

II-119 - INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO, TRATADO COM CAL VIRGEM, NA PRODUTIVIDADE DO CAFÉ ARÁBICA

Aureliano Nogueira da Costa⁽¹⁾; Adelaide de F. S. da Costa⁽²⁾; Ana Carolina Callegario Pereira⁽³⁾; Maria de Fátima de Lima⁽⁵⁾, Carlos Nogueira de Mattos⁽⁶⁾

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper⁽¹⁾, Doutora em Fitotecnia, Pesquisadora do Incaper⁽²⁾, Doutora em Agronomia – Ciências do Solo, Bolsista do CNPq/Incaper⁽³⁾, Química Industrial, CESAN⁽⁴⁾, Economista, CESAN⁽⁵⁾

RESUMO

A cafeicultura representa papel de destaque na realidade agrícola do Estado do Espírito Santo. No entanto, não há uma homogeneidade em relação ao acesso dos produtores à utilização de tecnologias que promovam uma maior produtividade das lavouras, impondo a necessidade de identificação de práticas que proporcionem um menor custo de produção. Um dos fatores que tornam a produção mais onerosa são os fertilizantes químicos, que além de caros, podem causar danos ambientais caso sejam utilizados sem os devidos critérios técnicos. Dessa maneira, uma alternativa viável é utilizar resíduos orgânicos, ricos em nutrientes, como por exemplo, o lodo de esgoto tratado (lodo de esgoto). 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). Foi realizado um experimento de campo, na área de plantio de Café Arábica (*Coffea arabica*), instalada no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro-serrano, do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), com o objetivo de avaliar a influência da aplicação de lodo de esgoto, tratado com cal virgem, na produtividade do café arábica. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com uma cultura, sete tratamentos e três repetições. De acordo com os resultados das análises, a produtividade do café arábica foi aumentada com a adição de maiores doses de lodo.

PALAVRAS-CHAVE: Cafeicultura, Biossólido, Fertilidade do Solo.

INTRODUÇÃO

O café representa relevante importância econômica e social no estado do Espírito Santo, sendo cultivado em praticamente todos os municípios do estado (SEAG-ES, 2007). No entanto, há uma grande discrepância na adoção de tecnologias que promovam uma maior produtividade das lavouras, havendo necessidade de identificação de técnicas que proporcionem um menor custo de produção, e um maior retorno econômico para os agricultores familiares.

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pela cultura do café, e o mais exportado pelos grãos (CATANI; MORAES, 1958; MALAVOLTA, 1986). As doses a serem aplicadas são determinadas com base na produção esperada da cultura e no teor foliar do nutriente (RAIJ et al., 1996).

O custo da adubação nitrogenada é elevado, o que incentiva a busca por alternativas mais viáveis economicamente. Assim, a reciclagem e o uso de resíduos urbanos na agricultura, apresenta-se como uma alternativa e que pode ser adotada, quando respaldada por critérios técnicos adequados.

O lodo de ETE contém macronutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo e micronutrientes tais como, ferro, cobre, zinco e manganês. A matéria orgânica, considerada essencial nos solos cultivados, tem efeito na solubilidade dos nutrientes, no aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), na liberação lenta de fósforo, nitrogênio, enxofre e água; Na melhoria da nutrição de plantas; No aumento da capacidade de retenção de água; Na melhoria de estrutura e da capacidade tampão do solo. Ela ainda favorece o controle biológico pela maior e mais ativa população microbiana, e contribui para a transformação do Al em formas não tóxicas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de lodo de esgoto tratado na produtividade do café arábica (*Coffea arabica*).

MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em área de plantio de Café Arábica (*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 sua aplicação em campo, foi coletada uma amostra composta e representativa onde foram avaliados os teores de P, K, Ca, Mg, S, Na, Zn, Fe, Mn, Cu, B, Cd, Cr, Pb e Ni 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 na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização química do lodo tratado com 30% de cal virgem

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

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 na Tabela 2.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com 7 tratamentos e três repetições. O experimento foi conduzido com 3,5 m lineares para cada parcela, constituída de seis plantas consecutivas, sendo consideradas as 4 plantas centrais na fileira como plantas úteis.

Os tratamentos foram constituídos por: Controle - 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 4 meses.

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).

Tabela 2: Caracterização química das amostras de solo provenientes da área experimental de café arábica

Tratamentos	pH H ₂ O	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³					%		Mo dag kg ⁻¹	
		P	K	Na	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V		m
0-20 cm														
T1	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
T2	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
T3	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
T4	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
T5	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
T6	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
T7	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	4,80	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
T2	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
T3	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
T4	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
T5	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
T6	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
T7	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

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

A variação do pH e dos teores de Ca^{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.

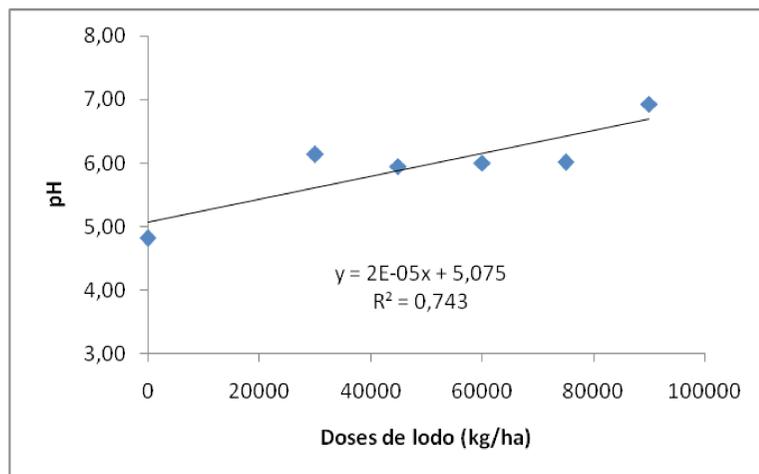


Figura 1: Elevação do pH em função de doses de lodo calcado

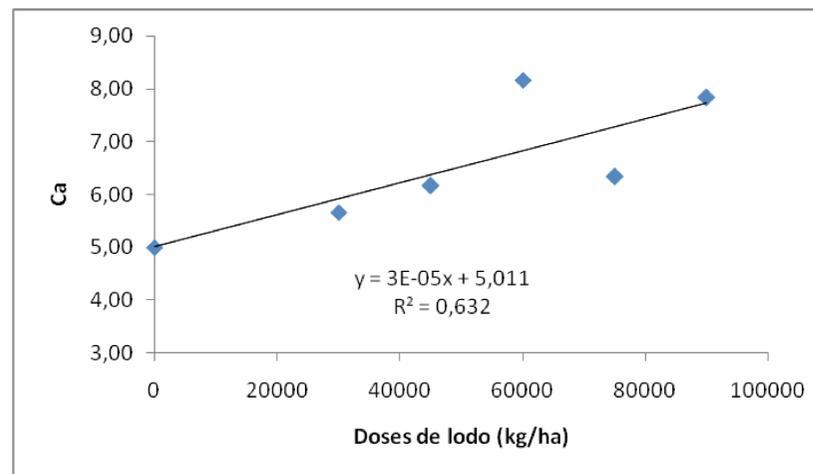


Figura 2: Elevação dos teores de cálcio em função de doses de lodo calcado

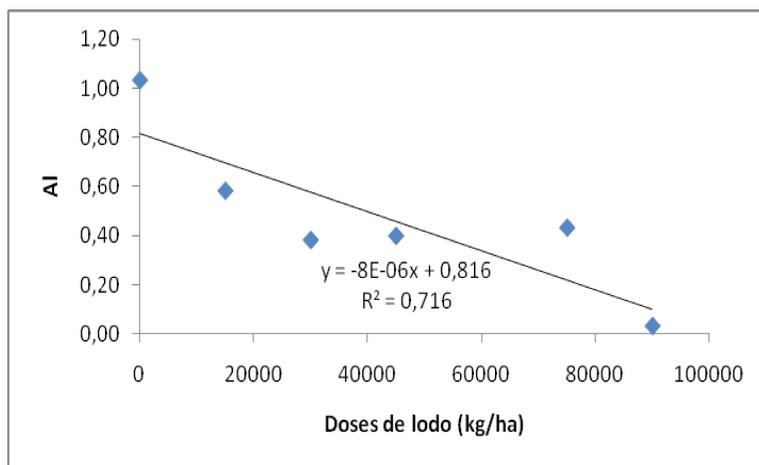


Figura 3: Redução dos teores de Al³⁺ em função de doses de lodo calcado

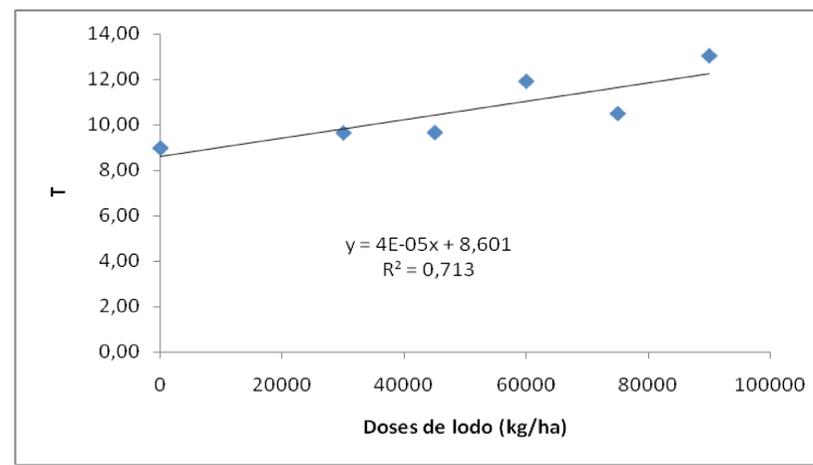


Figura 4: Elevação da CTC em função de doses de lodo calcado

Verificou-se que a produtividade do café arábica respondeu positivamente ao aumento da dose de nitrogênio aplicada. A aplicação de maiores doses de lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE), proporcionaram maiores colheitas (Figura 5).

A maior produtividade alcançada no experimento foi com uma aplicação da maior dosagem de lodo utilizada no experimento.

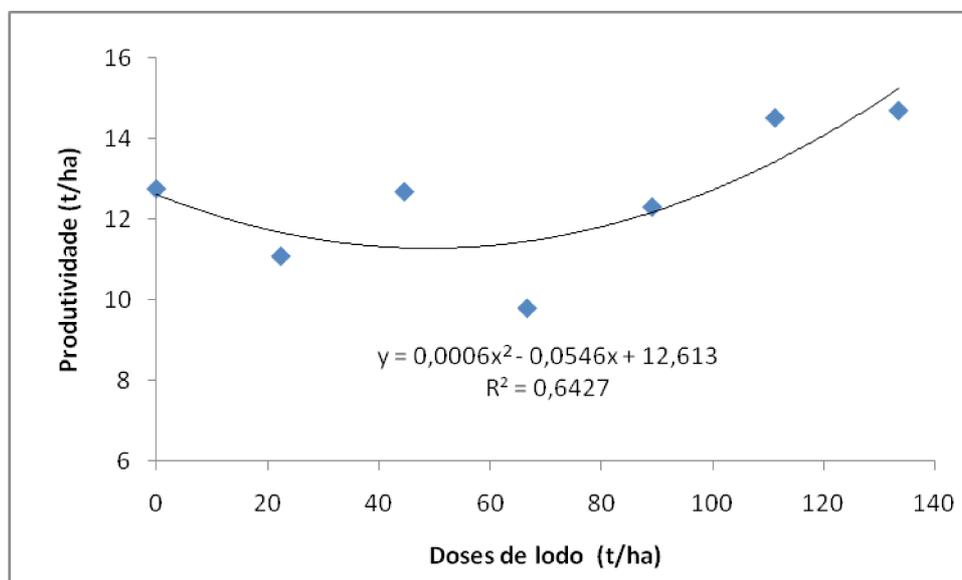


Figura 5: Produtividade do café arábica (T/ha) nos diferentes tratamentos com lodo de ETE caledado.

CONCLUSÃO

A aplicação do lodo proveniente de Estação de tratamento de Esgoto tratado com cal virgem foi responsável pela elevação dos valores de pH, teores de Ca e CTC.

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

O café arábica respondeu positivamente ao aumento das doses de nitrogênio na forma de lodo de Estação de Tratamento de Esgoto tratado com cal virgem, com correlação positiva entre as doses de biossólido e o aumento de produção.

REFERÊNCIAS

1. 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.
2. MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, E. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1986. p.165-274.
3. 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.
4. 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.

5. RAIJ, B.; CANATRELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico - Fundação IAC, Boletim Técnico 100, 285p, 1996.
6. SEAG-ES. **Novo PEDEAG, 2007 – 2025** - Plano estratégico de desenvolvimento da agricultura capixaba. Vitória-ES. 2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COSTA, E. R. H. Estudo de Polímeros Naturais como Auxiliares de Flocculação com Base no Diagrama de Coagulação do Sulfato de Alumínio. São Carlos. 1992. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo 1992.
2. COSTA, E. R. H. Metodologia para o uso combinado de polímeros naturais como auxiliares de coagulação. XVII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA. 1993. Anais. Natal RN,1993.
3. COSTA, E. R. H. Aumento da capacidade de estações de tratamento de água através da seleção de coagulantes e auxiliares de flocculação especiais, XVIII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 1995. Anais. Salvador BA, 1995.
4. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
5. DI BERNARDO, L. Comparação da Eficiência da Coagulação com Sulfato de Alumínio e com Cloreto Férrico - Estudo de Caso - VI SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1994. Anais. Florianópolis, 1994.
6. DI BERNARDO, L, Comunicação pessoal sobre Técnicas de Tratabilidade, 1993/1995.