



Estoques de carbono e nitrogênio em integração lavoura-pecuária na região dos Campos Gerais-PR⁽¹⁾

Bruna Ramalho⁽²⁾; Jeferson Dieckow⁽³⁾; Gabriel Barth⁽⁴⁾; Reinaldo Carlos Brevilieri⁽²⁾; Priscila Luzia Simon⁽²⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq e da IAEA.

⁽²⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Federal do Paraná; Curitiba, Paraná; e-mail: bruu.ramalho@hotmail.com; e-mail: reinaldo_brevilieri@hotmail.com; e-mail: pri.simon@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor adjunto; UFPR; e-mail: jefersondieckow@ufpr.br; ⁽⁴⁾ Pesquisador; Fundação ABC; e-mail: gabrielbarth@fundacaoabc.org.br.

RESUMO: A adoção de práticas conservacionistas em sistemas integrados de produção pode aumentar os estoques de carbono (C) e nitrogênio (N) do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição da integração lavoura-pecuária (ILP) ao estoque de C e N de um Latossolo Bruno subtropical, em experimento com quatro blocos ao acaso. Amostras de solo foram coletadas no município de Castro-PR, em oito camadas até 1 m de profundidade, em integração lavoura-pecuária em preparo convencional (PC-ILP) e em plantio direto (PD-ILP), e no sistema de lavoura contínua em preparo convencional (PC-LAV) e em plantio direto (PD-LAV), as quais foram analisadas por combustão seca (Elementar Vario EL III) para determinação de C e N. O plantio direto apresentou efeito positivo na concentração de C apenas na camada de 0-5 cm, nas demais não houve incremento significativo nem pelo sistema de uso, nem pelo de preparo, de forma que os estoques totais de C até 1 m em Mg ha⁻¹ foram similares estatisticamente (PD-LAV 212,9, PD-ILP 209,5, PC-LAV 199,2, PC-ILP 209,5, respectivamente). A concentração de N apresentou comportamento semelhante, sendo maior significativamente até 10 cm de profundidade nos sistemas sob PD. Já nos estoques de N até 1 m, houve efeito positivo do sistema conservacionista na lavoura contínua (PD-LAV 13,05 Mg ha⁻¹), sendo esse tratamento superior aos demais analisados, PD-ILP (12,77 Mg ha⁻¹), PC-ILP (12,84 Mg ha⁻¹) e PC-LAV (12,08 Mg ha⁻¹). Os resultados sugerem que os conteúdos de C e N podem estar associados aos seus estoques originalmente altos no solo.

Termos de indexação: sistemas integrados de produção, Latossolo Bruno, conteúdos de C e N.

INTRODUÇÃO

Sistemas conservacionistas de preparo podem aumentar os estoques de carbono (C) e nitrogênio (N) no solo, podendo em conjunto com sistemas de uso, como integração lavoura-pecuária (ILP) ou lavoura contínua afetar diretamente o aporte desses elementos.

Os sistemas de manejo têm como função manter e/ou aumentar os estoques de C e N no solo

(Dieckow et al., 2005), uma vez que, esses são dependentes de um equilíbrio entre perdas e adições, o plantio direto (PD) vem sendo considerado uma estratégia promissora pela capacidade de minimizar as perdas de matéria orgânica do solo (MOS) (Bayer et al., 2000). Assim, os estoques são diretamente afetados pelos sistemas de manejo adotados.

Em solos manejados sob PD, em função da menor mobilização do solo, conseqüentemente, maior preservação dos agregados, ocorrem maiores incrementos de C e N do que os manejados sob preparo convencional (PC) (Six et al., 2002). Os elevados teores nas camadas superficiais em PD, são estabelecidos pela deposição constante de resíduos vegetais sobre o solo, os quais serão decompostos e incorporados por microrganismos, contribuindo nos conteúdos totais do solo (Piva, 2012).

As espécies forrageiras são um importante componente nos sistemas agropecuários, visto sua capacidade de estocar altas quantidades de C e N nas raízes (Lal, 2002), sistemas integrados de produção são altamente eficazes em armazenar esses nutrientes no solo. Em ILP sob PD, o aporte de resíduos vegetais é diferenciado ao de sistemas unicamente de lavoura, tanto na superfície quanto em profundidade pelas raízes (Salton et al., 2002), as quais auxiliam para a formação de agregados mais estáveis, pela ação na união das partículas e na exsudação de substâncias cimentantes (Salton, 2005), protegendo fisicamente a MOS.

Para um melhor entendimento dessa dinâmica de armazenamento de C e N no solo, o tempo de implantação do sistema deve ser considerado, visto que a evolução dos teores no solo segue uma acessão, porém, de forma lenta.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição de nove anos de integração lavoura-pecuária ao estoque de C e N de um Latossolo Bruno subtropical na região dos Campos Gerais (Castro-PR).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida num experimento de campo na Estação Experimental da Fundação ABC para Pesquisa e Divulgação Técnica Agropecuária,



no município de Castro – PR. Trata-se de um experimento de longa duração, implantado no inverno de 2005, num Latossolo Bruno (Embrapa, 2006) com 475 g kg^{-1} de areia, 121 g kg^{-1} de silte e 404 g kg^{-1} de argila na camada de 0-20 cm de profundidade. A área experimental está inserida em uma região de clima subtropical úmido (Cfb, segundo a classificação de Köppen), com temperaturas médias mensais variando entre $13,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $23,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e precipitações médias anuais de 1400 mm . O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro blocos e quatro tratamentos selecionados: integração lavoura-pecuária, com azevém (*Lolium multiflorum*) pastejado por gado de leite no inverno e com milho (*Zea mays*) para silagem no verão, em preparo convencional com uma aração e duas gradagens no inverno (PC-ILP) ou em plantio direto (PD-ILP), comparada com o sistema de lavoura contínua, onde azevém era somente para cobertura do solo, em preparo convencional (PC-LAV) ou em plantio direto (PD-LAV). As amostras de solo foram coletadas em duplicatas em cada parcela, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-45, 45-60, 60-80 e 80-100 cm, pelo método de escavação, com auxílio de gabaritos e trado rosca. As amostras de solo foram homogêneas em campo e levadas ao laboratório para serem secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm (TFSA) (EMBRAPA, 1997). Uma sub-amostra foi moída em gral de ágata e passada em peneira de $0,20 \text{ mm}$. A determinação do teor de N e C orgânico das amostras de solo, foi realizado por combustão seca pelo analisador elementar Vario EL III. Os estoques de C até 1 m de profundidade foram calculados com base nos valores de concentração de N e C e densidade, e posteriormente foram corrigidos pela massa equivalente do solo, que considera massas iguais do solo entre os tratamentos, tendo o PC como referência (Sisti et al., 2004). Os resultados da concentração e do estoque de C e N no solo foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As comparações de médias foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferenças significativas nas concentrações de C foram observadas até a camada de 0-5 cm de profundidade, onde os tratamentos PD-LAV ($37,5 \text{ g kg}^{-1}$) e PD-ILP ($38,3 \text{ g kg}^{-1}$) foram maiores significativamente em relação aos tratamentos PC-LAV ($30,0 \text{ g kg}^{-1}$) e PC-ILP ($28,5 \text{ g kg}^{-1}$), exibindo o efeito positivo do sistema conservacionista. Abaixo de 5 cm , a concentração de C não foi alterada nem pelo sistema de preparo, nem pelo de uso (Figura 1). Esses valores refletiram prontamente nos

estoques totais de C, em todas as camadas avaliadas (0-20 cm, 20-100 cm e 0-100 cm de profundidade).

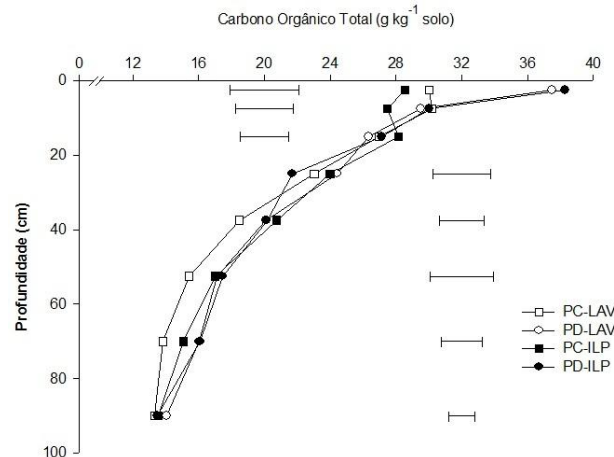


Figura 1. Concentração de COT ao longo do perfil de um Latossolo Bruno na região dos Campos Gerais, PR. Barras horizontais indicam a diferença mínima significativa ($p < 0,05$).

Na profundidade até 20 cm , embora houvesse uma tendência de maiores valores nos sistemas PD-LAV e PD-ILP ($65,0$ e $66,2 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente), comparado ao PC-LAV ($62,7 \text{ Mg ha}^{-1}$) e PC-ILP ($61,7 \text{ Mg ha}^{-1}$) essa não foi significativa. Quando analisado até 1 m de profundidade, os sistemas sob plantio direto (PD-LAV e PD-ILP, com $212,9$ e $209,5 \text{ Mg ha}^{-1}$) ao ser confrontado com o preparo convencional, onde PC-LAV ($199,2 \text{ Mg ha}^{-1}$) e PC-ILP ($209,5 \text{ Mg ha}^{-1}$), mostraram um incremento no estoque de C no sistema lavoura e se equipararam no sistema ILP, onde este aumento foi apenas numericamente, sendo estes similares estatisticamente (Figura 3). Piva et al. (2012), ao avaliar a contribuição de gramíneas manejadas sob PC e PD em Castro-PR, na profundidade de 0-20 cm, também não encontrou diferenças significativas entre os sistemas de preparo, entretanto, o sistema sob PD apresentou um maior estoque de carbono orgânico ($234,61 \text{ Mg ha}^{-1}$) quando comparado ao sistema convencional ($231,95 \text{ Mg ha}^{-1}$) ao integrar todo o perfil de 0-100 cm de profundidade. Como pode-se observar, embora não houvesse diferença entre os tratamentos avaliados, a implantação de sistemas integrados de produção, apresentaram uma tendência em armazenar C no solo.

O teor de N do solo seguiu uma orientação similar ao do COT (carbono orgânico total). Houve um efeito positivo do manejo conservacionista sobre os sistemas de uso na camada superficial (0-5 cm), comparado ao preparo convencional, onde PD-LAV ($2,96 \text{ g kg}^{-1}$) e PD-ILP ($3,00 \text{ g kg}^{-1}$) apresentaram teores estatisticamente maiores que PC-ILP ($1,94 \text{ g kg}^{-1}$) e PC-LAV ($2,18 \text{ g kg}^{-1}$) (Figura 2).

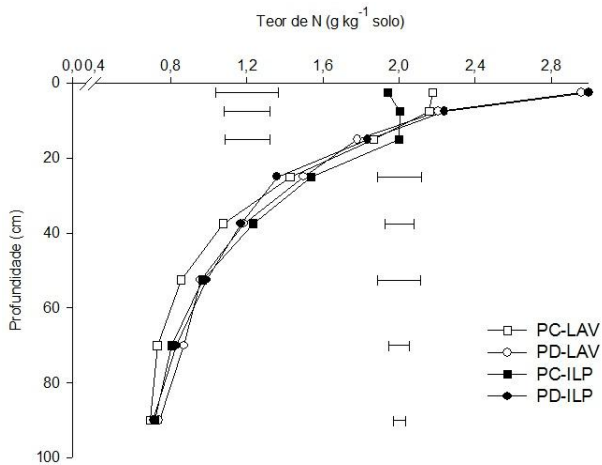


Figura 2. Concentração de nitrogênio ao longo do perfil de um Latossolo Bruno na região dos Campos Gerais, PR. Barras horizontais indicam a diferença mínima significativa ($p < 0,05$).

Entretanto, no estoque total de N, ocorreu uma dinâmica diferente do observado com o C. Nos primeiros 20 cm, a ILP sob PD, apresentou o maior estoque de N ($4,78 \text{ Mg ha}^{-1}$), diferindo dos demais tratamentos, expressando mais uma vez, a influência do PD juntamente com a integração dos componentes agrícola e pecuária nos resultados. Quando analisado todo o perfil (0-100 cm), a lavoura contínua sob PD apresentou os maiores conteúdos de N ($13,05 \text{ Mg ha}^{-1}$), seguido dos tratamentos PC-ILP ($12,84 \text{ Mg ha}^{-1}$), PD-ILP ($12,77 \text{ Mg ha}^{-1}$) e PC-LAV ($12,08 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Figura 4). Por se tratar de um solo altamente desenvolvido, o não aumento pela ILP pode estar relacionada aos estoques originais de C e N desse solo, afetando os resultados obtidos. Silva et al. (2011) ao avaliar os estoques de C e N em ILP após quatro (ILP4) e oito (ILP8) anos de implantação, comparado a lavoura sob plantio direto (PD) e pastagem (PR) em Maracaju-MS, para o estoque de C não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, entretanto, no estoque de N, a ILP8 e PD foram similares estatisticamente, e maiores que os sistemas ILP4 e PR, mostrando que a implantação a longo prazo pode propiciar estoques totais de N semelhantes a da sua condição natural (vegetação nativa).

CONCLUSÕES

A ausência de incremento significativo no estoque de carbono com a adoção do plantio direto, e de carbono e nitrogênio da integração lavoura-pecuária pode estar associada aos estoques originalmente altos destes elementos neste Latossolo Bruno.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), pelo auxílio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS

- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. & CERETTA, C.A. Effect of no-till cropping systems on soil organic matter in a sandy clay loam Acrisol from Southern Brazil monitored by electron spin resonance and nuclear magnetic resonance. *Soil and Tillage Research*, 53:95-104, 2000.
- DIECKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D.P. & KOGEL-KNABNER, I. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilization in a southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. *Soil and Tillage Research*, 81:87-95, 2005.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília, Embrapa Produção de Informação, 2006. 306p.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Embrapa Solos), 1997. 212p.
- LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. *Environmental Pollution*, 116:353-362, 2002.
- PIVA, J.T. Fluxo de gases de efeito estufa e estoque de carbono do solo em sistemas integrados de produção no sub trópico brasileiro. 2012. 96p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012b.
- SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACHADO, L.A.Z. & OLIVEIRA, H. Pastoreio de aveia e compactação do solo. *R. Plantio Direto*, 69:32-34, 2002.
- SILVA, E. F.; LOURENTE, E. P. R.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M.; FERREIRA, A. K. T. & FUJII, G. C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:1321-1331, 2011.
- SISTI, C.P.J.; SANTOS, H.P.; KOHANN, 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*, 76:39-58, 2004.
- SIX, J.; CONANT, R.T.; PAUL, E. & PAUSTIAN, K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241:155-176, 2002.

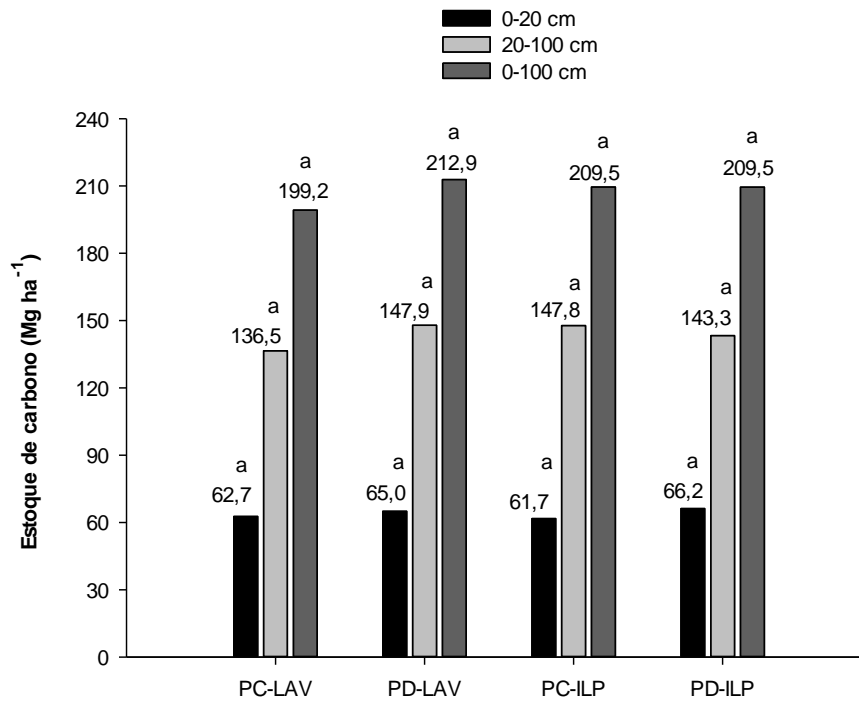


Figura 3 – Estoque de carbono no solo, em PC-LAV – lavoura sob preparo convencional, PD-LAV – lavoura sob plantio direto, PC-ILP – integração lavoura-pecuária sob preparo convencional e PD-ILP – integração lavoura-pecuária sob plantio direto, Castro/PR. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

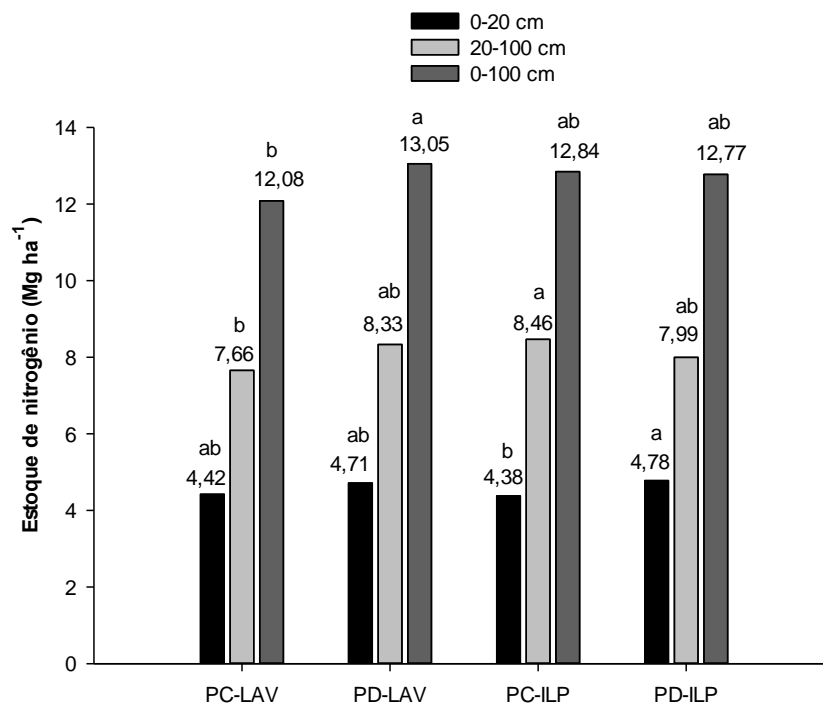


Figura 4 – Estoque de nitrogênio no solo, em PC-LAV – lavoura sob preparo convencional, PD-LAV – lavoura sob plantio direto, PC-ILP – integração lavoura-pecuária sob preparo convencional e PD-ILP – integração lavoura-pecuária sob plantio direto, Castro/PR. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).