,8 t/ha de esterco bovino, com 1,2 % N e 51% de umidade; 932,90 kg/ha de uréia para adubação mineral, apresentando 33% N, um tratamento sem adição de adubo nitrogenado e doses crescentes de lodo de esgoto, com 0,7 % N e 48% de umidade: 22,4; 44,6; 66,7; 89,2; 111,3 e 133, 5 t /ha , que correspondem a 82, 162, 242, 322, 402 e 482 kg/ha de nitrogênio (N). Essas doses foram divididas em três aplicações de 4 em 4meses.

As doses de lodo de esgoto foram calculadas a partir do teor de N total no lodo baseando-se nas necessidades da cultura para a produção, conforme recomendações descritas por Prezotti et al. (2006).

Tratamentos	pH H_2O	P	K	Na	Ca	Mg	Al^{3+}	H+Al	SB	t	T	V	m	Mo
		mg dm^{-3}			$cmol_c$ dm^{-3}							%		dag kg^{-1}
0-20 cm														
T1	4,73	25,67	92,33	3,00	0,70	0,20	1,80	8,70	1,10	2,90	9,83	11,67	61,67	3,07
T2	4,70	18,00	94,33	3,67	0,77	0,27	1,73	7,93	1,37	3,10	9,30	14,00	57,67	2,97
T3	4,70	12,67	93,67	3,33	0,67	0,20	1,80	8,05	1,13	2,93	9,30	12,33	61,33	3,03
T4	4,70	20,00	96,00	3,33	0,87	0,27	1,63	7,93	1,40	3,03	9,37	15,00	54,67	3,07
T5	4,70	17,00	80,67	3,67	0,70	0,20	1,67	7,93	1,07	2,73	9,03	12,00	60,00	2,67
T6	4,70	16,67	98,67	3,33	0,67	0,20	1,87	7,93	1,17	3,03	9,10	12,33	62,33	2,90
T7	4,63	13,00	100,00	3,33	0,53	0,20	1,90	7,70	1,00	2,90	8,73	11,67	65,00	2,73
T8	4,63	11,67	101,33	3,00	0,73	0,20	1,70	8,17	1,20	2,90	9,40	12,67	58,67	2,67
T9	4,83	28,00	106,00	4,67	1,13	0,27	1,30	7,23	1,70	3,00	8,93	19,00	43,33	2,83
20-40 cm														
T1	4,70	10,33	81,67	4,33	0,60	0,20	1,53	6,60	1,03	2,57	7,60	13,67	60,33	1,93
T2	4,77	7,33	95,00	5,00	0,80	0,27	1,20	6,40	1,33	2,53	7,70	16,67	50,33	2,13
T3	4,80	6,00	86,33	3,33	0,70	0,20	1,40	6,60	1,13	2,53	7,67	14,67	55,67	2,17
T4	4,83	13,00	94,67	4,00	1,00	0,27	1,20	6,00	1,53	2,73	7,50	21,00	44,67	2,00
T5	4,73	8,67	86,33	3,33	0,63	0,27	1,33	6,40	1,13	2,47	7,50	15,00	55,33	1,83
T6	4,80	9,67	103,67	4,00	0,77	0,20	1,33	6,80	1,27	2,60	8,03	15,67	51,33	1,97
T7	4,67	8,00	107,67	3,67	0,57	0,20	1,63	7,23	1,10	2,73	8,33	13,00	60,00	2,00
T8	4,77	7,00	102,00	5,33	0,80	0,27	1,30	6,57	1,37	2,67	7,93	17,00	49,00	2,20
T9	4,87	11,33	92,00	3,33	0,87	0,20	1,03	5,93	1,33	2,37	7,27	18,33	44,33	1,97

QUADRO 2 - Caracterização química das amostras de solo provenientes da área experimental de café arábica [(1)]

[(1)] Os resultados apresentados são médias de três repetições, referentes às amostras coletadas nas parcelas experimentais pertencentes a cada tratamento.

Foi realizada a adubação complementar com cloreto de potássio (283kg/ha) e superfosfato simples (126 kg/ha) em todos os tratamentos, para atender às necessidades do cafeeiro quanto ao P e K. Os teores de matéria orgânica, pH em água, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+} e Al^{3+} trocáveis, P disponível, acidez potencial (H+Al), cálculo da saturação por bases (V), soma de bases (SB), saturação por alumínio (m), e capacidade de troca de cátions efetiva (t) e a pH 7,0 (T), foram avaliados em amostras de solo coletadas na profundidade de 0 - 20 cm e de 20 - 40 cm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação do pH e dos teores de Ca^{2+}, Mg^{2+} e Al^{3+} nas amostras de solo são apresentados nas Figuras 1, 2, 3 , respectivamente. Verificou-se que os tratamentos com o lodo de ETE foram eficientes para elevar o pH e os teores de Ca^{2+} , bem como reduzir o nível de Al^{3+} a valores próximos de zero .
Esse comportamento já era esperado, uma vez que foi utilizado lodo caleado, ou seja, misturado com cal virgem. A cal, da mesma forma que ocorre com os carbonatos de cálcio e magnésio, tem poder de neutralização da acidez do solo (Al^{3+}), além de disponibilizar Ca^{2+} para a solução do solo. A correção da acidez do solo insolubiliza o alumínio na forma de hidróxido, decaindo os teores de Al^{3+} em solução (Figura 3).

A CTC a pH 7,0 (T) é representada pelo reservatório que abrange a soma de bases (Ca^{2+}, Mg^{2+} K^{+} e Na^{+}) a acidez trocável (Al^{3+}) e não trocável (H^{+}). O aumento das bases no complexo de troca reflete o aumento da CTC (T), como pode ser observado na Figura 4. Naturalmente, houve um aumento linear da saturação por bases (V) com o aumento das doses de lodo caleado, visto que esse parâmetro está diretamente correlacionado a SB e a CTC.

Observou-se um aumento nos teores de fósforo disponível, em função das doses de lodo aplicadas. O aumento das doses de lodo caleado, provocou aumentos consideráveis desse elemento no solo, alterando a classe de teor que era baixa e passou a ser alta. A aplicação da maior dose de lodo (90 t/ha), praticamente dobrou os níveis de P disponível no solo. Quanto aos teores de potássio e sódio trocáveis, foram

observados um comportamento crescente com a aplicação de doses de lodo caleado. Embora isso tenha ocorrido, o incremento com esses elementos no solo são pequenos, isso se deve aos baixos teores de K e Na no lodo.

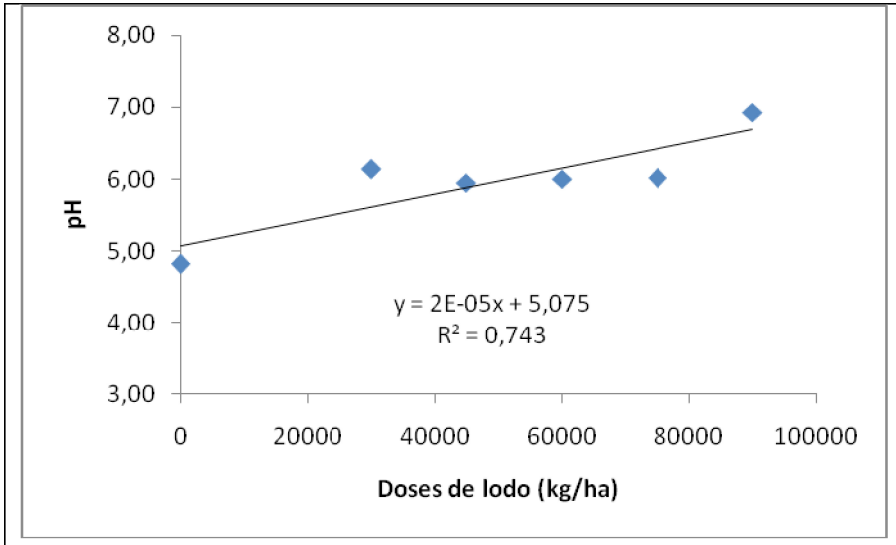


FIGURA 1- Elevação do pH em função de doses de lodo caleado

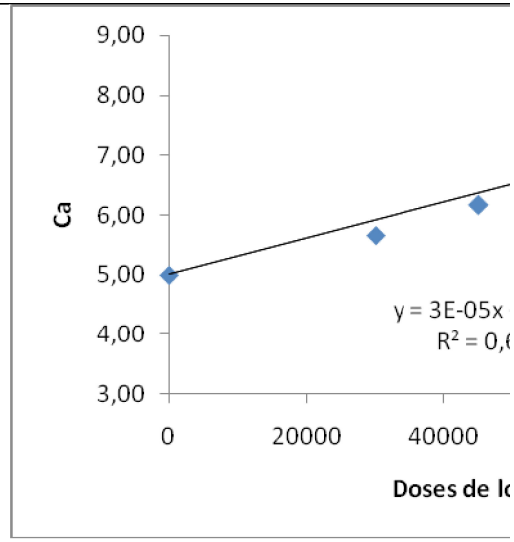


FIGURA 2 - Elevação dos teores de cá caleado

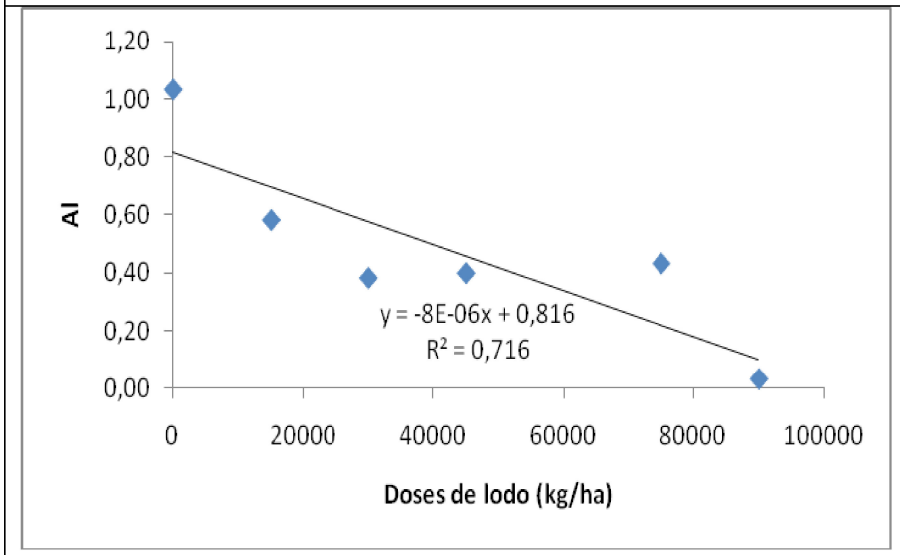


FIGURA 3 - Redução dos teores de Al^{3+} em função de doses de lodo caleado

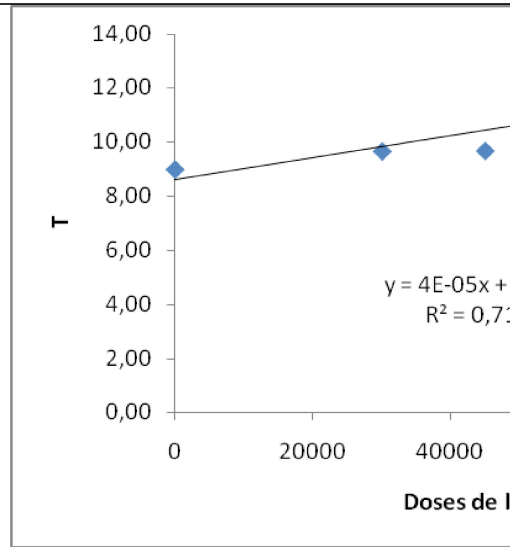


FIGURA 4 - Elevação da CTC em função d

A adição de doses de lodo tende a aumentar os teores de carbono orgânico do solo, ou seja, a disposição desse material ao solo contribui para o aumento e manutenção dos níveis de matéria orgânica (MO) no solo. Foi observado um comportamento crescente dos teores B, Cu, Mn, e Zn, micronutrientes solúveis no solo.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam uma tendência de aumento em praticamente todos os tratamentos para as variáveis avaliadas, com uma relação direta e crescente em função do aumento da dose de lodo, com exceção do Alumínio que apresenta uma relação inversa.
A aplicação do lodo de proveniente de Estação de tratamento de Esgoto tratado com cal virgem foi responsável pela elevação do pH e CTC do solo e pelo aumento dos teores de macronutrientes podendo ser destacado o fósforo e o calcio.

Houve uma resposta significativa para a disponibilidade de micronutrientes, tais como boro, cobre, Manganês e Zinco.

O aumento das dosagens de lodo proporcionou uma redução progressiva nos teores de alumínio do solo, até valores próximos de zero.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **Manual de métodos de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 370p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente - **Resolução CONAMA 375/2006**. Disponível em:<www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf> Acesso em: 30 set. 2009.

PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo** - 5ª aproximação. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

SEAG-ES. **Novo PEDEAG, 2007 – 2025** - Plano estratégico de desenvolvimento da agricultura capixaba. Vitória-ES. 2007.