



SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULINÍTICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA EM
MANEJO CONSERVACIONISTA

*CARBON SEQUESTRATION FROM A KAOLINITIC OXISOL UNDER FLAXSEED IN
CONSERVATIONIST MANAGEMENT*

Joyce Castro Xavier Galego¹, Rafael Costa Ferreira², Carla Eloize Carducci³

e341324

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i4.1324>

PUBLICADO: 04/2022

RESUMO

A agricultura que emprega práticas de conservação do solo, promove serviços ecossistêmicos como a mitigação dos gases de efeito estufa. O objetivo desse trabalho foi avaliar o sequestro de carbono em Latossolo Vermelho Distroférico, sob sistema de manejo conservacionista, para a produção de linhaça ao longo de três anos de cultivo. O experimento foi desenvolvido durante três anos em sistema conservacionista de manejo e utilizou-se três variedades de linhaça marrom: Caburé, Aguará e UFSC cultivados em Latossolo Vermelho Distroférico caulinitico. Foram coletadas amostras preservadas e deformadas em duas camadas contrastantes: 0-0,15 e 0,15-0,30 m. Determinou-se a densidade global do solo, o carbono orgânico total, os estoques e o sequestro de CO₂ (IPCC). Os dados foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey ($p < 0,05$). O manejo utilizado contribuiu com o estoque de carbono no solo, independente da variedade utilizada, em média, estocou-se 27 Mg C ha⁻¹ na camada de 0-0,15m e 29,8 Mg C ha⁻¹ a 0,15-0,30 m de profundidade, além de mitigar cerca de 10,48 Mg CO₂ eq ha⁻¹ em apenas três anos de cultivo, o que torna esse sistema de manejo e cultivo de linhaça ambientalmente sustentável com produções equivalente as obtidas no Sul do Brasil (0,71 Mg ha⁻¹).

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura Conservacionista. Carbono no solo. Efeito estufa. Estoque de carbono no solo

ABSTRACT

Agriculture that employs soil conservation practices promotes ecosystem services such as the mitigation of greenhouse gases. The aim of this work was to evaluate the carbon sequestration from a Latossolo Vermelho Distroférico (Haplustox) under a conservationist management system for flaxseed production over three years yield. The experiment was carried out for three years in a soil conservationist management system (no-tillage) with three brown flaxseed varieties: Caburé, Aguará and UFSC cultivated in Latossolo Vermelho. Undisturbed and disturbed soil samples were collected in two contrasting layers: 0-0.15 and 0.15-0.30 m depth. Soil bulk density, total organic carbon, stocks and CO₂ sequestration (IPCC) were determined. Data were submitted to variance analysis and Tukey's test ($p < 0.05$). The soil management used contributed to the soil carbon stock, regardless of the variety used, on average 27 Mg C ha⁻¹ was stored in the 0-0.15m layer and 29.8 Mg C ha⁻¹ at 0.15-0.30 m, in addition to mitigating an average of 10.48 Mg CO₂ eq ha⁻¹ in just three years of cultivation, which makes this management system environmentally sustainable with yields equivalent to those obtained in South region of Brazil (0,71 Mg ha⁻¹).

KEYWORDS: Agricultural Conservative. Soil carbon. Greenhouse effect. Soil carbon stock

¹ Doutoranda no programa de Pós-graduação em Agronegócio da Universidade Federal da Grande Dourados

² Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados

³ Docente do programa de Pós-graduação em Agronegócio da Universidade Federal da Grande Dourados



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULINÍTICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

RESUMÉN

La agricultura que emplea prácticas de conservación del suelo logra los servicios ecosistémicos como la mitigación de los gases de efecto estufa. El objetivo de este trabajo fue evaluar el secuestro de carbono en Latossolo Vermelho Distroférico (Latosol Rojo) bajo un sistema de manejo conservacionista para la producción de linaza durante tres años de cultivo. El experimento se realizó durante tres años en un sistema de manejo conservacionista y se utilizaron tres variedades de linaza parda: Caburé, Aguará y UFSC cultivadas en uno Latossolo Vermelho Distroférico caulínítico. Las muestras conservadas y deformadas fueron recolectados en dos estratos contrastantes: 0-0,15 y 0,15-0,30 m. Se determinaron la densidade del suelo, el carbono orgánico total, las reservas y el secuestro de CO₂ (-IPCC). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de Tukey ($p < 0,05$). El manejo contribuyó a las reservas de carbono en el suelo, independientemente de la variedad utilizada, en promedio se almacenaron 27 Mg C ha⁻¹ en el estrato 0-0,15m y 29,8 Mg C ha⁻¹ a 0,15-0,30 m de profundidad, además de mitigar cerca de 10,48 Mg CO₂ eq ha⁻¹ en solo tres años de cultivo, lo que hace que este sistema de manejo y cultivo de linaza sea ambientalmente sustentable con una producción equivalente a las que se obtienen en el Sur de Brasil (0,7Mg ha⁻¹).

PALAVRAS-CLAVE: Agricultura de Conservación. Carbono del suelo. Efecto estufa. Reserva de carbono del suelo.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura que emprega práticas de conservação do solo contribui beneficemente com a redução dos gases de efeito estufa, promovendo serviços ecossistêmicos (GONÇALVES *et al.*, 2018), por estocar no solo o carbono que seria lançado a atmosfera. O carbono pode ser dividido quimicamente em ácidos orgânicos e fisicamente de acordo com o tamanho das partículas orgânicas. Estes componentes atuam na estabilização dos agregados e ciclagem de nutrientes, devido a sua persistência e labilidade no solo diferenciada (ZINN *et al.*, 2007; COSTA JUNIOR *et al.*, 2012; ZINN *et al.*, 2018). Quando associada ao crescimento das raízes de plantas os efeitos na qualidade química e física do solo são pronunciados, devido ao sinergismo presente entre o crescimento e distribuição de raízes (efeito físico) com a renovação dessas e a exsudação dos compostos orgânicos (efeito químico) (SILVA *et al.*, 2013; SALTON *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2016).

Nesse sentido, há trabalhos que validaram a importância da manutenção do material orgânico sobre a superfície do solo, sua composição, estoque de carbono e sua capacidade de sequestrar o carbono atmosférico (CO₂) gira em torno de $2,7 \pm 0,02$ Pg C a 0-0,20 m de profundidade, pelo uso de sistemas agrícolas conservacionistas (SILVA *et al.*, 2013; INAGAKI *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2018).

Quanto maior o conteúdo de resíduo vegetal depositado no solo, espera-se que maiores sejam os estoques de carbono. No entanto, o conteúdo de carbono pode ser facilmente modificado pelas: condições climáticas, com períodos prolongados de altas temperaturas, como na região do Cerrado brasileiro; tipo e quantidade de resíduo formado sobre o solo, sendo que quanto menor a relação C/N mais rápida é a decomposição do material orgânico proveniente de plantas leguminosas e oleaginosas, por exemplo, como a linhaça; tipo e conteúdo de argila, mineralogia do solo e,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULÍNICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

especialmente, as práticas de manejo (ZINN *et al.*, 2007; SALTON *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2013; ZINN *et al.*, 2018).

Sistemas de manejo que empregam práticas de conservação/proteção ao solo como: cobertura vegetal, não revolvimento ou revolvimento mínimo, terracimento, rotação de culturas, culturas em faixas (diversificação de culturas), sistemas integrados de produção, entre outras, podem elevar o conteúdo de resíduos depositados sobre a superfície do solo, com diferentes taxas de decomposição. Esses sistemas possuem efeitos benéficos no sequestro de carbono em profundidade, além da formação de bioporos, que atua na melhoria da dinâmica água-ar no solo funcionando como sítios ou “pool” de sequestro de carbono, pela atividade biológica (bioporo se torna um habitat), também propicia a formação de caminhos para as novas raízes, ou seja, minimiza algum grau de compactação do solo (LIMA *et al.*, 2012; COSTA JUNIOR *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2013).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o sequestro de carbono de um Latossolo Vermelho Distroférico, sob sistema de manejo conservacionista, para a produção de linhaça ao longo de três anos de cultivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos de 2017 a 2019 na fazenda experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, que tem por coordenadas: geográficas 22º 13' 16" S e 54º 48' 20" W e altitude de 430 m, a fazenda está inserida em área de produção agrícola de larga escala na região. O clima da região segundo Köppen é do tipo Aw, mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos secos, temperatura média anual de 26°C e pluviosidade média anual de 1450 mm (ALVARES *et al.*, 2013).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf) de textura muito argilosa e mineralogia caulínica, com boa fertilidade (Tabela 1 e 2) (Santos *et al.*, 2018).

Tabela 1. Granulometria e ataque sulfúrico do Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf), horizonte Bw.

	Argila	Areia	Silte	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	Ki	Kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃
LVdfg kg ⁻¹										
	670	150,2	180,7	238,1	199,2	232,9	14,2	2,1	2,03	1,16	1,34

Para caracterização da fertilidade do Latossolo, foram realizadas análises químicas nos três anos de cultivo da linhaça em sistema conservacionista de manejo na camada 0-0,20 m de profundidade (Tabela 2).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULINÍTICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

Tabela 2. Análise química do Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf) na camada de 0-0,20 m profundidade submetido ao cultivo de linhaça em sistema conservacionista por três safras (2017-2019).

Ano	pH	K	P	Ca	Mg	Al	H+A	SB	t	T	V	m	M.O	P-
		...mg dm ⁻³cmolc dm ⁻³%.....		dag kg ⁻¹ mg L ⁻¹		
201	6,	293,6	31,2	49,	2,0	0,0	2,32	7,7	7,8	10,0	76,9	0,6	2,17	30,65
201	6,	282,3	30,0	7,3	2,2	0,0	2,86	10,	10,3	13,1	78,3	0,3	2,73	22,86
201	6,	316,9	17,6	4,6	1,8	0,1	1,54	7,3	7,42	8,86	82,6	1,3	2,52	18,49

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores: as variedades: Aguará e Caburé provenientes do instituto nacional de tecnologia Agropecuária (INTA) da Argentina e UFSC – Brasil/Epagri-SC, todas de coloração marrom-avermelhada e o segundo fator: as profundidades, estas detectadas via análise visual da estrutura do solo, com três repetições. A área total do experimento correspondeu a 270 m² equivalente a 24 parcelas, para eliminar possíveis interferências entre as parcelas, à bordadura correspondeu a duas linhas das extremidades e as três últimas plantas.

No primeiro ano de instalação do experimento, em 2017, foi necessária a aração (2 passadas) em área total para controle de plantas espontâneas, homogeneização dos agregados do solo e quebra de histórico de tensões e reservatório ou “pools” de carbono (arado de disco: disco 28’, ação 0,35m), além da reposição de fósforo (12 g m⁻² formulado [8-20-20]) devido à alta adsorção característica dos Latossolos brasileiros (KER, 1997). Nos anos subsequentes não foi realizado esse procedimento.

A semeadura nos três anos foi realizada na segunda quinzena de abril, de forma manual e direta, com espaçamento entre linhas de 0,37 m e 0,02 m entre plantas. Em ambos os anos foi adicionado 3,9 Mg ha⁻¹ de feno de aveia (*Avena sativa*) sobre a superfície do solo, como fonte de material orgânico e proteção contra erosão e a técnica de pousio na entressafra da linhaça, utilizou-se também o feijão guandu como quebra-ventos ao redor do experimento.

As variáveis climáticas foram monitoradas semanalmente: precipitação, temperatura máxima e mínima (HOBO) por meio de pluviômetros e sensores de temperatura instalados na área, além de dados obtidos da estação meteorológica da Embrapa-CPAO.

A partir da avaliação das unidades estruturais do solo pela técnica de análise visual (VESS - *Visual Examination of Soil Structure*) (Moncada *et al.*, 2015) definiram-se duas camadas de contraste morfológico bem definido pelo manejo: 0-0,15 m (Q1) e 0,15-0,30 m (Q2 a Q3) de profundidade com escores visuais na médias dos três anos avaliados de 1,38; 1,55 e 1,65 para Caburé, Aguará e UFSC, respectivamente. Valores maiores que > 2 indicam um solo com risco médio de degradação (MONCADA *et al.*, 2015).

Amostras de solo com estrutura preservada em anéis volumétricos ($\approx 95 \text{ cm}^3$) foram coletadas nas camadas identificadas pela VESS para determinação da densidade global do solo,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULINÍTICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

também foram coletadas amostras em blocos, estes passaram por um conjunto de peneiras de 9,52, 4,76 e 2 mm, sendo o conteúdo de solo que passou pela última peneira, foi utilizada para a determinação do carbono orgânico total pelo método de oxidação propostos por Teixeira et al., (2017), em seguida foi determinado o estoque de carbono do solo por meio da equação 1:

$$\text{EstC} = \frac{\text{COT} \times \text{Ds} \times \text{E}}{100} \quad (1)$$

Em que: EstC = estoque de C total (kg C m⁻²); COT = conteúdo de carbono total (g kg⁻¹); Ds = densidade do solo (g cm⁻³) determinada pelo método do anel volumétrico (Teixeira et al., 2017); E = espessura da camada de solo (cm) (Silva et al., 2013; Chen et al., 2018). Determinou-se também o índice de qualidade estrutural com base no carbono orgânico do solo e sua relação com a granulometria de acordo com Moncada et al. (2015):

$$\text{Sti} (\%) = \frac{1,72 \times \text{COT} \times 100}{\text{Argila} + \text{Silte}} \quad (2)$$

Onde: Sti = Índice de qualidade estrutural (%): >9% carbono suficiente para a agregação do solo; 7% baixo risco de degradação; 7-5% alto risco; < 5% degradado de acordo com Moncada et al., (2015). COT = conteúdo de carbono orgânico total (g kg⁻¹), conteúdo de argila e silte em g kg⁻¹.

Calculou-se também com base no estoque de carbono no solo o conteúdo de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) fixado no solo, ou seja, o sequestro do carbono atmosférico (IPCC, 2019) de acordo com a equação:

$$\text{CO}_2 \text{ eq} = 3,67 \times \text{EC}$$

CO₂ eq: sequestro de dióxido de carbono equivalente (Mg CO₂ ha⁻¹);

EC: estoque de carbono orgânico total (Mg C ha⁻¹).

Concomitante as análises físicas e químicas do solo, determinou-se o rendimento da cultura de acordo com a massa de grãos produzida por área (kg ha⁻¹) e a massa de 100 grãos (KOHN et al., 2016).

As inferências estatísticas foram realizadas a 5% de probabilidade, sendo pertinentes, os testes de médias foram realizados de acordo com Tukey (p<0,05) utilizando o programa Sisvar (FERREIRA et al., 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Monitoramento meteorológico durante os três anos de cultivo da linhaça

Durante os três anos de cultivo verificou-se irregularidades na distribuição de chuvas na região de estudo, com maior ocorrência das precipitações no mês de abril, maio e início de junho com posterior redução nos meses de junho e julho, típico do clima Aw da região (ALVARES et al., 2013)



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULÍNICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

(Figura 1). As precipitações acumuladas durante o ciclo da cultura (≈ 130 dias) variaram entre os anos, de 265, 372 e 185 mm, respectivamente em 2017, 2018 e 2019 (Figura 1).

Nos meses de inverno: junho e julho registrou-se a menor ocorrência de precipitações, esse período coincidiu com a fase final de enchimento dos grãos de linhaça, no entanto, é importante ressaltar que o estresse hídrico nesse momento pode prejudicar a produção, visto que a linhaça exige precipitação anual acima de 400 mm (BOSCO *et al.*, 2020).

Com relação à temperatura estas se mantiveram semelhantes ao longo dos anos, em 2017 a menor temperatura registrada ocorreu em julho (8°C) e a máxima em setembro (36°C), já em 2018 registou a mínima (7°C) e a máxima (33°C) em maio, e em 2019 a mínima temperatura (7°C) ocorreu em julho e a máxima (35°C) em setembro (Figura 1). As temperaturas mínimas estiveram acima da temperatura basal inferior da linhaça ($4,8^{\circ}\text{C}$) e se mantiveram com temperaturas próximas a 20°C (Figura 1) e, conseqüentemente, a menor amplitude térmica e o maior fotoperíodo (≈ 12 h dia) (STANCK *et al.*, 2017; BOSCO *et al.*, 2020) pode ter contribuído no processo de enchimento de grãos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULÍNICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

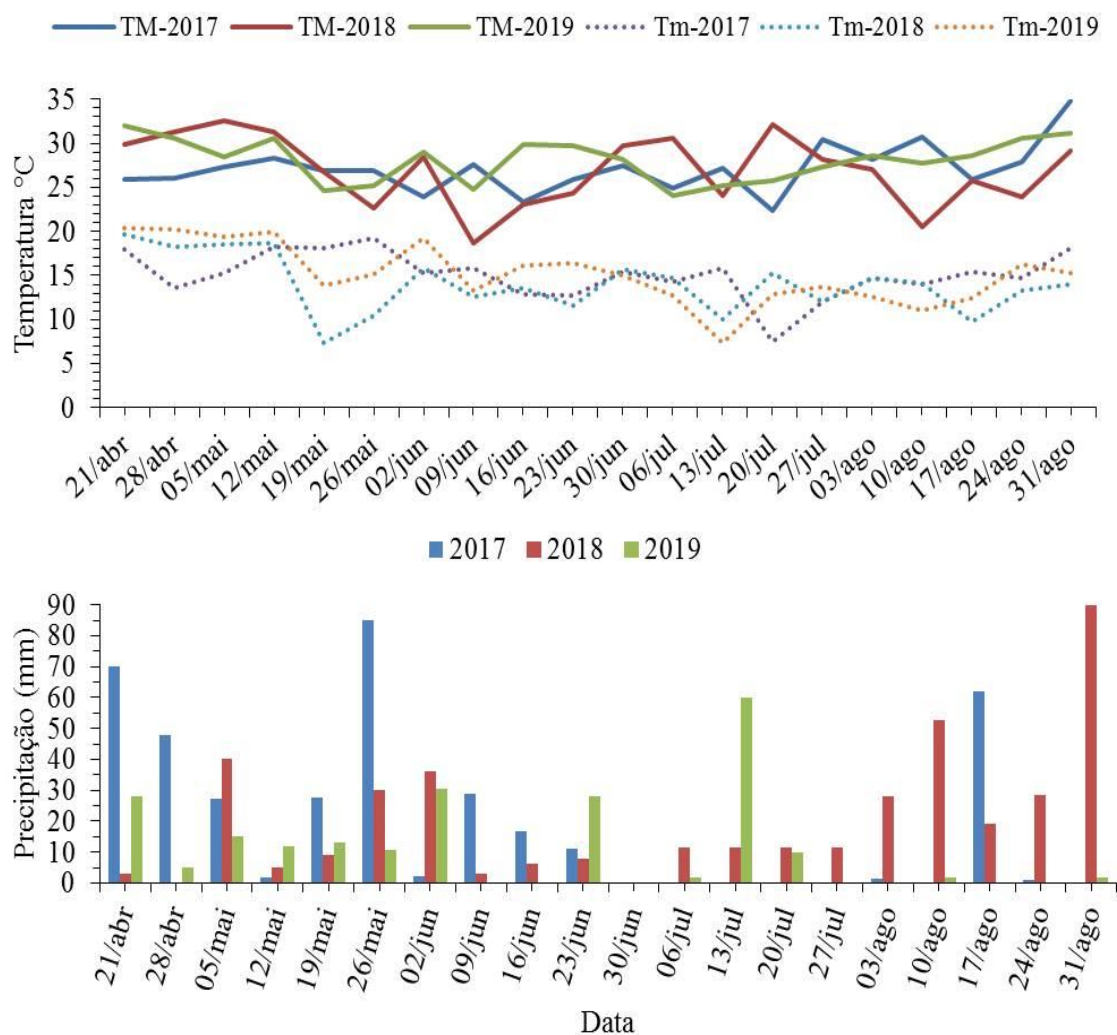


Figura 1. Dados meteorológicos: precipitação (mm), TM: temperatura máxima e Tm: temperatura mínima durante os anos 2017, 2018 e 2019. A partir de pluviômetros instalados na área experimental e de dados de temperatura obtidos da estação automática Embrapa-CPAO, Dourados-MS instalada próxima ao experimento.

Monitoramento do carbono orgânico durante os três anos de cultivo da linhaça

O conteúdo de carbono total (COT) variou entre os anos de cultivo e apresentou valores semelhantes entre as variedades de linhaça, ou seja, elas contribuíram com quantidades semelhantes de resíduos decíduais (Tabela 3). O maior COT ocorreu para o ano de 2019, independente da variedade e profundidade, provavelmente influenciado pelo sistema de manejo do solo, que ao longo do tempo contribuiu para a manutenção dos resíduos da linhaça em diferentes graus de decomposição no solo. Fato também observado por Carducci *et al.*, (2017) e Kohn *et al.*, (2020) em Cambissolo sob o cultivo das mesmas variedades de linhaça desse estudo.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULINÍTICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

Tabela 3. Carbono orgânico total (COT, g kg⁻¹), estoque de carbono (Est, kg C m⁻²), CO₂ eq – sequestrado (Mg CO₂ ha⁻¹) e índice de qualidade estrutural (Sti, %) em duas camadas contrastantes (0-0,15 e 0,15-0,30 m) do Latossolo Vermelho Distroférico, sob cultivo de três variedades de linhaça: Caburé, Aguará e UFSC em três anos de cultivo: 2017, 2018 e 2019 em sistema conservacionista de manejo do solo.

Tratamentos	COT (g kg ⁻¹)*					
	0-0,15 m			0,15-0,30 m		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Caburé	12,59a	20,93a	24,36a	12,54a	10,09a	22,58 ^a
Aguará	12,52a	14,54b	21,78a	12,59a	14,59b	22,96 ^a
UFSC	12,57a	19,88a	23,56a	12,58a	12,95a	21,54 ^a
	Est (kg C m ⁻²)*					
Caburé	2,70b	1,38b	4,77a	2,38b	2,12b	5,68 a
Aguará	2,65b	1,31b	4,03a	2,49b	1,97b	3,47 a
UFSC	2,55b	1,34b	3,80a	2,32b	2,75b	3,67 ^a
	CO ₂ eq - sequestrado (Mg CO ₂ ha ⁻¹)*					
Caburé	9,91b	5,06b	17,51a	8,73b	7,78b	20,85 ^a
Aguará	9,73b	4,81b	14,79a	9,14b	7,23b	12,74 ^a
UFSC	9,36b	4,92b	13,95a	8,51b	10,09b	13,47 ^a
	Sti (%)*					
Caburé	2,54a	4,23a	4,92a	2,55a	2,04a	4,56 ^a
Aguará	2,53a	0,92b	4,40a	2,54a	0,93b	4,64 ^a
UFSC	2,55a	4,02a	4,76a	2,56a	2,62a	4,35 ^a

*significativo (p<0,05). Letras minúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O estoque de carbono no solo (Est) foi significativo para o ano de 2019 ultrapassando 4 kg m⁻², o que equivale em média 40 Mg ha⁻¹ de carbono estocado a 0,15 m de profundidade e 42,73 Mg ha⁻¹ estocado na camada de 0,15-0,30 m. No entanto, valores maiores de estoque de carbono (>50 Mg ha⁻¹) foram encontrados por Salton *et al.* (2008), Silva *et al.* (2013), Gonçalves *et al.* (2018), Gonçalves *et al.* (2019), em sistemas de manejo que empregavam um número maior de práticas conservacionistas do solo, além do tempo de implantação das lavouras que foram superiores a 3 anos, prazo monitorado neste estudo específico.

Apesar do pouco do pouco tempo de cultivo (3 safras), o sistema de produção de linhaça em manejo conservacionista foi capaz de sequestrar em média 10,47 Mg CO₂ ha⁻¹, (Tabela 3) corroborando com a agricultura conservacionista, capaz de produzir em larga escala e mitigar a emissão de gases de efeito estufa como o dióxido de carbono (CO₂), valores superiores aos encontrados nesse trabalho, foram observados em sistemas de produção de soja de longo período (>10 anos) (GONÇALVES *et al.*, 2018; INAGAKI *et al.*, 2019; GONÇALVES *et al.*, 2019).

Com relação ao índice de qualidade estrutural (Sti, %) que leva em consideração os valores de carbono orgânico presentes no solo, o Latossolo Vermelho sob cultivo conservacionista apresentou valores abaixo de 5% (Tabela 3) o que equivale ao processo de degradação de acordo com Reynolds *et al.* (2009) citado por Moncada *et al.* (2015). No entanto, essa análise foi



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULINÍFICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

desenvolvida para aplicação em solos de clima temperado que apresentam geneticamente alto carbono orgânico total (COT) e quando submetidos aos sistemas de manejo, ocorre a redução de parte do carbono presente nesses solos, alterando significativamente a estrutura desses solos presentes em clima temperado. Fato este não observado em solos de clima tropical que tem a mineralogia, o conteúdo de argila e o tipo de estrutura como fatores significativos, que protegem e minimizam a susceptibilidade a degradação da matéria orgânica, bem como, a estrutura original (FERREIRA *et al.*, 1999; ZINN *et al.* 2007; SILVA *et al.* 2016; ZINN *et al.*, 2018).

Entretanto, estudos futuros serão necessários para validar essa ferramenta de avaliação de qualidade estrutural para solos sob clima tropical, que naturalmente apresentam menor conteúdo de COT (ZINN *et al.*, 2007; ZINN *et al.*, 2018), porém excepcional qualidade estrutural quando em condição natural (FERREIRA *et al.*, 1999) e/ou submetidos a sistemas de manejo do solo com multi práticas conservacionistas (SILVA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2016; GONÇALVES *et al.*, 2019; CARDUCCI *et al.*, 2021). De acordo com Xavier *et al.*, (2018) esse mesmo Latossolo Vermelho sob o cultivo de diferentes variedades de linhaça, apresentou boa qualidade estrutural, quando avaliados os atributos físicos e hídricos, e o sistema de manejo conservacionista do solo favoreceu a qualidade dos grãos de linhaça marrom (GARCIA *et al.*, 2020).

Produtividade das variedades de linhaça durante os três anos de cultivo da linhaça

Houve diferença significativa entre os anos para o rendimento da cultura e a maior produção de grãos de linhaça foi registrada em 2018. A massa dos grãos variou entre os anos com os maiores valores registrados para 2017 (Tabela 4).

Vale ressaltar que os fatores climáticos como a precipitação e fotoperíodo influenciam diretamente no florescimento e, conseqüentemente no desenvolvimento dos grãos. A linhaça é uma planta de dia longo, como observado por Bosco *et al.* (2020), além disso a maior produtividade em 2018 coincidiu com o melhor regime hídrico monitorado na região do estudo (Figura 1). As demais produções obtidas em 2017 e 2019 (Tabela 4) são semelhantes as obtidas no estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em média 0,71 Mg ha⁻¹ (STANCK *et al.*, 2017; BOSCO *et al.*, 2020).

Tabela 4. Rendimento (kg ha⁻¹) e massa de 100grãos (g) de três genótipos de linhaça: Caburé, Aguará e UFSC cultivados em Latossolo Vermelho Distroférico em três anos de cultivo: 2017, 2018 e 2019 em sistema conservacionista de manejo do solo.

Tratamentos	Rendimento (kg ha ⁻¹)**			Massa 100 grãos (g)**		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Caburé	115±30,74b	831±92,33a	67±38,32b	0,90±0,37a	0,46±0,01b	0,45±0,003b
Aguará	133±58,43b	1116±43,86a	126±48,02b	0,61±0,25a	0,53±0,03a	0,47±0,02a
UFSC	179±79,07b	920±17,32a	162±101b	0,84±0,13a	0,46±0,002b	0,46±0,004b

*significativo (p<0,05); ** significativo(p<0,01); ***significativo (p<0,001). Letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Valores após '±' indica o desvio padrão da média.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULINÍFICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

Ainda nesse sentido, Carducci *et al.* (2021) ao avaliarem as condições edafoclimáticas de dois ambientes de produção de linhaça no país, verificaram que a diversidade de solo e clima alteraram a produção dos grãos de linhaça, ou seja, as condições edafoclimáticas e agrônômicas influenciam diretamente na produtividade dos grãos (BOSCO *et al.*, 2020)

4 CONCLUSÃO

O manejo utilizado, empregou algumas práticas conservacionistas ao longo do tempo como: semeadura direta, manutenção de palhada na superfície do solo, correções químicas de acordo com a análise de solo entre outras, contribuiu efetivamente para o estoque de carbono, independente da variedade utilizada mesmo a linhaça sendo uma cultura de baixa relação C/N (oleaginosa), ou seja, decompõe seus resíduos mais rapidamente ao longo do tempo.

A cultura contribuiu com estoques de carbono na ordem de 27 Mg C ha⁻¹ nos primeiros 15 cm de solo e 29,8 Mg C ha⁻¹ a 0,15-0,30 m, ou seja, em subsuperfície do solo, além de mitigar em média 10,48 Mg CO₂ eq ha⁻¹ em apenas três anos de cultivo, o que torna esse sistema de manejo e cultivo de linhaça ambientalmente sustentáveis com produções equivalente as obtidas no Sul do Brasil (0,71 Mg ha⁻¹). Entretanto faz-se necessário estudos mais prologados e associados a outras culturas de interesse econômico da região para determinar a persistência dos estoques de carbono no solo e, conseqüentemente, futura participação no mercado de crédito de carbono.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DEMORAES, J. L. G.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BOSCO, L. C.; BECKER, D.; STANCK, L. T.; CARDUCCI, C. E.; HARTHMANN, O. E. L. Linking meteorological conditions to linseed productivity and phenology in agroecosystems of Southern Brazil. **Journal of Brazilian development**, v. 6, n. 5, p. 24838-24868, 2020.
- CARDUCCI, C. E.; BOSCO, L. C.; KOHN, L. S.; BARBOSA, J. S.; BENEVENUTE, P. A. N.; REGAZOLLI, G. H. M. Dinâmica da água em Cambissolo Húmico sob cultivo do linho no planalto catarinense. **Scientia Agraria**, v.18, n. 1, p. 01-11, 2017.
- CARDUCCI, C. E.; BOSCO, L. C.; SCHOENINGER, V.; HIGASHIKAWA, F. S.; FERREIRA, R. C.; XAVIER, J. C. Multivariate analysis to characterize flaxseed production environments in Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 42, n. 6, supl. 2, p. 3685-3706, 2021.
- CHEN, Y.; ZHANG, Z. S.; ZHAO, Y.; HU, Y. G.; ZHANG, D. H. Soil carbon storage along a 46-year revegetation chronosequence in a desert area of northern China. **Geoderma**, v. 325, p. 28–36, 2018.
- COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M. C.; SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P. B.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1311-1321, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULINÍTICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
EM MANEJO CONSERVACIONISTA
Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

FERREIRA, M. M.; FERNADES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 3, p. 515-524, 1999.

GARCIA, L. C.; XAVIER, J. C.; SEIXAS, F. R. F.; SCHOENINGER, V.; CARDOSO, C. A. L.; CARDUCCI, C. E. Flax seeds produced in the brazilian midwest: chemical and physical quality. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 11, n. 3, p. 39-53, jul./set. 2020.

GOLÇALVES, D. R. P.; SA, J.C. M.; MISHRA, U.; FURLAN, F. J. F.; FERREIRA, L. A.; INAGAKI, J. R.; ROMANIW, J.; FERREIRA, A. O.; BRIEDS, C. INAGA. Soil carbon inventory to quantify the impact of land use change to mitigate greenhouse gas emissions and ecosystem services. **Environmental Pollution**, 2018.

GONÇALVES, D. R.; SÁ, J. C. M.; MISHRA, U.; FORNARI, A. J.; FURLAN, F. J. F.; FERREIRA, L. A.; INAGAKI, T. M.; ROMANIW, J.; FERREIRA, A. O.; BRIEDIS, C. Conservation agriculture based on diversified and high-performance production system leads to soil carbon sequestration in subtropical environments. **Journal of Cleaner Production**, v. 219, p. 136-147, 2019.

INAGAKI, T. M.; SÁ, J. C. M.; CAIRES, E. F.; GONÇALVES, D. R. P. Why does carbon increase in highly weathered soil under no-till upon lime and gypsum use?. **Science of the Total Environment**, v. 599-600, p. 523-532, 2017.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC Good Practice Guidance for LULUCF**. Chapter 3: LUCF. 2019.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, v. 5, n. 1, p. 17-40, 1997.

KOHN, L. S.; CARDUCCI, C. E.; BARBOSA, J. S.; BOSCO, L. C.; ROSSONI, D. F. Effect of flaxseed root performance on the structural quality of a Haplumbrept under conservationist management system, in Santa Catarina, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 2523-2540, 2020.

KOHN, L. S.; CARDUCCI, C. E.; SILVA, K. C. R.; BARBOSA, J. S.; FUCKS, J. S.; BENEVENUTE, P. A. N. Desenvolvimento das raízes de linho (*Linum usitatissimum* L.) em dois anos de cultivo sobre Cambissolo Húmico. **Scientia Agraria**, v. 17, n. 1, p: 36-41, 2016.

LIMA, V. M. P.; OLIVEIRA, G. C.; SERAFIM, M. E.; CURI, N.; EVANGELISTA, A. R. Intervalo Hídrico Ótimo como Indicador de melhoria da Qualidade Estrutural de Latossolo Degradado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2012.

MONCADA, M. P.; BALL, B.; GABRIELS, D.; LOBO, L.; CORNELIS, W. Evaluation of soil physical quality index S for some tropical and temperate medium-textured soils. **Soil Science Society of American Journal**, v. 1, n. 79, p. 9-19, 2015.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 11-21, 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Brazilian soil classification**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, E. A.; OLIVEIRA, G. C.; CARDUCCI, C. E.; SILVA, B. M.; OLIVEIRA, L. M. COSTA, J. C. Doses crescentes de gesso agrícola, estabilidade de agregados e carbono orgânico em Latossolo do Cerrado sob Cafeicultura. **Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agriculture and Environmental Science**, v. 56, n. 1, p. 25-32, 2013.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

SEQUESTRO DE CARBONO DE UM LATOSSOLO CAULINÍTICO SOB CULTIVO DE LINHAÇA
 EM MANEJO CONSERVACIONISTA
 Joyce Castro Xavier Galego, Rafael Costa Ferreira, Carla Eloize Carducci

SILVA, E. A.; SILVA, S. H. G.; OLIVEIRA, G. C.; CARDUCCI, C. E. Root spatial distribution in coffee plants of different ages under conservation management system. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n. 49, p. 4970-4978, 2016.

STANCK, L.T.; BECKER, D.; BOSCO, L. C. Crescimento e produtividade de linhaça. **Agrometeoros**, v. 25, n.1, p. 249-256, 2017.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

XAVIER, J. C.; CARDUCCI, C. E.; VIANA-MORAES, E. M.; FERREIRA, R. C.; TURTT, J. C. T. Atributos Físico-Hídricos do Solo e Desempenho Agrônomo do Linho (*Linum usitatissimum* L.) sob Cultivo Conservacionista em Dourados/MS. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 100-110, 2018. ISSN 2236-7934.

ZINN, Y. L.; MARRENJO, G. J.; SILVA, C. A. Soil C:N ratios are unresponsive to land use change in Brazil: A comparative analysis. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 255, p. 62–72, 2018.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; BIGHMAN, J. M.; RESCK, D. V. S. Edaphic Controls on Soil Organic Carbon Retention in the Brazilian Cerrado: Texture and Mineralogy. **Soil Science Society of American Journal**, v. 71, p. 1204-1214, 2007.