



INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MATERIAL HÚMICO SOBRE OS TEORES DE CARBONO DO SOLO

Giuliano Marchi¹, Edilene Carvalho Santos Marchi¹, Carlos Alberto Silva²; Jarso Luiz de Souza Filho²; Marco Antônio Rezende Alvarenga². ¹Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Caixa Postal 08223, 73010-970 Planaltina, DF. e-mail: giuliano.marchi@cpac.embrapa.br; ²Universidade Federal de Lavras, Campus universitário, 37200000, Lavras, MG.

Termos para indexação: composto orgânico, esterco de galinha, ácidos húmicos, alfaca

Introdução

A utilização de adubos orgânicos e minerais aumenta o aporte de matéria orgânica nos sistemas agrícolas. A biomassa microbiana, os resíduos vegetais em diferentes estágios de decomposição, as raízes e a fração mais estável denominada húmus são componentes da matéria orgânica (Camargo et al., 1999). A fração denominada húmus abrange as frações ácido húmico e fúlvico e a humina. Os compostos húmicos aumentam a capacidade de troca de cátions, estimulam a atividade microbiana e aumentam a capacidade do solo complexar e solubilizar íons (Biondi et al., 1994).

Nos solos, a estrutura e a composição das substâncias húmicas parecem ser influenciadas, dentre outros parâmetros, pelo material de origem, pela vegetação, pelo sistema de manejo e, sobretudo, pelo pH do solo. Portanto, o uso da calagem exerce grande influência sobre os teores de carbono total e sobre os teores de carbono contido nas substâncias húmicas, uma vez que alteram o aporte de C ao solo, a síntese e re-síntese de substâncias orgânicas e a taxa de mineralização da matéria orgânica do solo.

Produtos comerciais contendo substâncias húmicas estão, cada vez mais, sendo ofertados no mercado de insumos agrícolas. Em geral, esses produtos são derivados de minerais, como a lignita e carvão, turfas e resíduos orgânicos humificados. Há um requerimento por dados de pesquisa sobre essas substâncias orgânicas (Chen et al., 2004) para

nortear o uso de produtos comerciais e de esterco e outros resíduos orgânicos, e avaliar a influência desses materiais na dinâmica das diferentes frações orgânicas do solo.

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da aplicação de adubos orgânicos e minerais, na presença e na ausência de calagem, em combinação com diferentes doses de um material húmico comercial, sobre os teores de carbono orgânico (CO) e C-frações húmicas (C-AH), fúlvicas (C-AF) e relação C-AH/AF, em solo cultivado com alface.

Material e métodos

O experimento conduzido em casa de vegetação foram implantado, em vasos contendo Cambissolo de campo nativo de cerrado. Os atributos químicos do solo estudado apresentaram os seguintes valores: 5,2 pH (em água); P (0,6mg dm⁻³); P remanescente (4,5mg L⁻¹); K (12,0mg dm⁻³); Ca (0,8cmolc dm⁻³); Mg (0,2cmolc dm⁻³); Al (0,5cmolc dm⁻³); H+Al (3,2cmolc dm⁻³); SB (1,0cmolc dm⁻³); t (1,5cmolc dm⁻³); T (4,2cmolc dm⁻³); V (24%); m (33 %); Corg (14,1mg g⁻¹); Zn (0,3mg dm⁻³); Fe (25mg dm⁻³); Mn (8,1mg dm⁻³); Cu (0,5mg dm⁻³); B (0,5mg dm⁻³); S-sulfato (4,9mg dm⁻³); Areia (130g kg⁻¹); Silte (280g kg⁻¹); Argila (590g kg⁻¹) (Embrapa, 1999).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x3x2, sendo cinco doses de MH (0, 20, 40, 100 e 200 L ha⁻¹), três tipos de adubação (AM, composto ou EA) e dois modos de manejo da calagem (com e sem uso de calcário), em cinco repetições, com um total de 150 vasos.

O ensaio foi realizado em vasos plásticos, com 2,75 kg de solo, nos quais foram misturados calcário e adubos (orgânicos ou inorgânicos), incubados por 10 dias. A correção da acidez do solo foi efetuada para elevar a saturação por bases a 60%. Ao solo foi adicionado dois tipos de adubos orgânicos, esterco de aves (EA), composto orgânico (CM) produzido a partir de restos culturais de diversas plantas e esterco de gado ou adubação mineral (AM) e cinco doses de material húmico (MH) (Tabela 1).

Tabela 1 Propriedades dos adubos orgânicos e do material húmico (MH) estudados.



Propriedades [§]	CM	EA*	MH ^Δ
PH em água	7,6	8,9	14,3
N-total (g kg ⁻¹)	12	25,8	4
P (g kg ⁻¹)	4,24	25,75	34,44
K (g kg ⁻¹)	6,81	22,28	37,12
Ca (g kg ⁻¹)	25,48	102,5	1,66
Mg (g kg ⁻¹)	3,02	6,12	0,26
S-sulfato (g kg ⁻¹)	5,23	5,23	7,5
B (mg kg ⁻¹)	106	35	-
Cu (mg kg ⁻¹)	43	68	0
Fe (g kg ⁻¹)	48,38	2,18	102,1
Mn (mg kg ⁻¹)	468	552	7,1
Zn (mg kg ⁻¹)	473	503	16,2
Umidade (dag kg ⁻¹)	6,16	16,58	-
CO (mg g ⁻¹)	128	94	59
Densidade (g cm ⁻³)	-	-	1,23

[§] Embrapa (1999); [#]CE = condutividade elétrica; *EA = esterco de aves; ^ΔMH = condicionador de solos.

A quantidade de adubos orgânicos (54,83 g de CM kg⁻¹ de solo ou 24,19 g EA kg⁻¹ de solo) adicionada foi calculada visando suprir a dose de nitrogênio recomendada (300 mg N kg⁻¹) para ensaios de vaso (Novais et al., 1991) considerando também o índice de conversão do N orgânico de 50% no solo (CFSEMG, 1999). Essas quantidades de adubos orgânicos adicionadas são equivalentes à adição de 7,02 mg C-CM g⁻¹ de solo e de 2,27 mg C-EA g⁻¹ solo.

A adubação mineral consistiu da adição de fósforo (superfosfato simples, 300 mg P kg⁻¹) previamente ao plantio. O nitrogênio (N-uréia, 300 mg N kg⁻¹) e o potássio (fosfato de potássio monobásico, 300 mg K kg⁻¹) foram fornecidos em quatro coberturas (a cada 7 dias a partir do transplantio). Os micronutrientes (0,5 mg de B kg⁻¹, 5,0 mg de Zn kg⁻¹, 1,5 mg de Cu kg⁻¹, 0,15 mg de Mo kg⁻¹) foram fornecidos de uma só vez, adicionados após o pegamento das mudas de alface.

O condicionador de solos, constituído por material húmico (MH) comercial composto de 229 g L⁻¹ de extrato húmico total, sendo 113 g L⁻¹ de ácidos húmicos e 116 g L⁻¹ de ácidos fúlvicos, na forma líquida, foi adicionado ao solo em cobertura, em solução preparada para



fornecer as doses equivalentes a 20, 40, 100 e 200 L ha⁻¹. Dessa forma, foram fornecidas quantidades equivalentes a 0,9, 1,8, 4,5 e 9,1 µg de C g⁻¹ de solo.

A alface (americana cv. Raider) foi transplantada para vasos 35 dias após a germinação, quando as mudas se encontravam com quatro folhas. Nesses vasos, permaneceram por 65 até a colheita. Após a colheita, foi retirada uma amostra composta de solo, num total de 3 repetições para cada tratamento, totalizando 450 amostras analisadas. Após a coleta, as amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas (65 mesh). Nessas amostras, foram realizadas análises de CO (Yeomans & Bremner, 1988), C-AH e C-AF (Benites et al., 2003), em triplicata.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste de F e os efeitos entre as interações adubo, calagem e doses de material húmico, quando significativos, foram comparados pelo teste de Scott Knott.

Resultados e discussão

Houve interação significativa entre as interações, no entanto, não se considerou as interações triplas (tipo de adubação, calagem e doses de MH) em virtude da pequena quantidade de C adicionada aos ensaios oriundos do MH. Portanto, as doses de MH não influenciaram os resultados e a sua significância se deve, possivelmente, a outros fatores não controláveis, como, por exemplo, resíduos das raízes que se decompueram durante o cultivo da alface.

Os dados de teor de CO no desdobramento tipo de adubação versus calagem, na ausência de calagem, demonstram que o CM foi o tratamento que resultou nas maiores médias de CO (Tabela 3). O composto orgânico apresenta maior relação C/N (128/12, g g⁻¹) em relação ao esterco de aves (94/25,8 g g⁻¹). Sua participação gerou maior teor de CO (7,02 mg C g⁻¹ solo) em relação ao esterco de aves (2,27 mg C g⁻¹ solo), porque foi necessário a adição de maior quantidade ao solo para fornecer a mesma quantidade de nitrogênio para a cultura. No entanto, sob a influência da calagem, a adubação com EA resultou em teores de

CO superior àquele encontrado no composto orgânico, enquanto os teores mais baixos foram encontrados nos tratamentos submetidos à adubação mineral (Tabela 2).

Tabela 2 Valores médios de carbono orgânico (CO) sob efeito da interação tipo de adubação versus uso ou não da calagem.

	CM	EA [#]	AM [*]
	C O (g kg ⁻¹ de solo)		
Sem calagem	17,5Aa [§]	12,7Bb	12,7Ab
Calagem	14,7Bb	16,5Aa	10,2Bc

[§]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott; [#]EA-esterco de aves; ^{*}AM-adubação mineral.

Com a calagem, os tratamentos CM e AM tiveram seus teores de C no solo reduzidos, provavelmente, por causa da dispersão causada pelo aumento de pH do solo e maior exposição da matéria orgânica à oxidação. Entretanto, o teor de C-orgânico do solo sob tratamento com EA aumentou, provavelmente, devido ao maior crescimento das plantas (média de 24,68 g de massa seca de parte aérea no EA e de 15,17 g no CM) e, conseqüentemente, ao sistema radicular muito mais vigoroso.

A adubação com composto orgânico proporcionou as maiores médias para os teores de C-AH e para a relação C-AH/AF, seguido pela adubação com EA e adubação mineral, respectivamente (Tabela 3). Os teores de C-AF não diferiram entre si nas adubações com EA e na AM, sendo esses superiores aos apresentados no tratamento com composto orgânico.

Tabela 3 Valores médios do carbono nas frações ácido húmico (C-AH), fúlvico (C-AF) e na relação carbono na fração ácido húmico/fúlvico (C-AH/AF).

	C-AH	C-AF (mg de C g ⁻¹ de solo)	C-AH/AF
CM	1,22A [§]	2,05B	0,59A
EA [#]	0,71B	2,17A	0,33B

AM* 0,63C 2,23A 0,28C

§Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada fração húmica avaliada, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott; #EA-esterco de aves; *AM-adubação mineral.

O teor de C-AF no EA é mais elevado porque a relação C/N do CM (10,6 g g⁻¹) é maior do que no EA (3,6 g g⁻¹), portanto a velocidade de decomposição do CM foi mais lenta e gerou, provavelmente, menor teor de ácido fúlvico por unidade de carbono adicionado, sendo mais recalcitrante que o EA. A diferença na velocidade de decomposição desses fertilizantes orgânicos afeta a qualidade da matéria orgânica do solo.

A qualidade da matéria orgânica pode ser avaliada pela relação C-AH/AF (Rivero et al., 1997). Segundo os autores, o aumento dessa relação é indicativo de um aumento no C associado à fração húmica da matéria orgânica. A diferença na relação C-AH/AF sob influência da calagem se deve unicamente aos teores de C-AH (Tabela 4). A calagem, apesar de aumentar a decomposição da matéria orgânica do solo, como nos estudos de Rangel-Castro et al. (2004), pode ter proporcionado maior crescimento de raízes, as quais se decompuseram e, provavelmente, causaram aumento nos teores de C-AH.

Tabela 4 Valores médios do carbono na fração ácido húmico (C-AH) e da relação entre as frações ácido húmico/fúlvico (C-AH/AF) no estudo da calagem.

	C-AH	C-AH/AF
	(mg de C g ⁻¹ de solo)	
Sem calagem	0,80B [§]	0,37B
Calagem	0,91A	0,43A

§Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada fração húmica não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knott.

Conclusões

A calagem diminuiu o teor de C orgânico nas parcelas adubadas com fertilizante mineral e CM e aumentou o armazenamento de C no solo adubado com esterco de aves. Em relação à adubação mineral, o uso de adubo orgânico aumentou os teores de C-fração ácido húmico e a relação C-AH/AF.



Referências bibliográficas

BENITES, V. M.; MÁDARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado e de baixo custo.** Rio de Janeiro: Embrapa, 2003. 7 p. (Comunicado Técnico, 16).

BIONDI, F. A.; FIGHOLIA, A.; INDIATI, R.; IZZA, C. Effects of fertilization with humic acids on soil and plant metabolism: a multidisciplinary approach. Note III: phosphorus dynamics and behavior of some plant enzymatic activities. In: SENESI, N.; MIANO, T. M. **Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health.** New York: Elsevier, 1994. p. 239-244.

CAMARGO, F. A. O.; SANTOS, G. A.; GUERRA, J. G. M. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: Ed. SANTOS, A. G. e CAMARGO, G. de A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 27-37.

CHEN, Y.; DE NOBILI, M.; AVIAD, T. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In: MAGDOFF, F.; WEIL, R. R. (Ed.). **Soil organic matter in sustainable agriculture.** London, 2004. p. 103-129.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 5º aproximação.** Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos (Rio de Janeiro, R. J.). **Manual de análises químicas de solos.** Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 1999. 370 p.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. E. L.; BARROS, N. F. Teores de nutrientes a serem adicionados ou atingidos em ensaios de vaso In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo.** 1991. p. 195-195.

RANGEL-CASTRO, J. I.; PROSSER, J. I.; SCRIMGEOUR, C. M.; SMITH, P.; OSTLE, N.; INESON, P.; MEHARG, A.; KILLHAM, K. Carbon flow in an upland grassland: effect of liming on the flux of recently photosynthesized carbon to rhizosphere soil. **Global Change Biology**, Oxford, v. 10, n. 12, p. 2100-2108, Dec. 2004.



RIVERO, C.; PAOLINI, J.; SENESI, N.; D’ORAZIO, V. Efecto de la incorporación de residuos orgánicos de crotalaria juncea sobre la calidad de la materia orgánica de un suelo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v. 23, n. 1, p. 77-93, jun. 1997.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, New York, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.