

RESSALVA

Atendendo a solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 29/01/2027.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

ISABELLI CRISTINI DOS SANTOS

**EFEITO RESIDUAL DE MIX DE COBERTURA INOCULADO COM
MICROORGANISMOS E FEIJÃO NO CARBONO E ATRIBUTOS DO SOLO ARENOSO**

Ilha Solteira
2026

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ISABELLI CRISTINI DOS SANTOS

**EFEITO RESIDUAL DE MIX DE COBERTURA INOCULADO COM
MICRORGANISMOS E FEIJÃO NO CARBONO E ATRIBUTOS DO SOLO ARENOSO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Linha de pesquisa: Manejo e Conservação do Solo e da Água

Orientadora: Prof Dr^a Carolina dos Santos Batista Bonini

Ilha Solteira
2026

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S237e Santos , Isabelli Cristini dos.
Efeito residual de mix de cobertura inoculado com microrganismos e feijão no carbono e atributos do solo arenoso / Isabelli Cristini dos Santos -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026
64 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira. Área de conhecimento: Manejo e conservação do Solo e da água , 2026

Orientador: Carolina dos Santos Batista Bonini

Inclui bibliografia

1. Agregados . 2. Matéria orgânica . 3. Segurança alimentar .

Impacto potencial desta pesquisa

Essa pesquisa pode colaborar diretamente com as alternativas sustentáveis para aumentar os estoques de carbono no solo e reduzir os danos causados pela liberação dos gases do efeito estufa e do aumento das mudanças climáticas além de aumentar a produtividade do Feijão-comum utilizando alternativas naturais como os microrganismos e plantas de cobertura.

Potential impact of this research

This research can directly contribute to safe alternatives for increasing soil carbon stocks and reducing the damage caused by the release of greenhouse gases and increased climate change, as well as increasing the productivity of common beans using natural alternatives such as microorganisms and cover crops.

Impacto potencial de esta investigación

Esta investigación puede contribuir directamente a alternativas seguras para aumentar las reservas de carbono del suelo y reducir el daño causado por la liberación de gases de efecto invernadero y el aumento del cambio climático, así como aumentar la productividad del frijol común utilizando alternativas naturales como microorganismos y cultivos de cobertura.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO RESIDUAL DE MIX DE COBERTURA INOCULADO COM MICRORGANISMOS E FEIJÃO NO CARBONO E ATRIBUTOS DO SOLO ARENOSO

AUTORA: ISABELLI CRISTINI DOS SANTOS

ORIENTADORA: CAROLINA DOS SANTOS BATISTA BONINI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia, especialidade: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **CAROLINA DOS SANTOS BATISTA BONINI**
Data: 09/02/2026 09:09:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. CAROLINA DOS SANTOS BATISTA BONINI (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal / UNESP / Câmpus de Dracena - FCAT

Documento assinado digitalmente
 **VAGNER DO NASCIMENTO**
Data: 06/02/2026 16:18:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. VAGNER DO NASCIMENTO (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal / UNESP / Câmpus de Dracena - FCAT

Documento assinado digitalmente
 **JESSICA PIGATTO BARCELOS PUTTI**
Data: 06/02/2026 16:38:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. JÉSSICA PIGATTO DE QUEIRÓZ BARCELOS (Participação Virtual)
Departamento de Agronomia / Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE

Ilha Solteira, 29 de janeiro de 2026.

Dedico esse trabalho a meu avô Adelaido Guilhermino dos Santos,
por ter sido a pessoa que mais acreditou em mim em todo o mundo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer à Deus por me conceder saúde para realizar esse trabalho, pela perseverança em todos os momentos, pela sabedoria para lidar com os obstáculos e por me guiar em toda a trajetória.

Agradeço a UNESP campus de Dracena por fornecer toda a estrutura para a condução do experimento em campo e em laboratório de física do solo, e a todos os funcionários do campus pelo carinho e receptividade.

Agradeço a minha orientadora Prof Dr^a Carolina dos Santos Batista Bonini por todo o apoio, gentileza, aprendizado e confiança durante todo o experimento e análises e aos meus colegas de grupo de pesquisa de Física do Solo de Dracena pela ajuda em todas as etapas do projeto, sem eles não conseguiria realizar sozinha.

Agradeço aos meus amigos da vida de tanto tempo e companheiros de mestrado Kauan Augusto Ceriani de Luna e Thayná Sayuri Shinohara por todo o apoio e companheirismo durante as aulas e por trazerem conforto e leveza em todos os momentos.

Agradeço a todos os meus amigos por estarem presentes em todos os momentos da minha vida, inclusive durante toda essa trajetória, por tornarem cada momento difícil um pouco mais fácil e por todo o apoio e motivação ao decorrer do caminho. Especialmente, a minha querida amiga Júlia Cristina Silva Rondolfo dos Santos por todo amor e carinho de anos e por tornar as minhas pequenas conquistas sempre grandes conquistas.

E minha eterna gratidão a toda a minha família por todo o suporte, amor, carinho e minha maior motivação para conquistar todos os meus sonhos. Especialmente a minha mãe Zeneide Maria Paes dos Santos, minha avó Maria José da Paz Santos e meu avô Adelaido Guilhermino dos Santos (*in memoriam*), que são as pessoas que mais acreditam em mim e merecem todas as homenagens do mundo.

Esse projeto de pesquisa foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) com código de financiamento - 88887.003570/2024-00.

RESUMO

O solo possui uma multifuncionalidade única, tornando-o base para a produção agrícola e para segurança alimentar mundial, além da sustentabilidade, como na mitigação das mudanças climáticas. Os solos arenosos limitam essa multifuncionalidade e as plantas de cobertura auxiliam no processo de restituição da estrutura desses solos, sendo potencializadas pela inoculação de microrganismos solubilizadores de fosfato (MSPs) além da ciclagem de nutrientes no sistema de sucessão com o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Presuma-se que essa associação potencialize os benefícios dos mixes, promovendo maior estabilidade de agregados, retenção de água e aporte de carbono no solo. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito residual das diferentes combinações de mixes de plantas de cobertura com inoculação de MSPs nas características físicas do solo e no estoque de carbono do solo além da produtividade de grãos do feijão. O experimento foi conduzido no município de Dracena/SP, na área experimentação da UNESP, na safra de 2023/24, o solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico de textura arenosa. Os tratamentos foram compostos por 3 mixes com diferentes arranjos de espécies de plantas de cobertura, sendo: Mix 1 (*Crambe* spp., *Crotalaria ochroleuca*, *Eleusine coracana*, *Fagopyrum esculentum*, *Pennisetum glaucum* e *Raphanus sativus*); Mix 2 (*Crambe* spp., *Crotalaria breviflora*, *Crotalaria ochroleuca*, *Eleusine coracana*, *Fagopyrum esculentum*, *Pennisetum glaucum*, e *Urochloa ruziziensis*) e Mix 3 (*Crambe* spp., *Fagopyrum esculentum*, *Pennisetum glaucum*, *Raphanus sativus*, *Sorghum bicolor* (forrageiro) e *Vigna unguiculata*) combinados com a presença e ausência da inoculação via semente com MSPs, em um delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 3x2. As avaliações de solo foram realizadas nas camadas de 0 – 0,05; 0,05 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m, incluindo densidade e porosidade do solo, estabilidade de agregados, taxa de infiltração de água no solo, matéria seca da parte aérea dos mixes, produtividade de grãos do feijão, teor de carbono orgânico, matéria orgânica e estoque de carbono no solo. Os resultados demonstraram que o mix 1 e mix 2 com inoculação tiveram maior eficiência em proporcionar melhor estrutura de agregados (DMP, macroagregados) e em aumentar o estoque de carbono no solo. Concluiu-se então que a inoculação com MSPs nos mixes de plantas de cobertura proporcionou maior estoque de carbono e melhora nas características físicas do solo e maior produtividade de grãos do feijão, sendo uma prática promissora para o manejo sustentável e o mix 1 e 2 são as opções mais indicadas para a melhoria da qualidade estrutural de um solo arenoso.

Palavras chave: Agregados; Matéria orgânica; segurança Alimentar.

ABSTRACT

Soil possesses a unique multifunctionality, making it the basis for agricultural production and global food security, as well as sustainability, such as in mitigating climate change. Sandy soils limit this multifunctionality, and cover crops assist in the process of restoring the structure of these soils, being enhanced by the inoculation of phosphate-solubilizing microorganisms (PSMs) in addition to nutrient cycling in the succession system with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). It is presumed that this association enhances the benefits of the mixtures, promoting greater aggregate stability, water retention, and carbon transport in the soil. The objective of this study was to evaluate the residual effect of different molecules in cover crop mixtures with PSMs inoculation on the physical characteristics of the soil and on the soil carbon stock, as well as on bean grain productivity. The experiment was conducted in the municipality of Dracena/SP, in the experimental area of UNESP, during the 2023/24 growing season. The soil is classified as a typical dystrophic Red-Yellow Argisol with a sandy texture. The treatments consisted of 3 mixtures with different arrangements of cover crop species, namely: Mixture 1 (*Crambe* spp., *Crotalaria ochroleuca*, *Eleusine coracana*, *Fagopyrum esculentum*, *Pennisetum glaucum* and *Raphanus sativus*); Mixture 2 (*Crambe* spp., *Crotalaria breviflora*, *Crotalaria ochroleuca*, *Eleusine coracana*, *Fagopyrum esculentum*, *Pennisetum glaucum* and *Urochloa ruziziensis*) and Mixture 3 (*Crambe* spp., *Fagopyrum esculentum*, *Pennisetum glaucum*, *Raphanus sativus*, *Sorghum bicolor* (forage grass), and *Vigna unguiculata*) combined with the presence and absence of seed inoculation with PSMs, in a randomized block design (RBD), in a 3x2 factorial scheme. Soil evaluations were carried out in the 0–0.05 m layers; The study evaluated soil density, aggregate stability, water infiltration rate, shoot dry matter of the mixes, bean grain yield, organic carbon content, organic matter, and soil carbon stock, with dimensions of 0.05–0.10 m and 0.10–0.20 m respectively. Results showed that mix 1 and mix 2 with inoculation provided greater efficiency in improving aggregate structure (MWD, macroaggregates) and increasing soil carbon stock. It concluded that inoculation with PSMs in cover crop mixtures provided greater carbon stock, improved soil physical characteristics, and higher bean grain yield, representing a promising practice for sustainable management. Mixes 1 and 2 are the most suitable for improving the structural quality of sandy soil.

Keywords: Aggregates; Organic matter; Food security.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Foto de satélite da área experimental da UNESP de Dracena/SP	25
Figura 2 - Perfil climático mensal do período de nov/2023 a set/2024.....	26
Figura 3 - Proporção de famílias dentro dos mixes (plantas/m ²)	28
Figura 4 - Imagem ilustrativa das etapas da condução do experimento (nov/2023 – set/2024)	29
Figura 5 - Influência dos três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs nas três camadas de solo analisadas (0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10- 0,20 m) no estoque de carbono orgânico do solo (ECO).....	34
Figura 6 - Influência dos três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs nas três camadas de solo analisadas (0 – 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 – 0,20 m) no atributo de DMP.....	38
Figura 7 - Influência dos três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs na camada de 0 – 0,05 m e 0,10 – 0,20 m no atributo de macroporosidade	41
Figura 8 - três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs na camada 0,10 – 0,20 m no atributo de macroporosidade	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química da área experimental	27
Tabela 2 - Influência dos três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs nas três camadas de solo analisadas (0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10- 0,20 m) na quantidade de carbono orgânico e matéria orgânica do solo	33
Tabela 3 - Influência dos três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs nas três camadas de solo analisadas (0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10- 0,20 m) na análise de $\delta^{13}\text{C}$, sem estatística	36
Tabela 4 - Influência dos três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs na matéria seca da parte aérea (MSPA) e produtividade de grãos do feijão	37
Tabela 5 - Influência dos três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs nas três camadas de solo analisadas (0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10- 0,20 m) nos atributos de estabilidade de agregados do solo (macro e microagregados).....	40
Tabela 6 - Influência dos três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs nas três camadas de solo analisadas (0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10- 0,20 m) nos atributos de porosidade total do solo (PTS) e densidade do solo (DS)	44
Tabela 7 - Influência dos três tipos de mixes utilizadas com a presença e ausência de inoculação de MSPs na taxa de infiltração de água no solo	45

LISTAS DE ABREVIATURAS

^{12}C – Carbono doze

^{13}C – Carbono treze

COS – Carbono orgânico do solo

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

DMP – Diâmetro médio ponderado

DS – Densidade do solo

ECO – Estoque de carbono orgânico do solo

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

M.O.S – Matéria orgânica do solo

MA – Macroporosidade do solo

MI – Microporosidade do solo

MSPA – Matéria seca da parte aérea

MSPs – Microrganismos solubilizadores de fosfato

PTS – Porosidade total do solo

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 ATRIBUTOS DE SOLOS ARENOSOS E DINÂMICA DO CARBONO NO SOLO	14
3.1.1. Limitações dos solos arenosos	14
3.1.2 Estoque de carbono como indicador de qualidade e sustentabilidade	15
3.1.3. Monitoramento via Isótopos Estáveis ($\delta^{13}\text{C}$)	16
3.2 SISTEMAS DE PLANTAS DE COBERTURA	17
3.2.1. Papel das plantas de cobertura na proteção do solo e atributos físicos	17
3.2.2. Aporte de matéria orgânica e estabilização de agregados	18
3.2.3. Potencial do cultivo de mixes de plantas de cobertura	18
3.2.4. Características botânicas das espécies utilizadas	19
3.3 BIOTECNOLOGIA: INOCULAÇÃO COM MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO	22
3.3.1. Microrganismos solubilizadores de fosfato (MSPs)	22
3.3.2. Gênero <i>Bacillus</i> na estruturação dos solos	22
3.5.1 <i>Bacillus megaterium</i> e <i>Bacillus subtilis</i>	23
3.4 FEIJÃO-COMUM EM SUCESSÃO: EFEITO RESIDUAL	24
3.4.1 Sensibilidade edafoclimática do feijão-comum <i>Phaseolus vulgaris</i>	24
3.4.2. Efeito residual das plantas de cobertura	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	25
4.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	26
4.3 AVALIAÇÕES	30
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
5. RESULTADOS	31
5.1 CARBONO NO SOLO	31
5.2 MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DOS MIXES E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO FEIJOEIRO	36

5.3 ESTABILIDADE DE AGREGADOS DO SOLO	37
5.4 POROSIDADE E DENSIDADE DO SOLO	41
6. DISCUSSÃO	45
7. CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	51

7. CONCLUSÃO

A inoculação com microrganismos solubilizadores de fósforo nos mixes de plantas de cobertura proporcionou aumento do incremento de carbono orgânico, matéria orgânica do solo, estoque de carbono e produtividade de grãos do feijão em todas as camadas analisadas, sendo uma prática promissora para o manejo sustentável.

O mix 1 e 2 foram mais eficientes na melhora da qualidade estrutural de um solo arenoso, principalmente no aumento de estabilidade de agregados do solo.

A combinação do mix 1 e mix 2 com inoculação de microrganismos solubilizadores de fósforo proporcionaram a melhor qualidade do solo.

REFERÊNCIAS

- ABDOLLANI, L., MUNKHOLM, L. J., & GARBOUT, A. (2014). Tillage system and cover crop effects on soil quality: II. Pore characteristics. **Soil Science Society of America Journal**, 78, 271–279. DOI: <https://doi.org/10.2019.1709490>
- ADHIKARI, A.D.; SHRESTHA, P.; GHIMIRE, R.; LIU, Z.; POLLOCK, D.A.; ACHARYA, P.; ARYAL, D.R. Cover crop residue quality regulates litter decomposition dynamics and soil carbon mineralization kinetics in semi-arid cropping systems. *Applied Soil Ecology*, v.193, e105160, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105160>.
- ALENCASTRO, R.B.G. **Produtividade e qualidade de forragem de Trigo Mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench L.) para a alimentação de ruminantes**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014. 46p. Dissertação de Mestrado.
- ALEXANDRE, L.S. **Cultivo de feijão em sucessão a culturas de cobertura e milho safra em solo arenoso**. Trabalho de Conclusão de Curso – UNESP. Dracena, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/f0e903ba-150b-4da5-bc92-bfd33472b135/content>. Acesso em: 22/11/2025.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- ALVARENGA+, R.C.; PASSOS, A.M.A.; SANTOS, F.C. Sistema de plantio direto. In: M.M. NOBRE & I.R. OLIVEIRA. Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação. Brasília, DF: **EMBRAPA**, 2018.
- ANDRADE, R. S.; STONE, L. S. Índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13, n. 4, p. 382-388, 2009.
- ANDRIOLI, I.; PRADO, R. M. Plantas de Cobertura em pré-safra e adubação nitrogenada na fertilidade do solo em diferentes camadas, cultivado com milho em sistema de plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.3, p.963-978, maio/jun. 2012.
- ANGERS, D.A. & MEHUYS, G.R. Aggregate stability to water. In: CARTER, M.R. Soil sampling and methods of analysis. Boca Raton, **Canadian Society of Soil Science**/Lewis Publishers, 2000.
- ARAÚJO, J.; URBANO, B.; GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. Comparative environmental life
- AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos e ambiente: uma introdução**. 2. ed. Santa Maria: Pallotti, 2006. 100 p.
- BALBONTÍN, C. et al. Treatment with 1-MCP and the role of ethylene in aroma development of mountain papaya fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.43, n.1 p.67-77, 2007. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925521406002122>. Acesso em: 24/11/2025.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Soil physics**. 4.ed. New York: John Wiley & Sons, 1972. 529p.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A.O. (ed). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.

Ben Kalifa, M. L., Vanvolkenburg, H., & Vasseur, L. (2023). Testing cover crop species under three soil moisture conditions in a controlled greenhouse environment. *Can. J. Plant Sci.*, 103, 175–183. DOI: 10.1139/CJPS-2022- 0188.

BERTOLINO, K.M. **Consórcio de Crotalária e Milheto: Produção de biomassa e características físicas do solo**. Dissertação – Mestre. Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br/server/api/core/bitstreams/249378b3-bb63-4d7e-beab-b4aaec935039/content>. Acesso em: 24/11/2025.

BHATTACHARYYA, S.S.; ROS, G.H.; FURTAK, K.; IQBAL, H.M.N.; PARRA-SALDÍVAR, R. Soil carbon sequestration – an interplay between soil microbial community and soil organic matter dynamics. *Science of the Total Environment*, v.815, e152928, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.152928>.

BISHT, M.; NATUNG, N.T.; SINGH, G.K. e SANGTAM, S.L. (2023). Study on controlling of soil erosion by soil conservation techniques. **Journal of Environmental Engineering and Its Scope**, 6(2), 1–13.

Bonini, C. S. B.; Alves, M. C. & Montanari, R. (2015). Recuperação da estrutura de um Latossolo vermelho degradado utilizando lodo de esgoto. *Agrária - Revista Brasileira De Ciências Agrárias*, 10(1), 34-42. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v10i1a4513>

Bonini, C. S. B.; Alves, M. C. Qualidade física de um latossolo vermelho em recuperação há dezessete anos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.4, p. 329-336. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000400001>.

BONINI, C. S. B.; ALVES, M. C.; MONTARINI, R. Recuperação da estrutura de um Latossolo vermelho degradado utilizando lodo de esgoto. **Agrária**, v.10, n.1, p.34-42, 2015.

BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Fertilidade do solo, adubação e nutrição do crambe**. In: FUNDAÇÃO MS. Tecnologia e produção: crambe 2010. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, v. 1, p. 22-36, 2010.

BRUGGEMAN, N., GESSLER, A., KAYLER, Z., KEEL, S.G., BADECK, F., BARTHEL, M., BOECKX, P., 2011. Carbon Allocation and Carbon Isotope Fluxes in the Plant-Soil-Atmosphere Continuum: A Review. *Biogeosciences* 8: 3457–89. DOI: <https://doi.org/10.5194/bg-8-3457-2011>

BURGESS, M.; MILLER, P.; JONES, C.; BEKKERMAN, A. Tillage of cover crops affects soil water, nitrogen, and wheat yield components. **Agronomy Journal**, vol. 106, no. 4, pp.1497-1508, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.2134/agronj14.0007>.

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1990. P37. (Boletim técnico, 35).

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura, **Revista Agroecologia Hoje**, ano II, n.14, maio a junho de 2002 – Botucatu-SP.

CAMPOS, L. F. C. **Plantas de cobertura do solo e épocas de poda na videira em região tropical**. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água). Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 80 f. 2014.

CARNEIRO, M. A. C., et al. (2020). Atributos físicos do solo e produtividade de milho sob diferentes plantas de cobertura no Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 44, e0200121. DOI: 10.36783/18069657rbcs20200121.

CARVALHO, A.M. de; COELHO, M.C.; DANTAS, R.A.; FONSECA, O.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FIGUEIREDO, C.C. Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. *Crop and Pasture Science*, v.63, p.1075-1081, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1071/CP12272>

CARVALHO, A.M. de; JESUS, D.R. de; SOUSA, T.R. de; RAMOS, M.L.G.; FIGUEIREDO, C.C. de; OLIVEIRA, A.D. de; MARCHÃO, R.L.; RIBEIRO, F.P.; DANTAS, R. de A.; BORGES, L. de A.B. Soil carbon stocks and greenhouse gas mitigation of agriculture in the Brazilian Cerrado: a review. *Plants*, v.12, e2449, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12132449>

CARVALHO, A.M. de; SANTOS, D.C.R. dos; RAMOS, M.L.G.; MARCHÃO, R.L.; VILELA, L.; SOUSA, T.R. de; MALAQUIAS, J.V.; GONÇALVES, A.D.M. de A.; COSER T.R.; OLIVEIRA, A.D. de. Nitrous oxide emissions from a long-term integrated croplivestock system with two levels of P and K fertilization. *Land*, v.11, e1535, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.3390/land11091535>.

CARVALHO, A.M. et al. Soil carbon dynamics in a long-term corn-soybean rotation system with cover crops in succession. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 60. 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/P54RCKC8BVSVBSFyXrVcz5z/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25/11/2025.

CARVALHO, A.M.; RIBEIRO, L.R.P.; MARCHÃO, R.L.; OLIVEIRA, A.D.; PULROLNIK, K.; FIGUEIREDO, C.C. Chemical composition of cover crops and soil organic matter pools in no-tillage systems in the Cerrado. **Wiley – Soil Use and Management**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1135301/chemical-composition-of-cover-crops-and-soil-organic-matter-pools-in-no--tillage-systems-in-the-cerrado>. Acesso em: 25/11/2025.

CARVALHO, C.A.; FERREIRA, R.L.F.; ANDRADE, R.A.; BRITO, R.S.; PEREIRA, T.C.R.; LIMA, T.J.L. Atributos físicos em solos cultivados com plantas de cobertura. **Scientia Naturalis**, v. 2, n.1, p. 38-41, 2020. Disponível em: <https://teste-periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/3655>. Acesso em: 25/11/2025.

CARVALHO, M. L.; VANOLLI, B. S.; SCHIEBELBEIN, B. E.; BORBA, D. A.; LUZ, F. B.; CARDOSO, G. M.; BORTOLO, L. S.; MAROSTICA, M. E. M.; SOUZA, V. S. Guia prático de plantas de cobertura: aspectos filotécnicos e impactos sobre a saúde do solo. Piracicaba -SP: Universidade de São Paulo -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2022. p. 9 –64.

CARVALHO, R. M. M.; SILVA, M. R.; CARVALHO, F. C. T.; REBOUÇAS, R. H.; SOUSA, O. V. Bactérias Solubilizadoras de Fosfato em solo rizosférico da Caatinga. **Revista Geonorte – Edição Especial V. v. 7, n. 26, p. 48-60, 2016.**

CENTENO, L. N.; ARAÚJO, J. B.; MOURA, F. O. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 31–37, 2017.

CHAJAL, I., YYN, R. J., MAYERS, D., & VAN EERD, L. L. (2020). Cumulative impact of cover crops on soil carbon sequestration and profitability in a temperate humid climate. **Scientific Reports**, 10(1), 13381. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70224-6>.

CHAPAGAIN, T.; LEE, E.A.; RAIZADA, M.N. The Potential of Multi-Species Mixtures to Diversify Cover Crop Benefits. **Sustentability**, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/5/2058>. Acesso em: 26/11/2025.

CHAUDHARI, P. R., AHIRE, D. V., AHIRE, V. D., CHKRAVARTY, M., & MAITY S. (2013). Soil bulk density as related to soil texture, organic matter content and available total nutrients of Coimbatore soil. *International Journal of Scientific and Research*, 3, 1–8. DOI: <http://doi.org/10.15373/22778179/MARCH2014/162>

CHOWDHURY, S.; BOLAN, N.; FARRELL, M.; SARKAR, B.; SARKER, J.R.; KIRKHAM, M.B.; HOSSAIN, M.Z.; KIM, G.-H. Role of cultural and nutrient management practices in carbon sequestration in agricultural soil. *Advances in Agronomy*, v.166, p.131-196, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/BS.AGRON.2020.10.001>

COLODETTI, T.V.; MARTINS, L.D.; RODRIGUES, W.N.; BRINATE, S.V.B.; TOMAZ, M.A. Crambe: aspectos gerais da produção agrícola. **ENCICLOPÉDIA BIOESFERA, Centro Científico Conhecer** – Goiânia, v.8, n. 14, p. 258, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/crambe.pdf>. Acesso em: 26/11/2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – **CONAB**. O último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas. Brasília, 2023.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Boas produtividades garantem produção de feijão em torno de 3 milhões de toneladas mesmo com menor área. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5011-boas-produtividades-garantem-producao-de-feijao-em-torno-de-3-milhoes-de-toneladas-mesmo-com-menor-area>. Acesso em: 26/11/2025.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015

CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n.2, p. 161-168, 2005.

da SILVA, D. B., GUERRA, A. F., da SILVA, A. C., & PÓVOA, J. S. R. (2002). Avaliação de genótipos de mourisco na região do cerrado. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**.

Da SILVA, G.A.A. **Influência do tratamento de sementes de feijão com diferentes espécies de bactérias do gênero *Bacillus* no crescimento e desenvolvimento da cultura**. Monografia, Instituto Federal Goiano. Cristalina – GO, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/5157>. Acesso em: 27/11/2025.

de CARVALHO, A. M., BUSTAMANTE, M. M. C., ALCANTARA, F. A., RESCK, I. S., e LEMOS, S. S. (2009). Characterization by solid-state CPMAS¹³C NMR spectroscopy of decomposing plant residues in conventional and no-tillage systems in Central Brazil. **Soil & Tillage Research**, 101, 100–107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.08.006>

De CARVALHO, A. M., COELHO, M. C., DANTAS, R. A., FONSECA, O. P., JÚNIOR, R. G., & FIGUEIREDO, C. C. (2012). Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no- tillage systems in the Brazilian savanna. **Crop and Pasture Science**, 63(12), 1075–1081. DOI: <https://doi.org/10.1071/CP12272>.

De CARVALHO, A. M., MARCHÃO, R. L., SOUZA, K. W., & BUSTAMANTE, M. M. C. (2014). Soil fertility status, carbon and nitrogen stocks under cover crops and tillage regimes. **Revista Ciência Agronômica**, 45, 914–921. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000500007>.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Iapar, 1992. 80p. (Circular, 73).

DI BENEDETTO, N. A.; CAMPANIELLO, D.; BEVILACQUA, A.; CATALDI, M. P.; CORBO, M.; SINIGAGLIA, M.; FLAGELLA, Z. **Characterization of autochthonous plant growth promoting bacteria in relation to durum wheat nitrogen use efficiency**. In: Proceedings of Plant Biology Europe Congress EPSO/FESPB, Prague Czech Republic, p. 26-30, 2016.

DI BENEDETTO, N. A.; CORBO, M. R.; CAMPANIELLO, D.; CATALDI, M. P.; BEVILACQUA, A.; SINIGAGLIA, M.; FLAGELLA, Z. The role of plant growth promoting bacteria in improving nitrogen use efficiency for sustainable crop production: a focus on wheat. **Microbiology**, v.3, n.3, p.413- 434, 2017.

DUVAL, M. E., MARTINEZ, J. M., & GALANTINI, J. A. (2020). Assessing soil quality indices based on soil organic carbon fractions in different long-term wheat systems under semiarid conditions. **Soil Use and Management**, 36, 71–82. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12532>.

EMBRAPA. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijão-comum em sucessão. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1084251/plantas-de-cobertura-e-seus-efeitos-sobre-o-feijao-comum-em-sucessao>. Acesso em: 27/11/2025.

FAO. FAO Statisttical Yearbook. FAO Statistics Division. (2011).

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l.], v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

Fertilizer applications for legumes in the Caribbean region. **Journal Clean Prod**, 267:1–11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122065>.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; LIMA, S. L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 8, p. 947-953, 2003.

FORSTER, P.; STORELVMO, T.; ARMOUR, K.; COLLINS, W.; DUFRESNE, J.-L.; FRAME, D.; LUNT, D.J.; MAURITSEN, T.; PALMER, M.D.; WATANABE, M.; WILD, M.; ZHANG, H. The earth's energy budget, climate feedbacks, and climate sensitivity. In: MASSON-DELMOTTE, V.; ZHAI, P.; PIRANI, A.; CONNORS, S.L.; PÉAN, C.; BERGER,

S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M.I.; HUANG, M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J.B.R.; MAYCOCK, T.K.; WATERFIELD, T.; YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU, B. (Ed.). *Climate Change 2021: the physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. p.923-1054. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.009>.

GONÇALVES, F.M.F.; PORTO, P.P.; SILVA, R.M.G.; MELLO-PEIXOTO, E.C.T. Trigo mourisco: perspectiva de utilização na agropecuária. **Biológico**, v. 76, n. 2, p. 79-155, 2014.

GORGEN, A. V. (2013). **Produtividade e qualidade da forragem de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) e de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*. Moench) cultivado no Cerrado.**

GORGEN, A.V.; CABRAL FILHO, S.L.S.; LEITE, G.G.; SPEHAR, C.R.; DIOGO, J.M.S.; FERREIRA, D.B. Produtividade e qualidade da forragem de trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench) e de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R.BR). **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v. 17, n.4 p. 599-607, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402016000400004>.

HANSEN, P. H.; SILVA, D. M.; LANZANOVA, L. S.; GUERRA, D.; LANZA-NOVA, M. E.; SOUZA, E. L.; BOHRER, R. E. G. Nabo forrageiro: potencialidades da espécie como descompactador do solo, reciclador de nutrientes e produtor de biomassa. *Research, Society and Development*, Itabira -MG, v. 12, n. 2, p. 1 –12, 2023.

HARUNA, S. I.; ANDERSON, S. H.; UDAWATTA, R. P.; GANTZER, C. J.; PHILLIPS, N. C.; CUI, S.; GAO, Y.; Improving soil physical Properties through the use of cover crops: A review. **Agrosystems, geosciences & environment**. 2020. DOI: 10.1002/agg2.20105

HOLANDA, SF., VARGAS, L.K. e GRANADA, E.C. Challenges for sustainable production in sandy soils: A review. **Environment, Development and Sustainability**. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03895-6>.

HOUSMAN, M.; TALLMAN, S.; JONES, C.; MILLER, P.; ZABINSKI, C.A. Soil biological response to multi-species cover crops in the Northern Great Plains. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, vol. 313, no. 1, pp. 107373. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2021.107373>.

HUANG, J.; HARTEMINK, A.E. (2020). Soil and environmental issues in sandy soils. **Earth Science Reviews**, 208, 103295. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103295>.

JHS Sementes. Cultivar IPR Sabiá. Disponível em: http://www.sementesjhs.com.br/ipr_sabia/. Acesso em: 28/11/2025.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Ed. Universidade de Passo Fundo. 3ª edição, 2014.

KLEIN, V. A., NAVARINI, L. L., BASEGGIO, M., MADALOSSO, T., & COSTA, L. O. (2010). Trigo mourisco: uma planta de triplo propósito e uma opção para rotação de culturas em áreas sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, 117

KOPITTKKE, P.; MENZIES, N.W.; WANG, P.; MCKENNA, B.A e LOMBI, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. **Environmental International**, 132, 105078. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078>.

KUMAR, R.; FARDA, B.; MIGNINI, A. et al. Microbial Solutions in Agriculture: Enhancing Soil Health and Resilience Through Bio-Inoculants and Bioremediation. MDPI, **Bacteria**, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2674-1334/4/3/28>. Acesso em: 01/12/2025.

LATATI, M., BARGAZ, A., BELARBI, B., LAZALI, M., BENLAHRECH, S., TELLAH, S., & OUNANE, S. M. (2016). The intercropping common bean with maize improves the rhizobial efficiency, resource use and grain yield under low phosphorus availability. **European journal of agronomy**, 72, 80-90

LIMA, B.C. **Atenuação do estresse por alta temperatura durante o estágio reprodutivo do feijoeiro-comum, em função da inoculação de *Bacillus subtilis***. Dissertação – Mestrado. Unoeste, Presidente Prudente, 2020. Disponível em: <http://bdtd.unoeste.br:8080/tede/handle/jspui/1345>. Acesso em: 01/12/2025.

LIMA, L. F. F. G. **Coberturas de solo para plantio direto e convencional de berinjela**. Trabalho de conclusão de curso – UNESP. 2025. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/f48759d8-1e7e-4680-9673-6c9cbadd8fa6/content>. Acesso em: 02/12/2025.

LOSS, A., M.G. PEREIRA, L.H.C. ANJOS, S.J. BEUTLER, E.P. FERREIRA & E.M.R. SILVA. 2011b. Oxidizable organic carbon fractions and soil aggregation in areas under different organic production systems in Rio de Janeiro, Brazil. **Tropical and Subtropical Agroecosystems** 14: 699-708.

LOSS, Arcângelo et al. Agregação, matéria orgânica leve e carbono mineralizável em agregados do solo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 113, n. 1, p. 1-8, 2014.

LOZANO OLIVÉRIO, GABRIELA; DOS SANTOS BATISTA BONINI, CAROLINA; FERNANDA DIAS SOUZA, JÉSSICA; LUÍS SANCHEZ PERUSSO, RAFAEL; MEIRELLES, GUILHERME CONSTANTINO; ANDRIGHETTO, CRISTIANA; CARLOS LUPATINI, GELCI; PAVAN MATEUS, GUSTAVO; LAPAZ, ALLAN DE MARCOS; HEINRICHS, REGES; MOREIRA, ADÔNIS. Water Infiltration, Resistance to Penetration and Soil Moisture in Integrated Agricultural Yield Systems over Time. Communications in Soil Science and Plant Analysis. **JCR**, v.53, p.327 - 336, 2021.

LUXEMOORE, R. J. (1981). Micro-, meso-, and macroporosity of soil. **Soil Science Society of America Journal**, 45, 671–672. DOI: <http://doi.org/10.2136/sssaj1981.03615995004500030051x>

LYNCH, J.; CAIN, M.; FRAME, D.; PIERREHUMBERT, R. Agriculture's contribution to climate change and role in mitigation is distinct from predominantly fossil CO2-emitting sectors. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v.4, e518039, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.518039>.

Macedo, L. C. P. et al. (2019). Phenology and dry mass production of *Urochloa plantaginea* and *Urochloa platyphylla* submitted to different water quantities in the soil. **Acta Sci. Biol. Sci.**, 41, e46127. DOI: 10.4025/actascibiols.v41i1.46127.

MARCANTE, N.C.; CAMACHO, M.A.; PAREDES, F.P.J. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal, Agricultural Sciences**, v. 27, n. 2. 2011. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7564>. Acesso em: 02/12/2025.

MARRIS, E. A World Without Soil: The Past, Present, and Precarious Future of the Earth Beneath Our Feet. **NATURE**, 601 (7894), 503-504. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-022-00158-8>.

MARTINS, M.V.; CARVALHO, M.P.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. Correlação linear e espacial entre a produtividade do feijoeiro e atributos físicos de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v. 31, n.1, p. 147-154, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/cgcNLXJrpXSpHqk3QY7d6zr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03/12/2025.

MEDEIROS, M.N.V. Influência de frequências de irrigação no crescimento e produção da cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Monografia, Universidade Federal de Campina Grande, POMBAL, 2024. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/43540>. Acesso em: 02/12/2025.

MELO, R.S.; RAMOS, M.R. Solos de textura arenosa: uma revisão acerca do uso e manejo no estado do Tocantins. *Rev. Sapiência*, v. 14, n. 01, p. 01-22, 2025. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/sapiencia/article/view/15157/11570>. Acesso em: 02/12/2025.

MESSING, I., & JARVIS, N. J. (1993). Temporal variation in the hydraulic conductivity of a tilled clay soil as measured by tension infiltrometers. **European Journal of Soil Science**, 44, 11–24. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1993.tb00430.x>

MICHELON, C. J., JUNGES, E., CASALI, C. A., PELLEGRINI, J. B. R., NETO, L. R., de OLIVEIRA, Z. B., & de OLIVEIRA, M. B. (2019). Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 18(2), 230-239

Nascente, A. S.; Stone, L. F. (2018). Cover crops as affecting soil chemical and physical properties and development of upland rice and soybean cultivated in rotation. *Rice Sci.*, 25, 340–349. DOI: 10.1016/j.rsci.2018.10.004.

NISHIGAKI, T., SUGIHARA, S., KILASARA, M., FUNAKAWA, S. (2021). Carbon dioxide flux and soil carbon stock as affected by crop residue management and soil texture in semi-arid maize croplands in Tanzania. **Soil Use and Management**, 37, 83–94. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12680>.

OLIVEIRA, C. A.; COTA, L. V.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; SANTOS, F. C.; JUNIOR, A. S. P.; ALVES, V. M. C. Viabilidade Técnica e Econômica do Biomaphos (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas culturas de Milho e Soja. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas – MG, 2020.

OLIVEIRA, G.S.; de SOUSA, G.G.; VIANA, T.V.A.; PEREIRA, M.J.L.; LEITE, K.N.; de SOUSA, L.V.; MENDONÇA, A.M.; SANTOS S.O. Desempenho agrônomo da cultura do sorgo sob estresse salino em solo com cobertura morta vegetal. *Rev. Caatinga*, Mossoró, v. 37, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/GdxgySMWT7YBTh97MnnpWcK/?format=html&lang=en>. Acesso em: 25/11/2025.

OLIVEIRA, J.T.; ROQUE, C.G.; BORGES, M.R.Z.; MINOTTO, V.A.; JAVAREZ, A.L. Correlação espacial entre atributos químicos de um latossolo vermelho e produtividade de grãos

de feijoeiro. **Rev. Eng. Na Agric.** 2020, 28, 425–434. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347474641_SPATIAL_CORRELATION_BETWEEN_THE_CHEMICAL_ATTRIBUTES_OF_A_RED_LATOSOL_AND_THE_GRAIN_YIELD_OF_COMMON_BEAN. Acesso em: 03/12/2025.

OLIVEIRA, M. S. P et al. (2016) **Densidade e comprimento radicular de crotalária e milho em camadas compactadas de solo.** In: V CONGRESSO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IF GOIANO –CAMPUS IPORÁ, 2016, Iporá, GO. Anais... Iporá, GO: 21 a 23 de setembro de 2016, p.1-2.

OLIVEIRA, N.S., SCHIAVO, J.A., LIMA, M.F., LARANJEIRA, L.T., NUNES, G.P., CRUZ, S.C., 2021. Isotopic variations of carbon and nitrogen and their implications on the conversion of Cerrado vegetation into pasture. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v.56 n.2 , 266-273.. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z21769478845>

PACHECO, L. P., et al. (2017). Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura no Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 21(10), 679-684. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v21n10p679-684.

PACHECO, L.P.; SÃO MIGUEL, A.S.D.; SILVA, D.M.B.; de SOUZA, E.D.; da SILVA, F.D. Influência da densidade do solo em atributos da parte aérea e sistema radicular de crotalária. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 464-472, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/LcTKSpWFhySWrgZwPYpsPBF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10/12/2025.

PAIVA, C. A. O.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; COTA, L. V.; SANTOS, F. C.; TINOCO, S. M. S.; LANA, U. G. P.; OLIVEIRA, M. C.; MATTOS, B. B.; ALVES, V. M.C.; RIBEIRO, V. P.; JUNIOR, R. V. Recomendação agrônômica de cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas – MG, 2020.

PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistema de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p. 135-140, 1991.

Pariz, C. M. et al. (2020). An innovative corn to silage-grass-legume intercropping system with oversown black oat and soybean to silage in succession for the improvement of nutrient cycling. *Front. Sustain. Food Syst.*, 4, 544996. DOI: 10.3389/fsufs.2020.544996.

PAULETTI, D.R. **Influência das plantas de cobertura nas características produtivas da alface e nos atributos físicos e químicos do solo.** Dissertação – Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marialva Cândido Rondon – PR, 2012. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1435/1/Daiana_Pauletti_2012. Acesso em: 28/08/2025.

PAULETTI, V.. **Manual de Adubação e calagem para o estado do Paraná.** 2. ed. Curitiba: SBCS, 2019, 289 p.

PAUSTIAN, K.; LARSON, E.; KENT, J.; MARX, E.; SWAN, A. Soil C sequestration as a biological negative emission strategy. *Frontiers in Climate*, v.1, e482133, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fclim.2019.00008>.

PEREIRA, W.J. Herbicidas ACCase no controle de capim-coralina, capim-amargoso e capim-pé-de-galinha e efeito residual na cultura do milho. Dissertação – Mestrado, Instituto Federal

Goiano, Urutaí, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3601>. Acesso em: 24/07/2025.

PEREZ, S. C. J. G. A. Limites de temperatura e estresse térmico na germinação de sementes de *Peltophorium dubium*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n.1, p. 134-142, 1998.

PESSOA, G.M.; da SILVA, M.G.; da COSTA, B.F.; BRITO e SILVA, G.L. Acúmulo de nutrientes e produtividade de diferentes plantas de cobertura na região de Aquidauana. *Rev. Caderno pedagógico*, Curitiba, v. 21, n. 10, p. 01-19. 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/8818/5236>. Acesso em: 10/07/2025.

Petter, F. A. et al. (2013). Desempenho de plantas de cobertura submetidas à déficit hídrico. *Semin. Ciências Agrárias*, 34, 3307–3319. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n6supl1p3307.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

PINEDA, M. E. B. La solubilización de fosfatos como estrategia microbiana para promover el crecimiento vegetal. **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria**. v. 15, n.1, p. 101- 113, 2014.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; SANTOS, S. C.; VIEIRA NETO, S. A.; SOUZA, J. P. G. de. Desempenho agrônômico de variedades de milho em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, Uberlândia. v. 23, n. 3, p. 41-49, 2007.

RAZERA, R. **Modificação nas propriedades de solo arenoso pela aplicação de resíduos estéreis de mineração**. Dissertação – Mestrado. Piracicaba, 2025. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/111140/tde-04022025-120841/pt-br.php>. Acesso em: 05/02/2026.

RIOS, M. Nabo forrageiro é opção na reforma de canaviais. **Jornal Cana**, Adamantina, p. 30-31, 2008.

ROCHA, D.R. Estoque de carbono com uso de fertilizantes organominerais associado com o uso de plantas de cobertura no cultivo de soja. Monografia. Universidade Federal de Mato Grosso do sul. Chapadão do sul, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/13330>. Acesso em: 18/07/2025.

Rodrigues, C. I. D., Brito, L. M., & Nunes, L. J. (2023). Soil carbon sequestration in the context of climate change mitigation: A review. *Soil Systems*, 7(3), 64.

ROSOLEM, C. A., Li, Y. e GARCIA, R. A. (2016). Soil carbon as affected by cover crops under no-till under tropical climate. **Soil Use and Management**, 32, 495–503. <https://doi.org/10.1111/sum.12309>.

SÁ, F. V. S. et al. Growth and biomass in saccharine sorghum plants irrigated with saline water under phosphate fertilizer. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 12: 2561-2569, 2018.

SALVADOR, K. R. S. et al. Intensificação de sistemas de produção de palma forrageira por meio de consorciação rotativa com gramíneas, leguminosas e oleaginosas: uma revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 14: 2322- 2343, 2021.

SALVIANO, A.M.; LIMA, A.M.N.; RAFAEL, M.P.S.; CUNHA, J.C.; SILVA, P.G. Plantas de cobertura em ambiente semiárido: produção de biomassa, adição de Carbono e de nutrientes ao solo. **Rev. Delos Desarrollo Local Sostenible**. Curitiba, v.16, n. 43, p. 835-852, 2023. doi: 10.55905/rdelosv16.n43-02. Disponível em:

<https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/872/826>. Acesso em: 25/07/2025.

SANCHEX, E. **Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno**. Dissertação – Mestrado. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro-PR, 2012. Disponível em: <https://tede.unicentro.br/jspui/bitstream/tede/127/1/PRmestradoemmanuel Sanchez.pdf>. Acesso em: 04/02/2026.

SANDERMAN, J.; HENGL, T.; FISKE, G.J. Soil carbon debt of 12,000 years of human land use. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v.114, p.9575-9580, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1706103114>.

SANTANA, E.H.S.; VIANA, P.M.F. **Erosão Hidráulica Localizada em Solo arenoso na Subestação Urucuia 2: Um estudo de caso**. EEPEX – Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Estadual de Goiás, 2025. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/eepep/article/view/16696>. Acesso em: 04/02/2026.

SANTOS, F.L.S.; NEVES, G.; SENA-SOUZA, J.P.; VASCONCELOS, V.; NARDOTO, G.B.; Aplicação do $\delta^{13}\text{C}$ e do $\delta^{15}\text{C}$ em estudos sobre dinâmica da matéria orgânica em solos superficiais do Brasil: uma síntese e perspectivas. *Rev. Bras. De Geografia Física*, v. 18, n.3, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/262554/49423>. Acesso em: 05/02/2026.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; BECQUER, T. Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolo do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.11, p.1171-1178, 2012.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 6. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: **Embrapa**, 2025.

SANTOS, Maurício, Siqueira dos. Consórcio de Plantas de Cobertura é Estratégia Para Promover Boa Cobertura do Solo e Diversificar Espécies no Sistema Plantio Direto. **Mais soja**. Santa Maria-RS, 2022.

SATO, J. H., de FIGUEIREDO, C. C., MARCHÃO, R. L., de OLIVEIRA, A. D., VILELA, L., DELVICO, F. M., ALVES, B. J. R., e de CARVALHO, A. M. (2019). Understanding the relations between soil organic matter fractions and N₂O emissions in a long-term integrated croplivestock system. **European Journal of Soil Science**, 70, 1183– 1196. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejss.12819>.

SEQUINATTO, L.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R.; MAZURANA, M.; MULLER, J. Qualidade de um Argissolo submetido a práticas de manejo recuperadoras de sua estrutura física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 18, no. 3, pp. 344-350. 2014.

SILVA, B. E.; DANTAS, Y. V. V.; CESCION, J. V. F.; BONINI, H. C.; ROCHA, J. R.; Atributos físico-hídricos do solo sob diferentes plantas de cobertura consorciada com pimentado-reino. **Revista Observatorio de La Economia Latinoamericana**. Curitiba, v.22, n.10, p.01-23. 2024. DOI: 10.55905/oelv22n10-188.

SILVA, D. F.; GARCIA, P. H. M.; SANTOS, G. C. L.; FARIAS, I. M. S. C.; PÁ-DUA, G. V. G.; PEREIRA, P. H. B.; SILVA, F. E.; BATISTA, R. F.; GONZAGA NETO, S.; CABRAL, A. M. D. Características morfológicas, melhoramento ge-nético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. *Research, Society and Development*, Itabira -MG, v. 10, n. 3, p. 1 –9, 2021.

SILVA, D.B.; GUERRA, A.F.; SILVA, A.C.; PÓVOA, J.S.R. **Avaliação de genótipos de mourisco na região do Cerrado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002.

SILVA, D.B.; GUERRA, A.F.; SILVA, A.C.; PÓVOA, J.S.R. Avaliação de genótipos de trigo mourisco na região do Cerrado. Brasília: **Embrapa Cenargen**, 2002, 20p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 21).

SILVA, G. F.; ERASMO, E. A. L.; SARMENTO, R. A.; SANTOS, A. R.; AGUIAR, R. W. S. Potencial de produção de biomassa e matéria seca de milheto (*Pennisetum americanum* Schum.), em diferentes épocas nosul do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia. v. 19, n. 3, p.31-34, 2003.

SILVA, L. O. C. et al. Ação de Eleusine coracana na remediação de solos contaminados com picloram. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 627-632, 2012.

SILVA, M.A.; NASCENTE, A.S.; FRASCA, L. L. M.; et al. Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Reserach, Society and Development**, v.10, n.12. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20008>

SILVA, M.P.; ARF, O.; de SÁ, M.E.; ABRANTES, F.L.; BERTI, C.L.F.; de SOUZA, L.C.D. Plantas de cobertura e qualidade química e física de Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto. **Rev. Bras. De Ciências Agrárias**, v. 12, n.1 p. 60-67, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119050448010.pdf>. Acesso em: 10/07/2025.

SOUZA, G. G. et al. Saline water and nitrogen fertilization on leaf composition and yield of corn. *Revista Caatinga*, 35: 191-198, 2022.

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P., ÍTAVO, L. C.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansô, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1328-1335, 2009.

SOUZA, C. M. de; PIRES, F. R.; PARTELLI, F.L.; ASSIS, R.L. **Adubação verde de rotação de culturas.** Viçosa – MG: Ed. UFV, v. 1, n. 1, p. 108, 2013.

SOUZA, J. F. D.; **BONINI, C.S.B.**; MATEUS, G. P.; SOUZA, C. T.; PERUSSO, R. L. S.; PEDRO, F. G.; OLIVERIO, G. L.. Compactação do solo em sistemas de integração lavoura-pecuáriafloresta após cinco anos de implantação e uso. *REVISTA DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS*. v.19, p.348 - 353, 2020.

Souza, V. S., Santos, D. D. C., Ferreira, J. G., de Souza, S. O., Gonçalo, T. P., de Sousa, J. V. A., ... & Cherubin, M. R. (2024). Cover crop diversity for sustainable agriculture: Insights from the Cerrado biome. *Soil Use and Management*, 40(1), e13014.

TANG, J. RILEY, W.J. Revising the dynamic energy budget theory with a new reserve mobilization rule and three example applications to bacterial growth. *Soil Biology and Biochemistry*. V. 178, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2023.108954>.

TEIXEIRA, C. M. et al. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalaria no plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, n.4, p.647-653, 2009.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de Métodos de Análise de Solo. Brasília: **Embrapa**, 2017, 574p.

TEODORO, R. B. et al. Plantas de cobertura no semiárido brasileiro: Efeitos sobre a ciclagem de nutrientes e a produção de matéria seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 9, p. 1099-1107, 2018. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000900007.

TOMAZI, C.V.; BORSOI, A.; FABIAN, F.M. Produtividade e características agronômicas do trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) em função da aplicação de nitrogênio em cobertura. **Rev. Cultivando o saber**. 2021. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/1080>. Acesso em: 10/07/2025.

TORRES, José Luiz Rodrigues et al. Physical attributes of an irrigated oxisol after brassicas crops under no-tillage system. **Agronomy**, v. 12, n. 8, p. 1825, 2022.

USMAN, M.; FAROOG, M.; WAKEEL, A.; NAWAZ, A.; CHEEMA, S.A.; REHMAN, H.U.R.; ASHRAF, I. e SANALLAH, M. (2020). Nanotechnology in agriculture: Current status, challenges and future opportunities. **Science of the Total Environment, Elsevier BV**, 721, 137778. DOI://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137778.

VEZZANI, Fabiane Machado and MIELNICZUK, João. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2011, vol.35, n.1, pp.213-223.

VOMOCIL, J. A.; FLOCKER, W. J. Effect of soil compaction storage and movement of soil, air and water. **American Society of Agricultural Engineering**, v.4, p.242-246, 1966.

WATANABE, S. H.; TORMENA, C. A.; ARAÚJO, M. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; PINTO, J. C.; COSTA, A. C. S.; MUNIZ, A. S. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico influenciadas por sistemas de preparo do solo utilizados para implantação da cultura da mandioca. **Acta Scientiarum**, v.24, p.1255-1264, 2002.

WEIL, R. R.; NYLE C. B. **Arquitetura e propriedades físicas do solo** In: Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos, 2013.

WENDLER, E., & SIMONETTI, A. P. M. M. (2016). Uso de trigo mourisco sobre a germinação e desenvolvimento inicial de soja. **Revista Cultivando o Saber**, 119-128.

WIPAT, A.; HARWOOD, C.R. The *Bacillus subtilis* genome sequence: the molecular blueprint of a soil bacterium. **FEMS Microbiology Ecology**, v.28, n.1, p. 1-9, 1999.

WOLSCHICK, N. H., BARBOSA, F. T., BERTOL, I., dos SANTOS K. F., WERNER, R. D. S., e BAGIO, B. (2016). Canopy cover, biomass production and nutrient accumulation by cover crops. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 15(2), 134-143

WULANNINGTYAS H.S.; GONG, W.; LI, P.; SAKAGAMI, N.; NISHIWAKI, J.; KOMATSUZAKI, M.A cover crop and no-tillage system for enhancing soil health by increasing soil organic matter in soybean cultivation. **Soil & Tillage Research**, vol. 205, no. 1, pp. 104749. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2020.104749>.

YAO, Z., XU, Q., CHEN, Y., LIU, N., HUANG, L., ZHAO, Y., ZHANG, D., LI, Y., ZHANG, S., CAO, W., ZHAI, B., WANG, Z., ALD, S., GAO, Y. (2019). Enhanced stabilization of soil organic carbon by growing leguminous green manure on the Loess Plateau of China. **Soil Science Society of America Journal**, 83, 1722–1732. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2019.03.0089>.

YAO, Z., XU, Q., CHEN, Y., LIU, N., HUANG, L., ZHAO, Y., ZHANG, D., LI, Y., ZHANG, S., CAO, W., ZHAI, B., WANG, Z., ALD, S., & GAO, Y. (2019). Enhanced stabilization of soil organic carbon by growing leguminous green manure on the Loess Plateau of China. **Soil Science Society of America Journal**, 83, 1722–1732. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2019.03.0089>.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, 19:1467-1476, 1988.

ZECCHIN S., VALLI, C.; MELZI, A. et al. Winter cover cropping increases synergistic species interactions and plant growth-promoting traits involved in phosphorus and nitrogen cycling in rice rhizosphere microbiome. **Soil ecology**, v. 218, 2026. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139325008297>. Acesso em: 16/07/2025.

ZHANG, R. Determination of Soil Sorptivity and Hydraulic Conductivity from the Disk Infiltrometer. **Soil Science Society of America Journal**, [s. l.], v. 61, n. 4, p. 1024–1030, 1997.

ZIECH A. R. D., CONCEIÇÃO, P. C., LUCHESE, A. V., BALIN, N. M., CANDIOTTO, G., & GARMUS, T. G. (2015). Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50, 374-382.

Zuffo, A. M. et al. (2022). Silicon mitigates the effects of moderate drought stress in cover crops. *J. Agron. Crop Sci.*, 208, 887–897. DOI: 10.1111/jac.12548.

ZUFFO, A.M.; STEINER, F.; AGUILERA, J.G.; ARANIBAR, L.M.; MARTINEZ, L.A. Resiliência de plantas de cobertura à seca. *Trends in Agricultural and Environmental Sciences*. 2024.