

# **Estoques e origem de carbono em sistemas de rotação de culturas após 20 anos de plantio direto**

---

Thaís Portantiolo Correa Porto<sup>1</sup>; Julio César Franchini<sup>2</sup>; Eleno Torres<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Estudante do curso de química da UEL; <sup>2</sup>Embrapa Soja, franchin@cnpso.embrapa.br

## **Introdução**

No Estado do Paraná, o sistema de plantio direto chega a ser utilizado em 70% das áreas agrícolas. Particularmente no Centro-oeste do estado, região de forte atuação da Cooperativa Agrícola Mourãoense (COAMO), aproximadamente 500.000 ha são cultivados sob o sistema de plantio direto. A Embrapa Soja vem conduzindo experimento de rotação de culturas em plantio direto na região desde 1985. Esse tipo de experimento é de extrema importância para o entendimento da dinâmica da matéria orgânica no plantio direto, pois fornece informações de longo prazo. A adoção do plantio direto associada ao uso de sistemas de rotação de culturas, incluindo milho e leguminosas de inverno, tem proporcionado aumentos nos estoques de carbono do solo na Região Sul do País (Bayer et al., 2002; Sisti et al., 2004). No entanto, informações desse tipo são incipientes no Paraná.

## **Objetivo**

Avaliar os estoques de carbono e sua origem em sistemas de rotação de culturas após 20 anos de plantio direto na região centro-oeste do estado.

## **Material e Métodos**

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da Cooperativa Agrícola Mourãoense, em Campo Mourão, PR (24°03'S e 52°22'W, 616 metros de altitude). O local apresenta precipitação média anual de 1400 mm e

temperatura média anual de 20,5 °C. O solo no local foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, muito argiloso (710 E'g/Kg argila, 220 E'g/Kg silte e 70 E'g/Kg areia). O experimento foi iniciado em abril de 1985, quando a área previamente cultivada com cafeeiros (desde 1971) foi preparada com o revolvimento do solo para a implantação dos sistemas de rotação de culturas e início do sistema de plantio direto. O experimento é constituído de 12 sistemas de rotação de culturas envolvendo soja, milho, trigo, aveia, nabo forrageiro, ervilhaca, tremoço e outras espécies. Para este estudo, em maio de 2005 foram selecionados dois sistemas de interesse: R1 (tremoço/milho/aveia/soja/trigo/soja/trigo, cinco ciclos em 20 anos) e R2 (trigo/soja, 20 anos). O delineamento experimental foi blocos casualizados, com quatro repetições. Em maio de 2005, quando a soja havia sido previamente cultivada nas três rotações, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40 e 40-50 cm de profundidade. As amostras indeformadas foram coletadas em trincheiras (0,5x0,5x0,6 m) com cilindros de aço de 100 cm<sup>3</sup>. Três amostras foram coletadas por camada e secas a 105°C por 72 h para determinação da densidade do solo. As amostras deformadas compostas, para determinação de C e abundância isotópica (<sup>13</sup>C), eram constituídas de cinco subamostras, por parcela, coletadas com trado do tipo holandês. As amostras foram secas ao ar e peneiradas a 2 mm. Subamostras foram moídas novamente para diâmetro <0,15 mm. Aliquotas contendo entre 200 a 400 mg de C total foram analisadas quanto a abundância de <sup>13</sup>C usando um espectrômetro de massa de razão isotópica de fluxo contínuo (Finnigan DeltaPlus mass spectrometer) acoplado a analisador de C (Carlo Erba EA 1108).

## Resultados

A abundância natural de <sup>13</sup>C dos resíduos C3 pode variar entre -27,0 a -28,0, para espécies como soja, trigo, tremoço e aveia, enquanto para as espécies C4, como o milho, fica em torno de -12,0 (Sisti et al., 2004). No presente estudo a diferença na abundância de <sup>13</sup>C entre a camada superficial e a de 40-50 cm foi de, aproximadamente, 5 ‰ menos negativa, variando de -21,9 a -16,6 para R1 e de -22,7 a -16,8 para R2

(Tabela 1). Esses dados sugerem que nos últimos 20 anos a vegetação foi predominantemente C3 na área experimental, porém houve uma grande proporção de plantas C4 antes do período experimental. Referências históricas descrevem que a região de “Campos de Mourão” era bordejada de matas atlântica e de araucárias, porém a vegetação predominante era de pastagens naturais e cerrado nativo, o que justificaria uma marcação tão negativa do carbono nas camadas mais profundas do solo.

As diferenças em  $\delta^{13}\text{C}$  ( $\delta$  letra grega delta, que significa desvios em relação ao padrão) entre rotações eram esperadas, em função da presença de milho, uma planta C4, em R1 e a presença de apenas espécies C3 em R2 (Tabela 1). O fato do  $\delta^{13}\text{C}$  ser mais enriquecido em R1, nas camadas de solo até 20 cm, em relação a R2, indica incorporação de resíduos da espécie C4 na matéria orgânica do solo. Abaixo de 20 cm as diferenças entre as rotações foram praticamente inexistentes.

Utilizando o procedimento de Balesdent et al. (1990), foi possível estimar a abundância de  $^{13}\text{C}$  no carbono da MOS do solo na área no início do experimento há 20 anos, para R1 (tremoço/milho/aveia/soja/trigo/soja/trigo) e R2 (trigo/soja). As regressões entre  $\delta^{13}\text{C}$  e  $1/\text{C}$  para as rotações são apresentadas na Figura 1. A regressão para R2 rendeu um valor de intercepto de  $-28,3$  para a abundância de  $^{13}\text{C}$  nos resíduos das culturas do sistema, soja e trigo, o que está de acordo com os valores médios observados por Sisti et al. (2004). Para a R1 o valor de intercepto foi  $-27,2$ , demonstrando a contribuição do resíduo de C4 (ML, milho verão em R2, cinco vezes em 20 anos), para o valor de  $\delta^{13}\text{C}$  da mistura de espécies nesta rotação.

A estimativa de  $\delta^{13}\text{C}$  da matéria orgânica do solo antes do início do experimento foi obtida no cruzamento das regressões de R1 e R2 e indicou um  $\delta^{13}\text{C}$  de  $-16,1$ . Esse valor de  $\delta^{13}\text{C}$  para a matéria orgânica antes do experimento e dos resíduos em cada rotação ( $-27,2$  e  $-28,3$  para R1 e R2, respectivamente), foram utilizados para estimar a proporção de C derivado das misturas de resíduos em cada rotação.

Para R1 e R2 o carbono dos resíduos contribuiu com 46% e 54% do carbono total na camada de 0-5 cm, respectivamente. A contribuição foi reduzida rapidamente com a profundidade, representando apenas 6%, para ambas as rotações na camada mais profunda avaliada (40-50 cm). A contribuição

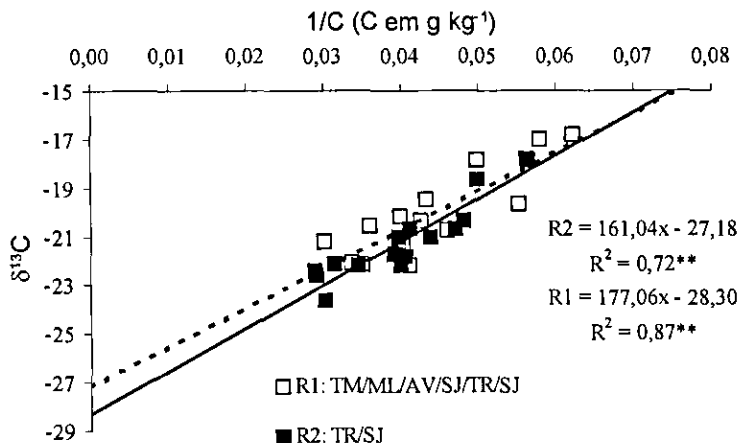
**Tabela 1.** Teor e estoque de C, abundância isotópica e origem do C da matéria orgânica do solo em Campo Mourão.

	C g kg <sup>-1</sup>	δ <sup>13</sup> C	Ds g cm <sup>-3</sup>	%		C total	C <sup>1</sup> orig	C <sup>2</sup> resid	C <sup>1</sup> orig	C <sup>2</sup> resid
				C <sup>1</sup> orig	C <sup>2</sup> resid					
0-5	29,0	-21,9	1,06	0,48	0,52	15,4	7,43	7,99		
5-10	23,7	-19,8	1,19	0,66	0,34	14,1	9,25	4,90		
10-20	22,4	-20,2	1,17	0,63	0,37	26,2	16,40	9,81		
20-30	19,5	-18,2	1,17	0,81	0,19	22,9	17,90	4,98		
30-40	14,1	-17,5	1,08	0,88	0,12	15,2	13,30	1,98		
40-50	13,3	-16,6	1,04	0,94	0,06	12,4	11,60	0,74		
Total						106,2	75,80	30,4		
Taxa <sup>3</sup> kg/ha/ano (R2-R1)						-334	-108	-226		
0-5	33,5	-22,7	1,02	0,46	0,54	17,1	7,9	9,23		
5-10	25,8	-21,7	1,20	0,54	0,46	15,5	8,3	7,17		
10-20	23,8	-21,1	1,20	0,59	0,41	28,5	16,8	11,70		
20-30	19,1	-18,7	1,18	0,79	0,21	22,5	17,7	4,80		
30-40	15,6	-16,9	1,09	0,93	0,07	16,9	15,8	1,20		
40-50	13,7	-16,8	1,03	0,94	0,06	12,3	11,5	0,72		
Total						112,9	78,0	34,9		

<sup>1</sup> Carbono derivado da matéria orgânica original;

<sup>2</sup> carbono derivado dos resíduos vegetais;

<sup>3</sup> estoque em R2-R1/20 anos.



**Figura 1.** Regressões da recíproca da concentração de C (C em g kg<sup>-1</sup> de solo) versus a abundância de <sup>13</sup>C para as amostras de solo coletadas até 30 cm de profundidade sob 2 sistemas de rotação de culturas (R1-TM/ML/AV/TR/SJ/TR/SJ e R2-TR/SJ) em plantio direto.

dos resíduos foi sempre maior em R2 em relação a R1, o que indica menor conservação relativa de C na última.

Em relação aos estoques de C nas rotações, observa-se que R1 contribuiu para a redução da matéria orgânica do solo em relação a R2 (-334 kg/ha/ano em 20 anos) (Tabela 1).

## Conclusão

A presença de leguminosa de inverno em sistema de rotação de culturas contribuiu para a redução do estoque de C no solo em sistema de plantio direto consolidado.

## Referências

BALESDENT, J.; MARIOTTI, A.; BOISGONTIER, D. Effect of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from <sup>13</sup>C abundance in maize fields. *Journal Soil Society*. 41, 587–596, 1990.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L.; ERNANI, P. R. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. **Plant Soil**, v. 238:p.133-140, 2002.

SISTI, C. P. J.; DOS SANTOS, H. P.; KOHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 76:p .39-58, 2004.