

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

PEDRO AMIN RIVETTI

**EFEITO DE COBERTURAS VEGETAIS NO CARBONO DO SOLO E NA
PRODUTIVIDADE DO MILHO EM SEMEADURA DIRETA**

CHAPADÃO DO SUL – MS
2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

**EFEITO DE COBERTURAS VEGETAIS NO CARBONO DO SOLO E NA
PRODUTIVIDADE DO MILHO EM SEMEADURA DIRETA**

Trabalho de conclusão de curso,
apresentado a Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira
de Lima

CHAPADÃO DO SUL – MS
2026



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: **Pedro Amin Rivetti.**

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima.**

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHAREL EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul.

Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima
Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Me. Albino Furquia Mardez Vicente
Membro da Banca Examinadora

Me. Mérite Raymonde Gbenankpon Soho
Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 19 de junho de 2026.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Sebastião Ferreira de Lima, Professor do Magisterio Superior**, em 19/06/2026, às 15:11, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Albino Furquia Mardez Vicente, Usuário Externo**, em 19/06/2026, às 16:22, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Mérite Raymonde Gbenankpon Soho, Usuário Externo**, em 19/06/2026, às 16:27, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6479211** e o código CRC **6A7C0BA1**.

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Avenida Engenheiro Douglas Ribeiro Pantaleão, nº 5167

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000478/2026-34

SEI nº 6479211

Dedico aos meus pais, esta conquista.

*Vocês foram meu alicerce nos momentos difíceis, minha motivação nos dias de cansaço
e meu porto seguro diante das incertezas. Cada renúncia, cada conselho e cada gesto
de amor fizeram parte desta trajetória.*

*Nada do que conquistei até aqui seria possível sem o apoio incondicional de vocês. Este
diploma leva o meu nome, mas é fruto do esforço, do amor e dos ensinamentos que
recebi durante toda a minha vida.*

Que esta vitória seja tão de vocês quanto é minha.

Com eterna gratidão e amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me deu forças, sabedoria e serenidade para enfrentar cada desafio ao longo dessa caminhada, permitindo que eu chegasse até este momento tão importante da minha vida.

Aos meus pais, expresso minha mais profunda gratidão. Sem o amor, o apoio, os ensinamentos e os inúmeros esforços feitos por vocês, nada disso seria possível. Esta conquista também é de vocês.

Ao meu orientador, Professor Dr. Sebastião Ferreira Lima, agradeço pela orientação, paciência, confiança e pelos conhecimentos compartilhados durante a elaboração deste trabalho.

A todos os meus colegas de curso, deixo o meu sincero agradecimento. Não citarei nomes para não cometer injustiças, mas cada amizade construída, cada ajuda oferecida, cada trabalho em grupo, conversa e momento compartilhado teve grande importância na minha trajetória acadêmica.

Agradeço também aos professores da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, que contribuíram para minha formação profissional e pessoal ao longo desses anos.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada e contribuíram para que este sonho se tornasse realidade. Muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	1
INTRODUÇÃO.....	2
MATERIAL E MÉTODOS.....	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
CONCLUSÕES.....	10
REFERÊNCIAS.....	11

EFEITO DE COBERTURAS VEGETAIS NO CARBONO DO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DO MILHO EM SEMEADURA DIRETA

Resumo: O uso de coberturas vegetais aliado à semeadura direta aumenta a presença de material orgânico no solo, podendo culminar em alterações químicas, físicas e biológicas, com destaque para o aumento da matéria orgânica. O objetivo deste trabalho foi avaliar o carbono orgânico total do solo e as características fitotécnicas da cultura do milho quando submetidos a diferentes coberturas vegetais. O experimento foi conduzido na UFMS, campus de Chapadão do Sul, MS, na safra 2018/19, com o milho híbrido FS450PW, semeado em outubro de 2018. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas coberturas vegetais: crotalária (*Crotalaria juncea*), milheto (*Pennisetum americanum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), sorgo (*Sorghum bicolor*), *Urochloa brizantha*, *U. piatã*, *U. ruziziensis*, mistura de sementes (nabo forrageiro + milheto) e o pousio. Aos 60 dias após a semeadura das coberturas, coletaram-se amostras de solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm para determinação do carbono orgânico total (COT) pelo método da mufla. No milho, avaliaram-se características fitotécnicas e a produtividade de grãos. Os maiores teores de carbono orgânico ocorreram com nabo forrageiro, crotalária e milheto+nabo (17,35; 16,58 e 16,43% a 10-20 cm), enquanto a maior produtividade de grãos (13057 kg ha⁻¹) coube ao milheto e a menor à *U. ruziziensis* (9731 kg ha⁻¹). Conclui-se que as coberturas vegetais afetam o carbono orgânico do solo e a produtividade do milho, com nabo, crotalária e milheto+nabo elevando o carbono e o milheto maximizando a produtividade de grãos.

Palavras-chave: Rotação de cultura, sistema de plantio, manejo de solo, *Zea mays*.

Abstract: The use of cover crops combined with no-till sowing increases the amount of organic material in the soil, potentially resulting in chemical, physical, and biological changes – most notably, an increase in soil organic matter. The objective of this study was to evaluate total soil organic carbon and the agronomic characteristics of maize grown under different cover crops. The experiment was conducted at the UFMS Chapadão do Sul campus (Mato Grosso do Sul) during the 2018/19 growing season, using the FS450PW maize hybrid sown in October 2018. A randomized complete block design

was used, with nine treatments and four replications. The treatments consisted of the following cover crops: sunn hemp (*Crotalaria juncea*), pearl millet (*Pennisetum americanum*), forage radish (*Raphanus sativus*), sorghum (*Sorghum bicolor*), *Urochloa brizantha*, *U. piatã*, *U. ruziziensis*, a seed mixture (forage radish + pearl millet), and fallow. Soil samples were collected at depths of 0–10 cm and 10–20 cm, 60 days after sowing the cover crops, to determine total organic carbon (TOC) using the muffle furnace method. Agronomic characteristics and grain yield were evaluated for the maize crop. The highest organic carbon levels were observed with forage radish, sunn hemp, and the pearl millet + forage radish mixture (17.35%, 16.58%, and 16.43% at the 10–20 cm depth), while the highest grain yield (13,057 kg ha⁻¹) was obtained with pearl millet and the lowest with *U. ruziziensis* (9,731 kg ha⁻¹). It is concluded that cover crops affect soil organic carbon and maize productivity, with radish, *Crotalaria*, and pearl millet + radish increasing carbon, and pearl millet maximizing grain yield.

Keywords: Crop rotation, planting system, soil management, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

Nos sistemas agrícolas estabelecidos no cerrado, a semeadura direta, se consolidou na década de 1990 com a chegada dos imigrantes da região Sul do Brasil com larga experiência como também devido à adaptação da soja nessas áreas (Silva et al., 2022). É fruto desse desenvolvimento a atuação mútua de agricultores, pesquisadores e fabricantes de implementos agrícolas para concretização do sistema. Desde então a semeadura direta, assim como, qualquer prática conservacionista vem sendo alvos constantes de estudos e discussões principalmente a respeito do parâmetro conservação do solo (Cardoso et al., 2023).

Cardoso et al. (2023) ainda descrevem que a adoção de métodos conservacionistas em áreas de plantio agrícola além de preservar também reflete positivamente no parâmetro de produtividade elevando a rentabilidade. No entanto, o uso intensivo do solo exige um manejo adequado da produção de palha, suficiente para a manutenção do sistema de semeadura direta nos cerrados. Assim, procura-se utilizar a rotação e a sucessão de cultivos pois a alternância de culturas é um dos fundamentos do Sistema

Plantio Direto, contribuindo para a interrupção dos ciclos dos patógenos existentes no solo, elemento crucial para a preservação e o aumento da biodiversidade do solo (Bardal et al., 2025). Como evidência desses benefícios, Bardal et al. (2025) verificaram incremento no carbono orgânico e nos indicadores microbiológicos do solo sob rotação de culturas em sistema plantio direto, enquanto Souza Possimoser et al. (2025) observaram melhoria da fertilidade do solo e do controle de pragas com a rotação envolvendo o milho, especialmente pela ciclagem de nutrientes e pelo controle biológico natural.

O sistema de semeadura direta requer obrigatoriamente o uso de plantas capazes de manter uma boa palhada no solo, dessa forma, a escolha das coberturas vegetais é importante para a manutenção do sistema. Quevedo (2020) salienta que a rotação propicia ganhos produtivos pelas complementariedades geradas no preparo do solo, no combate às plantas daninhas e na fertilidade do solo, o que reduz os custos de produção da atividade. A sua utilização é uma estratégia capaz de aumentar a sustentabilidade dos agrossistemas, fornecendo benefícios para as culturas de interesse econômico, para o solo, ambiente e produtor.

O uso de plantas de cobertura proporciona a proteção do solo, gerando efeitos diverso. Além de reduções da erosão do solo, da temperatura e da amplitude térmica do solo, das perdas de água por evaporação e manutenção de umidade do solo estudos de Souza et al. (2025) concluíram que rotação de culturas com milho se mostra eficaz na manutenção da fertilidade do solo e no controle de pragas, especialmente através da ciclagem de nutrientes, melhoria da estrutura do solo e controle biológico natural.

Diversas espécies vegetais têm sido utilizadas como cobertura vegetal buscando melhorar o ambiente para as culturas posteriores, entretanto, ainda existe muitas questões que precisam ser avaliadas para melhorar o manejo das mesmas. Nesse contexto, o milheto (*Pennisetum glaucum*) aparece como uma boa alternativa para aumentar a produção de forragem, pois é uma espécie de metabolismo C4, razoavelmente tolerante à salinidade, ao estresse hídrico e as altas temperaturas, com boa produção de biomassa de excelente valor nutritivo (Pereira et al., 2023)

É notório o aumento da utilização de forrageiras perenes para a cobertura do solo. As braquiárias, por possuírem um sistema radicular profundo e vigoroso, excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento, grande produção de biomassa e alta persistência na superfície do solo. Diniz et al. (2023) ainda acrescentam que as forrageiras do gênero *Urochloa* (braquiárias) possuem produção de matéria seca

satisfatória, fácil estabelecimento mesmo quando os solos apresentam baixa fertilidade ou em topografias acidentadas, e com bom valor nutricional.

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados no Brasil e no mundo, com ampla importância econômica e social, destinando-se à alimentação humana e animal e, mais recentemente, à produção de etanol. Na safra 2024/25, a produção nacional alcançou cerca de 137 milhões de toneladas, configurando recorde histórico, com a região Centro-Oeste — em especial o estado de Mato Grosso — como principal polo produtor (CONAB, 2025). Esse protagonismo reforça a importância de práticas de manejo, como o uso de coberturas vegetais, capazes de sustentar a produtividade da cultura ao longo do tempo. Na região centro-oeste brasileira, a cultura da soja e do milho se destacam no âmbito da produção e produtividade nacional, mas após a colheita das mesmas, as condições edafoclimáticas, com ausência de precipitação entre os meses de maio a agosto, dificulta o cultivo de inverno, exigindo que as culturas de cobertura ou adubos verdes tenham rápido desenvolvimento inicial e tolerância à seca. Nesse contexto, espécies adaptadas ao Cerrado tornam-se fundamentais para a manutenção da cobertura vegetal durante o período seco (Silva et al., 2022). Por outro lado, as condições climáticas presentes no momento da safra, condicionam alta taxa de decomposição dos resíduos advindo da cultura anual, ocasionando rápida redução na cobertura do solo, devendo haver entrada constante desse material no ambiente.

De toda forma, é fundamental conhecer a dinâmica de diferentes coberturas sobre o solo. Essas mesmas são capazes de aprimorar o ambiente de cultivo da cultura principal, culminando em melhores resultados econômicos e ambientais. Segundo Marque et al. (2025) a utilização de coberturas para um seguido plantio direto é uma via de mão dupla no qual a cultura principal depende do desenvolvimento da cobertura de vários fatores já citados neste trabalho. Assim, a produção satisfatória de forragem na entressafra se deve aos benefícios proporcionados pelo sistema integrado, onde a forragem utiliza os nutrientes provenientes dos resíduos das culturas anuais presentes no solo.

O objetivo desse trabalho foi de avaliar o carbono orgânico total do solo e as características fitotécnicas da cultura do milho quando submetidos a diferentes coberturas vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul, em Latossolo vermelho distrófico, em sistema de semeadura direta. O experimento foi estabelecido na safra 2018/19. A área em questão já se encontrava em sistema de semeadura direta por cinco anos consecutivos, mantendo o delineamento, conforme descrito a seguir.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas coberturas vegetais: crotalária (*Crotalaria juncea*), milheto (*Pennisetum americanum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), sorgo (*Sorghum bicolor*), *Urochloa brizantha*, *U. platyphylla*, *U. ruziziensis*, mistura de sementes (nabo forrageiro + milheto) e o pousio. A área de cultivo constituiu uma faixa de 90 m de comprimento e 10 m de largura, resultando em cada tratamento com área de 10 x 10 m.

A cultura do milho, híbrido FS450PW, foi estabelecida em outubro de 2018 no espaçamento de 0,45 m entre linhas. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de cinco metros de comprimento.

As características fitotécnicas avaliadas foram: (a) altura de plantas: tomando-se como base a distância da superfície do solo até a extremidade do pendão, medidos por ocasião do pleno florescimento da cultura; (b) número de plantas na área útil, transformados para população por hectare; (c) número de fileira de grãos por espiga e número de grãos por fileira, obtidos em 10 espigas por parcela; (d) número de grãos por espiga, também obtidos em 10 plantas por hectare; (e) massa de 100 sementes (f) produtividade de grãos, foi obtida pela trilha de todas as espigas encontradas nas duas linhas da área útil da parcela, corrigido para 13% de umidade e transformado para kg ha⁻¹.

Aos 60 dias após a semeadura das coberturas foram retiradas amostras de solo para a determinação do carbono orgânico. As amostras de solo foram obtidas nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade com trado holandês. Foram coletadas cinco amostras simples de maneira aleatória em cada parcela, por profundidade, as quais foram combinadas para formar uma amostra composta por camada de solo amostrada.

A determinação do carbono orgânico total do solo (COT) foi realizado pelo método da mufla. A determinação do teor de matéria orgânica pelo método da mufla foi feita seguindo-se método estabelecido por Goldin (1987), com as seguintes modificações:

secagem prévia das amostras em estufa a 105 °C, por um período de 24 h, visando eliminar toda a água presente nos resíduos, como a higroscópica, a capilar ou de cristalização (Rodella; Alcarde, 1994). Após esse período, os cadinhos de cerâmica com as amostras foram acondicionados em forno do tipo mufla e incinerados em uma temperatura de 550 °C, por 3 h. Posteriormente, o conjunto (cadinho+resíduos) foi acondicionado em dessecador e, em seguida, pesado.

O teor de matéria orgânica foi determinado em razão da perda de massa do resíduo incinerado, considerando-se o material perdido pela queima no intervalo de variação da temperatura de 105 °C a 550 °C, conforme a fórmula: $MO (\%) = (P - (T - C) \times 100)/P$, em que P = peso da amostra (g) depois de aquecida a 105 °C; C = tara do cadinho (g); e T = peso da cinza + cadinho (g).

Os dados das características fitotécnicas do milho e os dados do COT foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de scott-knott, com 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o carbono orgânico total do solo observou-se efeito para os fatores profundidade, cobertura e sua interação. O carbono orgânico total do solo sofreu influência tanto da cobertura como da profundidade de amostragem, e houve interação entre esses dois fatores (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrado médio e significância para carbono orgânico total do solo, Chapadão do Sul, MS, 2018/2019

Fonte de variação	Quadrado Médio
	Carbono orgânico
Bloco	0.053657
Profundidade	54,501157*
Erro 1	0,073657
Cobertura	8.336782*
P x C	7.778449*
Erro 2	0.735428
CV 1 (%)	2,05
CV 2 (%)	6,47
Média Geral	13,2453

*Significativo pelo teste de scott-knott

Considerando a profundidade de coleta amostral e tipo de cobertura vegetal presente em cada tratamento verificou-se os maiores teores de carbono orgânico nas camadas mais inferiores (Tabela 2).

Os maiores valores para o carbono orgânico total (COT) foram obtidos na profundidade de 10-20 cm, nas coberturas com nabo, crotalária e milho+nabo, respectivamente, atingindo os valores de 17,35; 16,58 e 16,43% de carbono orgânico. Na média as coberturas que obtiveram maior COT foram em média 30% superiores aos resultados obtidos pela média das demais coberturas vegetais. De acordo com Besen et al. (2024) o uso de plantas de cobertura em sistemas conservacionistas promove incremento no carbono orgânico do solo, especialmente em camadas superficiais e subsuperficiais, em razão do maior aporte de resíduos vegetais, da ciclagem de nutrientes e da redução da mineralização da matéria orgânica. Fisiologicamente, esse incremento está associado à elevada produção de fitomassa e, sobretudo, ao sistema radicular profundo e vigoroso dessas espécies — como a raiz pivotante do nabo forrageiro e as raízes abundantes da crotalária —, que promovem maior deposição de carbono nas camadas subsuperficiais por meio da rizodeposição e da renovação contínua de raízes. Esse aporte constante de resíduos, aliado à atividade microbiana que converte os compostos orgânicos em formas mais estáveis (humificação), favorece o acúmulo e a estabilização do carbono orgânico no solo.

Tabela 2. Interação Cobertura x Profundidade para carbono orgânico no solo de Chapadão do sul, MS, 2019

Tratamento	Profundidade (cm)	
	00-10	10-20
Sorgo	12.766667 Aa	11.416667 Cb
Milho	11.916667 Aa	12.166667 Ca
<i>U. piata</i>	11.766667 Aa	12.266667 Ca
Pousio	12.333333 Aa	12.316667 Ca
<i>U. brizantha</i>	11.500000 Ab	14.500000 Ba
<i>U. ruziziensis</i>	12.883333 Ab	15.216667 Ba
Milho+nabo	12.916667 Ab	16.433333 Aa
Crotalária	12.083333 Ab	16.583333 Aa
Nabo Forrageiro	12.000000 Ab	17.350000 Aa

Letra maiúscula para análise de coluna e letra minúscula para análise de linha. (Dados estabelecidos em porcentagem de CO)

Das características fitotécnicas da cultura do milho o diâmetro de espiga (Tabela 3) não foi influenciada pelas coberturas vegetais. Os maiores valores para comprimento de espiga, diâmetro do colmo e massa de grãos por espiga foram verificados com a cobertura do sorgo. Para diâmetro do colmo, o valor encontrado na cobertura com *U. ruziziensis* não diferiu em relação ao valor encontrado para o sorgo (Tabela 3). A produtividade de massa de grãos por espiga em sorgo foi 20,1% superior a média de massa de grãos produzidas por todos os demais tratamentos.

Tabela 3- Variação de diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de colmo (DC) e massa de grãos por espiga (MGE) em função do cultivo de diversas coberturas vegetais, Chapadão do sul, MS, 2019

TRATAMENTOS	DE (mm)	CE (cm)	DC (mm)	MGE (gr)
Sorgo	50,1 a	18,1 c	16,5 a	228,3 a
Milheto	48,2 a	17,3 bc	14,9 cb	209,1 bc
Crotalária	50,1 a	17 bc	15,9 ab	213,2 b
Milheto+nabo	49,9 a	15 ab	13,9 c	177,7 ef
<i>U. ruziziensis</i>	49,0 a	16,3 abc	16,8 a	195,1 cd
<i>U. brizantha</i>	50,8 a	17,2 bc	15,3 abc	205,1 bc
Nabo forrageiro	48,8 a	15 ab	13,8 c	170,5 f
<i>U. piata</i>	49,3 a	14,1 a	13,7 c	164,5 f
Pousio	50,6 a	15,8 abc	15,8 ab	185,6 de

Letras minúsculas iguais em coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância

Os maiores valores obtidos para as variáveis massa de mil grãos e produtividade de grãos de milho foram obtidos com o uso da cobertura vegetal milheto, enquanto os maiores valores para o índice de espiga e altura de plantas foi obtido com a cobertura vegetal crotalária (Tabela 4). A menor produtividade de grãos (9731 kg ha^{-1}) foi obtido com a cobertura *U. ruziziensis*, enquanto o maior valor foi obtido com o milheto ($13.057,1 \text{ kg ha}^{-1}$) (Tabela 4), resultando em 34,2% de aumento da produtividade. Estudos recentes destacam o milheto como uma importante alternativa para cobertura do solo na entressafra, devido à elevada produção de fitomassa, eficiente ciclagem de nutrientes e contribuição para melhorias nos atributos físicos e biológicos do solo, fatores que favorecem o desempenho produtivo da cultura do milho em sucessão (Maia et al., 2021).

Tabela 4- Variação de massa de mil grãos (MMG), índice de espiga (IE), altura de plantas (ALT) e produtividade (PROD) em função do cultivo de diversas coberturas vegetais

Tratamentos	MMG (g)	IE	ALT (m)	PROD (kg ha ⁻¹)
Sorgo	452,6 a	0,90 a	2,23 b	11774,5 b
Milheto	455,9 a	1,06 bc	2,26 ab	13057,1 a
Crotalária	421,6 d	1,08 c	2,33 a	11211,0 b
Milheto+nabo	448,6 ab	1,02 abc	2,24 b	11370,3 b
<i>U. ruziziensis</i>	435,5 c	1,06 bc	2,25 ab	9731,4 d
<i>U. brizantha</i>	442,1 bc	0,94 ab	2,24 b	11105,9 b
Nabo forrageiro	425,9 d	0,97 abc	2,32 a	10051,3 cd
<i>U. piata</i>	436,6 c	1,02 abc	2,24 b	11028,4 bc
Pousio	427,1 d	0,99 abc	2,26 ab	9923,4 d

Letras minúsculas iguais em coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância

As coberturas nabo forrageiro, crotalária e milheto + nabo apresentaram maiores teores de carbono orgânico total nas camadas mais profundas do solo. Esse comportamento não foi diretamente refletido nos maiores valores de produtividade do milho. Esse resultado demonstra que a resposta produtiva da cultura depende de diversos fatores além do estoque de carbono, incluindo a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais, a disponibilidade de nutrientes durante o ciclo da cultura e as condições climáticas ocorridas no período de cultivo. Segundo pesquisas de Bessen et al (2024) em razão do maior aporte de resíduos vegetais, da ciclagem de nutrientes e da redução da mineralização da matéria orgânica é natural que os níveis de carbono orgânico no solo em camadas superficiais, agregados a coberturas vegetais, sejam maiores.

O aumento do carbono orgânico representa um importante indicador de melhoria da qualidade do solo. Entretanto seus benefícios sobre a produtividade ocorrem geralmente de maneira gradual e cumulativa ao longo dos anos de adoção do sistema de semeadura direta. Esse comportamento evidencia a complexidade entre cobertura vegetal, solo e cultura comercial dentro dos sistemas conservacionistas de produção. Silva et al., (2022) explicam que em solos arenosos, o sistema de plantio direto tende a se aprimorar com o tempo, alcançando um equilíbrio gradual entre boa produção e conservação do ambiente.

A diversificação de plantas de cobertura pode representar uma estratégia eficiente para conciliar sustentabilidade, conservação dos recursos naturais e estabilidade produtiva em áreas conduzidas sob sistema plantio direto. Observou-se que o milheto destacou-se por proporcionar a maior produtividade de grãos, enquanto outras coberturas

apresentaram maior contribuição para o incremento do carbono orgânico do solo. A superioridade do milheto pode ser atribuída ao seu metabolismo C4, à elevada produção de fitomassa e à eficiente ciclagem de nutrientes — sobretudo do nitrogênio —, cuja liberação, durante a decomposição dos resíduos, tende a se sincronizar com a demanda do milho em sucessão (Pereira et al., 2023). Além disso, o rápido estabelecimento e o sistema radicular agressivo do milheto melhoram a estrutura e a porosidade do solo, favorecendo o desenvolvimento radicular e a absorção de água e nutrientes pela cultura subsequente, o que ajuda a explicar por que, entre as coberturas avaliadas, foi a que proporcionou maior produtividade de grãos (Maia et al., 2021). Mottin et al (2022) explicam que esses resultados, evidenciam o fato que o sistema de consórcio da cultura do milho com plantas de cobertura do solo tem grande potencial em promover a qualidade do solo e ao mesmo tempo produzir grãos de milho.

As diferenças observadas entre as espécies de coberturas vegetais evidenciam um papel além da simples proteção da superfície do solo podendo influenciar processos relacionados à ciclagem de nutrientes, ao acúmulo de matéria orgânica e às condições de desenvolvimento da cultura subsequente. Portanto, a escolha adequada das espécies de cobertura deve considerar os objetivos de produção assim como os benefícios relacionados à qualidade do solo, buscando melhor eficiência do sistema agrícola. Esses resultados reforçam a importância do uso de coberturas vegetais como ferramenta de manejo para a manutenção da produtividade e conservação dos recursos do solo.

CONCLUSÕES

As coberturas vegetais afetam a produção de carbono orgânico no solo e influenciam a produtividade de grãos da cultura do milho. As coberturas com nabo, crotalária e milheto + nabo foram as que proporcionaram maior concentração de carbono orgânico no solo, enquanto o milheto foi a cobertura vegetal que proporcionou maior produtividade de grãos de milho. Do ponto de vista econômico, o uso de coberturas como o milheto pode beneficiar o produtor ao aliar maior produtividade de grãos a uma cobertura de baixo custo de implantação, além de contribuir para a redução de gastos com fertilizantes, por meio da ciclagem de nutrientes, e para a conservação do solo a médio e longo prazo. Como os benefícios do incremento de carbono ocorrem de forma gradual e cumulativa, recomenda-se a continuidade de estudos de longa duração, bem como a avaliação de diferentes cultivares e híbridos de milho e de novas combinações de plantas

de cobertura, a fim de confirmar e ampliar os resultados obtidos sob as condições edafoclimáticas do Cerrado.

REFERÊNCIAS

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995. 576p.

BARDAL, M; PALOTINO, R.C; DE FRANCISCO, A.L.O. **Carbono orgânico e indicadores microbiológicos do solo em diferentes rotações de culturas sob sistema plantio direto (agronomia)**. Repositório Institucional, v. 3, n. 2, 2025.

BESSEN, M.R. **Cover cropping associated with no-tillage system promotes soil carbon sequestration and increases crop yield in Southern Brazil**. Soil and Tillage Research, v. 242, p. 106162, 2024.

CARDOSO, N.S. **Benefícios do plantio direto da cultura da soja associado com a rotação de cultura**. 2023.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2024/25**. Brasília: Conab, 2025.

DINIZ, L.P; MADURO, B.M; DA COSTA, G.R.V. **Parâmetros produtivos da braquiária híbrida Camello, submetida a diferentes doses de nitrogênio, na região de Inconfidentes-MG**. 17º JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E 14º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS, v. 15, n. 1, 2023.

MAIA, J.C. **Efeitos de diferentes plantas de cobertura e extrato orgânico sobre atributos químicos de um solo franco argilo arenoso**. Research, Society and Development, v. 11, n. 14, p. e158111435994-e158111435994, 2022.

MARKOWITZ, H. (1959). **Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments**. New York: John Wiley and Sons.

MARQUES, B. **Sistemas de integração lavoura-pecuária com forrageiras do gênero *panicum maximum* e milho na segunda safra.** 2025.

MOTTIN, M.C. **Frações químicas do carbono orgânico do solo em função do cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura do solo.** *Conjecturas*, v. 22, n. 16, p. 326-339, 2022

PEREIRA, R.C.G **Modelo de simulação AquaCrop na determinação do yield gap do milheto e do sorgo forrageiro em ambiente semiárido: Uma revisão bibliográfica.** *Rev. Bras. Geogr. Fís*, v. 16, p. 3225-3245, 2023

QUEVEDO, M. G. (2020). **Sustentabilidade da lavoura de Arroz Irrigado: A Dimensão Econômica da Rotação com a Soja** [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas]

QUEVEDO, M.G. **Ganhos comerciais na rotação das culturas de arroz e soja no Rio Grande do Sul.** *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 24, p. e1819-e1819, 2022.

RODELLA, A.A; ALCARDE, J.C. **Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes.** *Scientia Agricola*, v. 51, p. 556-562, 1994. 94

SILVA, M.A. **Sistema de plantio direto e rotação de culturas no Cerrado.** *Research, Society and Development*, v. 11, n. 13, p. e376111335568-e376111335568, 2022.

SILVA, A.N et al. **Nutrient accumulation in cover crops under contrasting water regimes in the Brazilian Cerrado.** *Atmosphere*, v. 13, n. 10, p. 1617, 2022.

SOUZA POSSIMOSER, D; SILIRIO, D.S; DA SILVA, F.C. **Rotação de culturas com milho na Agricultura Familiar: Benefícios para a fertilidade do solo e controle de pragas.** *NATIVA-Revista de Ciências, Tecnologia e Inovação*, v. 8, n. 1, p. 50-57, 2025.

TOBIN, J. (1958). **Liquidity Preference as Behavior Towards Risk.**