

# Sistema Plantio Direto: Conservação do Solo e Produção Sustentável de Grãos em Terra Firme do Amazonas

Os Latossolos, na Amazônia, sofreram intemperização intensa. Por esse motivo, possuem baixa fertilidade, devido aos baixos teores de macronutrientes, como fósforo, nitrogênio e potássio; além disso são solos ácidos e apresentam toxicidade decorrente do alumínio. No entanto, suas características físicas são adequadas à atividade agrícola (CRAVO; SMYTH, 1997), fazendo-se necessário utilizar práticas de manejo de solo adequadas. Dentre essas práticas destaca-se o uso do sistema plantio direto.

O sistema plantio direto apresenta vários benefícios, como o acúmulo de nutrientes e matéria orgânica na camada superficial do solo (BAYER; MIELNICZUK, 2008), além de ser um sistema de cultivo que diminui drasticamente o processo de erosão hídrica (COGO et al., 1984). Utilizado em várias culturas agrícolas, como o milho e a soja, o sistema plantio direto é empregado atualmente em 50% das lavouras anuais brasileiras (CRUZ et al., 2010).

No Estado do Amazonas, foram realizados poucos estudos sobre a utilização do sistema plantio direto na produção de grãos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sistema plantio direto sobre o carbono orgânico total do solo e a produtividade de milho em Manaus, AM.

## Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, no Km 29 da Rodovia AM-10, no Município de Manaus, AM. O experimento foi instalado nos anos de 2008 a 2012 em um Latossolo Amarelo distrófico, muito argiloso. Três tratamentos foram utilizados: milho cultivado em sucessão com feijão-caupi no sistema plantio direto (PD); milho cultivado em sucessão com feijão-caupi no sistema convencional (PC); e floresta secundária (FL) com aproximadamente 25 anos de idade. Foi avaliado o carbono orgânico total (COT) por meio de cinco amostras por tratamento durante a colheita do milho. As coletas de solo, nos tratamentos, foram realizadas em cinco áreas de 20 m<sup>2</sup> distantes 10 m entre si, nas profundidades de 0 cm a 5 cm; 5 cm a 10 cm; 10 cm a 20 cm e 20 cm a 40 cm. O COT foi determinado por oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico (EMBRAPA, 1997). Os dados obtidos dessas amostras de solo foram analisados utilizando um modelo misto:  $Y_{ij} = \mu + a_i + b_j + c_k + e_{ijk}$ , em que  $Y = \text{COT}$ ;  $a =$  efeito fixo (tratamento),  $b =$  efeito fixo (profundidade) e  $c =$  efeito aleatório (ano). Para efetuar a análise, foram utilizados o procedimento PROC MIXED do SAS (LITTEL et al., 2006) e o teste de separação de médias de Tukey-Kramer ( $p < 0,10$ ).

Manaus, AM  
Março, 2014

## Autores

**Aleksander Westphal Muniz**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, alexsander.muniz@embrapa.br

**José Ricardo Pupo Gonçalves**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agricultura, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, ricardo.pupo@embrapa.br

**Inocencio Junior de Oliveira**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, inocencio.oliveira@embrapa.br

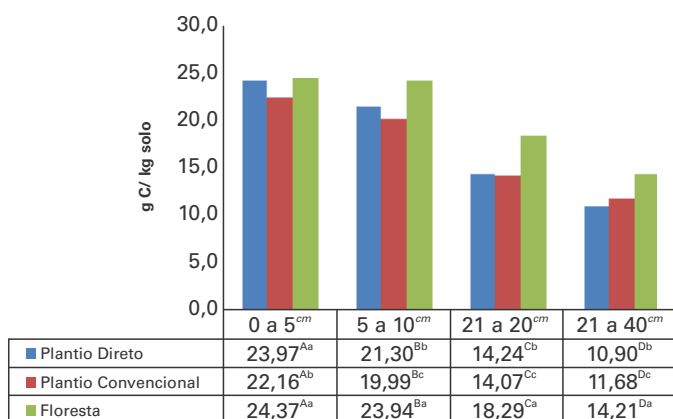
**José Roberto Antoniol Fontes**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, jose.roberto@embrapa.br

O cálculo da produtividade de grãos de milho foi realizado por meio da colheita das três fileiras centrais dessa cultura. O milho colhido foi debulhado e despilhado manualmente. Depois desse procedimento, mensurou-se a umidade com determinador eletrônico, corrigindo-a, em seguida, para 13%. Os dados de produtividade obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de separação de médias de Tukey ( $p < 0,10$ ).

## Resultados

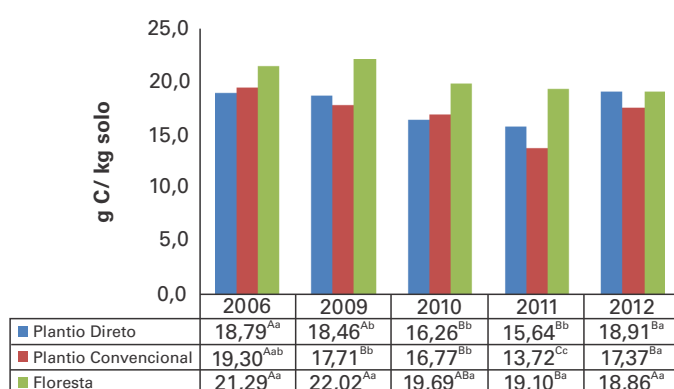
O carbono orgânico variou de 22,16 a 24,37 mg C. kg solo<sup>-1</sup> na profundidade de 0 cm a 5 cm. Nessa profundidade, a floresta e o sistema plantio direto apresentaram maiores teores de carbono orgânico do que o sistema de plantio convencional, mas não diferiram entre si. Na profundidade de 6 cm a 10 cm, foi de 19,99 a 23,94 mg C. kg solo<sup>-1</sup>. Nessa camada, a floresta apresentou quantidade de carbono orgânico superior aos demais sistemas. No entanto, o sistema plantio direto apresentou valores de carbono maiores do que o plantio convencional. Nas demais profundidades, a floresta apresentou maiores quantidades de carbono em relação aos demais sistemas, que não diferiram entre si (Figura 1).



**Figura 1.** Interação entre uso da terra e profundidade do solo sobre o carbono orgânico. Médias com a mesma letra não diferem pelo teste de Tukey-Kramer ( $p < 0,10$ ). Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas.

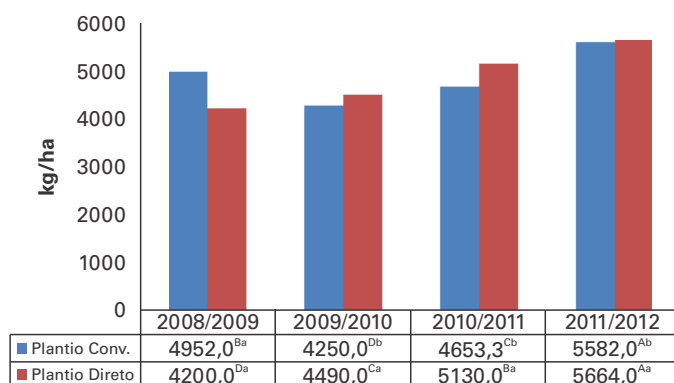
O carbono orgânico variou de 13,72 a 22,02 mg C. kg solo<sup>-1</sup>, nos anos de 2008 a 2012, nos diferentes usos da terra (Figura 2). Na implantação do sistema de plantio direto foram observados teores de carbono no solo iguais ao sistema convencional e menores do que na floresta. No quarto ano, o sistema de plantio

direto apresentou valores de carbono no solo superiores ao de plantio convencional, porém menores do que na floresta. No quinto ano não ocorreram diferenças de carbono entre os sistemas estudados. Os resultados revelaram que em 2012 o plantio direto apresentou maior conteúdo de carbono no solo, do que nos demais anos. O plantio convencional também apresentou maior conteúdo de carbono em 2012, no entanto o carbono oscilou entre 2008 e 2011. A floresta apresentou maiores valores de carbono no solo entre 2008 e 2010. A partir de 2010 ocorreu uma diminuição desse carbono na floresta.



**Figura 2.** Interação entre uso da terra e ano de cultivo sobre o carbono orgânico do solo. Médias com a mesma letra não diferem pelo teste de Tukey-Kramer ( $p < 0,10$ ). Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas.

A produtividade do milho no plantio direto foi maior do que no plantio convencional a partir da segunda safra (Figura 3). No sistema plantio direto, a produtividade aumentou ao longo dos anos estudados, enquanto no sistema convencional ocorreu diminuição de produtividade nas safras 2009/2010 e 2010/2011.



**Figura 3.** Interação entre uso da terra e ano de cultivo sobre a produtividade de milho. Médias com a mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,10$ ). Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas.

## Discussão

A floresta apresentou maior teor de carbono orgânico que os sistemas plantio direto e convencional, em decorrência do maior aporte de resíduos e à não mobilização do solo nesse sistema (SIQUEIRA NETO et al., 2009). No entanto, foi demonstrado que o sistema plantio direto aumentou o carbono orgânico do solo (Figura 1). Esse acúmulo de carbono também foi observado nos trabalhos de Wright et al. (2007), Lopez-Garrido et al. (2011), Mikha et al. (2013) e Álvaro- Fuentes et al. (2013). Isso deveu-se a deposição contínua de resíduos vegetais. Nesse caso, o material vegetal foi incorporado e não prontamente disponibilizado para microbiota (KUZYAKOV, 2010). Assim, a diminuição do distúrbio no solo, no sistema plantio direto, permite a recuperação da matéria orgânica do solo e a diminuição de sua taxa de decomposição (MISHRA et al., 2010).

No sistema convencional, a deposição vegetal contínua não ocorreu, porque foi provocado um distúrbio contínuo na superfície. Esse distúrbio foi em consequência de operações de aração e gradagem, que favorecem a oxidação do carbono orgânico. Dessa forma, ocorreu uma degradação mais rápida dos resíduos culturais e desse carbono (DORAN, 1980), devido a maiores trocas de  $O_2$  e  $CO_2$ , incorporação da palhada e conseqüente aumento da população microbiana (REICOSKY et al., 1995).

O sistema plantio direto alterou a distribuição e concentração em profundidade do carbono total do solo. O carbono total diminuiu em profundidade, tanto no sistema plantio direto como no convencional. Essa diminuição do carbono foi decorrente das maiores taxas de decomposição. Tais taxas foram oriundas do maior contato dos resíduos vegetais e da microbiota no solo (SALINAS-GARCIA et al., 2001).

O sistema plantio direto proporcionou maior produtividade do milho do que o sistema convencional. A produtividade do milho nesse sistema aumentou ao longo de quatro anos. Esses dados divergem dos obtidos por Maurya (1986), que observou pequena diminuição na produtividade de milho após quatro anos de plantio direto. No entanto, os resultados corroboram os aumentos de produtividade de milho em plantio direto obtidos nos

pampas argentinos (DÍAZ-ZORITA et al., 2002). De acordo com Blevins et al. (1971) e Lindstron et al. (1974), a presença dos resíduos vegetais no solo reduz a evapotranspiração e aumenta a produtividade.

## Conclusões

- O sistema plantio direto apresenta maior carbono orgânico que o sistema convencional. No entanto, com teor inferior ao da floresta secundária.
- O sistema plantio direto aumenta o carbono orgânico total do solo nas camadas superficiais.
- O sistema plantio direto altera a distribuição e concentração em profundidade do carbono total do solo.
- O sistema plantio direto aumenta os teores de carbono orgânico ao longo de quatro anos.
- O sistema plantio direto proporciona maior produtividade de milho do que o sistema convencional. A produtividade de milho nesse sistema aumenta ao longo de quatro anos.

## Referências

- ÁLVARO-FUENTES, J.; MORELL, F. J.; MADEJÓN, E.; LAMPURLÁNES, J.; ARRÚE, J. L.; CANTERO-MARTÍNEZ, C. Soil biochemical properties in a semiarid Mediterranean agroecosystem as affected by long-term tillage and N fertilization. *Soil & Tillage Research*, v. 129, p. 69–74, 2013.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Metropole, 2008. p. 7-18.
- BLEVINS, R. L.; COOK, D.; PHILLIPS, S. H.; PHILLIPS, R. E. Influence of no-tillage on soil moisture. *Agronomy Journal*, v. 63, p. 593-596, 1971.

- COGO, N. P.; MOLDENHAUER, W. C.; FOSTER, G. R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, p. 368-373, 1984.
- CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um latossolo da amazônia central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 607-616, 1997.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J. R. **Cultivo do milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 1). Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/sisplantiodireto.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/sisplantiodireto.htm)>. Acesso em: 09 mar. 2013.
- DÍAZ-ZORITA, M.; DUARTE, G. A.; GROVE, J. H. A review of no-till systems and soil management for sustainable crop production in the subhumid and semiarid Pampas of Argentina. **Soil & Tillage Research**, v. 65, p. 1-18, 2002.
- DORAN, J. W. Soil microbiological and biochemical changes as associated with reduced tillage. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, p. 765-771, 1980.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 212 p.;1997.
- KUZYAKOV, Y. Priming effects: interactions between living and dead organic matter. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 42, p. 1363-1371, 2010.
- LINDSTROM, M. J.; KOEHLER, F. E.; PAPENDICK, R. I. Tillage effects on fallow water storage in eastern Washington dryland region. **Agronomy Journal**, v. 66, p. 312-316, 1974.
- LITTEL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D.; SCHABENBERGER, O. **SAS for mixed models**. Cary: SAS Institute, , 2006. 834 p.
- LOPEZ-GARRIDO, R.; MADEJON, E.; MURILLO, J. M.; MORENO, F. Short and long-term distribution with depth of soil organic carbon and nutrients under traditional and conservation tillage in a Mediterranean environment (southwest Spain). **Soil Use and Management**, v. 27, p. 177-185, 2011.
- MAURYA, P. R. Effect of tillage and residue management on maize and wheat yield and on physical properties of an irrigated sandy loam soil in northern Nigeria. **Soil Tillage Research**, v. 8, p. 161-170, 1986.
- MIKHA, M. M.; VIGIL, M. F.; BENJAMIN, J. G. Long-Term tillage impacts on soil aggregation and carbon dynamics under wheat-fallow in the Central Great Plains. **Soil Science Society of America Journal**, v. 77, p. 594-605, 2013.
- MISHRA, U.; USSIRI, D. A. N.; LAL, R. Tillage effects on soil organic carbon storage and dynamics in corn belt of Ohio USA. **Soil & Tillage Research**, v. 107, p. 88-96, 2010.
- REICOSKY, D. C.; KEMPER, W. D.; LANGDALE, G. W.; DOUGLAS JR., C. L.; RASMUSSEN, P. E. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 50, p. 253-261, 1995.
- SALINAS-GARCIA, J. R.; BÁEZ-GONZÁLEZ, A. D.; TISCAREÑO-LÓPEZ, M.; ROSALES-ROBLES, E. Residue removal and tillage interaction effects on soil properties under rain-fed corn production in Central Mexico. **Soil & Tillage Research**, v. 59, p. 67-79, 2001.
- SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; SCOPEL, E.; COSTA JR., C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 4, p. 709-717, 2009.
- WRIGHT, A. L.; DOU, F.; HONS, F. M. Soil organic C and N distribution for wheat cropping systems after 20 years of conservation tillage in central Texas. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 121, p. 376-382, 2007.



**Circular  
Técnica, 45**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Amazônia Ocidental**  
Endereço: Rodovia AM 010, Km 29 - Estrada  
Manaus/Itacoatiara  
Fone: (92) 3303-7800  
Fax: (92) 3303-7820  
<http://www.cpaa.embrapa.br>

1ª edição  
1ª impressão (2014): 300 exemplares

**Comitê de  
Publicações**

**Presidente:** *Celso Paulo de Azevedo*  
**Secretária:** *Gleise Maria Teles de Oliveira*  
**Membros:** *André Luiz Atroch, Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa e Maria Perpétua Beleza Pereira.*

**Expediente**

**Revisão de texto:** *Maria Perpétua Beleza Pereira*  
**Normalização bibliográfica:** *Maria Augusta Abtibol B. de Sousa*  
**Editoração eletrônica:** *Gleise Maria Teles de Oliveira*