

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SISTEMAS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA DE CAFÉ CONILON

Victor Maurício da Silva¹, Alex Fabian Rabelo Teixeira², Edvaldo Fialho dos Reis³, Antônio Carlos Benassi⁴, Eduardo de Sá Mendonça⁵

(Recebido: 14 de agosto de 2012; aceito: 14 de junho de 2013)

RESUMO: A produção de café conilon em sistemas de manejo orgânico tem aumentado no estado do Espírito Santo, no entanto, informações sobre o impacto desse manejo nas características químicas do solo são poucas e inconclusivas. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito de manejos de adubação orgânica sobre atributos químicos de solo, em agroecossistema de café conilon. Em uma lavoura localizada no município de Linhares-ES, foi montado, experimento em delineamento de blocos casualizados com distribuição fatorial $2 \times 2 \times 5$, com três repetições, sendo os fatores: dois compostos orgânicos; presença e ausência de leguminosa; e cinco proporções de cada composto (0; 25; 50; 75; e 100%) em substituição à adubação mineral recomendada. Cada repetição foi composta por uma parcela de 30 plantas de café, sendo 12 úteis centrais. Os compostos foram: composto 1, preparado com capim- elefante e palha-de-café na proporção 1:1 (v:v); e composto 2, preparado com capim-elefante, palha-de-café e cama-de-frango na proporção 2:1:1 (v:v:v). A leguminosa utilizada foi o feijão-de-porco, semeada nas entrelinhas dos cafeeiros. Com a utilização de 100% do composto 1 e composto 2, o pH atingiu valores de 6,5 e 6,3, respectivamente em relação ao pH 4,8, obtido com a adubação mineral. As médias obtidas para a soma de bases (SB) acompanharam o comportamento das bases trocáveis (Ca, Mg e K) do solo, ou seja, aumentaram de forma linear ($p < 0,10$), com o aumento das proporções dos compostos. A adubação com compostos orgânicos é uma alternativa para melhorar a fertilidade do solo no agroecossistema de café conilon.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, compostagem, relação C/N, argissolo, acidez do solo.

CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL ORGANIC FERTILIZER ON SYSTEMS OF COFFEE CONILON

ABSTRACT: The production of Conilon in organic systems has increased in the state of Espírito Santo, however, information on the impact of management on soil chemical characteristics are few and inconclusive. The aim of this study was to evaluate the effect of organic management fertilization on chemical properties of soil in agroecosystem conilon. On a farm in the municipality of Linhares, state of Espírito Santo, was mounted experiment in randomized complete block design with factorial distribution $2 \times 2 \times 5$, with three replications, with factors: two organic compounds, presence and absence of legumes and five proportions of each compound (0, 25, 50, 75, and 100%) in replacement of mineral fertilization recommended. Each replication consisted of a plot of 30 plants of coffee, with 12 working stations. The compounds were: compound 1, prepared with elephant grass and straw-de-café in the ratio 1:1 (v: v) and compound 2, prepared with elephant grass thatched-of-coffee and bed-of-chicken in the ratio 2:1:1 (v: v: v). The legume used was the bean-to-pig, sown between the rows of coffee trees. With the use of 100% of compound 1 and compound 2, the pH reached values of 6.5 and 6.3 respectively compared to pH 4.8 obtained with the mineral fertilizer. he means for the sum of bases (SB) followed the behavior of the exchangeable cations (Ca, Mg and K) of the soil that is linearly increased ($p < 0.10$) with increasing proportions of the compounds. The fertilization with organic compounds is an alternative to improve soil fertility in agroecosystems of conilon.

Index terms: *Coffea canephora*, composting, C / N ratio, ultisol, soil acidity.

1 INTRODUÇÃO

O café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) é produzido em larga escala no norte do Espírito Santo, o que eleva esse Estado à posição de destaque nacional na sua produção. Devido ao alto potencial produtivo, a adubação geralmente é realizada com adubos minerais de alta solubilidade (PREZOTTI et al., 2007). Porém, o uso desses adubos sem calagem e adubação orgânica, pode levar o solo a perder sua fertilidade (THEODORO

et al., 2003). Em Latossolo Vermelho Amarelo sob lavoura de café conilon, foi verificado que a adubação anual com 450, 150 e 450 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, na forma de ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, reduziu o pH do solo e aumentou os teores de Al³⁺ e H+Al, em relação ao solo não adubado utilizado como referência (GUARÇONI, 2011). Embasado na literatura, o autor afirma que esses resultados se devem, principalmente, a adubação nitrogenada, sendo que durante a reação de nitrificação cada molécula de amônio (NH₄⁺)

^{1,3,5}Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal/PPGPV - Cx. P. 16 29.500-000 - Alegre - ES - victor-mauricio@bol.com.br - edreis@cca.ufes.br - eduardo.mendonca@ufes.br

^{2,4}Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/INCAPER - Centro Regional de Desenvolvimento Rural Nordeste/CRDR Nordeste - Cx. P. 62 - 29.900-970 - Linhares - ES - afabian@incaper.es.gov.br - acbenassi@incaper.es.gov.br

gerada a partir da ureia é capaz de liberar duas moléculas de H^+ , com conseqüente redução do pH e aumento da acidez trocável e potencial.

A matéria orgânica em sistemas tropicais é de extrema importância, pois os solos dessas regiões são bastante intemperizados e lixiviados, possuindo baixa fertilidade natural (SILVA; MENDONÇA, 2007). O aporte de resíduos orgânicos pode promover aumentos nos teores de Ca, Mg e K trocáveis nas camadas superficiais do solo, como provável resposta à quantidade desses nutrientes presentes no resíduo e não ao aumento da disponibilidade do nutriente preexistente no solo (AMARAL; ANGHINONI; DESCHAMPS, 2004; FRANCHINI et al., 1999; PAVINATO; ROSOLEN, 2008).

Nos últimos anos, iniciativas de adubação orgânica com resíduos disponíveis têm aumentado entre os cafeicultores de conilon no Espírito Santo. Porém, faltam informações sobre impacto desse manejo nas características químicas do solo, sob essa cultura. Comparativamente ao *Coffea arabica* L., estudos nesse sentido com a espécie *C. canephora* ainda são incipientes (PARTELLI et al., 2009). Visando potencializar o uso da adubação orgânica em cafeeiros, objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito de manejos de adubação orgânica sobre atributos químicos do solo, em um agroecossistema de café conilon no estado do Espírito Santo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em lavoura de café conilon (com irrigação), localizada em propriedade de base familiar no distrito Córrego do Farias, Linhares-ES (19°15'67" S e 40°01'93" O e 17 m). A lavoura selecionada apresentava cerca de 0,75 ha e quatro anos de idade num espaçamento de 3,0 x 1,2 m, com os clones 12 V - componente da cultivar Vitória INCAPER 8142 - e o G 35 da empresa Verdebras. O solo da lavoura é um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, formado

sobre os sedimentos da Formação Barreiras (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006). Antes do estudo, a análise granulométrica e química da área na profundidade 0-20 cm apresentou as seguintes características: textura franco-arenosa; pH 5,6; 1,9 dag kg^{-1} de matéria orgânica; 7 mg dm^{-3} de P; 44 mg dm^{-3} de K; 1,3 cmol dm^{-3} de Ca; 0,3 cmol dm^{-3} de Mg; 0,1 cmol dm^{-3} de Al; 2,1 cmol dm^{-3} de H^+ + Al; 1,7 cmol dm^{-3} de soma de bases (SB) e 44,9% de saturação por bases (V). Antes da implantação do experimento, foi realizada calagem por meio do método da saturação por bases, de forma a elevá-la para 70% (PREZOTTI et al., 2007).

O experimento foi montado num esquema fatorial 2 x 2 x 5, sendo: "composto orgânico" em dois níveis; "leguminosa" em dois níveis (presença e ausência); e "proporções de cada composto" em cinco níveis (0; 25; 50; 75; e 100%) num delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Cada repetição foi formada por parcela de 30 plantas do cafeeiro conilon, sendo 12 plantas úteis centrais. Os compostos utilizados foram: composto 1, preparado com a mistura de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.) e palha-de-café na proporção 1:1 (v:v); e composto 2, preparado pela mistura de capim-elefante, palha-de-café e cama-de-frango na proporção 2:1:1 (v:v:v). A montagem das leiras de composto foi realizada no mesmo dia do corte do capim. Para a montagem do composto 1, foi realizado empilhamento alternado dos resíduos vegetais por camadas de 50 cm de altura. Para o composto 2, as camadas foram dispostas com alturas de 50 cm para o capim e 25 cm para a palha-de-café e cama-de-frango. Foi realizado apenas um reviramento manual aos 45 dias, após a montagem das leiras. Constatado o término da compostagem por meio de características físicas, amostras foram retiradas e encaminhadas para análise química no Laboratório de Análises de Solos e Planta do INCAPER/CRDR-CS (Tabela 1).

TABELA 1 - Caracterização química (em base seca) do composto 1 (C1) e composto 2 (C2) aos 120 dias após a montagem das leiras.

Tipo	Umid. (%)	M.O. (%)	C/N	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
-----dag kg^{-1} -----mg kg^{-1} -----															
1º ano agrícola (2009/ 2010)															
C1	64,0	68,6	23	7,6	1,50	0,30	1,73	0,63	0,16	0,14	21	5111	63	28	23
C2	59,5	62,8	10	7,1	3,05	3,55	3,09	3,56	0,75	0,37	406	3115	490	203	37

Umid.: umidade dos compostos orgânicos; M.O.: matéria orgânica; pH: pH em $CaCl_2$

O feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) DC.] foi semeado manualmente nas entrelinhas em 11/2009. Para o plantio, foi utilizado o espaçamento de 1 m, a partir do caule do cafeeiro e 50 cm entrelinhas (totalizando 3 linhas de leguminosas). Para a semeadura, foram utilizadas 8 sementes por metro linear de sulco. O corte foi realizado aos 90 dias após o plantio na fase de pleno florescimento, sendo a palhada mantida em cobertura.

O tratamento com adição de nutrientes de fonte exclusivamente mineral (testemunha ou 0% de composto orgânico) consistiu na aplicação de 380 kg ha⁻¹ ano de N na forma de sulfato de amônio para produtividade esperada de 51-70 sacas por hectare ano. Para a adubação com fósforo e potássio, foi utilizado 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 350 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente (PREZOTTI et al., 2007). Os tratamentos com fontes orgânicas foram determinados a partir do teor de N dos compostos orgânicos. No tratamento de fonte exclusivamente orgânica (100% de composto orgânico), foi aplicado 25,33 Mg ha⁻¹ do composto 1 e 12,50 Mg ha⁻¹ do composto 2 (em base úmida). Ressalta-se que a umidade dos compostos não foi utilizada na correção dos cálculos de adubação devido à limitação econômica imposta pela quantidade excessiva de composto que seria necessária. Nas proporções 25, 50 e 75% das doses de composto orgânico, a adubação foi combinada com as fontes minerais supracitadas. Desse modo, para 25, 50 e 75% de composto orgânico foram utilizados 75, 50 e 25% de fonte mineral, respectivamente. Os adubos foram aplicados na projeção da copa e ao redor de toda a planta.

A adubação foi parcelada em quatro etapas: 1ª etapa (20% do adubo) em 11/2009; 2ª etapa (20% do adubo) em 12/2009; 3ª etapa (20% do adubo) em 03/2010; e 4ª etapa (40% do adubo) em 04/2010. A escolha dessas etapas de adubação compreendeu o período entre as primeiras floradas e a granação dos frutos.

Para a caracterização de macronutrientes, pH e Al³⁺ do solo, em agosto de 2010 (120 dias após o término das adubações do primeiro ano agrícola), foram retiradas amostras deformadas na profundidade de 0-20 cm, nas parcelas experimentais. Em cada parcela, com auxílio de sonda (SONDATERRA®), foram retiradas amostras simples sob a copa das 12 plantas úteis para compor uma amostra composta. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas, secas à sombra e passadas em peneira de 2 mm, para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA). Foram determinados

os valores de pH, H+Al, P, K, Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺, de acordo com EMBRAPA (1997). Posteriormente, foram determinados a CTC efetiva (t) e a CTC a pH 7,0 (T), soma de bases (SB) e saturação por bases (V) (EMBRAPA, 1997).

Para verificação da normalidade e homogeneidade de variância, os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett, e, em seguida, à análise de variância (p<0,10) utilizando o software SISVAR. Utilizou-se o teste de Tukey (p<0,10) para os fatores qualitativos e a análise de regressão para o fator quantitativo. Os modelos foram escolhidos em função da coerência com o fenômeno em estudo e por meio dos coeficientes de intercepto e inclinações (os betas), utilizando-se o teste t de Student ao nível de 10% de probabilidade. Optou-se por utilizar o nível de 10% de significância devido à variabilidade do solo, característica de experimentos conduzidos em propriedade agrícola.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a acidez do solo (pH, Al³⁺ e H+Al), houve diferença (p<0,10) para as proporções de ambos os compostos (Figura 1). O pH aumentou de forma linear com o incremento das proporções dos compostos. Com a adubação realizada com 100% do composto 1 e composto 2, o pH atingiu valores de 6,5 e 6,3, respectivamente em relação ao pH 4,8, obtido com a adubação mineral. Em geral, o aumento do pH promoveu reduções nos valores de Al³⁺ e do H+Al. Estudos mostram que a adição de matéria orgânica ao solo pode promover efeito direto no aumento do pH e diminuição do Al³⁺ (ALVES; MELO; FERREIRA, 1999; FRANCHINI et al., 2001). Esse efeito ocorre devido à ligação de íons H⁺ com moléculas orgânicas, complexação de Al³⁺ e aumento da saturação da CTC do solo por bases (PAVINATO; ROSELEM, 2008). De acordo com as classes de interpretações propostas para a fertilidade do solo (PREZOTTI et al., 2007), o pH apresentou valores altos (entre 6,1-7,0), na proporção de 100% e valores baixos (entre 4,5-5,4), nas outras proporções. Para o Al³⁺, as proporções dos compostos demonstraram níveis baixos (< 0,3 cmol_c dm⁻³), eliminando-se totalmente na proporção de 100%.

Com o aumento das proporções do composto 1, houve redução linear (p<0,10) do P disponível (Figura 2a). O composto 1 foi aportado em maior quantidade (Mg ha⁻¹), em relação ao composto 2. O aporte orgânico pode diminuir a energia de ligação do fosfato aos colóides inorgânicos do solo, deixando o P mais disponível às plantas (RHEINHEIMER et al., 2003), além de competir

e bloquear os sítios de adsorção de P (ANDRADE et al., 2003; GUARÇONI; MENDONÇA, 2003). O aumento das proporções do composto 2, na ausência da leguminosa, favoreceu o incremento linear ($p < 0,10$) de P (Figura 2b), como resultado da

maior concentração de P nesse composto (Tabela 1). As proporções do composto 2 apresentaram valores altos ($> 20 \text{ mg dm}^{-3}$) nesse elemento (PREZOTTI et al., 2007), o que suporta a maior expressividade dos valores de P no composto.

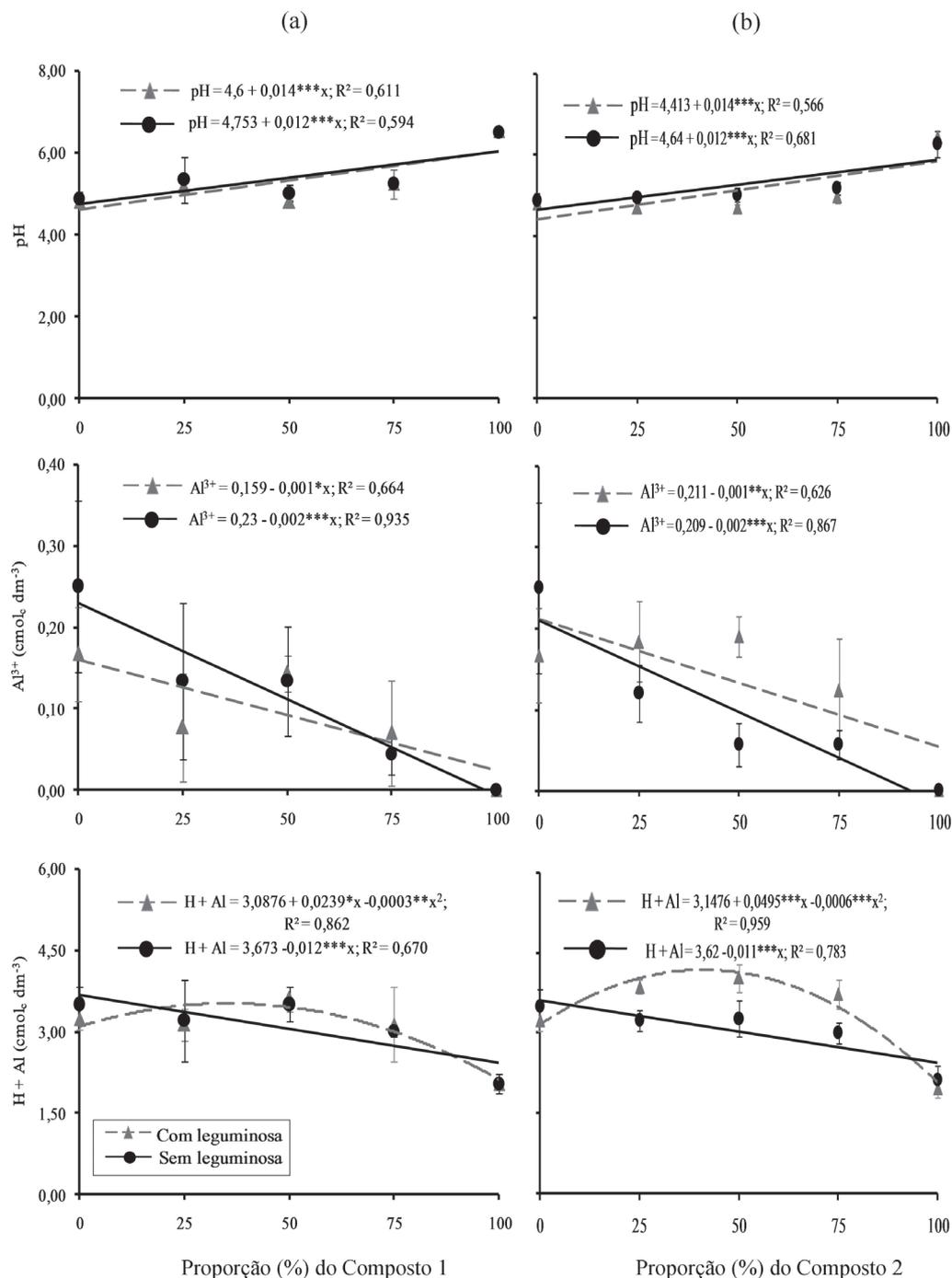


FIGURA 1 - Valores médios de pH, Al^{3+} e $\text{H} + \text{Al}$ do solo em função das proporções (%) do composto 1 (a) e composto 2 (b) na presença e ausência da leguminosa (feijão-de-porco). DMS (Tukey a 10%) para o estudo do fator leguminosa, nas proporções dos compostos – pH: 0,4715; Al^{3+} : 0,1289; $\text{H} + \text{Al}$: 0,7354. Barras na vertical: erro padrão. ***, **, *: significativo a 1, 5 e 10%, respectivamente, pelo teste t de Student.

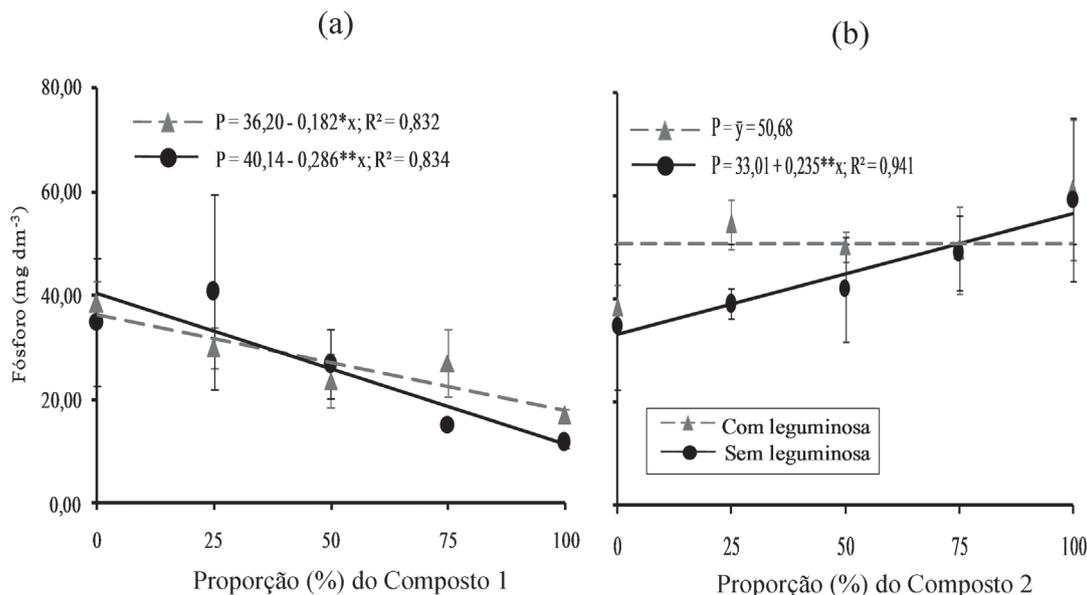


FIGURA 2 - Valores médios de fósforo (P) em função das proporções (%) do composto 1 (a) e composto 2 (b) na presença e ausência da leguminosa (feijão-de-porco). DMS (Tukey a 10%), para o estudo do fator leguminosa, nas proporções dos compostos: 21,3. Barras na vertical: erro padrão. ***, **, *: significativo a 1, 5 e 10%, respectivamente, pelo teste t de Student.

Para as bases trocáveis (K, Ca e Mg), de modo geral, ocorreram aumentos lineares ($p < 0,10$) com o incremento das proporções dos compostos (Figura 3). Alves, Melo e Ferreira (1999), testando doses crescentes de composto de lixo urbano (0; 12,5; 25; 50 e 100 t ha⁻¹) em um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa, verificaram aumentos significativos de bases trocáveis (K, Ca e Mg), em função do aumento das doses do composto e atribuíram isso ao processo de mineralização da matéria orgânica aportada. Ressalta-se que o teor de K não aumentou com o incremento das proporções do composto 2 (Figura 3), possivelmente em função de ser um material mais lábil (de relação C/N baixa e menor comparado ao composto 1), o que pode ter proporcionado taxa acelerada de mineralização e maior lixiviação de K comparado ao composto 1.

A soma de bases (SB) e saturação por bases (V) seguiram o comportamento das bases do solo, aumentando de forma linear ($p < 0,10$) com as proporções dos compostos (Figura 4). Essa tendência está de acordo com Ricci, Padovani e Paula Júnior (2010), que observaram aumentos significativos ($p < 0,05$) nesses atributos, na profundidade de 0–20 cm, com o aporte de doses de composto de biossólido. A soma de bases apresentou valores dentro do limite médio (entre 2,0–5,0 mg dm⁻³) (PREZOTTI et al., 2007) e apenas nas proporções

de 100% dos compostos, a saturação por bases apresentou níveis médios (entre 50–70%), nas demais, foram baixos (< 50%). A maior saturação por bases no manejo de adubação de 100% orgânico, pode estar relacionada com o aumento do pH e das bases trocáveis, corroborando com os resultados obtidos por Theodoro et al. (2003).

Para a CTC efetiva, houve ajuste linear crescente ($p < 0,10$), com o aumento das proporções dos compostos orgânicos (Figura 5a–5b). A CTC a pH 7 aumentou de forma linear com o aumento das proporções do composto 1 e, de forma quadrática, com o incremento das proporções do composto 2. Em solos tropicais e subtropicais, a CTC da matéria orgânica é fundamental para a CTC total do solo, sendo essencial na retenção de nutrientes e na diminuição da lixiviação. A interação da fração argila com a matéria orgânica promove a diminuição do valor do ponto de carga zero (PCZ), reduzindo a carga positiva existente na superfície (SILVA; MENDONÇA, 2007). De acordo com a classe de fertilidade do solo (PREZOTTI et al., 2007), na proporção de 100% de ambos compostos, a CTC efetiva apresentou valores dentro do limite médio (entre 2,5–6,0 cmol_c dm⁻³). Diferentemente, as demais proporções não seguiram essa tendência e ficaram abaixo do preconizado. A CTC a pH 7 apresentou valores dentro do limite médio (entre 4,5–10 cmol_c dm⁻³).

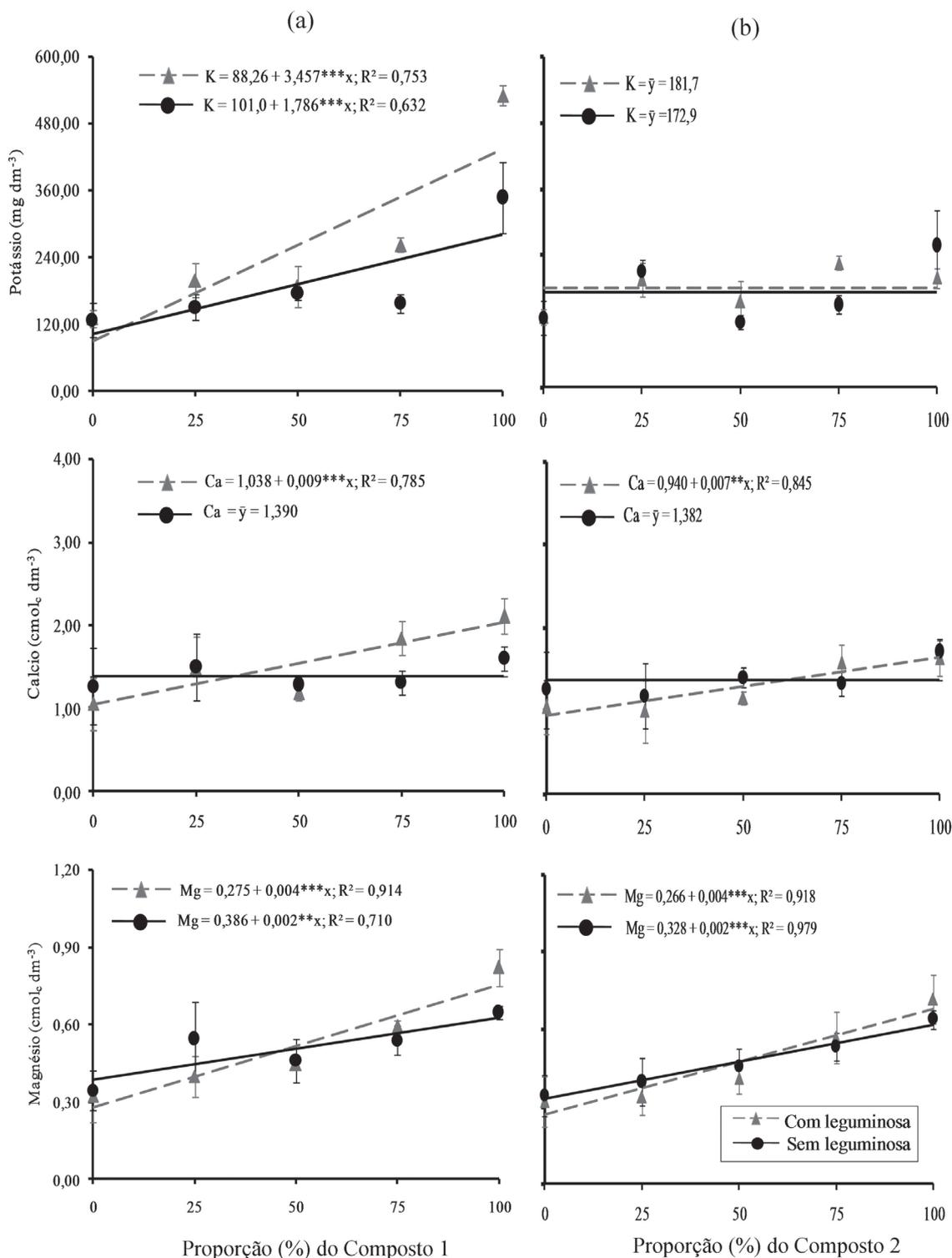


FIGURA 3 - Valores médios de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em função das proporções (%) do composto 1 (a) e composto 2 (b) na presença e ausência da leguminosa (feijão-de-porco). DMS (Tukey a 10%) ,para o estudo do fator leguminosa ,nas proporções dos compostos – K: 79,7811; Ca: 0,6231; Mg: 0,1883. Barras na vertical: erro padrão. ***, **, *: significativo a 1, 5 e 10%, respectivamente, pelo teste t de Student.

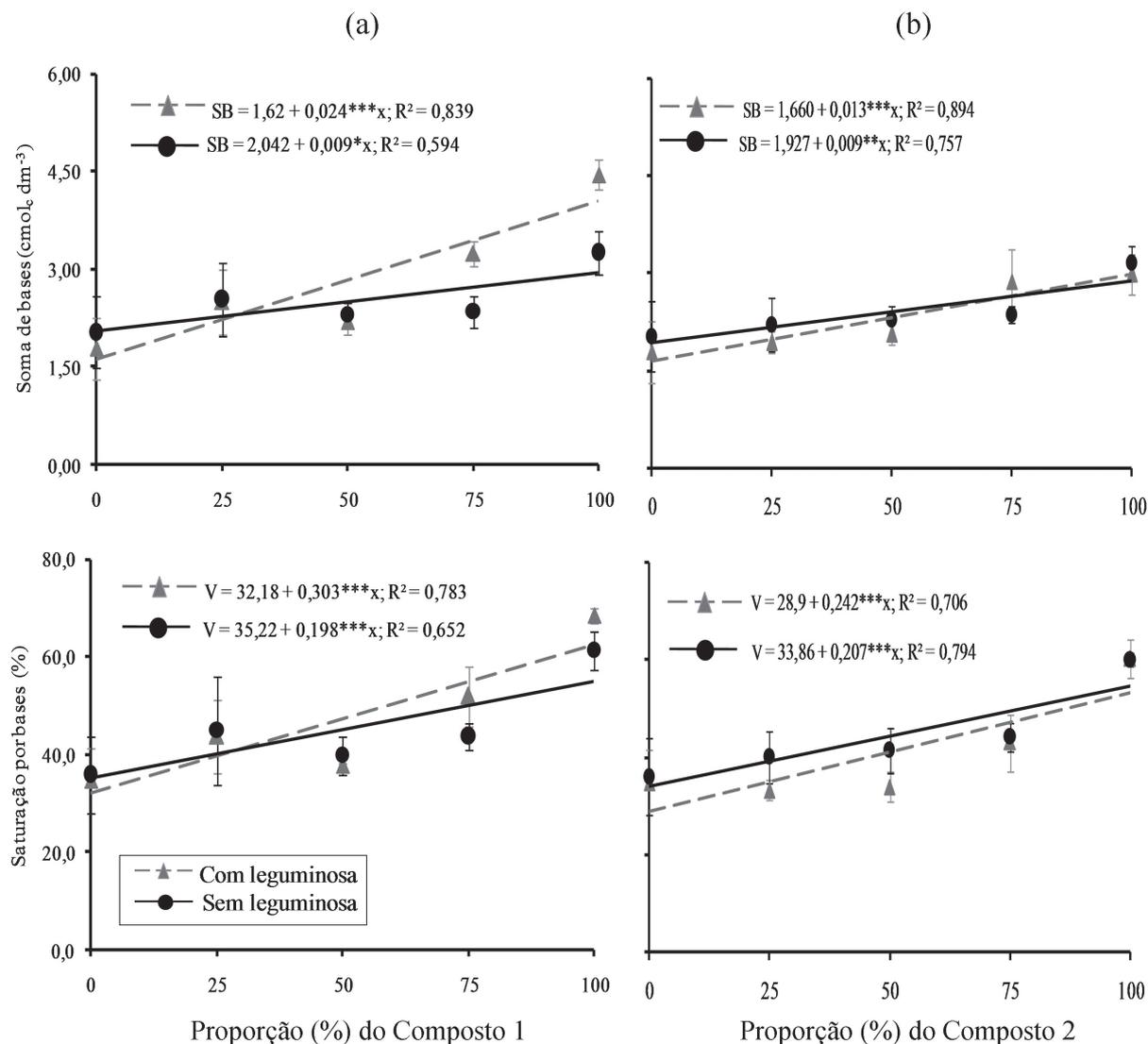


FIGURA 4 - Valores médios de soma de bases (SB) e saturação por bases (V) em função das proporções (%) do composto 1 (a) e composto 2 (b) na presença e ausência da leguminosa (feijão-de-porco). DMS (Tukey a 10%) para o estudo do fator leguminosa nas proporções dos compostos – SB: 0,8765; V: 12,8688. Barras na vertical: erro padrão. ***, **, *: significativo a 1, 5 e 10%, respectivamente pelo teste t de Student.

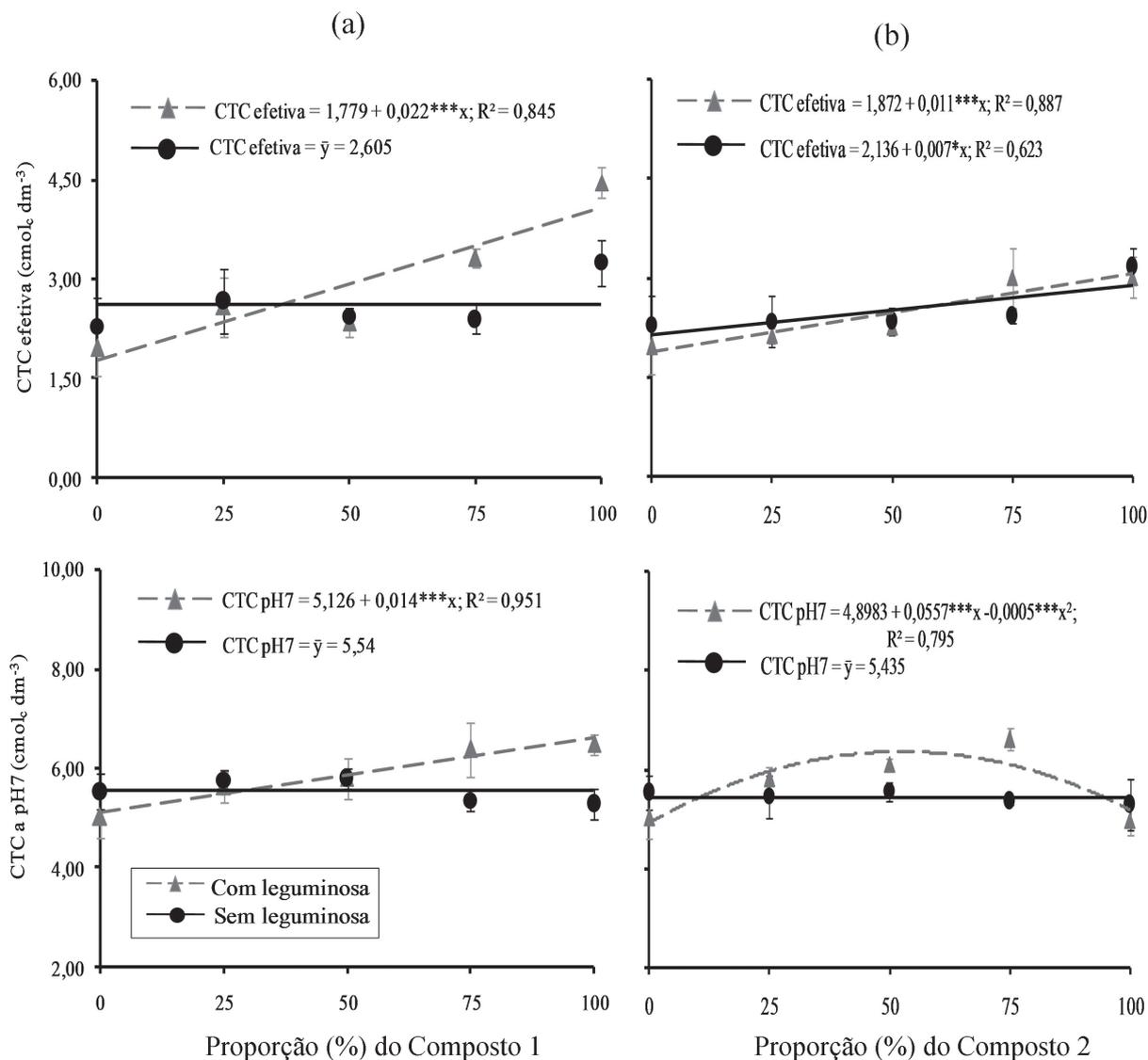


FIGURA 5 - Valores médios de CTC efetiva e CTC a pH7 em função das proporções (%) do composto 1 (a) e composto 2 (b) na presença e ausência da leguminosa (feijão-de-porco). DMS (Tukey a 10%), para o estudo do fator leguminosa, nas proporções dos compostos - CTC efetiva: 0,7787; CTC a pH: 0,7930. Barras na vertical: erro padrão. ***, **, *: significativo a 1, 5 e 10%, respectivamente, pelo teste t de Student.

4 CONCLUSÕES

Aos 120 dias após da adubação, o pH aumenta de forma linear com o incremento das proporções de ambos os compostos e esse aumento promove reduções do Al^{3+} e do $H + Al$.

Em relação à adubação mineral, o pH aumenta de 1,5 a 1,7 unidades, quando os cafeeiros são adubados com compostos orgânicos, dependendo da qualidade do composto utilizado.

O aumento das proporções do composto 1 reduz o teor de P em resposta à diminuição da capacidade máxima de adsorção pelo solo e aumento simultâneo da absorção pelos cafeeiros.

Não há efeito de leguminosa ($p > 0,10$) para as variáveis estudadas devido ao período curto do experimento e a taxa de decomposição acelerada, em solos de regiões tropicais.

A adubação com compostos orgânicos pode ser uma alternativa para melhorar a fertilidade do solo, no agroecossistema de café conilon.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo-FAPES, pela concessão de bolsa de Pós-Graduação ao primeiro autor. Ao SAF/MDA, SECIS/MCT, por intermédio do CNPq, pelo apoio

financeiro. Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural-INCAPER, pelo apoio logístico. Ao agricultor e família, pelo apoio e participação.

6 REFERÊNCIAS

- ALVES, W. L.; MELO, W. J.; FERREIRA, M. E. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, p. 729-736, 1999.
- AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F. C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 115-123, 2004.
- ANDRADE, F. V. et al. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolo e adsorção de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Campinas, v. 27, p. 1003-1011, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- _____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2006. 306 p.
- FRANCHINI, J. C. et al. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 2267-2276, 1999.
- _____. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant and Soil**, The Hague, v. 231, p. 55-63, 2001.
- GUARÇONI, M. A. Características da fertilidade do solo influenciadas pelo plantio adensado de café conilon. **Semina**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 949-958, jul./set. 2011.
- GUARÇONI, M. A.; MENDONÇA, E. S. Capacidade tampão de pH do solo e disponibilidade de fósforo pela adição de composto orgânico. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 15, n. 2, p. 141-145, jul./dez. 2003.
- PARTELLI, F. L. et al. Qualidade da matéria orgânica e distribuição do fósforo no solo de lavouras orgânicas de café Conilon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2065-2072, 2009.
- PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 911-920, 2008.
- 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. 305 p.
- RHEINHEIMER, D. S. et al. Dessorção de fósforo avaliada por extrações sucessivas em amostras de solo provenientes dos sistemas plantio direto e convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 1053-1059, 2003.
- RICCI, A. B.; PADOVANI, V. C. R.; PAULA JÚNIOR, D. R. Uso de lodo de esgoto estabilizado em um solo decapitado: II., atributos químicos e revegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 34, p. 543-551, 2010.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.
- THEODORO, V. C. A. et al. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 1039-1047, 2003.