

Estoque de carbono em solo arenoso sob sistema Integração Lavoura- Pecuária-Floresta no Oeste da Bahia⁽¹⁾

Júlia Soares Moreira⁽²⁾, Flávia Cristina dos Santos⁽²⁾, Manoel Ricardo de Albuquerque Filho⁽²⁾ e Márcia Cristina Teixeira da Silveira⁽⁴⁾

⁽¹⁾Bolsa PIBIC financiada pelo CNPq e pesquisas pela Fazenda Trijunção. ⁽²⁾ Estudante do Curso de Agronomia da Universidade Federal de São João del-Rei, Bolsista PIBIC do Convênio CNPq/Embrapa⁽³⁾. Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo. ⁽⁴⁾ Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sul

Resumo - Com os efeitos das mudanças climáticas globais, há demanda para o desenvolvimento de sistema agropecuários de produção mais sustentáveis. Assim, os sistemas integrados, como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), surgem como alternativas pelos benefícios já comprovados em pesquisa, por exemplo, o maior estoque de carbono (C) no solo. Neste sentido, em dezembro de 2018, foi instalado experimento com o sistema ILPF na Fazenda Trijunção, BA, sobre solo arenoso (110 g kg⁻¹ de argila), com o cultivo de culturas por dois anos, e depois braquiária Piatã, com o eucalipto. Para avaliação do estoque de C no solo, foi realizada amostragem em abril de 2022 (3,5 anos após a implantação do ILPF). As amostras de solo foram coletadas em minitrincheiras próximas aos renques do eucalipto na posição linha e no centro, entre dois renques, em três das 15 parcelas da área experimental de 15 hectares. Foram coletadas amostras indeformadas em cada uma das três paredes da minitrincheira, nas profundidades de 0 cm – 10 cm; 10 cm – 20 cm; e 20 cm – 30 cm para análise da densidade do solo e teor de C total. No geral, houve maior estoque de C no solo arenoso sob sistema ILPF, na posição mais próxima das árvores de eucalipto (linha), em comparação com o estoque sob Cerrado nativo. Já dentro do sistema ILPF, não houve diferença no estoque de C no solo considerando as posições no centro ou na linha. Concluiu-se que a implantação do sistema ILPF favorece o estoque de carbono em solo arenoso em comparação com área de Cerrado nativo, pelos múltiplos benefícios advindos deste sistema, principalmente na posição próxima aos renques do eucalipto.

Termos para indexação: sistemas integrados, agricultura baixo carbono

Carbon stock in sandy soil under an Integrated Crop-Livestock-Forestry system in Western Bahia⁽¹⁾

Abstract - Because of global climate change, there is a demand for the development of more sustainable agricultural systems. As a result, integrated systems like Integrated Crop-Livestock-

Forestry (ICLF) are emerging as alternatives, offering proven benefits, such as increased carbon (C) stock in the soil. In December 2018, an ICLF system experiment was established at Fazenda Trijunção, BA, on sandy soil (110 g kg⁻¹ clay). The system included crops for two years followed by *Urochloa brizantha* cv. Piata and eucalyptus. To evaluate the carbon stock in the soil, sampling was conducted in April 2022 (3.5 years after the ICLF implementation). Soil samples were collected in two mini-trenches: one near the eucalyptus trees and another one in the center between two groves. The experiment consisted of 15 plots, one hectare each one, in a total of 15-hectare experimental area. Undisturbed samples were taken from each of the three mini-trench walls at depths of 0–10, 10–20, and 20–30 cm for analysis of bulk density and total C content. The results showed a higher C stock in the sandy soil under the ICLF system, particularly in the row position closest to the eucalyptus trees, when compared to the native Cerrado soil. Within the ICLF system, there was no significant difference in C stock between the positions in the center and the row. The study concluded that implementing the ICLF system enhances C storage in sandy soils compared to native Cerrado, largely due to the multiple benefits of this integrated system, especially near the eucalyptus trees.

Index terms: integrated systems, low carbon agriculture.

Introdução

O modo com que o ser humano realiza diferentes atividades interfere no ambiente que o cerca. Um exemplo disso é a intensificação do potencial de aquecimento global da atmosfera, a qual tem sido causada pelas emissões de gases de efeito estufa advindos de ações como o aumento do consumo de combustíveis fósseis e o mau uso da terra (Oliveira et al., 2018). No processo denominado “efeito estufa”, alguns gases possuem papel de destaque, como dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O), sendo o CO₂ responsável por mais da metade do aquecimento global (Oliveira et al., 2018).

No cenário da agricultura, observa-se que o preparo convencional do solo, com o revolvimento dele, estimula a perda de matéria orgânica (MO) e, conseqüentemente, sua acentuada oxidação (Troian et al., 2020). Isso ocasiona baixo estoque de carbono (C) no solo, o que se agrava nos solos arenosos, que apresentam baixa capacidade de proteção da MO pelo seu baixo teor de argila.

Outro processo que aumenta a emissão de gases de efeito estufa e prejudica o estoque de carbono no solo é a degradação das pastagens, ocasionada pelo baixo nível tecnológico implementado. Uma alternativa para reverter esse quadro é a intensificação agropecuária, por meio dos sistemas integrados de produção. Há diversos arranjos envolvendo as plantas, como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que integra os componentes vegetal, animal e arbóreo na mesma área (Balbino et al., 2011).

Os benefícios advindos desse sistema ocorrem pela complementaridade, diversificação e sinergia entre seus componentes e envolvem a melhoria dos atributos físicos, químicos e

biológicos do solo. Além disso, o sistema aumenta a produtividade; o bem-estar animal; a eficiência na utilização dos insumos; o efeito “poupa terra”; a neutralização da emissão de gases de efeito estufa; o sequestro de carbono; entre outros (Balbino et al., 2011; Costa et al., 2012; Reis et al., 2020).

Nesse contexto, este trabalho teve o objetivo de avaliar o estoque de carbono em solo arenoso sob sistema ILPF, em diferentes posições em relação aos renques de eucalipto, em comparação com o Cerrado nativo.

Material e métodos

A área em estudo está localizada na Fazenda Trijunção, município de Jaborandi, BA. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico típico, textura arenosa (110 g kg⁻¹ de argila), e estava coberto com pastagem degradada de *U. brizantha* cv. Marandu. A vegetação original do local é de Cerrado “strictu sensu”. O clima da região é do tipo Aw, pela classificação de Köppen e Geiger, caracterizando-se como quente e seco, com chuvas concentradas no verão e temperatura média de 24 °C¹. A altitude local é de 933 m, e a precipitação média anual varia de 700 mm a 1.400 mm, com déficit hídrico pronunciado do final de abril a outubro.

O eucalipto foi plantado em 15 renques com 400 m de comprimento, em espaçamento de 2 m entre plantas e de 25 m entre renques, totalizando uma área de 15 ha. As culturas anuais foram cultivadas no meio dos renques de eucalipto, nas safras 2018/2019 (girassol, soja, feijão caupi, sorgo forrageiro (SS 318 e Volumax)) e 2019/2020 (sorgo forrageiro - BRS 658, BRS Ponta Negra, Capim sudão BRS Estribo e Volumax e milhetos - ADR 300 e ADR 6010) em consórcio com a *U. Brizantha* cv. Piatã. Entretanto, devido ao precário estabelecimento da pastagem de Piatã, houve necessidade de novo semeio da pastagem em novembro de 2020. As amostras de solo foram coletadas em mini trincheiras

Para avaliação do estoque de carbono no solo, foram realizadas amostragens a partir abril de 2019, sendo apresentada neste trabalho a amostragem realizada em abril de 2022, ou seja, cerca de 3,5 anos após a implantação do sistema ILPF. Para as amostragens de solo, foram realizadas minitrincheiras próximas aos renques do eucalipto (Linha – ILPF-L) e no centro entre dois renques (Centro – ILPF-C), em três das 15 parcelas da área experimental. Foi coletada uma amostra indeformada de solo, em cada uma das três paredes da minitrincheira, com anel volumétrico (anel com 7 cm de altura) nas profundidades de 0 cm–10 cm; 10 cm–20 cm; e 20 cm–30 cm. Nessas amostras indeformadas, foram analisados a densidade do solo e o teor de carbono total (C por calcinação a 1.200 °C), necessários para cálculo de estoque de C no solo, sendo coletado um total de três amostras simples para cada profundidade em um hectare de área, para formar uma composta para cada 5 ha (área de 15 ha foi dividida em três blocos) (Teixeira et al., 2017). O estoque de carbono foi calculado conforme Urquiaga et al. (2016), tendo sido realizada a correção na camada subsuperficial (20 cm–30 cm).

Os resultados foram submetidos ao teste de médias ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2011).

¹ Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/bahia/jaborandi-312741/>

Resultados e discussão

De maneira geral, houve maior estoque de carbono no solo arenoso sob sistema ILPF, na posição mais próxima às árvores de eucalipto (Linha – L), em comparação com o estoque sob Cerrado nativo (Figura 1). Apenas na profundidade de 20 cm–30 cm não houve diferença entre os tratamentos (Figura 1). Já dentro do sistema ILPF, não houve diferença no estoque de C no solo considerando as posições no centro ou na linha (Figura 1).

O maior estoque de C próximo ao renque do eucalipto pode ser explicado pela contribuição das árvores, com relação às suas raízes, formação de microclima que favorece a ciclagem de nutrientes, atividade biológica, aporte de material vegetal, etc.

O estoque de C no ILPF na camada de 0 cm–20 cm foi de 9,4 Mg ha⁻¹ (média das duas posições) e, segundo Almeida e Alves (2020), é classificado como baixo para a classe dos solos arenosos. Entretanto, cabe ressaltar que a avaliação foi realizada com apenas cerca de 3,5 anos de implantação do sistema ILPF, e o acúmulo de C no solo demanda tempo, principalmente considerando-se os solos arenosos.

Trabalho de Ferreira et al. (2022) conduzido em Luís Eduardo Magalhães, BA, em solo arenoso, bastante semelhante ao deste trabalho, mas com avaliação do estoque de C no solo com diferentes manejos de culturas anuais, algodão, soja e milho, por cinco anos, mostrou valores de 9,3 Mg ha⁻¹ e 20,1 Mg ha⁻¹ de C acumulado na área de Cerrado, nas camadas de 0 cm–20 e 0 cm–40 cm de solo, respectivamente, e uma variação de 16,2 Mg ha⁻¹ a 18,7 Mg ha⁻¹ na camada de 0 cm–20 cm, envolvendo as culturas anuais em sistema plantio direto, e uma variação de 31,7 Mg ha⁻¹ a 37,5 Mg ha⁻¹ considerando a camada de 0 cm–40 cm. Observa-se que o valor do estoque de C do Cerrado na camada de 0 cm–20 cm em Ferreira et al. (2022) está próximo ao obtido neste trabalho (6,99 Mg ha⁻¹, camada de 0 cm–20 cm), enquanto os valores das culturas anuais estão acima em relação ao sistema ILPF deste trabalho (média das duas posições de 9,4 Mg ha⁻¹, 0 cm–20 cm).

Quanto às posições em relação aos renques de eucalipto, Assis et al. (2015) em trabalho com avaliação dos atributos físicos em sistemas de ILPF encontraram variação da qualidade física do solo em relação à posição de amostragem em referência à linha de árvores de eucalipto. Já em Viana et al. (2016) não foram observadas diferenças entre os arranjos de eucalipto e o local de amostragem para os teores de carbono e para as quantidades de carbono orgânico total.

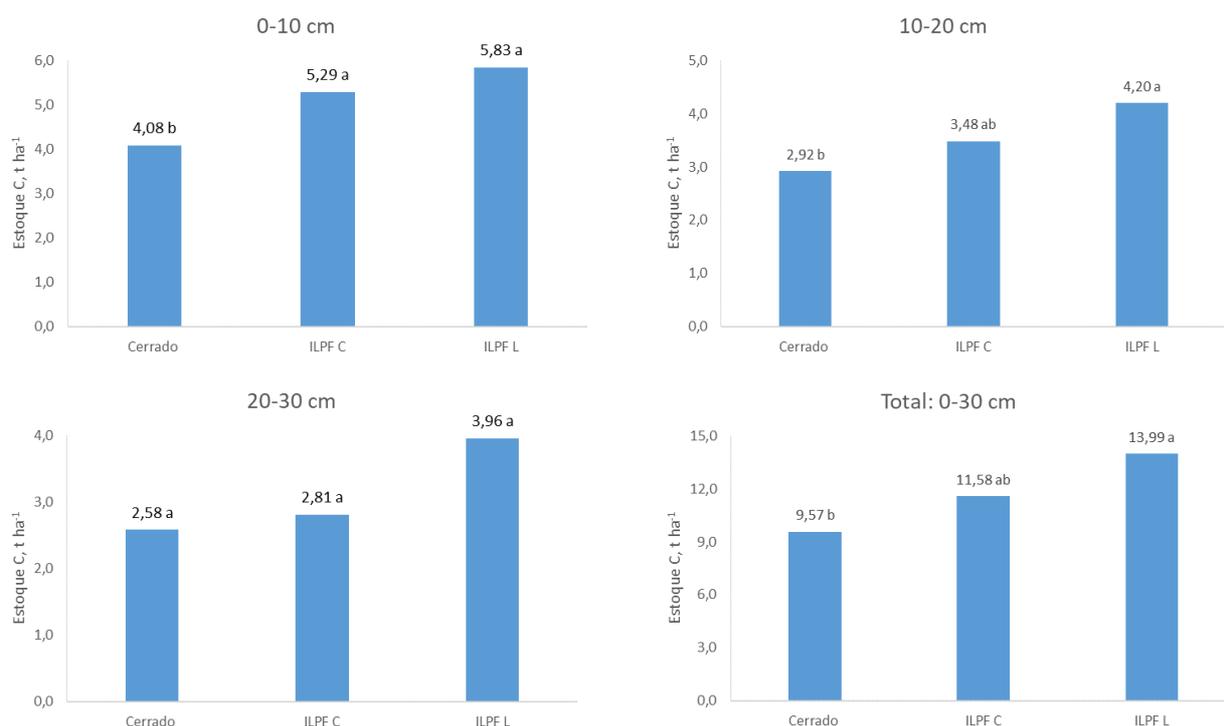


Figura 1. Estoque de carbono no sistema ILPF (centro-C e linha-L) e no Cerrado nativo, nas profundidades de 0 cm–10 cm, 10 cm–20 cm, 20 cm–30 cm e 0 cm–30 cm (total).

Observação: médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusão

A implantação do sistema ILPF favorece o estoque de carbono em solo arenoso em comparação com a área de Cerrado nativo, pelos múltiplos benefícios advindos deste sistema, principalmente na posição próxima aos renques do eucalipto. Considerando apenas o sistema ILPF, o estoque de carbono independe da posição avaliada em relação aos renques de eucalipto.

Referências

ALMEIDA, R. G.; ALVES, F. V. (ed.). **Diretrizes técnicas para produção de carne com baixa emissão de carbono certificada em pastagens tropicais: Carne Baixo Carbono (CBC)**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2020. 36 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 280).

ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J. M.; WRUCK, F. J. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 309-316, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p309-316>.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (ed.). **Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p.

COSTA, F. P.; CEZAR, I. M.; MELO FILHO, G. A.; BUNGENSTAB, D. J. Custo-benefício dos sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (ed.). **Sistemas de integração lavoura pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 209-216.

FERREIRA, A. C. B.; BOGIANI, J. C.; SOFIATTI, V.; BORIN, A. L. D. C.; PERINA, F. J.; FERREIRA, G. B.; SILVA, M. A. S.; MACHADO, P. L. O. A. Organic carbon stock changes and crop yield in a tropical sandy soil under rainfed grains-cotton farming systems in Bahia, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, e71219, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632022v5271219>.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

OLIVEIRA, I. R.; GONTIJO NETO, M. M.; NOBRE, M. M. Mudanças climáticas e a agricultura de baixa emissão de carbono. In: NOBRE, M. M.; OLIVEIRA, I. R. **Agricultura de Baixo Carbono: tecnologias e estratégias de implantação**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 10-32.

REIS, J.; KAMOI, M.; LATORRACA, D.; CHEN, R.; MICHETTI, M.; WRUCK, F.; RODRIGUES-FILHO, S. Assessing the economic viability of integrated crop-livestock systems in Mato Grosso, Brazil. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 35, n. 6, p. 631-642, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170519000280>.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

TROIAN, D.; ROSSET, J. S.; MARTINS, L. F. B. N.; OZÓRIO, J. M. B.; CASTILHO, S. C. P.; MARRA, L. M. Carbono orgânico e estoque de carbono do solo em diferentes sistemas de manejo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 4, p. 1447-1469, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n4p1447-1469>.

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; JANTALIA, C. P.; MADARI, B. E.; MACHADO, P. L. O. de A.; BODDEY, R. M. **Protocolo para avaliar o potencial de sistemas agrícolas no sequestro de C e acúmulo de N no solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2016. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 303).

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, D. S.; PAULA, M. H. C. de; REZENDE, I. F. Monitoramento do estoque de carbono no solo no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em área de cerrado de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves, RS. **Milho e Sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.