

## Contribuição de resíduos de milho e de soja para frações de carbono no solo em amostras previamente incubadas com fósforo<sup>(1)</sup>

**Helen Carla Santana Amorim<sup>(2)</sup>; Fernanda Schulthais<sup>(3)</sup>, Roberto Ferreira de Novais<sup>(4)</sup>, Leonardus Vergutz<sup>(5)</sup> & Ivo Ribeiro da Silva<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup>Trabalho executado com recursos do CNPq e da FAPEMIG

<sup>(2)</sup>Graduanda em Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; helenufv@gmail.com; <sup>(3)</sup>Eng<sup>a</sup>. Florestal, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa - MG; <sup>(4,5,6)</sup> Professores do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa - MG.

**RESUMO:** Algumas questões relacionadas à manutenção e, ou, aos aumentos dos estoques de matéria orgânica do solo (MOS) precisam ser mais bem compreendidas. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da aplicação de resíduos de parte aérea e raiz de milho ou de soja em amostras de um Latossolo Vermelho argiloso previamente incubadas com P, sobre a estabilização de frações de C no solo. Subamostras receberam a aplicação de doses crescentes de P de acordo com a sua capacidade máxima de adsorção (CMAP), previamente à aplicação das doses crescentes de resíduo de parte aérea ou de raiz de milho ou de soja. Os tratamentos constituíram um fatorial  $4 \times [(2 \times 2 \times 3) + 1]$  correspondentes às quatro doses de P aplicadas (0; 0,25; 0,5 e 1,0 vez o valor da CMAP), às duas espécies utilizadas e aos seus compartimentos (parte aérea e raiz) e às três doses de resíduo (5, 10 e 25 g kg<sup>-1</sup> de C) mais a testemunha (0 g kg<sup>-1</sup> de C), dispostos em blocos casualizados com três repetições. Após a incubação, as subamostras foram submetidas ao fracionamento físico da MOS, originando as frações matéria orgânica particulada (MOP) e matéria orgânica associada aos minerais silte e argila (MAM). Os teores de C da MOP foram maiores quando o resíduo incorporado era de raízes, enquanto para a MAM esses teores foram maiores quando as amostras receberam resíduo de parte aérea.

**Termos de indexação:** matéria orgânica do solo, manejo do solo, frações de carbono

### INTRODUÇÃO

Embora alguns autores apontem para a influência da temperatura e da precipitação pluvial sobre a manutenção dos estoques de C no solo (Davidson & Janssens, 2006), estudos têm sido focados na importância da qualidade bioquímica do resíduo aportado ao solo para a estabilização no C (Berg, 2000). Alguns trabalhos mostram que a adição de resíduos mais lignificados, como é o caso de resíduos de milho, contribuem para a maior permanência do C no solo (Aita & Giacomini, 2003), o que também parece ocorrer para o caso da adição

de resíduos de raízes ao solo, seja pela maior recalcitrância desse material, seja pela sua maior proteção física, como no caso dos sistemas de cultivo (Rasse et al., 2005). Outro ponto pouco discutido e que merece ser estudado refere-se ao efeito da adição de P ao solo sobre a estabilização do C no solo ou em suas frações.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de resíduos de raiz e parte aérea de plantas de milho e de soja em amostras de um Latossolo Vermelho argiloso previamente incubadas com P, sobre a estabilização do C nas frações MOP e MAM.

### MATERIAL E MÉTODOS

Uma amostra da camada de 40-60 cm de um Latossolo Vermelho de Patos de Minas-MG foi coletada, preparada e caracterizada química e fisicamente (Tabela 1). Essa amostra foi dividida em subamostras de 20 g e, 120 dias antes da incorporação do resíduo, recebeu aplicação de doses crescentes de P de acordo com a sua capacidade máxima de adsorção de P (CMAP), determinada segundo Olsen & Watanabe (1957).

As plantas de milho e de soja foram produzidas em solução nutritiva e após 40 dias, a parte aérea e a raiz das plantas foram separadas, lavadas, secas e posteriormente tiveram os teores de C determinados por espectrômetro de massa de razão isotópica de fluxo contínuo (ANCA-GLS, Sercom, Crewe, UK). As doses de resíduo aplicadas foram calculadas com base nos teores de C encontrados.

Os tratamentos constituíram o fatorial  $4 \times [(2 \times 2 \times 3) + 1]$  correspondentes às quatro doses de P aplicadas (0; 0,25; 0,5 e 1,0 vez o valor da CMAP), às duas espécies utilizadas (milho e soja), e aos seus componentes (raiz e parte aérea), às três doses de resíduo aplicadas (5, 10 e 25 g kg<sup>-1</sup> de C na forma do resíduo produzido) mais a testemunha (0 g kg<sup>-1</sup> de C), dispostos em blocos casualizados, com três repetições.

Após a adição de resíduos e homogeneização com o solo, as amostras permaneceram sob incubação durante 107,5 dias. Após esse período,



as amostras foram submetidas ao fracionamento físico da matéria orgânica, originando duas frações: a matéria orgânica particulada (MOP) e a matéria orgânica associada aos minerais das frações silte e argila (MAM) (Cambardella & Elliott, 1992) que tiveram seus teores de C determinados em espectrômetro de massa de razão isotópica de fluxo contínuo (ANCA-GLS, Sercom, Crewe, UK).

Após a análise de variância foram testados os contrastes: C<sub>1</sub>→ milho vs soja, C<sub>2</sub>→parte área vs raiz d/milho, C<sub>3</sub>→parte aérea vs raiz d/soja e também os contrastes adicionais CA→milho vs soja d/parte aérea e CB→milho vs soja d/raiz. Também foram ajustadas curvas de resposta em função das doses de P e de C adicionadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença entre os teores médios de C das frações MOP e MAM em resposta à adição de resíduos de milho ou de soja (Tabela 2). Todavia, pode-se observar que independente do resíduo utilizado, milho ou soja, os teores de C da MOP foram maiores quando o resíduo incorporado era de raízes, enquanto para a fração MAM esses teores foram maiores quando as amostras receberam resíduo de parte aérea (Figuras 1 e 2 e Tabela 2).

Os maiores teores de lignina e menor labilidade dos resíduos oriundos do sistema radicular contribuem para a maior permanência do C na fração MOP (Rasse et al., 2005), enquanto a maior labilidade da parte aérea e formação de novos compostos à partir da decomposição microbiana promovem a transferência do C desse resíduo para o compartimento de C mais estável no solo.

Embora alguns trabalhos evidenciem que a adição de P ao solo contribua para a redução de seus teores de C (Ilsted & Singh, 2005; Ehlers et al., 2010), as doses crescentes de C na forma de resíduo associadas às doses crescentes de P proporcionaram aumento nos teores de C da MOP e da MAM (até as doses intermediárias de P aplicadas) (Figuras 1 e 2). Para a fração MAM e para as maiores doses de P aplicadas o provável bloqueio dos oxihidróxidos de Fe e Al parecem ter contribuído para a inversão desse efeito. Todavia, as doses de P que promoveram decréscimos nos teores de C da MAM foram aquelas maiores que 50 % da CMAP, doses que não são usualmente utilizadas em condições de cultivo.

Alguns autores têm mostrado a importância da relação C/N e da relação C/P de resíduos aportados ao solo no que se refere à eficiência de utilização do C, evidenciando que os maiores teores de N e P nos resíduos aportados contribuem para a maior estabilização do C no solo (Manzoni et al., 2010).

Assim para o presente estudo parece que o bloqueio dos sítios de adsorção de P não foi efetiva para a redução dos teores das frações de C estudadas.

## CONCLUSÃO

A adição de doses crescentes de P associadas à incorporação de doses crescentes de C na forma de resíduos ao solo favoreceu o aumento dos teores de C das frações matéria orgânica particulada (MOP) e matéria orgânica associada aos minerais (MAM). O os teores de C da MOP foram maiores quando o resíduo incorporado era de raízes, enquanto para a MAM esses teores foram maiores quando as amostras receberam resíduo de parte aérea.

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade, e à Fapemig e ao CNPq pelos recursos concedidos.

## REFERÊNCIAS

- AITA, C. & GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. R. Bras. Ci. Solo, 27:601-612, 2003.
- BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils. For. Ecol. Manag., 133:13-22, 2000.
- CAMBARDELLA, C.A. & ELLIOT, E.T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Sci. Soc. Am. J.; 56:777-783, 1992.
- DAVIDSON, E. A. & JANSSENS, I. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. Nature, 440:165-173, 2006.
- EHLERS, K.; BAKKEN, L.R.; FROSTEGARD, A. et al. Phosphorus limitation in a Ferralsol: Impact on microbial activity and cell internal P pools. Soil Biol. Biochem., 42:558-566, 2010.
- ILSTEDT, U. & SINGH, S. Nitrogen and phosphorus limitations of microbial respiration in a tropical phosphorus-fixing Acrisol (Ultisol) compared with organic compost. Soil Biol. Biochem., 37:1407-1410, 2005.
- MANZONI, S.; TROFYMOW, J.A.; JACKSON, R.B. & PORPORATO, A. Stoichiometric controls on carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics in decomposing litter. Ecol. Monographs, 80:89-106, 2010.
- OLSEN, S.R. & WATANABE, F.S. A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the Langmuir isotherm. Sci. Soc. Am. Proc., 21:144-153, 1957.
- RASSE, D.P.; RUMPEL, C. & DIGNAC, M.F. Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilization. Plant and Soil, 269:341-356, 2005.

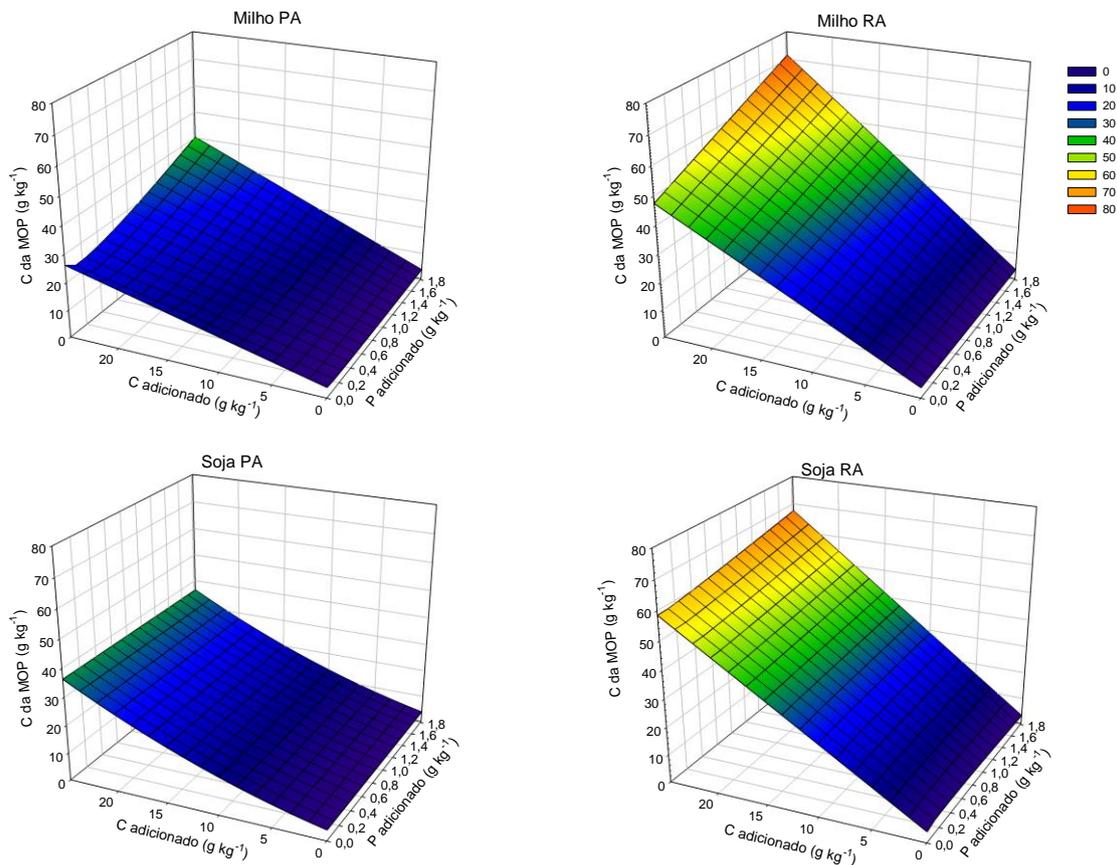
**Tabela 1.** Características químicas e físicas da amostra de solo utilizada

pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	CMAP	C	N	δ <sup>13</sup> C	P-rem	Areia	Silte	Argila
	... mg dm <sup>-3</sup> ...	...	.....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	.....	.....	.....	..... g kg <sup>-1</sup> .....	.....	.....	%	mg L <sup>-1</sup>	..... g kg <sup>-1</sup> .....	.....	.....
6,37	8,0	87,6	1,06	0,77	0,00	2,17	1,82	10,6	0,8	-15,17	8,8	180	280	540

**Tabela 2.** Contraste médio para os teores de C das frações matéria orgânica particulada (MOP) e matéria orgânica associada aos minerais (MAM) das subamostras de um Latossolo Vermelho incubado com resíduos de parte aérea ou raízes de milho ou soja após incubação prévia com P.

Contraste	C da MOP	C da MAM
C1	-0,333 <sup>ns</sup>	-0,034 <sup>ns</sup>
C2	7,282 <sup>**</sup>	-0,373 <sup>**</sup>
C3	11,824 <sup>**</sup>	-0,695 <sup>**</sup>
CA	-2,603 <sup>*</sup>	0,127 <sup>ns</sup>
CB	1,938 <sup>*</sup>	-0,195 <sup>*</sup>

C1→ milho vs soja; C2→parte aérea vs raiz d/milho; C3→parte aérea vs raiz d/soja; CA→milho vs soja d/parte aérea e CB→milho vs soja d/raiz. <sup>ns</sup>, \*, \*\*, : não significativo e significativo a 5 e a 1 %, respectivamente.



**Equações:**

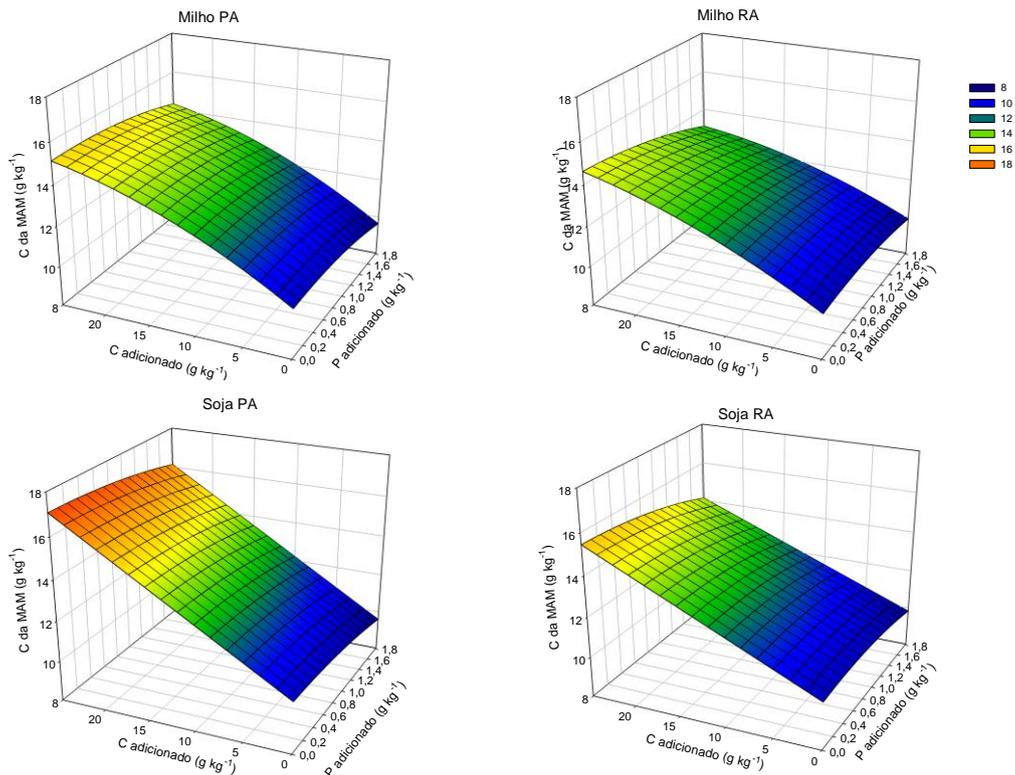
$$\text{MilhoPA: } \hat{y} = 3,7374 + 0,8971^* P - 1,2951^{**} P^{0,5} + 0,8993^* C + 0,0208 C^2 + 0,6773^* PC - 0,4937^* P^{0,5} C \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{MilhoRA: } \hat{y} = 3,6461 - 0,0299^* P + 1,7579^* C + 0,5252^* PC \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{SojaPA: } \hat{y} = 3,8291 + 0,7680^* C + 0,0212 C^2 \quad R^2 = 0,98$$

$$\text{SojaRA: } \hat{y} = 3,8921 - 2,9000^{**} P + 3,3857^* P^{0,5} + 2,1856^* C + 0,3708^* PC - 0,2143^* P^{0,5} C \quad R^2 = 0,98$$

**Figura 1** - Carbono da matéria orgânica particulada (MOP) de subamostras de um Latossolo Vermelho incubadas previamente com doses crescentes de P (0,0; 0,25; 0,50 e 1,0 vez o valor da CMAP – 1,82 g kg<sup>-1</sup> de P) e que receberam aplicação de doses crescentes de resíduo de parte aérea (PA) ou de raiz (RA) de milho ou de soja (0; 5; 10 e 25 g kg<sup>-1</sup> de C). <sup>ns</sup>, \*, \*\*, : não significativo e significativo a 10, a 5 e a 1 %, respectivamente.



### Equações

$$\text{MilhoPA: } \hat{y} = 10,4532 + 0,2191^*P - 0,3680^*P^2 + 0,2824^*C - 0,0039^*C^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{MilhoRA: } \hat{y} = 10,2166 + 0,4460^*P - 0,3414^*P^2 + 0,2516^*C - 0,0030^*C^2 - 0,0272^{**}PC \quad R^2 = 1,00$$

$$\text{SojaPA: } \hat{y} = 10,5449 - 0,0488^*P - 0,2567^*P^2 + 0,2611^*C - 0,0021^*C^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{SojaRA: } \hat{y} = 10,3403 + 0,3599^*P - 0,3492^*P^2 + 0,2044^*C - 0,0022^*C^2 - 0,0180^*PC \quad R^2 = 0,99$$

**Figura 2** - Carbono da matéria orgânica associada aos minerais (MAM) de subamostras de um Latossolo Vermelho incubadas previamente com doses crescentes de P (0,0; 0,25; 0,50 e 1,0 vez o valor da CMAP – 1,82 g kg<sup>-1</sup> de P) e que receberam aplicação de doses crescentes de resíduo de parte aérea (PA) ou de raiz (RA) de milho ou de soja (0; 5; 10 e 25 g kg<sup>-1</sup> de C). \*, \*\*, : significativo a 10, a 5 e a 1 %, respectivamente.