



AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO EM DIFERENTES TIPOS DE MANEJO

Marcela C. G. da Conceição¹ (D), Eduardo S. Matos², Edison D. Bidone¹, Renato C. Cordeiro¹, Renato A. R. Rodrigues³

1 - Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói – RJ

2 – Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop – MT

3 – Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ. renato.rodrigues@embrapa.br

Resumo:

Diversos estudos indicam que o uso de sistemas integrados de produção, como Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), melhora a qualidade do solo e conseqüentemente o acúmulo de carbono orgânico do solo. Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar os estoques de carbono em diferentes tipos de manejo na transição Cerrado/Amazônia, a saber: Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), Lavoura, Pecuária e Plantio de Eucalipto. Para isso, foram feitas duas coletas de solo nos anos de 2011 e 2014, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-30 cm. Foram analisados os estoques de carbono e nitrogênio do solo. A ILPF, foi o tratamento que obteve o maior percentual de ganho de carbono (5,5 Mg ha⁻¹) em três anos de experimento. Sistemas de manejo, como ILPF, com menor revolvimento do solo, juntamente com culturas que aportem resíduos em quantidade e qualidade diferenciados em diferentes camadas do solo, proporcionam aumento nos teores da matéria orgânica do solo. Os dados de estoques de carbono mostram o potencial dos sistemas de ILPF de aumentar os estoques de carbono no solo.

Os estoques de C e N foram avaliados em diferentes manejos do solo: ILPF, Lavoura, Pecuária e Plantio de Eucalipto. A ILPF, foi o tratamento que obteve o maior percentual de ganho de carbono.

Palavras-chave: *Agricultura, carbono no solo, ILPF, manejo do solo.*

EVALUATION OF SOIL CARBON STOCK IN DIFFERENT TYPES OF MANAGEMENT

Abstract:

C and N stocks were evaluated in different soil management: ICLF, Crop, Pasture and Eucalyptus. ICLF was the treatment that obtained the highest percentage of carbon gain.

Keywords: *Agriculture, soil carbon, ICLFS, soil management*

Introdução

Até o final do século passado, a agricultura cresceu e se desenvolveu baseada na expansão de novas áreas para o cultivo, levando a perda de grandes áreas de florestas nativas e ecossistemas naturais (Alexandratos e Bruinsma, 2003), acarretando na perda de serviços ambientais. De acordo com Lal (2006), aproximadamente metade de todo o COS em áreas manejadas foi perdido nos últimos 200 anos, sendo esta uma das principais causas da degradação e conseqüente declínio da fertilidade dos solos. Segundo Lal (2004), cerca de 3,3 Pg/ ano de carbono é emitido para a atmosfera devido ao preparo do solo para a produção de alimentos.

Conforme descrito por Smith e Gregory (2013b) e Foley et al. (2011), ao mesmo tempo que garantir a segurança alimentar, há uma necessidade urgente para diminuir o impacto da produção de alimentos no clima (Smith et al., 2008), e de melhorar a resiliência da produção de alimentos para as mudanças ambientais futuras (Smith et al., 2013a; Smith, 2015). De acordo com as projeções do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), o setor agrícola será muito afetado

com a mudança global do clima com impactos na sua produtividade, manejo e na distribuição espacial das culturas hoje existentes. Sendo assim, é necessário mudar o paradigma da agricultura com uso de práticas de manejo que favoreçam o equilíbrio dos atributos físicos e químicos do solo, como aumento dos teores de C, N, retenção de água, redução da perda de solo por erosão e lixiviação. De acordo com Lal (2006), solos degradados podem ser recuperados utilizando técnicas de manejo que aumentem o estoque de carbono.

A adoção de sistemas de manejo mais sustentáveis, como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), surge como uma alternativa em detrimento aos sistemas agrícolas convencionais, com grande potencial de promover melhorias na qualidade do solo, principalmente no que diz respeito ao aumento dos estoques de carbono, em curto e médio prazos (Lovato et al., 2004; Bayer et al., 2006; Gazolla et al., 2015; Nicoloso, 2008; Batlle-Bayer et al., 2010; Sacramento et al., 2013; Piva, 2012; Bayer e Mielniczuk, 1997; Piva, 2012). O sistema ILPF consiste na implantação de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, agroenergia e outros, na mesma área, em plantio consorciado, sequencial ou rotacionado, aproveitando as sinergias existentes entre eles (MAPA, 2011).

A matéria orgânica do solo (MOS) desempenha um papel crucial para a manutenção da atividade agrícola. O acúmulo da MOS promove melhorias nas propriedades física, biológica e química do solo, possibilitando um aumento na produtividade e redução de gastos com irrigação, fertilizantes, condicionadores de solo e outros insumos agrícolas. Entender como a MOS se comporta em diferentes tipos de manejo é essencial para o direcionamento de políticas públicas, que visem a disseminação de práticas agrícolas que aumentem os estoques de COS e reduzam as emissões de GEE. O estoque e balanço de carbono em áreas de agricultura, principalmente em sistemas de ILPF são pouco estudados e entendidos.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é avaliar as alterações nos compartimentos da matéria orgânica do solo decorrentes da implementação de diferentes tipos de manejo (Eucalipto, Lavoura, Pecuária e ILPF) em área de Cerrado, visando o potencial de acúmulo de carbono de cada um desses tipos de manejos.

Experimental

A área estudada está localizada na fazenda experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, localizada no município de SINOP, MT. Foram feitas coletas nas safras de 2011 e 2014 nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-30 cm, nos tratamentos plantio de eucalipto, lavoura, pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com quatro repetições cada. Foram coletadas amostras simples que em seguida foram unidas para formar uma amostra composta para cada camada. Após a coleta em todos os tratamentos, as amostras foram dispostas em bancada onde foram secas ao ar e peneiradas em malha de 2mm, caracterizando a chamada terra fina seca ao ar (TFSA). As análises realizadas foram: avaliação dos estoques de carbono e nitrogênio do solo. Os valores dos estoques foram corrigidos de acordo com Sisti et al. (2004).

Resultados e Discussão

A ILPF e a pecuária foram os tratamentos que apresentaram os maiores valores de estoque de C e a ILPF o único tratamento com aumento do estoque de nitrogênio (Figura 1). Esse efeito na ILPF deve-se, provavelmente, ao efeito do consórcio da pastagem e lavoura com o componente florestal.

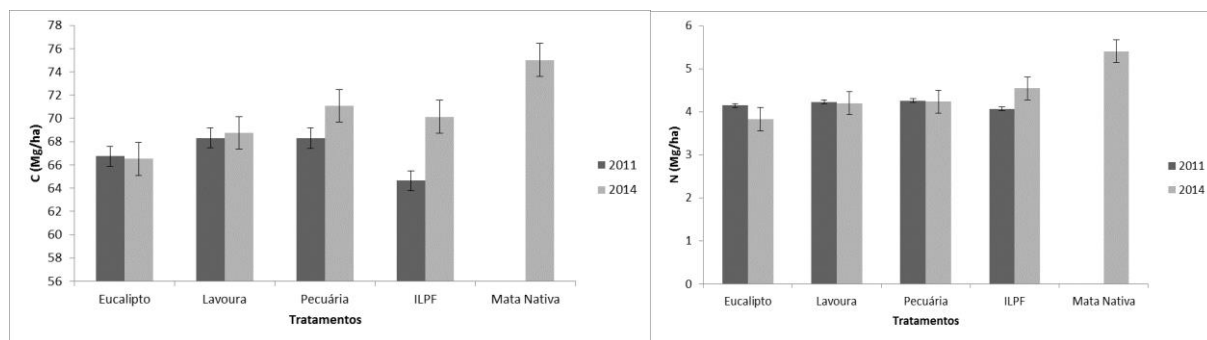


Figura 1: Estoque de carbono orgânico e nitrogênio do solo de 0-30 cm, nos quatro tratamentos e mata nativa, em ambas as coletas.

Em três anos de experimento a ILPF apresentou o maior incremento nos estoques de carbono e o único com aumento nos estoques de nitrogênio (Tabela 1).

Tabela 1: Perdas/Ganhos percentuais nos estoques de C e N do solo nos quatro sistemas avaliados em três anos de experimento

Perda/Ganhos nos estoques de Carbono (%)				
	Eucalipto	Lavoura	Pecuária	ILPF
0 - 30 cm	-0,3	0,6	3,9	7,8
Perda/Ganhos nos estoques de Nitrogênio (%)				
Profundidade	Eucalipto	Lavoura	Pecuária	ILPF
0 - 30 cm	-8,3	-0,7	-0,6	10,4

(-) Perdas nos estoques; (+) Ganho nos estoques

A ILPF foi o tratamento que teve o maior ganho de carbono ($5,5 \text{ Mg ha}^{-1}$) em três anos de experimento. Segundo Urquiara et al. (2010), para um aumento significativo do estoque de C do solo é necessário estabelecer um sistema de manejo que, por um lado, diminua a degradação da matéria orgânica do solo e que, por outro, garanta o incremento de N no sistema solo-planta.

Esse relato é corroborado pelos resultados obtidos neste trabalho, em que a ILPF foi o único tratamento que teve incremento nos estoques de N. Na ILPF ocorre o consórcio da pastagem com a lavoura (composta de milho e soja), a gramínea da pastagem contribui com grande quantidade de biomassa de alta C/N, proporcionando um aumento da persistência da cobertura do solo, no entanto, esse material mais resistente à degradação promove uma diminuição na disponibilidade de N para as culturas (Andreola et al., 2000; Perin et al., 2004, Nicoloso et al. 2008). Por outro lado, a soja, como toda leguminosa, apresenta altos teores de N em sua biomassa e uma relação C/N menor, produzindo uma palhada de decomposição mais rápida, disponibilizando N para as lavouras subsequentes (Alvarenga et al., 2001, Alves et al., 2002). Gazolla et al. (2015), atribuiu o aumento em profundidade do COT em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), ao consórcio do milho com a braquiária. Segundo o autor, além de propiciar a deposição de resíduos vegetais de degradação mais lenta, devido à alta C/N da cultura tanto do milho quanto da braquiária, favorece maiores aportes de matéria orgânica pelo sistema radicular de ambas as culturas. Segundo o autor, a braquiária merece maior destaque, pois possui sistema radicular bem desenvolvido e distribuído ao longo do perfil do solo.

Somado a isso, o componente florestal (eucalipto) da ILPF é um importante sumidouro de carbono devido a sua capacidade de acumular grandes quantidades de carbono na biomassa lenhosa, e por proporcionar a formação de liteira mais resistente à decomposição (SHARROW; ISMAIL, 2004). Um exemplo disso, é o trabalho feito por Piva (2012), em que se observou que a ILPF promoveu maiores valores dos estoques de carbono quando comparados com a ILP, lavoura exclusiva e campo nativo, não só na camada superficial, mas também em maior profundidade (até

1m). Esse efeito foi atribuído à deposição dos resíduos das culturas que ficam sobre o solo e pelo maior aporte de resíduos na camada subsuperficial promovidos pelas raízes das pastagens e das árvores.

De acordo com Lal (2002), a maior concentração de C na ILPF deve-se ao fato de que, o conjunto da pastagem com a floresta, possuem uma elevada capacidade em acumular carbono abaixo da superfície do solo, nas suas raízes, material este mais resistente à degradação. Sistemas de manejo com menor revolvimento do solo, juntamente com culturas que aportem resíduos em quantidade e qualidade diferenciados, através de materiais com relação C/N diferentes, aumentam os teores de MOS (Lal et al., 2003; Bayer et al., 2006).

Nesse sentido, Drinkwater et al. (1998) e Amado et al. (2001) sugerem que o uso de leguminosas, combinado com uma maior diversidade de espécies em sucessão ou rotação de culturas, como é o caso da ILPF, aumentam de forma significativa a retenção de C e N no solo, com implicações importantes para o balanço destes elementos em escala regional e global e para a produção sustentável e a qualidade ambiental.

Conclusões

Os estoques de matéria orgânica do solo promovidos pela pecuária (71 MgC/ha) e ILPF (70 MgC/ha) obtidos em 2014 são bem próximos aos valores encontrados na mata nativa (75 MgC/ha). Apesar do tratamento Pecuária, ter apresentado os maiores valores absolutos de estoque de carbono, o tratamento com ILPF apresentou o maior incremento nesses estoques em três anos de experimento (5,5 MgC/ha), provavelmente devido ao consórcio da lavoura e pecuária com o componente florestal. Além de ser o único tratamento que teve incremento de nitrogênio em todas as três camadas avaliadas e o que teve o maior percentual de ganho de carbono (8%) nesses três anos. Além do fator limitante do nitrogênio no tratamento integrado, ocorre o consórcio da pastagem com a lavoura (composta de milho e soja), a gramínea da pastagem contribui com grande quantidade de biomassa de alta C/N, proporcionando um aumento da persistência da cobertura do solo contribuindo para o acúmulo de carbono orgânico do solo. Os resultados mostram o grande potencial da ILPF em acumular carbono no solo, pois este foi o tipo de manejo que mais acumulou carbono em três anos de experimento.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado, à Universidade Federal Fluminense e Embrapa pela infraestrutura concedida, para a realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

Alexandratos, N.; Bruinsma, J. 2003. "Introduction and overview" In: *World Agriculture: Towards 2015/2030, an FAO Perspective*, edited by Bruinsma, J., 1-28. (London: Earthscan Publications).

Alvarenga, R. C. et al. 2001. "Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto." *Informe Agropecuário* 22: 25-36.

Alves, B. J. R. et al. Soybean benefit to a subsequent wheat cropping system under zero tillage. In: JOINT FAO/IAEA DIVISION OF NUCLEAR TECHNIQUES IN FOOD AND AGRICULTURE. Nuclear Techniques in integrated plant nutrient, water and soil management. Vienna: IAEA, 2002. p. 87-93.

Amado, T. J. C. et al. 2001. "Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental." *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 25: 189-197.

Andreola, F.; Costa, L. M.; Olszevski, N. 2000. "Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada." *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 24: 857-865.

Battle-Bayer, L.; Batjes, N. H.; Bindraban, P. S. 2010. "Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: A review". *Agriculture, Ecosystems and Environment* 37: 47-58.

Bayer, C. et al. 2006. "Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till." *Soil Tillage Research* 86: 237-245.

- Bayer, C.; Mielniczuc, J. 1997. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência de Solo* 21: 105-112.
- Drinkwater, L. E.; Wagoner, P.; Sarrantonio, M. 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature* 396: 262-265.
- Ferreira. “Dinâmica de longo prazo do carbono do solo em sistemas de manejo no Cerrado”. PhD diss., Universidade de Brasília, Brasília.
- Foley, J. A. et al. 2011. “Solutions for a cultivated planet”. *Nature* 478: 337-342.
- Gazolla, P. R. et al. 2015. “Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária.” *Semina: Ciências Agrárias* 36: 693-704.
- Lal, R. 2006. “Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands.” *Land Degradation & Development* 17: 197-209.
- Lal, R. 2004. “Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security.” *Science* 304: 1623–1627.
- LAL, R. 2003. “Global potential of soil carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect.” *Critical Reviews in Plant Sciences* 22: 151-184.
- Lovato, T. et al. 2004. “Adições de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo.” *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 28: 175-187.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Integração lavoura-pecuária- floresta. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/integracao-lavoura-pecuaria-silvicultura>>. Acesso em: 20 set. 2011.
- Nicoloso, R. S. et al. 2008. “Balanço do carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil.” *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32: 2425-2433.
- Perin, A. et al. 2004. “Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado.” *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39: 35-40.
- Piva, J. T. 2012. “Fluxo de gases de efeito estufa e estoque de carbono do solo em sistemas integrados de produção no sub trópico brasileiro.” PhD diss., Universidade Federal do Paraná.
- Sacramento, J. A. A. S. et al. 2013. “Estoques de carbono e nitrogênio do solo em sistemas agrícolas tradicional e agroflorestais no Semiárido Brasileiro.” *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 37: 784-795.
- Smith, P.; Gregory, P. J. 2013. “Climate change and sustainable food production”. *Proceedings of the Nutrition Society* 72: 21–28.
- SISTI, C. P. J. et al. 2004. “Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil.” *Soil & Tillage Research* 76: 39-58.
- Smith, P. 2015. “Malthus is still wrong: we can feed a world of 9–10 billion, but only by reducing food demand”. *Proceedings of the Nutrition Society* 74: 187–190.
- Smith, P. et al. 2013. “How much land based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals?” *Global Change Biology* 19: 2285–2302.
- Sharrow, S.H.; Syed Ismail, 2004. “Carbon and nitrogen storage in agroforests, tree plantations, and pastures in western Oregon, USA.” *Agroforestry Systems* 60: 123-130.
- Urquiaga, S. et al. 2010. “Variações nos estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa em solos das regiões tropicais e subtropicais do Brasil: uma análise crítica”. *Informações Agrônomicas* 130:12-21.