



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
Reg.: 120.2.095 – 2011 – UFVJM
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 17 – Ano IX – 05/2020
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Como os Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta influenciam a Dinâmica da Matéria Orgânica do Solo?

Igor Costa de Freitas
Doutorando em Produção Vegetal pelo Instituto de Ciências Agrária
da Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros – ICA-UFMG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4360886970618103>
E-mail: freitasicde@gmail.com

Leidivan de Almeida Frazão
Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiróz"
Professora da Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros – ICA-UFMG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9544258230755043>
E-mail: leidivan.fraza@gmail.com

Evander Alves Ferreira
Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa
Professor – Visitante da Universidade Federal de Minas Gerais
Montes Claros – ICA-UFMG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5887024898731149>
E-mail: evanderalves@gmail.com

Cássia Michelle Cabral
Doutora em Ciência Florestal pela Universidade
Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Diamantina - UFVJM - Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8256971689993828>
E-mail: mtchells@yahoo.com.br

Resumo: A matéria orgânica do solo apresenta relação direta com a qualidade do solo. Aumentos no conteúdo de carbono orgânico promovem melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. A conversão de ecossistemas nativos visando a produção agrícola, pecuária e florestal pode promover decréscimos nos níveis de matéria orgânica do solo, ocasionando redução de sua qualidade e a intensificação das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. Assim, sistemas de produção que reduzam as perdas e contribuam com a elevação dos estoques de carbono orgânico do solo devem ser estudados e utilizados, visando a intensificação sustentável da produção agropecuária e florestal. Neste contexto, os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) tem sido apontados como estratégia de produção sustentável. Os sistemas de ILPF integram os componentes agrícola, pecuário e florestal em uma mesma área, seja em rotação, consórcio ou sucessão, buscando a obtenção de efeitos sinérgicos entre os diferentes componentes de produção. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo reunir diferentes estudos que avaliaram o potencial de estocagem de carbono em sistemas de ILPF, visando compreender como estes sistemas influenciam a dinâmica da matéria orgânica do solo.

Palavras-chave: Carbono orgânico do solo; substâncias húmicas; carbono lábil; sistema agrossilvipastoril.

Introdução

A matéria orgânica do solo (MOS) apresenta em média 58% de CO (STOCKMANN et al., 2013). A maior parte deste carbono está presente em compostos biodegradáveis. Sendo assim, alterações no uso e manejo do solo podem promover a perda deste carbono para a atmosfera (TONUCCI et al., 2011). Aumentos nos níveis de matéria orgânica melhoram a fertilidade do solo, pois a matéria orgânica possui grupamentos funcionais de ácidos carboxílicos e fenólicos que promovem alterações nas propriedades físico-químicas do solo, como o aumento da capacidade de troca de cátions (BALDOTTO & BALDOTTO, 2018) e a agregação do solo (LOSS et al., 2014). De acordo com Conceição et al. (2017), maiores teores de carbono orgânico e de nutrientes no solo contribuem também com o aumento da biomassa microbiana do solo.

Sistemas que possibilitem maior acúmulo ou a manutenção dos estoques de carbono orgânico do solo devem ser priorizados visando a sustentabilidade da produção agrícola, pecuária e florestal (TORRES et al., 2018). Neste contexto, têm se destacado os sistemas integrados de produção. De acordo com Osório & Azevedo (2014), a integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) associa a criação de

animais e o cultivo de diferentes espécies de plantas (culturas anuais e árvores) em uma mesma área. A integração pode ser realizada por meio de rotação, consórcio ou sucessão, visando o sinergismo entre os diferentes componentes do sistema.

Moraes et al. (2014) descreveram os sistemas integrados como uma alternativa de intensificação sustentável da agricultura, pois promovem aumentos na produção de alimentos, fibras e energia, juntamente com a melhoria de serviços ecossistêmicos. De acordo com Oliveira et al. (2015), os sistemas de ILPF apresentam potencial para a recuperação de áreas degradadas, destacando-se como uma estratégia promissora na recuperação de pastagens. Santos et al. (2018) reportaram aumento da qualidade do solo por meio do cultivo de sistemas integrados de produção, permitindo, segundo Silva et al. (2014) e Torres et al. (2014), redução das emissões de gases de efeito estufa que aceleram o processo de aquecimento global.

De acordo com Torres et al. (2014), os estoques de carbono orgânico do solo estão diretamente associados à quantidade de material vegetal aportado ao solo. Os autores relataram que sistemas integrados de produção podem promover aumentos no conteúdo de carbono orgânico do solo devido a maior diversificação e produção de resíduos vegetais. Outros estudos corroboraram a eficiência dos sistemas de ILPF no aumento dos teores de matéria orgânica do solo (ASSMANN et al., 2013; BALDOTTO et al., 2015; CALIL et al., 2016; CONCEIÇÃO et al., 2017; COSER et al., 2018;; OLIVEIRA et al., 2018; SACRAMENTO et al., 2013; SILVA et al., 2016). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo reunir diferentes estudos que avaliaram o potencial de estocagem de carbono em sistemas de ILPF, visando compreender como estes sistemas influenciam a dinâmica da matéria orgânica do solo.

1. Fatores que afetam a dinâmica da MOS

A qualidade do solo está associada a dinâmica da matéria orgânica. Alterações no uso da terra provocam mudanças nos estoques de carbono até que ocorra um novo equilíbrio. De acordo com Assmann et al. (2013), os aumentos nos estoques de carbono orgânico do solo são influenciados por uma combinação de fatores que afetam a relação solo-planta-animal-atmosfera. Condições climáticas,

como índice pluviométrico e distribuição de chuvas, assim como tipo de solo, quantidade e qualidade de resíduos de plantas e animais aportados no solo influenciam a dinâmica da matéria orgânica.

Segundo Loss et al (2014), práticas como o revolvimento do solo promovem o rompimento de agregados e consequente exposição da matéria orgânica, favorecendo sua mineralização e redução. Oliveira et al. (2018) destacaram a não mobilização do solo, o aporte contínuo de biomassa, a presença permanente de cobertura do solo e a reposição de nutrientes como práticas fundamentais para manutenção e/ou aumento dos teores de matéria orgânica do solo. Assmann et al. (2013), reportaram ainda que a frequência e o método de pastejo (rotacionado ou contínuo) alteram a dinâmica da matéria orgânica do solo.

Elevado percentual do carbono orgânico encontra-se em camadas superficiais do solo. Oliveira et al. (2018) observaram, em estudo que avaliou os estoques de carbono orgânico do solo até 1 m de profundidade, entre diferentes sistemas de uso da terra, que 49% do carbono foi armazenado entre 0 e 30 cm de profundidade e os outros 51% entre 30 e 100 cm. Essa distribuição no perfil do solo está associada a maior deposição de resíduos sobre o solo e a maior concentração de raízes na camada superficial. Dessa forma, grandes perdas de matéria orgânica podem ocorrer, já que a maior parte do carbono se encontra susceptível, ou seja, na camada superficial do solo, onde práticas de revolvimento e exposição do solo levam ao seu decréscimo. Sistemas de manejo e uso da terra de caráter conservacionista devem, portanto, ser empregados visando aumentos e/ou manutenção dos estoques de carbono orgânico do solo.

1.1. Dinâmica da MOS em sistemas de ILPF

Os sistemas de ILPF podem promover aumentos no conteúdo de matéria orgânica do solo em diferentes condições edafoclimáticas. Neste contexto, resultados positivos quanto à quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo foram observados em sistemas integrados de produção (ASSMANN et al., 2013; CALIL et al., 2016; CONCEIÇÃO et al., 2017; COSER et al., 2018; LOSS et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2018; SACRAMENTO et al., 2013; SILVA et al., 2016).

Sacramento et al. (2013) avaliaram os estoques de carbono orgânico do solo sob sistema convencional, silvipastoril e agrossilvipastoril. O estudo foi realizado sob condição semiárida, em região de vegetação de Caatinga, no estado do Ceará, Brasil. O sistema agrossilvipastoril foi composto por fileiras *Leucena* e plantio de milho na estação chuvosa, e criação de ovelhas no período seco. Após treze anos de condução, o sistema agrossilvipastoril apresentou melhor desempenho quanto ao armazenamento de carbono orgânico do solo, comparativamente aos sistemas convencional e silvipastoril. Foi observada, no sistema convencional (cultivo de milho), redução de 58,87 Mg ha⁻¹ no estoque de carbono na camada de 0-60 cm de profundidade, demonstrando insustentabilidade para a região de estudo.

Silva et al. (2015) estudaram um sistema de ILPF com quatro anos de idade no estado do Pará, Brasil. O sistema integrado foi composto por eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) em espaçamento de 3 x 3 + 22 m, tendo sido cultivado milho e capim (*Brachiaria ruziziensis*) entre as fileiras das árvores. Dentre os diferentes sistemas de uso da terra estudados, foram observados maiores teores de carbono orgânico do solo no sistema de ILPF. De acordo com Silva et al. (2015), o sistema de ILPF apresentou importante papel na recuperação de áreas degradadas, pois, além de promover ganhos nos níveis de matéria orgânica, preservaram a estrutura física do solo. Coser et al. (2018) verificaram que após quatro anos de conversão de pastagem de baixa produtividade em sistema agrossilvipastoril (glicírdia consorciada com milho e capim panicum) houve aumento dos estoques de carbono orgânico do solo de 52,6 para 66,5 Mg ha⁻¹.na camada de 0-40 cm de profundidade. Além disso, foram observados aumentos nos teores de carbono orgânico particulado e associado aos minerais. Os autores recomendaram o uso do sistema integrado estudado visando melhorias na qualidade do solo e como alternativa de sustentabilidade para as condições locais (Distrito Federal, Brasil).

Silva et al. (2016) também observaram melhoria dos atributos físicos (densidade e porosidade) e maior acúmulo de carbono orgânico do solo em sistemas de ILPF com dois anos de idade, também situados no estado do Pará, Brasil. Os autores encontraram maior acúmulo de carbono orgânico próximo aos renques de eucalipto, destacando a contribuição positiva do componente arbóreo no acúmulo da matéria orgânica do solo em sistema de ILPF. Oliveira et al. (2018)

também reportaram maiores estoques de carbono orgânico em sistemas integrados sob as linhas de plantio do componente arbóreo (eucalipto).

De acordo com Calil et al (2016), as árvores aumentam a deposição de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, já que possuem raízes profundas que facilitam a reabsorção de nutrientes lixiviados no perfil do solo. Estudo identificou absorção de nutrientes por eucalipto (*E. urophylla* x *E. grandis*) localizados a uma profundidade de 8 m e a uma distância horizontal de até 5 m (PINHEIRO et al., 2019), além de quantidade muito baixa de lixiviação de cátions (BORDRON et al., 2018). Pinheiro et al. (2016) constataram profundidade de sistema radicular de eucalipto a uma profundidade de 11,5 m no segundo ano de cultivo em São Paulo, Brasil.

O aumento dos níveis de carbono orgânico do solo em função da presença do componente arbóreo em sistemas integrados também foi evidenciado por Oliveira et al. (2018). Em estudo que avaliou o carbono do solo em sistema de ILPF com três anos de idade, localizado no estado do Mato Grosso, os autores verificaram maiores estoques de carbono orgânico no sistema integrado sob as linhas de eucalipto. Observaram-se estoque de carbono orgânico de 128,34 Mg ha⁻¹ em sistema de ILPF, enquanto em pasto contínuo foram obtidos 110,66 Mg ha⁻¹ até a profundidade de 1 m. Em sistema de ILPF com eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) com cinco anos de idade, localizado no estado de Goiás, Silva et al. (2018) obtiveram 11,16 e 12,66 Mg ha⁻¹ de serapilheira acumulada em período chuvoso e seco, respectivamente, demonstrando o potencial de produção de resíduo orgânico pela espécie citada. Maiores aportes de resíduos vegetais sobre o solo favorecem a ciclagem de nutrientes e contribui com o aumento dos teores de carbono orgânico do solo (CALIL et al., 2016; CONCEIÇÃO et al., 2017).

Baldotto & Baldotto (2018) constataram, em estudo conduzido no estado de Minas Gerais, Brasil, que sistemas de ILPF promovem aumentos nos estoques de carbono orgânico do solo, assim como elevaram a estabilidade da matéria orgânica do solo. Os autores reportaram que a conservação do solo possibilita a proteção da matéria orgânica do solo, que pôde ser alcançada por meio da adoção de sistemas integrados de produção. De acordo com o estudo, sistemas de ILPF permitem melhoria simultânea da qualidade física, química e biológica do solo. Os autores

concluíram que os sistemas integrados de produção possibilitam a obtenção de maiores níveis de matéria orgânica do solo, favorecendo seu armazenamento.

Lana et al. (2018) avaliaram um sistema de integração com 20 anos de idade no estado de Minas Gerais, Brasil. O sistema foi composto por *Eucalypto grandis*, com densidade de 150 árvores ha⁻¹, consorciado com *Brachiaria brizantha*. Os autores verificam aumentos nos estoques de carbono no sistema integrado com eucalipto. Os resultados foram atribuídos às taxas de mineralização mais lentas, justificadas pela composição química da serapilheira produzida pelo componente arbóreo (eucalipto). Adicionalmente, verificaram-se melhoria da fertilidade do solo, com destaque para os nutrientes P, Ca, Mg, K e soma de bases. O aumento da fertilidade do solo foi correlacionado com os acréscimos obtidos no conteúdo de matéria orgânica do solo, demonstrando uso e manejo sustentável do solo por meio do sistema estudado.

Baldotto et al. (2015) relataram melhoria da fertilidade do solo associada à aumentos nos estoques e na estabilidade do carbono orgânico do solo em sistema integrado (eucalipto e pasto). O sistema foi conduzido por vinte e cinco anos em Minas Gerais, Brasil. Observaram-se compostos orgânicos mais estáveis e menos solúveis, constatados pela maior relação entre ácidos húmicos e ácidos fúlvicos, indicando uma maior presença de formas aromáticas e hidrofóbicas. Tais resultados demonstraram menor potencial de perda de carbono por processo de lixiviação, contribuindo para a manutenção e aumento dos níveis de matéria orgânica do solo.

Resultados positivos quanto à dinâmica da matéria orgânica em sistema integrado de produção também foram relatados por Loss et al. (2014) no estado do Espírito Santo, que constataram capacidade de aumento e/ou manutenção dos níveis de carbono orgânico total do solo em sistema silvipastoril com cinco anos de idade, formado por eucalipto (*Eucalypto urograndis*) e capim colônia (*Panicum maximum*), em arranjo de 8 x 4 m. Foram observados, ainda, aumentos nos teores de carbono orgânico particulado e carbono das frações húmicas. De acordo com o estudo, a diversificação de plantas permitiu maior aporte de resíduos vegetais, promovendo acréscimos nos teores de matéria orgânica do solo.

Segundo Loss et al. (2014), aumentos verificados nos teores de substâncias húmicas podem ser explicados pela presença de serapilheira de eucalipto, que possui menor taxa de decomposição, devido ao maior teor de lignina e polifenóis.

Frações da matéria orgânica do solo que apresentam maior recalcitrância (fração humina e ácidos húmicos) possuem importante papel no sequestro de carbono, pois constituem compartimentos de maior estabilidade e apresentam maior tempo de residência no solo (LOSS et al., 2014). O maior aporte de resíduos vegetais resultante da associação entre gramíneas e árvores, no sistema silvipastoril, também foi responsável pelo aumento no conteúdo de carbono lábil no estudo em questão. Esses aumentos foram correlacionados a melhoria da qualidade física do solo observada no sistema integrado, que apresentou aumento no volume total de poros e na agregação.

Sistema de ILPF formado por linhas triplas de eucalipto *urograndis*, com cultivo de soja seguido por cultivo de milho consorciado com braquiária (*Urochloa brizantha*) entre os renques, foi estudado por Conceição et al. (2017) na zona de transição Cerrado/Amazônia após três anos de estabelecimento. Os autores compararam os estoques de carbono orgânico do solo entre o sistema ILPF, plantio direto, monocultivo de capim e monocultivo de eucalipto em Mato Grosso, Brasil. Foram observados ganhos de 15, 13, 9 e 8% no conteúdo de carbono para os sistemas ILPF, monocultivo de eucalipto, pastagem (monocultivo de capim) e plantio direto, respectivamente. Os teores de carbono orgânico total variaram de 17,2 a 38,4 g kg⁻¹. Conceição et al. (2017) relacionaram o aumento dos níveis de carbono orgânico do solo em sistema ILPF à maior entrada de resíduos vegetais, favorecida pela combinação de árvores, pastagens e culturas em uma mesma área de produção. Tal resultado, de acordo com o estudo, possibilita maior biomassa e atividade microbiana, além de contribuir com o sequestro de carbono e melhorar a ciclagem de nutrientes.

Assmann et al. (2013) avaliaram a influência de diferentes intensidades de pastejo sobre a matéria orgânica do solo em sistema integrado (lavoura-pecuária) com nove anos de idade, localizado no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O sistema integrado foi formado por pastagem de aveia preta (*Avena sativa*) e azevém (*Lolium multiflorum*), na safra de inverno, e soja (*Glycine max*), na safra de verão. Os autores constataram que diferentes níveis de produção de resíduos de plantas, resultantes de maiores ou menores intensidades de pastejo, alteraram o aporte de carbono no solo. Segundo o estudo, intensidades de pastejo que mantiveram a forragem entre 20 e 40 cm de altura elevaram o conteúdo de carbono orgânico total

e carbono orgânico particulado (carbono lábil) em níveis semelhantes aos observados em sistema não pastejado.

Assmann et al. (2013) verificaram, ainda, que estoques mais baixos de carbono orgânico particulado, observados em área de maior intensidade de pastejo, são resultantes de uma menor produção de resíduos, comprometendo a sustentabilidade do sistema. De acordo com Vergutz et al. (2010), frações menos recalcitrantes de carbono apresentam maior sensibilidade às alterações de manejo e uso da terra, constituindo importantes indicadores de sustentabilidade.

Diante de resultados obtidos experimentalmente, Assmann et al. (2013) inferiram que sistemas integrados de produção, manejados corretamente, contribuem com a elevação dos estoques de carbono orgânico total e particulado. Tal processo decorre da maior produção de resíduos orgânicos, que contribuem com a sustentabilidade da produção agropecuária, já que o maior incremento de carbono lábil reduz a oxidação da matéria orgânica presente no solo, elevando o estoque de carbono e conseqüentemente a qualidade do solo. Aumento no teor de carbono lábil foi reportado por Loss et al. (2014) em sistema silvipartoril.

Considerações Finais

Acúmulo ou manutenção dos teores de carbono orgânico do solo podem ser obtidos por meio do cultivo de sistemas de ILPF. Algumas práticas citadas por Oliveira et al. (2018), como o não revolvimento do solo, aportes contínuos de biomassa, manutenção da cobertura do solo e a reposição de nutrientes promovem aumentos nos níveis de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, melhoram a qualidade do solo e permitem a sustentabilidade dos sistemas de produção. O não revolvimento do solo possibilita a manutenção da qualidade física, enquanto os aportes de biomassa permitem maior acúmulo de carbono. A manutenção da cobertura previne a ocorrência de processos erosivos, já a reposição dos nutrientes favorece o equilíbrio entre nutrientes que resulta em uma maior produção vegetal.

O maior aporte de biomassa nos sistemas integrados permite ganhos ou manutenção dos estoques de carbono orgânico do solo. A presença de árvores no sistema aumenta a deposição de serapilheira e favorece a ciclagem de nutrientes por meio do amplo desenvolvimento radicular deste componente. O componente

forrageiro apresenta, de acordo com Oliveira et al. (2018), capacidade de produção de aproximadamente 10 Mg ha⁻¹ apenas de biomassa radicular em condições tropicais, representando elevado aporte de material vegetal ao solo. O componente lavoura constitui importante entrada de nutrientes por ocasião do manejo com maior utilização de fertilizantes químicos. Além disso, a utilização de leguminosas como componente agrícola, permite a entrada de biomassa de composição química de menor recalcitrância (BINI et al., 2018), favorecendo a ciclagem de nutrientes, além de promover maior entrada de nitrogênio (N) no sistema por meio do processo de fixação biológica de N.

A associação dos diferentes componentes de produção possibilita, portanto, maior aporte de biomassa vegetal e consequente melhoria da cobertura do solo. Além disso, a diversificação de espécies aumenta a biodiversidade do sistema, que melhora a qualidade dos resíduos vegetais aportados no solo, promovendo maior qualidade física, química e biológica do solo. Neste contexto, a dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas de ILPF é caracterizada pelo aumento dos teores de carbono orgânico total, carbono lábil e carbono das substâncias húmicas.

Referências

- ASSMANN, J.M.; ANGHINONI, I.; MARTINS, A.P.; ANDRADE, S.E.V.G.; CECAGNO, D.; CARLOS, F.S.; CARVALHO, P.C.F. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop–livestock system under no-tillage in southern Brazil. *Agriculture, ecosystems & environment*, 190:52-59, 2014.
- BALDOTTO, M.A.; BALDOTTO, L.E.B. Relationships between soil quality indicators, redox properties, and bioactivity of humic substances of soils under integrated farming, livestock, and forestry. *Revista Ceres*, 65:373-380, 2018.
- BALDOTTO, M.A.; VIEIRA, E.M.; SOUZA, D.O.; BALDOTTO, L.E.B. Estoque e frações de carbono orgânico e fertilidade de solo sob floresta, agricultura e pecuária. *Revista Ceres*, 62:301-309, 2015.
- BINI, D.; SANTOS, C.A. D.; SILVA, M.C.P.D.; BONFIM, J.A.; CARDOSO, E.J.B.N. Intercropping *Acacia mangium* stimulates AMF colonization and soil phosphatase activity in *Eucalyptus grandis*. *Scientia Agricola*, 75:102-110, 2018.
- BORDRON, B.; ROBIN, A.; OLIVEIRA, I. R.; GUILLEMOT, J.; LACLAU, J. P.; JOURDAN, C.; Nouvellona, Y.; ABREU-JUNIOR, C.H.; TRIVELINE, P.C.O.; GONÇALVES, J.L.M.; PLASSARD, C; BOUILLET, J.P. Fertilization increases the functional specialization of fine roots in deep soil layers for young *Eucalyptus grandis* trees. *Forest Ecology and Management*, 431:6-16, 2018.
- CALIL, F.N.; LIMA, N.L.; SILVA, R.T.; MORAES, M.D.; BARBOSA, P.V.G.; LIMA, P.A.F.; BRANDÃO, D.C.; SILVA-NETO, C.M.; CARVALHO, H.C.S.; NASCIMENTO, A.D.R. Biomass and nutrition stock of grassland and accumulated litter in a silvopastoral system with Cerrado species. *African Journal of Agricultural Research*, 11:3701-3709, 2016.
- CONCEIÇÃO, M.C.; MATOS, E.D.S.; BIDONE, E.D.; RODRIGUES, R.; CORDEIRO, R.C. Changes in soil carbon stocks under Integrated Crop-Livestock-Forest system in the Brazilian Amazon Region. *Agricultural Sciences*, 8:904-913, 2017.
- COSER, T.R.; FIGUEIREDO, C.C.; JOVANOVIC, B.; MOREIRA, T.N.; LEITE, G.G.; CABRAL FILHO, S.L.S.; KATOA, E.; MALAQUIAS, J.V.; MARCHÃO, R.L. Short-term buildup of carbon from a low-productivity pastureland to an agrisilviculture system in the Brazilian savannah. *Agricultural systems*, 166:184-195, 2018.
- LANA, Â.M.Q.; LANA, R.M.Q.; LEMES, E.M.; REIS, G.L.; MOREIRA, G.H.F.A. Influence of native or exotic trees on soil fertility in decades of silvopastoral system at the Brazilian savannah biome. *Agroforestry systems*, 92:415-424, 2018.
- LOSS, A.; RIBEIRO, E.C.; PEREIRA, M.G.; COSTA, E.M. Atributos físicos e químicos do solo em sistemas de consórcio e sucessão de lavoura, pastagem e silvipastoril em Santa Teresa, ES. *Bioscience Journal*, 30:1347-1357, 2014.

MORAES, A.D.; CARVALHO, P.C.D.F.; LUSTOSA, S.B.C.; LANG, C.R.; DEISS, L. Research on integrated crop-livestock systems in Brazil. *Revista Ciência Agronômica*, 45:1024-1031, 2014.

OLIVEIRA, A.M.; ROCHA, E.C.; BARRETTO, V.C.M.; PELÁ, A.; SILVA, A. Evaluation and comparison of soil under integrated crop-livestock-forest system in the southeast of Gois, Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 10:4461-4468, 2015.

OLIVEIRA, J.M.; MADARI, B.E.; CARVALHO, M.T.M.; ASSIS, P.C.R.; SILVEIRA, A.L.R.; LIMA, M.L.; WRUCK, F.J.; MEDEIROS, J.C.; MACHADO, P.L.O.A. Integrated farming systems for improving soil carbon balance in the southern Amazon of Brazil. *Regional environmental change*, 18:105-116, 2018.

OSÓRIO, R.M.L. & AZEVEDO, D.B. Percepções dos Especialistas Frente às Mudanças Climáticas: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta como Alternativa Sustentável à Produção de Alimentos, Fibras e Energia no Agronegócio. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 7:257-278, 2014.

PINHEIRO, R.C.; BOUILLET, J.P.; BORDRON, B.; ALÓ, L.L.; COSTA, V.E.; ALVARES, C.A.; KAREL MEERSCHKE, V.D.; STAPE, J.L.; GUERRIN, I.A.; LACLAU, J.P. Distance from the trunk and depth of uptake of labelled nitrate for dominant and suppressed trees in Brazilian Eucalyptus plantations: Consequences for fertilization practices. *Forest Ecology and Management*, 447:95-104, 2019.

PINHEIRO, R.C.; DEUS JR, J.C.; NOUVELLON, Y.; CAMPOE, O.C.; STAPE, J.L.; ALÓ, L.L.; GUERRINI, I.A.; JOURDAN, C.; LACLAU, J.P. A fast exploration of very deep soil layers by Eucalyptus seedlings and clones in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 366:143-152, 2016.

SACRAMENTO, J.A.A.S.D.; ARAÚJO, A.C.D.M.; ESCOBAR, M.E.O.; XAVIER, F.A.D.S.; CAVALCANTE, A.C.R.; OLIVEIRA, T.S.D. Soil carbon and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37:784-795, 2013.

SANTOS, J.P.O.; XAVIER, M.A.; SILVA FILHO, J.A.; BATISTA, M.C.; ROLIM NETO, F.C. Potentialities of the use of agroforestry systems in the brazilian semi-arid region. *Colloquium Agrariae*, 14:163-171 2018.

SILVA, A.R.; SALES, A.; VELOSO, C.A.C. Atributos físicos e disponibilidade de carbono do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), Homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará, Brasil. *Revista AGROTEC*, 37:96-104, 2016.

SILVA, A.R.; SALES, A.; VELOSO, C.A.C.; CARVALHO, E. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica de um latossolo amarelo sob sistemas integração lavoura-pecuária-floresta. *Journal of Agronomic Sciences*, 4:144-157, 2015.

SILVA, H.R.; FERREIRA, J.L.S.; NEVES, F. Serapilheira acumulada de eucalipto em sistema integrado de Lavoura-Pecuária-Floresta. *Revista Agrotecnologia*, 9:74-82, 2018.

SILVA, R.A.; CRESTE, J.E.; MEDRADO, M.J.S.; MAREGA, I. Sistemas integrados de produção—O novo desafio para a agropecuária brasileira. *Colloquium Agrariae*, 10:55-68, 2014.

STOCKMANN, U.; ADAMS, M. A.; CRAWFORDA, J. W.; FIELDA, D. J.; HENAKAARCHCHI, N.; JENKINS, M.; MINASNYA, B.; MCBRATNEYA, A. B.; COURCELLES, V. R.; SINGHA, K.; WHEELER, I.; ABBOTT, L.; ANGERS, D. A.; BALDOCK, J.; BIRDE, M.; BROOKES, P. C.; CHENUG, C.; JASTROWH, J. D.; LAL, R.; LEHMANN, J.; O'DONNELL, A. G.; PARTON, W. J.; WHITEHEAD, D.; ZIMMERMANN, M. The knowns, know nunknows and of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 164:80-99, 2013.

TONUCCI, R.G.; NAIR, P.K.; NAIR, V.D.; GARCIA, R.; BERNARDINO, F.S. Soil carbon storage in silvopasture and related land-use systems in the Brazilian Cerrado. *Journal of environmental quality*, 40:833-841, 2011.

TORRES, C.M.M.E.; JACOVINE, L.A.G.; OLIVEIRA NETO, S.N.; BRIANEZI, D.; ALVES, E.B.B.M. Sistemas Agroflorestais no Brasil: Uma abordagem sobre a estocagem de carbono. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 34:235-244, 2014.

TORRES, J.L.R.; ASSIS, R.L.; LOSS, A. Evolução entre os sistemas de produção agropecuária no Cerrado: convencional, Barreirão, Santa Fé e Integração Lavoura-Pecuária. *Informe Agropecuário*, 39:7-17, 2018.

VERGUTZ, L.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; BARROS, N.F.; NUNES, T.N.; PIAU, A.A.M. Mudanças na matéria orgânica do solo causadas pelo tempo de adoção de um sistema agrossilvopastoril com eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:43-57, 2010.

Publicado na Revista Vozes dos Vales - www.ufvjm.edu.br/vozes em: 05/2020

Revista Científica Vozes dos Vales - Ufvjm - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

www.facebook.com/revistavozesdosvales

UFVJM: 120.2.095-2011 - QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524 - ISSN: 2238-6424