

# ALTERAÇÕES QUÍMICAS PROMOVIDAS PELO PRÉ-CULTIVO DE CROTALÁRIA JUNCEA, ASSOCIADA À ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS ORGÂNICOS DE DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO<sup>1</sup>

Jacimar Luis de Souza<sup>2</sup>, Gabriel Pinto Guimarães<sup>3</sup>

**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 uso de compostos orgânicos com diferentes níveis de nitrogênio, associados à crotalária em pré-cultivo, 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. De 1990 a 2008 o solo estudado foi manejado com aplicação de 15 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico por cultivo. Em 2009 instalou-se este experimento cultivando crotalária como adubo verde, seguido por plantio direto de milho-verde. 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. A presença da crotalária em pré-cultivo associada aos níveis de N presentes nos compostos não influenciou nos 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<sup>+</sup> e 30 % a menos de Mg<sup>2+</sup>, refletindo na redução da Soma de Bases em 10%.

Palavras chave: adubação verde, crotalaria, fertilidade do solo, massa verde.

## **SOIL CHEMICAL CHANGES RESULTING FROM PRE-CROPPING OF CROTALARIA JUNCEA, ASSOCIATED WITH FERTILIZATION BY ORGANIC COMPOST OF DIFFERENT NITROGEN LEVELS**

**ABSTRACT** – 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. From 1990 to 2008 studied soil was managed with the application of 15 t ha<sup>-1</sup> of compost for cultivation. In 2009 they implemented this experiment with green manure Crotalaria followed by tillage corn-green, in randomized complete block design in a split-plot with three replications. 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

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 30/07/2013 e aprovado em 28/12/2013.

<sup>2</sup> INCAPER - Venda Nova do Imigrante - ES. Bolsista de produtividade do CNPq. jacimarsouza@incaper.es.gov.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. gabryelpg@yahoo.com.br



*pre-cultivation associated with levels of N present in the compounds 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<sup>+</sup> and 30% less of Mg<sup>2+</sup>, reflecting in the reduction of the sum of bases at 10%.*

*Keywords: green manure, green mass, soil fertility, sunnhemp.*

## 1. INTRODUÇÃO

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, sendo necessário aplicar cerca de 15 t ha<sup>-1</sup> (base seca). Além disso, 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. Silva Junior (1991), concluiu que a utilização de 50 t ha<sup>-1</sup> de esterco substituiu a suplementação mineral para a cultura do repolho. Yuri et al. (2004) verificaram que a dose de 59,4 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico mais fertirrigação 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 (Oliveira et al., 2003; Fontanétti et al., 2006). Diante disso, a complementação da adubação orgânica com adubos verdes é uma prática que pode viabilizar o sistema de produção orgânico.

A leguminosa crotalária (*Crotalaria juncea*) é considerada um adubo verde promissor, que se destaca por formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>, contribuindo com o fornecimento desse nutriente para as culturas subsequentes, além de contribuir com a ciclagem de outros nutrientes para as culturas em sucessão (Perin et al., 2004). A crotalária apresenta fitomassa lábil, com baixa relação C/N, o que pode favorecer a mineralização dos nutrientes dos resíduos, suprimindo mais rapidamente as demandas das espécies que estão presentes no sistema de sucessão (Silva & Menezes, 2007).

Entre os efeitos da adubação verde na fertilidade do solo estão o aumento do teor de matéria orgânica, a maior disponibilidade de nutrientes, a maior capacidade de troca de cátions efetiva, a diminuição dos teores de alumínio e a capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes (Calegari et al., 1993; Fontanétti et al., 2006).

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 conjugados. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as alterações químicas do solo adubado com compostos orgânicos contendo diferentes níveis de N, associados à adubação verde com crotalária em pré-cultivo à cultura do milho-verde, em um sistema orgânico após 18 anos de manejo.

## 2. 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<sup>-1</sup> de composto orgânico (peso seco), por cultivo. Ao longo desse período foram implantados 28 campos experimentais em cultivo orgânico, com adubação média anual de 23 t ha<sup>-1</sup> por ano, o que totalizou um aporte acumulado de 420 t de composto.

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), determinando o pH em H<sub>2</sub>O na relação 1:2,5 (solo:água); P disponível: extrator Mehlich<sup>-1</sup> e determinação por colorimetria; K<sup>+</sup>: extrator Mehlich<sup>-1</sup> e determinação por espectrofotometria de chama; Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup>: extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinação por espectrometria de absorção atômica; Al<sup>+3</sup>: extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinação por titulometria com NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: extrator Ca(Oac)<sub>2</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7,0 e matéria orgânica do solo (MOS): oxidação de carbono via úmido com dicromato de potássio em meio ácido (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (Yeomans & Bremner, 1988). O solo apresentou as seguintes características iniciais: pH em água (6,7); matéria orgânica (4,7 dag kg<sup>-1</sup>); fósforo (276,3 mg dm<sup>-3</sup>); potássio (322,1 mg dm<sup>-3</sup>); cálcio (7,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); magnésio (2,13 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); soma de bases (10,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); H+Al (3,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e CTC total (12,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

O experimento foi disposto no delineamento em blocos casualizados, seguindo um esquema de parcelas subdivididas, com 10 tratamentos e três repetições. As parcelas foram constituídas por dois tratamentos (ausência e presença de crotalária) e nas subparcelas foram instalados cinco tratamentos com adubações à base de composto com cinco níveis de N: ausência de adubação (0,0 % de N); 1,5 % de N; 2,0 % de N; 2,5 % de N e 3,0 % de N. Estas subparcelas foram marcadas e isolado o perfil do solo, enterrando-se placas de cimento de 60 cm de largura, até a profundidade de 40 cm abaixo da superfície do solo, deixando-se apenas 20 cm acima do solo para demarcação das subparcelas com dimensões de 3 x 6 m (18 m<sup>2</sup>).

A obtenção dos compostos orgânicos com diferentes níveis de N ocorreu mediante a mistura de compostos com menores teores de N e compostos com maiores teores de N. Os compostos com menores teores

de N foram formulados apenas com capim cameron picado (*Pennisetum purpureum*) e palha de café, sem uso de inoculante. Os compostos com maiores teores de N foram formulados com a mesma proporção destes resíduos, acrescentando-se farelo de soja como inoculante, para elevar o teor de N final do composto.

Foram caracterizados os teores de macronutrientes e de matéria orgânica dos compostos utilizando-se dos seguintes procedimentos: os teores de MO foram determinados segundo Yeomans & Bremner (1988); o N foi obtido por digestão sulfúrica com posterior destilação Kjeldahl e os demais macronutrientes foram obtidos por digestão nitroperclórica (Tedesco et al., 1995). Para os compostos com menores teores de N, a 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<sup>-1</sup>. Para os compostos com maiores teores de N, a caracterização química média foi: 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<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>, equivalente a um gasto de 38 kg ha<sup>-1</sup>. 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.

As parcelas de 90 m<sup>2</sup> continham 5 subparcelas de 3,00 m x 6,00 m (18,0 m<sup>2</sup>), onde foram plantadas 3 linhas de milho com 6,0 m de comprimento cada. Utilizou-se como área útil da subparcela, a linha central, considerando as linhas externas como bordadura, além das plantas das cabeceiras da linha, perfazendo assim uma área útil de 5,6 m<sup>2</sup>, contendo 28 plantas. As capinas foram realizadas manualmente e as irrigações foram feitas por aspersão, sempre que necessário.

Todas as plantas de cobertura de cada subparcela foram pesadas, obtendo-se a biomassa fresca. Em seguida, amostras foram retiradas e 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. Posteriormente, o material foi moído e submetido à digestão nitroperclórica para obtenção dos teores de macronutrientes, exceto o N que foi obtido por digestão sulfúrica com posterior destilação Kjeldahl (Tedesco et al., 1995).

Os atributos do solo foram avaliados após a colheita do milho-verde, empregando a mesma metodologia da análise inicial, visando avaliar os efeitos acumulados do adubo verde 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 (Ferreira, 2007). 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.

A interpretação dos resultados da regressão foi baseada em critérios estatísticos, no coeficiente de correlação e na expectativa de efeito biológico dos tratamentos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A crotalária apresentou bom desenvolvimento vegetativo, propiciando produção média de 13 t ha<sup>-1</sup> 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 t ha<sup>-1</sup> de massa seca com a mesma espécie. Estes dados não foram submetidos à análise estatística, uma vez que foram obtidas das subparcelas marcadas antes de serem submetidas aos tratamentos com as adubações em níveis de N no composto pré-determinadas.

A composição média da crotalária, obtida das subparcelas, confirmou teores de 3,18 dag kg<sup>-1</sup> de nitrogênio, 1,91 dag kg<sup>-1</sup> de potássio e 1,61 dag kg<sup>-1</sup> de cálcio, confirmando bom aporte de nitrogênio (parcialmente advindo da fixação biológica), além da mobilização de potássio e cálcio no sistema.

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 uso do pré-cultivo da crotalária sobre os atributos químicos do solo após o cultivo do milho-verde são apresentados na Tabela 2. O Ca<sup>2+</sup>, SB, T e MOS não foram afetados pela presença da crotalária. O efeito não significativo para estes atributos químicos do solo podem estar relacionados à extração desses elementos do solo pela planta de milho. Também, devido a crotalária juncea apresentar maior relação caule/folha com seus resíduos possuindo maior teor de lignina ela tende a se decompor lentamente (Silva et al., 2003) uma vez que foi verificado presença de resíduos de crotalária após a colheita do milho, ou seja, parte dos nutrientes extraídos não retornou ao solo. Outro fato que está relacionado à não significância entre presença e ausência de crotalária é o curto período experimental (8 meses), conforme relatado por 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.

Corroborando com a presente pesquisa, Menezes e Silva (2008) avaliaram anualmente os efeitos durante seis anos de adubação orgânica com esterco associada à adubação verde com crotalária juncea sobre as características químicas do solo cultivado com batata e verificaram que a incorporação anual da crotalária isolada não exerceu efeito significativo nos teores de nutrientes do solo em relação à testemunha sem adubação. Em curto período de avaliação, Souza et al. (2013) verificaram que o pH, P disponível, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, T e MOS, tanto após acamamento das plantas de cobertura quanto após a colheita da cebola na safra 2010 e 2011 não foram afetadas pelos pré-cultivos de plantas de cobertura.

Observou-se que os teores de P disponível e H+Al aumentaram com a presença da crotalária. O incremento no teor de P de 37 % na presença da leguminosa em relação à ausência está relacionado ao maior aporte de P presente na crotalária e posterior fixação de P por solos altamente intemperizados como é o caso do Latossolo argiloso do presente estudo (Novais & Smith, 1999).

O pH e os teores de K<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup> reduziram com presença da leguminosa. A crotalária apresentou em sua massa seca teor de K<sup>+</sup> de 1,91 dag kg<sup>-1</sup> e Mg<sup>2+</sup> de



Tabela 1 - Produção média de biomassa e teores médios de nutrientes nas plantas de crotalária em pré-cultivo de milho-verde. INCAPER, Domingos Martins, 2009<sup>1</sup>

Subparcelaspré-marcadas (% de N)	Biomassa fresca	Biomassa seca	N	P	K	Ca	Mg	S
	(t ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )	dag kg <sup>-1</sup>					
0,0	46,7	13,3	3,25	0,27	2,01	1,61	0,34	0,10
1,5	38,3	10,9	3,15	0,27	1,84	1,68	0,31	0,10
2,0	47,5	13,1	3,35	0,27	1,89	1,67	0,34	0,10
2,5	44,0	13,1	3,15	0,27	1,86	1,52	0,29	0,09
3,0	59,3	15,8	3,00	0,26	1,94	1,59	0,34	0,11
Média	47,2	13,24	3,18	0,27	1,91	1,61	0,32	0,10

<sup>1</sup> Dados não analisados estatisticamente.

Tabela 2 - Efeito da presença ou ausência de crotalária sobre os atributos químicos e matéria orgânica do solo após o cultivo do milho-verde. Domingos Martins, INCAPER, 2010<sup>1</sup>

Crotalária	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	T	MOS
		mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			dag kg <sup>-1</sup>	
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

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

0,32 dag kg<sup>-1</sup> demonstrando a eficácia na ciclagem de nutrientes. 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<sup>+</sup> do solo 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 do solo 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).

Na análise do pH do solo em função dos níveis de N em composto, verificou-se que os dados não se ajustaram a nenhum dos modelos de equações. Dessa forma, independente do nível usado, não ocorreu variação do pH do solo (Figura 1A).

Comportamento semelhante ao relatado acima foi observado para o P, ou seja, os teores de P do solo não foram alterados pela maior concentração de N (Figura 1B). A não significância pode estar relacionada com

os altos teores de P já verificados desde a condição inicial do experimental (média de 276,3 mg dm<sup>-3</sup>) não havendo portanto ajuste significativo ao modelo de regressão. Considerando as formas orgânicas de N e P, verifica-se que durante o processo de mineralização da matéria orgânica, a taxa de liberação desses elementos será distinta, fazendo com que os processos de acúmulo e mineralização de N sejam distintos do P (Silva & Mendonça, 2007).

Para o potássio, na ausência da crotalária, o modelo linear se ajustou à equação da regressão, elevando-se linearmente de 186,25 mg dm<sup>-3</sup> até 303,25 mg dm<sup>-3</sup> 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. Em relação à condição média inicial de K<sup>+</sup> da área (322,1 mg dm<sup>-3</sup>) houve uma redução de 42% no teor desse nutriente no solo quando não se utilizou o composto orgânico (0% de N), contra uma redução de apenas 6% para a área que recebeu adubação com composto de 3% de N.

Os teores de nutrientes dos compostos também influenciaram os teores de P e K<sup>+</sup>. Os aumentos destes elementos no solo, adubados com compostos de maiores





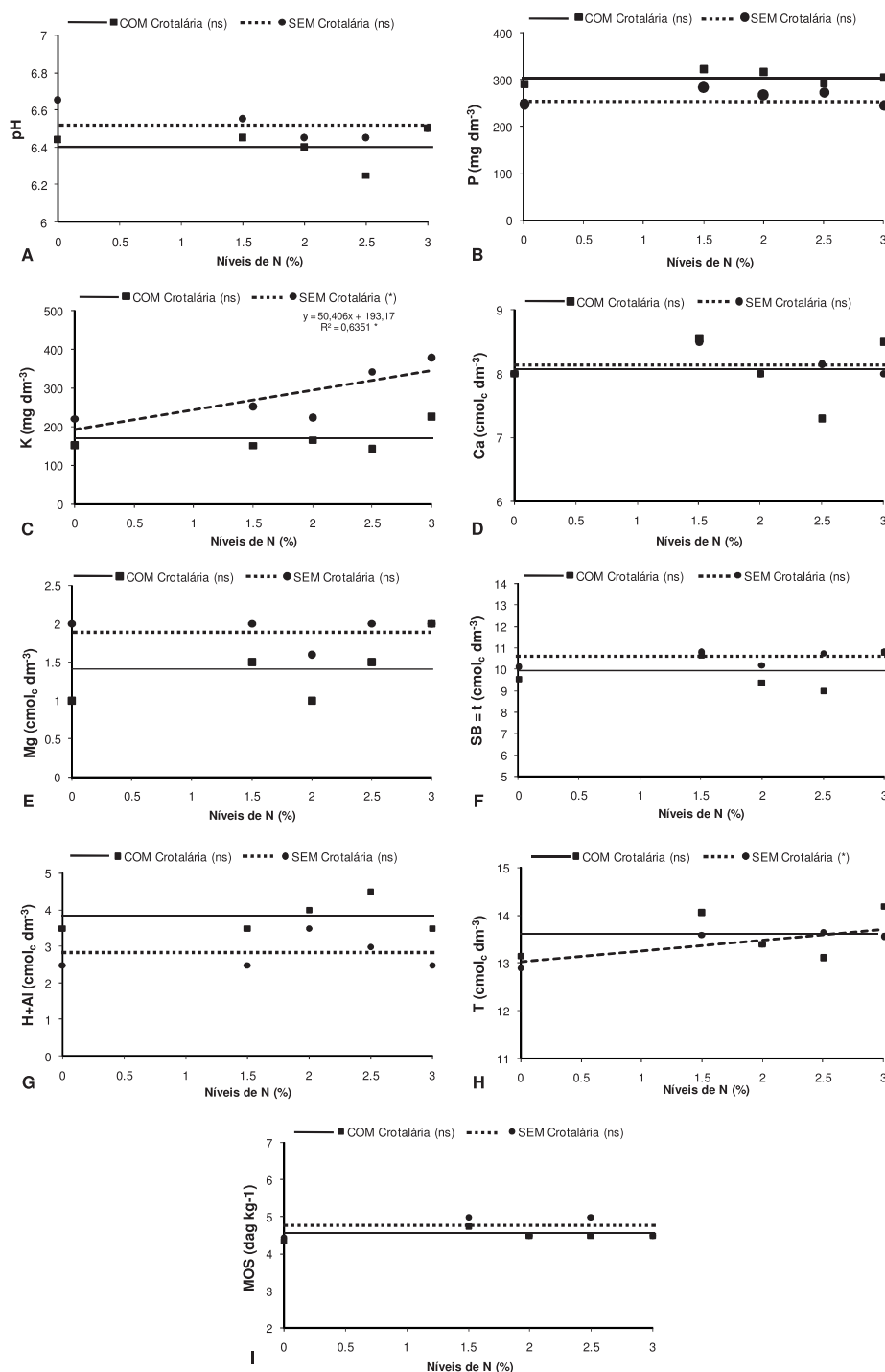


Figura 1 - Atributos químicos do solo em função de níveis de N em composto (%), na presença (COM) e ausência (SEM) de crotalária em pré-cultivo: A) pH do solo; B) P (extrator Mehlich<sup>-1</sup>; C) K (extrator Mehlich<sup>-1</sup>; D) Ca (extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); E) Mg (extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); F) SB (Soma de Bases); G) H+Al (extrator Ca(Oac)<sub>2</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup>); (H) T (Capacidade de Troca de Cátions) e I) MOS (Oxidação com Dicromato de Potássio). ns = não significativo; \* = significativo a 5%; \*\* = significativo a 1%, pelo teste F. Domingos Martins, INCAPER, 2013.



níveis de N, devem-se também aos elevados teores desses nutrientes, pois o composto com maior N continha 0,57 e 1,19 dag kg<sup>-1</sup> de P e K, em relação ao composto com menor N, que continha 0,32 e 0,79 dag kg<sup>-1</sup> de P e K, respectivamente. Corroborando com estes aumentos de P e K<sup>+</sup>, Silva & Menezes (2007) também relataram elevações dos teores desses nutrientes no solo após adubação orgânica com esterco, em plantios anuais de batata (*Solanum tuberosum*).

Os dados de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> não se ajustaram a nenhum modelo da equação de regressão (Figura 1D e 1E). Possivelmente, pelo trabalho ser realizado em sistema orgânico de produção, os teores de cálcio foram elevados em todos os níveis de N (próximos de 8,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). No caso do Mg<sup>2+</sup>, os teores médios foram de 1,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Em relação à condição inicial do experimento, os teores de Mg<sup>2+</sup> reduziram 30 % no tratamento sem adubação (nível 0% N).

Os dados da SB apresentaram comportamento semelhante ao do Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, o que demonstra a grande contribuição desses elementos na CTC do solo, e também não ajustaram-se aos modelos de regressão (Figura 1F). Importante ressaltar que no tratamento sem adubação (nível 0% N) a SB reduziu 10 % em relação à condição inicial do experimento.

A acidez potencial (H+Al) não se ajustou a nenhum dos modelos da equação, mantendo-se com valores próximos a 3,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> em todas as doses (Figura 1G). Esses valores foram semelhantes ao encontrado na condição inicial experimental (3,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

A CTC total (T) na ausência da crotalária aumentou linearmente de forma significativa. A área que não recebeu adubação (0 % de N) apresentou uma CTC de 13,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> 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, proporcionado pelas adubações orgânicas usadas (12,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

Nos teores de matéria orgânica do solo (MOS) não foram observadas diferenças em função dos níveis de N aplicados via composto orgânico, não se ajustando a nenhum modelo de regressão (Figura 1I). Teores de MOS próximos a 4,5 dag kg<sup>-1</sup> em todos os níveis mostram que os teores de MOS foram semelhantes em relação à condição inicial (4,7 dag kg<sup>-1</sup>), não acarretando impacto neste atributo no período analisado. Este fato pode

estar relacionado ao curto período de aporte de biomassa pelo adubo verde em apenas um ciclo, além do sistema orgânico já manter uma alta concentração de matéria orgânica no solo (por meio de outras práticas recicladoras como aplicações de biofertilizantes, manejo de vegetação espontânea, uso de coberturas mortas, entre outras).

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 anteriormente.

#### 4. CONCLUSÕES

A adubação verde com crotalária aumentou os teores de P no solo, reduziu o pH e os teores de K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e não alterou os teores de Ca<sup>2+</sup>, SB, CTC total e MOS.

Não houve interação significativa da crotalária com os níveis de N em composto, em apenas um pré-cultivo, 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<sup>+</sup> e 30 % a menos de Mg<sup>2+</sup>, refletindo na redução da Soma de Bases, que diminuiu 10%.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao INCAPER, por viabilizar apoio financeiro e logístico a este estudo científico. Ao CNPq e FAPES pelos apoios financeiros.

#### 6. LITERATURA CITADA

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A. et al. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B. (Coord). **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, p.1-56, 1993.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1997.

FERREIRA, D.F. **SISVAR software: versão 4.6**. Lavras: UFLA/DEX, 2007. Software.



- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J. de; GOMES, L.A.A. et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.146-150, 2006.
- MELO, L.C.A.; SILVA, C.A.; DIAS, B.O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.101-110, 2008.
- MENEZES, R.S.C.; SILVA, T.O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.3, p.251-257, 2008.
- NOVAIS, R.F. de; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV-DPS, 1999. 399p.
- OLIVEIRA, F.L. de; RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA, R.M. et al. Uso do pré-cultivo de *Crotalaria juncea* e de doses crescentes de “cama” de aviário na produção do repolho sob manejo orgânico. **Agronomia**, v.37, p.60-66, 2003.
- PEREIRA, L.C.; FONTANETTI, A.; BATISTA, J.N. et al. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, p.191-200, 2011.
- PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.35-40, 2004.
- SILVA JUNIOR, A.A. Efeitos da adubação mineral e orgânica em repolho. **Agropecuária Catarinense**, v.4, p.53-56, 1991.
- SILVA, T.O. da; MENEZES, R.S.C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, crotalaria juncea. II - disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.51-61, 2007.
- SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SORRATO, R.P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento feijoeiro em sistema de plantio direto. Maringá, **Acta Scientiarum**, v.25, n.1, p.81-87, 2003.
- SOUZA, M.; COMIN, J.J.; LEGUIZAMÓN, E.S. et al. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. **Ciência Rural**, v.43, p.21-27, 2013.
- SOUZA, J.L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2.ed., 2006. 843p. il.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- VITTI, G.C.; FERREIRA, M.E.; PERECIN, D. et al. Influência de cinco leguminosas, como adubação verde, na fertilidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo fase arenosa. **Científica**, v.7, p.431-435, 1979.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.
- YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C. et al. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.127-130, 2004.

