

Alterações químicas do solo após sucessão crotalária/milho-verde associadas a níveis de N em compostos

Luiz Fernando Favarato¹; Jacimar Luis de Souza¹; Gabriel Pinto Guimarães²

¹ INCAPER – Centro Regional Centro-Serrano. BR 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante – ES, luiz.favarato@incaper.es.gov.br, jacimarsouza@yahoo.com.br.

² Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Universitário, Centro de Ciências Agrárias, 29.500-000, Alegre – ES, gabryelpg@yahoo.com.br.

RESUMO

O manejo adequado da adubação e a ciclagem de nutrientes são estratégias muito importantes em sistemas orgânicos de produção. O objetivo desse estudo foi avaliar as alterações nos atributos químicos do solo decorrentes do plantio direto do milho-verde sobre palhadas de crotalária, associadas a adubações com compostos orgânicos de diferentes níveis de nitrogênio, num solo manejado organicamente há 18 anos. Este trabalho foi desenvolvido na Unidade de Referência em Agroecologia do INCAPER, localizada no município de Domingos Martins-ES. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas foram constituídas por dois tratamentos (ausência e presença de crotalária) e nas subparcelas foram aplicados cinco tratamentos com sistemas de adubação à base de compostos de diferentes níveis de nitrogênio: 1- ausência de adubação (0,0 % de N); 2 - Composto com 1,5 % de N; 3 - Composto com 2,0 % de N; 4 - Composto com 2,5 % de N e 5 - Composto com 3,0 % de N. A adubação verde com crotalária aumentou os teores de P no solo, mas reduziu o pH e os teores de K e Mg, não alterando os teores de Ca, SB, CTC total e MOS. Não houve interação entre a crotalária em pré-cultivo associada aos níveis de N nos compostos sobre os atributos químicos do solo. Em relação à condição inicial experimental, a área que não foi adubada (nível 0% N) apresentou 42 % a menos de K⁺ e 30 % a menos de Mg²⁺, refletindo na redução da Soma de Bases em 10%.

Palavras-chave: *Crotalaria juncea*, adubação verde, fertilidade do solo.

ABSTRACT

Chemical changes of soil after succession Sunnhemp/green corn associated with levels of N in composts

The accurate fertilization and nutrient cycling strategies are very important in organic production systems. The aim of this study was to evaluate, changes in soil chemical properties resulting from the use of organic compost with different nitrogen levels,

associated with pre-cropping of sunnhemp, after 18 years of organic management. This work was developed in Reference Unit Agroecology in the INCAPER, located in the municipality of Domingos Martins-ES. The plots consisted of two treatments (absence and presence of sunnhemp) and the subplots were installed five treatments with fertilization systems based on composts of different nitrogen levels: 1 - No fertilizer (0.0% of N); 2 - 1.5% N in Composts; 3 - 2.0% N in Composts; 4 - 2.5% N in Composts and 5 - 3.0% N in Composts. Green manuring with *Crotalaria* increased the content of P in the soil, but reduced the pH and the concentrations of K and Mg, while not change the contents of Ca, SB, total CEC and total MOS. The presence of sunnhemp pre-cultivation associated with levels of N present in the composts had no effect on soil chemical attribute. Regarding the experimental initial condition, the area which was not fertilized (level 0% N) had 42% less of K^+ and 30% less of Mg^{2+} , reflecting in the reduction of the sum of bases at 10%.

Keywords: *Crotalaria juncea*, green manure, soil fertility.

O manejo adequado da fertilidade do solo é um dos fatores essenciais para se atingir a sustentabilidade de um agroecossistema. Assim, o aumento do custo dos fertilizantes comerciais e a crescente poluição ambiental fazem que o uso de fontes orgânicas seja uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de carbono e nutrientes (Melo *et al.*, 2008).

Especialmente se tratando de sistemas orgânicos de produção de longa duração, onde há predominância do uso de esterco e compostos orgânicos regularmente, a fertilidade do solo é base fundamental. Souza & Resende (2006) salientam que a maioria dos produtores fabricam compostos orgânicos sem atentar para sua composição adequada de nitrogênio (N), e assim, obtêm compostos com teores inferiores a 1,5 % de N, o que tem limitado a produtividade das hortaliças orgânicas, utilizando-se cerca de 15 t ha^{-1} (base seca).

Os compostos orgânicos podem apresentar baixos teores de N em função da qualidade do material que é utilizado para sua confecção, podendo acarretar imobilização do N do solo pela microbiota. Isto é relatado por Melo *et al.* (2008), que utilizaram materiais orgânicos de alta relação C/N, fazendo com que os microrganismos consumam grande parte do nitrogênio dos resíduos, transformando-o para a forma orgânica como parte da

biomassa dos microrganismos e indisponibilizando-o para as culturas, processo este conhecido como imobilização microbiana do nitrogênio.

O uso exclusivo de esterco e compostos orgânicos tem se mostrado uma prática onerosa em função do grande volume exigido para obter produções comerciais. A exemplo disso, Yuri *et al.* (2004) verificaram que a dose de $59,4 \text{ t ha}^{-1}$ de composto orgânico foi a que proporcionou a máxima produtividade na cultura do alface. Assim, a utilização de grande quantidade de esterco ou compostos pode tornar-se antieconômico e limitar a produção sob manejo orgânico (Fontanétti *et al.*, 2006).

A complementação da adubação orgânica com adubos verdes é uma prática que pode viabilizar o sistema de produção orgânico. Existem diversos trabalhos avaliando efeitos de plantas de cobertura e doses de adubos orgânicos, de forma isolada, porém, há poucos estudos que tratam desses efeitos associados. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as alterações químicas do solo submetido a sucessão de cultivo crotalária/milho-verde, associadas a adubações com compostos orgânicos com diferentes níveis de N.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Unidade de Referência em Agroecologia do INCAPER, localizada no município de Domingos Martins-ES, a uma altitude de 950 m. Nesta região, a temperatura média das máximas nos meses mais quentes está entre 26,7 e 27,8°C e a média das mínimas nos meses mais frios entre 8,5 e 9,4°C.

A presente pesquisa foi desenvolvida em 2009, sobre uma área de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso, onde desde 1990 se realiza o manejo orgânico, com adubações de plantios de 15 t ha^{-1} de composto orgânico (peso seco), por cultivo. A caracterização química inicial dessa área no ano de 2009, na profundidade de 0 a 20 cm, obtida antes da instalação do experimento foi determinada segundo Embrapa (1997), pH em água (6,7); matéria orgânica ($4,7 \text{ dag kg}^{-1}$); fósforo ($276,3 \text{ mg dm}^{-3}$); potássio ($322,1 \text{ mg dm}^{-3}$); cálcio ($7,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); magnésio ($2,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); soma de bases ($10,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); H+Al ($3,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e CTC total ($12,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

O experimento foi disposto em delineamento de blocos casualizados, seguindo um esquema de parcelas subdivididas, com 10 tratamentos e três repetições. As parcelas foram constituídas pela ausência e presença de crotalária e nas subparcelas foram

aplicadas adubações com cinco níveis de N em composto: ausência de adubação (0,0 % de N); 1,5 % de N; 2,0 % de N; 2,5 % de N e 3,0 % de N.

A obtenção dos compostos orgânicos com diferentes níveis de N ocorreu mediante a mistura de compostos com menores teores de N, cuja caracterização química média foi: umidade (74%), MO (55%), C/N (22,6), pH (7,5) e N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente 1,41; 0,32; 0,79; 0,53; 0,11; 0,09 dag kg⁻¹ e compostos com maiores teores de N, com caracterização química média de: umidade (76%), MO (72%), C/N (13,4), pH (6,7) e N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente 3,11; 0,57; 1,19; 1,01; 0,19; 0,14 dag kg⁻¹.

A crotalária foi semeada no espaçamento de 0,33 m entre linhas em filetes contínuos de sementes nos sulcos, com uma densidade de semeadura de 1,25 g m⁻¹, equivalente a um gasto de 38 kg ha⁻¹. Aos 80 dias após a semeadura, todas as plantas de cobertura de cada parcela foram cortadas manualmente, rente ao solo, dispondo-se uniformemente a biomassa sobre a superfície do solo. Após esse procedimento e posterior adubação com composto em cada nível de N, foi realizado o semeio de milho-verde, variedade Emcapa-201, na densidade de 10 sementes por metro linear, desbastando-se após a emergência, mantendo o espaçamento de 1,00 x 0,20 m, equivalente a uma população de 50.000 plantas por hectare.

Amostras das plantas de cobertura de cada subparcela foram retiradas, pesadas, obtendo-se a biomassa fresca, em seguida levadas ao laboratório de nutrição mineral de plantas do INCAPER Centro-Serrano, lavadas em água destilada e secas em estufa de circulação forçada a 60 °C, até atingir peso constante, para obtenção da biomassa seca. Os atributos químicos do solo foram avaliados após a colheita do milho-verde, empregando a mesma metodologia da análise inicial, visando avaliar os efeitos acumulados da sucessão de culturas e dos níveis de N dos compostos usados na adubação da cultura do milho.

Os resultados foram submetidos a análises de variância utilizando-se o programa estatístico Sisvar, versão 4.6. Nas análises, consideraram-se os níveis de N como fator quantitativo, sendo feita análise de regressão, enquanto que a ausência ou presença de crotalária foi considerada como fator qualitativo, comparando-se as médias pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A crotalária apresentou bom desenvolvimento vegetativo, propiciando produção média de 13 t ha^{-1} de biomassa seca nas subparcelas. Esse valor permitiu bom aporte de nutrientes ao solo, complementando a adubação do milho-verde, concordando com os relatos de Fontanetti *et al.* (2006) que verificaram rendimento médio de $12,75 \text{ t ha}^{-1}$ de massa seca com a mesma espécie.

Não houve interação significativa entre o uso dos diferentes tipos de compostos orgânicos e a ausência ou presença de crotalária no sistema de produção. Desse modo, os efeitos foram analisados separadamente.

Os efeitos do pré-cultivo da crotalária sobre os atributos químicos do solo, após o cultivo do milho-verde, são apresentados na Tabela 1. O Ca^{2+} , SB, T e MOS não foram afetados pela presença da crotalária. Estes efeitos não significativos entre presença e ausência de crotalária pode ser o curto período experimental (8 meses), concordando com Pereira *et al.* (2011), que atestaram a necessidade de alguns ciclos de cultivos do adubo verde para obter resultados significativos, pois ocorrerá maior acúmulo de matéria orgânica e nutrientes no solo.

Observou-se que os teores de P disponível e $\text{H}+\text{Al}$ aumentaram com a presença da crotalária. O incremento no teor de P de 37 % na presença da leguminosa está relacionado ao maior aporte de P presente nos tecidos da crotalária (mobilizado de camadas mais profundas) e posterior fixação deste na superfície (0 a 20 cm), fato comumente observado em Latossolos argilosos (Novais & Smith, 1999).

O pH e os teores de K^+ e Mg^{2+} reduziram com presença da leguminosa. A crotalária apresentou em sua massa seca teor de K^+ de $1,91 \text{ dag kg}^{-1}$ e Mg^{2+} de $0,32 \text{ dag kg}^{-1}$ demonstrando a eficácia na ciclagem de nutrientes. Esta redução observada após o cultivo do milho possivelmente está relacionada à lixiviação destas bases pela maior percolação de água, advinda da melhor estrutura do solo onde houve cultivo do adubo verde. De forma semelhante, Vitti *et al.* (1979) avaliaram os efeitos do pré-cultivo de cinco espécies de leguminosas sobre as características de um Latossolo Vermelho Amarelo. Apesar de incorporarem a biomassa ao solo, diferentemente deste trabalho que foi realizado o plantio direto sobre a palha na superfície, também relataram redução do pH e do K^+ após a adubação verde.

Independente dos efeitos observados sobre os atributos do solo, se deve considerar a importância da adubação verde em outros aspectos como proteção ao impacto da chuva,

redução das variações de temperatura, manutenção da umidade e aumento da atividade biológica, contribuindo para a melhoria da fertilidade do sistema num sentido mais amplo (Souza *et al.*, 2013).

Os valores de pH, P, Ca^{2+} e Mg^{2+} , SB, acidez potencial (H+Al) e matéria orgânico do solo não apresentaram diferenças significativas em função dos níveis de N aplicados via composto orgânico, não ajustando-se a nenhum modelo de regressão (Figura 1A, B, D, E, F, G e I).

Para o potássio, na ausência da crotalária, o modelo se ajustou à equação de regressão linear, elevando-se de 186,25 mg dm⁻³ até 303,25 mg dm⁻³ quando se utilizou o composto orgânico com 3% de N, correspondendo a um aumento de 63% (Figura 1C). Os dados revelam a importância do uso de composto orgânico de qualidade, para manter o potássio no sistema, pois esse elemento se perde facilmente por lixiviação. O aumento deste elemento nos solos adubados com compostos de maiores níveis de N, deve-se ao maior teor deste elemento nestes compostos (1,19 dag kg⁻¹ de K), em relação ao composto com menor nível de N (0,79 dag kg⁻¹ de K).

A CTC total (T) na ausência da crotalária aumentou linearmente de forma significativa (Figura 1H). A área que não recebeu adubação (0 % de N) apresentou uma CTC de 13,0 cmol_c dm⁻³ e aquela adubada com composto com 3% de N revelou um incremento de 7 % nesse atributo do solo. Os valores médios de T foram superiores em relação à condição inicial do experimento (12,4 cmol_c dm⁻³), proporcionado pelas adubações orgânicas usadas.

Em geral, foram observados altos valores para os atributos da fertilidade do solo, tanto na testemunha quanto nas demais adubações com compostos com diferentes níveis de N, devido este estudo ser desenvolvido dentro de um sistema orgânico de produção, que vinha sendo conduzido há 18 anos. A adubação verde com crotalária proporcionou maiores teores de P no solo, reduziu o pH e os teores de K⁺, Mg^{2+} e não alterou os teores de Ca^{2+} , SB, CTC total e MOS. Não houve interação significativa da crotalária associada à adubações com compostos orgânicos com diferentes níveis de N em apenas um pré-cultivo, sobre os atributos do solo. Em relação à condição inicial experimental, a área que não foi adubada (nível 0% N) apresentou 42 % a menos de K⁺ e 30 % a menos de Mg^{2+} , refletindo na redução da Soma de Bases, em 10%.

REFERÊNCIAS

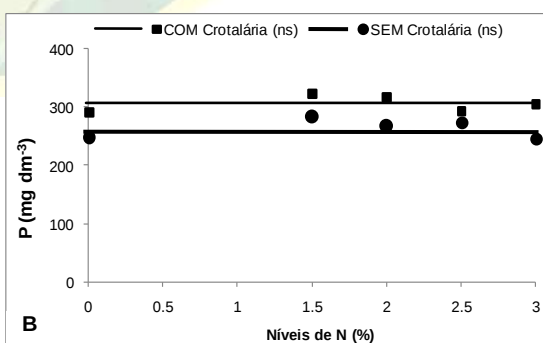
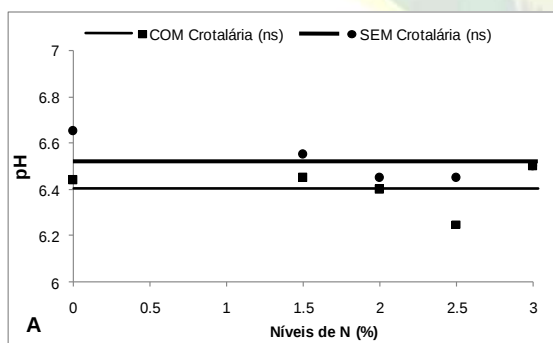
FAVARATO LF; SOUZA JL; GUIMARÃES GP. 2014. Alterações químicas do solo após sucessão crotalária/milho-verde associadas a níveis de N em compostos. *Horticultura Brasileira* 31: S2226 – S2233.

- EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. 2 ed. Rio de Janeiro: MAPA. 212p.
- FONTANÉTTI A; CARVALHO GJ de; GOMES LAA; ALMEID K de; MORAES SRG de; TEIXEIRA CM. 2006. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira* 24:146-150.
- MELO LCA; SILVA CA; DIAS BO. 2008. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32:101-110.
- NOVAIS RF de; SMYTH TJ. 1999. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: UFV-DPS. 399p.
- PEREIRA L C; FONTANETTI A; BATISTA JN; GALVÃO JCC; GOULART PL. 2011. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. *Revista Brasileira de Agroecologia* 6:191-200.
- SOUZA M; COMIN JJ; LEGUIZAMÓN ES; KURTZ C; BRUNETTO G; JUNIOR VM; VENTURA B; CAMARGO AP. 2013. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. *Ciência Rural* 43:21-27.
- SOUZA JL de; RESENDE P. 2006. *Manual de horticultura orgânica*. 2 ed Viçosa: Aprenda Fácil. 843p.
- VITTI GC; FERREIRA ME; PERECIN D; ZANETTI NETO P. 1979. Influência de cinco leguminosas, como adubação verde, na fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo fase arenosa. *Científica* 7:431-435.
- YURI JE; RESENDE GM; RODRIGUES JÚNIOR JC; MOTA JH; SOUZA RJ. 2004. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. *Horticultura Brasileira* 22:127-130.

Tabela 1 - Efeito da presença ou ausência de crotalária sobre os atributos químicos e matéria orgânica do solo após o cultivo do milho-verde (effect of presence or absence of Sunnhemp on the chemical attributes and soil organic matter after the cultivation of green corn). Domingos Martins, INCAPER, 2014.¹

Crotalária	pH	P mg dm ⁻³	K ⁺ mg dm ⁻³	Ca ²⁺ cmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺ cmol _c dm ⁻³	H+Al cmol _c dm ⁻³	SB cmol _c dm ⁻³	T cmol _c dm ⁻³	MOS dag kg ⁻¹
Ausência	6,52 a	263,4 b	283,9 a	8,13 a	1,92 a	2,80 b	10,6 a	13,4 a	4,69 a
Presença	6,44 b	361,8 a	167,9 b	8,07 a	1,40 b	3,80 a	9,9 a	13,6 a	4,52 a

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna para cada ano não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.



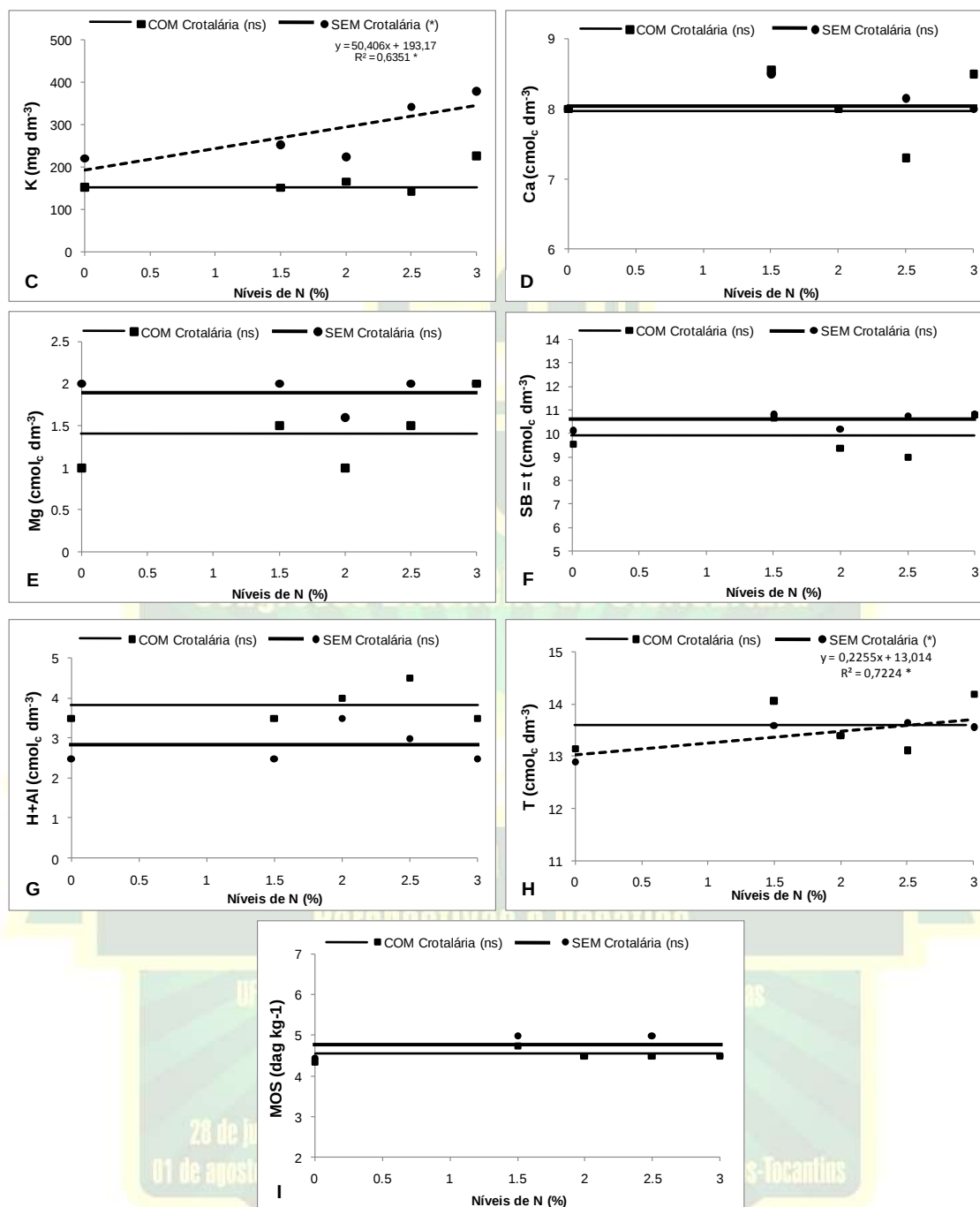


Figura 1 - Atributos químicos do solo em função de níveis de N em composto (%), na presença (COM) e ausência (SEM) de crotalária em pré-cultivo: A - pH do solo; B - fósforo; C - potássio; D - cálcio; E - magnésio; F - soma de bases; G - acidez potencial; H - capacidade de troca de cátions e I - matéria orgânica do solo (chemical soil attributes in function of N levels in composts (%), in the presence (COM) and absence (SEM) of Sunnhemp in previous cultivation: A - soil pH; B - phosphorus; C - potassium; D - calcium; E - magnesium; F - sum of Bases; G - potential acidity; H - cation exchange capacity and I - soil organic matter). ns = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%, pelo teste F. Domingos Martins, INCAPER, 2014.