

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta
dissertação será disponibilizado
somente a partir de 26/02/2028

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

Efeito da palhada na fertilidade e na atividade enzimática do solo e no desempenho da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)

ADOLFO LEÃO PEREIRA
Engenheiro agrônomo

Jaboticabal – São Paulo - Brasil
2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

Efeito da palhada na fertilidade e na atividade enzimática do solo e no desempenho da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)

Adolfo Leão Pereira
Orientador: Dr. Jairo Osvaldo Cazetta

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Jaboticabal – São Paulo - Brasil
2026

P436e Pereira, Adolfo Leão
Efeito da palhada na fertilidade e na atividade enzimática do solo e
no desempenho da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) /
Adolfo Leão Pereira. -- Jaboticabal, 2026
52 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Jairo Osvaldo Cazetta

1. *Saccharum officinarum*. 2. palhada, saúde do solo. 3. fertilidade
do solo. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DA PALHADA NA FERTILIDADE E NA ATIVIDADE ENZIMÁTICA DO SOLO E NO DESEMPENHO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp.)

AUTOR: ADOLFO LEÃO PEREIRA

ORIENTADOR: JÁIRO OSVALDO CAZETTA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. JÁIRO OSVALDO CAZETTA (Participação Presencial)

Departamento de Biotecnologia Agropecuária e Ambiental / UNESP / Câmpus de Jaboticabal - FCAV



Prof. Dr. FÁBIO LUIZ CHECCHIO MINGOTTE (Participação Presencial)

Departamento de Produção Vegetal / UNESP / Câmpus de Jaboticabal - FCAV



Prof. Dr. LEONARDO LUCAS MADALENO (Participação Presencial)

Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani / Fatec - Jaboticabal/SP

Jaboticabal, 26 de fevereiro de 2026.

Dados curriculares do autor

Adolfo Leão Pereira – nascido no dia 14 de junho de 1995 na cidade de Calequisse, região de Cacheu, Guiné-Bissau – cursou o ensino médio na Escola Moderna Danielle Mitterrand em Bissau, Guiné-Bissau, no período de 2012 a 2013. Em 2018, ingressou no curso de Agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Em agosto de 2023, obteve o título de Engenheiro Agrônomo. Em agosto de 2023, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, no qual foi bolsista da CAPES. No dia 27 de fevereiro de 2026, submeteu-se à banca examinadora para defesa da dissertação para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Epígrafe

Uma pessoa só poderá ser feliz, se seguir as suas paixões, lutando por aquilo que verdadeiramente deseja ou gosta e é esta minha filosofia de vida!

Jumé

Dedico

À minha querida e amada mãe, Ana Vaz, à Cristina Vaz, aos meus familiares, António Vaz, Júlio Vaz e aos meus irmãos, que não mediram esforços e sempre confiaram em minhas decisões, tornando tudo possível. Espero um dia poder retribuir tudo o que fizeram por mim.

Ao meu pai Leão Pereira e à minha mãe Ana Vaz, que hoje não podem participar dessa conquista, que suas almas descansem em paz.

Agradecimentos

Ao professor Dr. Jairo Osvaldo Cazetta, pela excelente orientação, pelos ensinamentos, pela paciência, pela atenção, pela humildade e pelo comprometimento durante todo o mestrado.

Ao Senhor José Carlos de Freitas, técnico do laboratório, pela dedicação e pelo suporte técnico na coleta e na análise laboratoriais.

Aos professores que ao longo do curso dedicaram um tempo ao ensinamento.

Aos colegas e amigos Messias João Eduardo, Afonso Pinto Fancony, Jairo Neves de Oliveira, Abdulai Dabó, Andrea Onelia Rodriguez Roa, Dino Martinho Gomes, Viano Antônio Cabapitchim e Maldine da Silva.

Aos meus familiares, Júlio Mendes, Lica Leão Pereira, Zaida Pereira, Aniceto Leão Pereira, Natalia Vaz, Leony Amélia Pereira, Fatinha João Batista da Costa e Vladimira Júlio da Silva.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/Unesp), pela oportunidade e a todos os seus servidores e professores, em especial à Cláudia, servidora do departamento de Ciência do Solo, pela preciosa ajuda em toda a etapa de análise laboratorial, na pessoa da Profa. Dr^a Mara Cristina Pessoa da Cruz, agradeço também a amizade construída com os demais colegas da faculdade.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. ASPECTOS GERAIS.....	13
2.1.1. Cana-de-açúcar no Brasil.....	13
2.2. Efeitos da remoção da palhada no solo	14
2.3. Efeito da remoção da palhada sobre atividade enzimática	16
2.4. Efeito da remoção da palhada sobre fertilidade do solo.....	19
2.5. Efeito da remoção palhada na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS	41

Efeito da palhada na fertilidade e na atividade enzimática do solo na cultura de cana-de-açúcar

RESUMO

A palha de cana-de-açúcar remanescente da colheita tem sido utilizada como matéria-prima no processo de produção de bioenergia. Contudo, questiona-se o quanto esta prática pode afetar os índices de qualidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas de produção. Por isso foi desenvolvido um experimento de campo com 5 tratamentos: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da palha de cana-de-açúcar remanescente sobre o solo, com quatro repetições. Ao final de um ano após a aplicação dos tratamentos, observou-se que a remoção da palhada do campo reduziu a atividade da fosfatase ácida, arilsulfatase e beta-glucosidase; aumentou a acidez potencial e reduziu o pH do solo; não alterou os teores de P, Ca, Mg, K e matéria orgânica e não alterou as variáveis morfológicas e tecnológicas, nesse período. Conclui-se que a remoção da palhada no todo ou em parte pode não afetar a produção e a qualidade da cana-de-açúcar no primeiro ano, mas os efeitos observados sobre as atividades enzimáticas e alguns outros parâmetros da fertilidade do solo são evidências de que a remoção da palhada pode comprometer a sustentabilidade do sistema a longo prazo.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*, palhada, saúde do solo, fertilidade do solo, crescimento das plantas, qualidade da produção, qualidade tecnológica de cana-de-açúcar.

ABSTRACT:

Sugarcane straw remaining from the harvest has been used as raw material in the bioenergy production process. However, questions are raised about how much this practice can affect soil quality indices and the sustainability of production systems. Therefore, a field experiment was developed with 5 treatments: 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% of the remaining sugarcane straw on the soil, with four repetitions. At the end of one year after the application of the treatments, it was observed that the removal of straw from the field: reduced the activity of acid phosphatase, arylsulfatase, and beta-glucosidase; increased potential acidity and reduced soil pH; did not alter the levels of P, Ca, Mg, K, and organic matter; and did not alter the morphological and technological variables during this period. It is concluded that the removal of straw, in whole or in part, may not affect the production and quality of sugarcane in the first year, but the observed effects on enzymatic activities and some other soil fertility parameters are evidence that straw removal may compromise the long-term sustainability of the system.

Key words: *Saccharum officinarum*, straw, soil health, soil fertility, plant development, production quality, technological quality of sugarcane.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção de 676,96 milhões de toneladas na safra 2024/2025 em 8,69 milhões de hectares (CONAB, 2025; IBGE, 2025).

Os restos culturais da colheita da cana-de-açúcar apresentam grande potencial para produção de etanol de 2ª geração ou para queima em caldeiras na cogeração de energia, mas seu aproveitamento para essa finalidade reduz a cobertura do solo da cultura no campo (Santos et al., 2012a). A remoção parcial ou total da palhada para fins industriais pode contribuir para aumentar a rentabilidade do sistema produtivo, mas também pode contribuir para diminuição dos índices de qualidade solo, reduzindo sua sustentabilidade (De Aquino et al., 2018). Um manejo do solo sem o adequado conhecimento e controle pode levar à sua degradação, reduzindo matéria orgânica e alterando propriedades físicas, químicas, e biológicas (Jakelaitis et al., 2008).

A redução da cobertura do solo intensifica sua exposição à chuva e aos ventos, o que favorece a erosão. A manutenção da cobertura do solo (palhada) também reduz a temperatura, escoamento superficial e erosão (Lima et al., 2020a; Silva et al., 2019), contribui para diminuir a presença de plantas daninhas e aumenta o acúmulo de matéria orgânica no solo (Dias et al., 2015; Trezzi; Vidal, 2004). Sabe-se que os solos ricos em matéria orgânica melhoram a estrutura, aumentam a porosidade e acumulam mais água, que são fatores importantes para o desempenho das plantas cultivadas (Bernardi, 2023). Além disso, os compostos orgânicos constituem base para o desenvolvimento de organismos vivos e, por isso, a remoção da palhada pode prejudicar processos biológicos e enzimáticos, refletindo em piora da saúde do solo (Akhtar et al., 2018).

A queima da palha da cana antes da colheita, que é utilizada até hoje em alguns locais para facilitar a colheita, também é uma prática que reduz drasticamente a quantidade de material orgânico que permanece no solo e que, à semelhança da retirada da palhada, também compromete a proteção da superfície do solo contra as intempéries, a retenção da água e a saúde (qualidade biológica) do solo (Portilho et al., 2010).

O conhecimento dos impactos da retirada da palhada do campo pode contribuir para estabelecer um manejo conservacionista, minimizar a degradação do solo e, considerando que a palhada contém nutrientes minerais de plantas, sua manutenção no campo reduz a necessidade de aporte de fertilizantes químicos para a manutenção da cultura. Sendo assim, fica claro que a manutenção total ou parcial da palhada no campo pode minimizar

impactos negativos, diminuir custos de produção e aumentar a sustentabilidade do sistema agrícola (Albuquerque et al., 2002a).

Essa discussão está relacionada de forma direta com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que foram propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), tendo como destaque o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 12 (Consumo e Produção Sustentáveis) e ODS 15 (Vida Terrestre). Esses Objetivos de Desenvolvimento Sustentável reforçam a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis que promovam a produtividade para suprir as demandas sem comprometer a sustentabilidade, a conservação do solo e o equilíbrio dos ecossistemas terrestres (ONU, 2015).

Certamente, os efeitos da remoção total ou parcial da palhada do campo podem ser imediatos ou ter efeito no longo prazo, dependendo das condições edafoclimáticas onde a cultura está instalada. Dentro desse contexto, ainda não está claro se esses efeitos podem ser observados já no primeiro ano após a retirada da palhada em cada condição edafoclimática, especialmente nas condições da grande região canavieira do centro do Estado de São Paulo. Por isso, com este trabalho objetivou-se avaliar efeitos da remoção total ou parcial da palhada sobre atividade enzimática, a fertilidade do solo, o desempenho das plantas e a qualidade tecnológica da cana após o primeiro ano de aplicação do experimento, em um latossolo vermelho distrófico nas condições edafoclimáticas de Jaboticabal-SP, numa das regiões canavieiras mais importantes do Estado de São Paulo, Brasil.

5. CONCLUSÕES

Ao final de um ano após a aplicação dos tratamentos, conclui-se que a remoção da palhada do campo reduziu a atividade da fosfatase ácida, arilsulfatase e beta-glucosidase; aumentou a acidez potencial e reduziu o pH do solo; não alterou os teores de P, Ca, Mg, K e matéria orgânica; não alterou as variáveis morfológicas relacionadas ao desempenho produtivo e à qualidade tecnológica, nesse período.

A remoção da palhada remanescente da colheita pode não comprometer a produção em curto prazo, mas a longo prazo pode levar à redução da produtividade, ao aumento do custo de produção pela necessidade de aplicação de mais fertilizantes, além de conduzir a degradação da qualidade química e da saúde do solo

Recomenda-se a manutenção de, no mínimo 75% da palhada no solo, para minimizar a perda da qualidade e da saúde do solo a longo prazo.

REFERÊNCIAS

AKHTAR, Kashif *et al.* Changes in soil enzymes, soil properties, and maize crop productivity under wheat straw mulching in Guanzhong, China. **Soil and Tillage Research**, v. 182, p. 94–102, 2018.

ALBUQUERQUE, Abel W. *et al.* Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 136–141, 2002a.

ALBUQUERQUE, Abel W. *et al.* Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 136–141, 2002b.

ARATANI, Ricardo Garcia *et al.* Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 677–687, 2009.

ASSIS, Valeska. Dinâmica do magnésio no sistema solo-planta e sua participação no metabolismo e nutrição de plantas: uma revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 17, n. 4, p. 1-10, 2024.

BARBOSA, A. M. **Como calcular TCH e TAH da cana-de-açúcar?** [S.l.: s.n], abr. 2023. [Blog utilizado para atividades didáticas realizadas nas disciplinas do curso de Agronomia]. Disponível em: <https://alexandriusmb.blogspot.com/2023/04/como-calcular-tch-e-tah-da-cana-de.html>. Acesso em: 28 abr. 2026.

BARBOSA, Ana Paula Franco Paes Leme; JÚNIOR, Wilian Gatti. Cenários tecnológicos para a demanda por cana de açúcar. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies**, v. 4, n. 1, p. 92–113, 2012.

BARBOSA, José Carlos; MALDONADO JUNIOR, Wagner. AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.

BASTOS, Valéria Delgado. **Etanol, alcoolquímica e biorrefinarias**. Rio de Janeiro: BNDES, 2007. (BNDS Setorial, 25). Disponível em:

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1305/2/BS%2025_final%20A.pdf.

Acesso em 28 abr. 2025.

BERNARDI, A. C. de C. **Benefícios da matéria orgânica dos solos em sistemas integrados**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/85521955/artigo-beneficios-da-materia-organica-dos-solos-em-sistemas-integrados>. Acesso em: 8 jun. 2025.

BLANCO-CANQUI, Humberto; LAL, R. Soil structure and organic carbon relationships following 10 years of wheat straw management in no-till. **Soil and Tillage Research**, v. 95, n. 1–2, p. 240–254, 2007.

BORGES, Iêgo Allisson de Sousa Benjamin. **Efeitos do manejo da adubação foliar na biometria e produtividade da cana-de-açúcar**. 30 f. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso: Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/25641/1/IASBB28122022-MA1217.pdf>. Acesso em: 04 maio 2026.

BORGES, Luiz Fernando Dos Santos *et al.* Impactos ambientais e sociais causados pela queima da cana-de-açúcar. **Monumenta-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 1, n. 1, p. 73–83, 2020.

BOTTEGA, Eduardo Leonel *et al.* Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 1–9, 2013.

BURNS, Richard G. *et al.* Soil enzymes in a changing environment: current knowledge and future directions. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 58, p. 216–234, 2013.

CAMPOS, Marcos S. *et al.* Consumptive water use of banana under micro irrigation using a soil-water balance approximation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 595, 2022.

CANÇADO, José E. D. *et al.* The impact of sugar cane–burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, n. 5, p. 725–729, 2006.

CARVALHO, João Luís Nunes *et al.* Agronomic and environmental implications of sugarcane straw removal: a major review. **Gcb Bioenergy**, v. 9, n. 7, p. 1181–1195, 2017.

CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I.; CASTELLANI, Paulo Donato. Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, v. 24, p. 701-710, 2000.

CHERUBIN, Maurício R. *et al.* Sugarcane straw removal: implications to soil fertility and fertilizer demand in Brazil. **BioEnergy Research**, v. 12, n. 4, p. 888–900, 2019.

COELHO, Vinícius Assunção. **Decomposição de palhada**: liberação de nutrientes e atividade microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária. 57 f. 2023. Dissertação: Mestrado em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2023.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar. Safra 2024/25, primeiro levantamento. Brasília, DF, abr. 2024. v. 12. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cana-de-acucar/arquivos-boletins/1o-levantamento-safra-2024-25/boletim-cana-de-acucar-1o-levantamento-2024-25>. Acesso em: 28 abr. 2026.

CONSECANA-SP. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba, 2006. v. 5, 2006.

COSTA, Leandro G. *et al.* Simulação do efeito do manejo da palha e do nitrogênio na produtividade da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, 2014.

DA SILVA, A. P. *et al.* Atividades enzimáticas como indicadores de qualidade do solo. 2011.

DA SILVA, Rakiely Martins *et al.* Um estudo de caso da remoção da palhada de cana-de-açúcar do solo: quais são as implicações no conteúdo de matéria orgânica do solo? **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e71101421717–e71101421717, 2021.

DE AQUINO, Gisele Silva *et al.* Does straw mulch partial-removal from soil interfere in yield and industrial quality sugarcane? A long term study. **Industrial Crops and Products**, v. 111, p. 573–578, 2018.

DE ARAÚJO, Ademir Sérgio Ferreira; MONTEIRO, Regina Teresa Rosim. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.

DE CARVALHO Mendes, Iêda; DE SOUSA, Djalma Martinhão Gomes; DOS REIS JUNIOR, Fábio Bueno. Bioindicadores de qualidade de solo: dos laboratórios de pesquisa para o campo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 191–209, 2017.

DE MEDEIROS, Jucelio Kulmann. Cana-de-açúcar no Brasil. **Revista de Educação a Distância do IFSC**, v. 1, n. 5, p. 40–54, 2024.

De Melo, W. J. Enzimas No Solo. *In*: Moniz, A. C.; FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; Freitas, S. S. (ed.). **A responsabilidade social da ciência do solo: e os simpósios “Microbiologia do solo: só simbiosis?” e “A importância do conhecimento da organização da cobertura do solo pedológica: análise estrutural”**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p. 365-378.

DE OLIVEIRA, Ana P. P. *et al.* Sistemas de colheita da cana-de-açúcar: conhecimento atual sobre modificações em atributos de solos de tabuleiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 939–947, 2014a.

DE OLIVEIRA, Ana P. P. *et al.* Sistemas de colheita da cana-de-açúcar: conhecimento atual sobre modificações em atributos de solos de tabuleiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 939–947, 2014b.

DIAS, A. M. *et al.* Atributos biológicos como indicadores de sustentabilidade do solo na região do cerrado. 2015.

DIONISIO-SESE, Maribel L.; TOBITA, Satoshi. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. **Plant Science**, v. 135, n. 1, p. 1–9, 1998.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. [S.l.]: Serviço de Produção de Informação, 1999.

EMBRAPA. **produção da cana-de-açúcar**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana-de-acucar/producao>>. Acesso em: 31 maio. 2026.

FACHINI, I. A. *et al.* Técnicas para caracterização dos estoques de carbono e humificação da matéria orgânica em diferentes sistemas de manejo de solos na região de Mococa (SP). 2014.

FORTES, Caio *et al.* Contribution of nitrogen from sugarcane harvest residues and urea for crop nutrition. **Scientia Agricola**, v. 70, p. 313–320, 2013.

GERLACH, Luís Felipe Rossetto *et al.* Soil enzymatic activity and wheat grain yield under cover crop systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 53, p. e73792, 2023a.

GERLACH, Luís Felipe Rossetto *et al.* Soil enzymatic activity and wheat grain yield under cover crop systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 53, p. e73792, ago. 2023b.

GOMES, Silvio Henrique Menezes *et al.* Efeito dos percentuais de remoção da palhada em áreas de cultivo de cana-de-açúcar sobre a estrutura da comunidade microbiana do solo. 2014.

HUANG, Tiantian *et al.* Effect on greenhouse gas emissions (CH₄ and N₂O) of straw mulching or its incorporation in farmland ecosystems in China. **Sustainable Production and Consumption**, v. 46, p. 223–232, 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **IBGE - Produção de cana-de-açúcar**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cana-de-acucar/br>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

JAKELAITIS, Adriano *et al.* Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 118–127, 2008.

KORBOULEWSKY, Nathalie; PEREZ, Gabriel; CHAUVAT, Matthieu. How tree diversity affects soil fauna diversity: a review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 94, p. 94–106, 2016.

LEAL, Manoel Regis L. V *et al.* Sugarcane straw availability, quality, recovery and energy use: A literature review. **Biomass and Bioenergy**, v. 53, p. 11–19, 2013.

LI, Hongyi *et al.* Effects of straw return on soil carbon sequestration, soil nutrients and rice yield of in acidic farmland soil of Southern China. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1–21, 2024.

LIMA, Cleene Agostinho de *et al.* Uso de coberturas alternativas do solo para o controle das perdas de solo em regiões semiáridas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, n. 3, p. 531–542, 2020a.

LIMA, Cleene Agostinho de *et al.* Uso de coberturas alternativas do solo para o controle das perdas de solo em regiões semiáridas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, n. 3, p. 531–542, 2020b.

LIN, Zhu *et al.* Soil mulching can mitigate soil water deficiency impacts on rainfed maize production in semiarid environments. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 1, p. 58–66, 2015.

LOMBARDI, G. M. R. *et al.* Uso da palha de cana-de-açúcar como fonte de bioenergia versus a sua contribuição nutricional quando mantida no solo. 2013.

LUTTS, S.; KINET, J. M.; BOUHARMONT, J. NaCl-induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. **Annals of Botany**, v. 78, n. 3, p. 389–398, 1 set. 1996.

MALUF, Henrique José Guimarães Moreira *et al.* Disponibilidade e recuperação de nutrientes de resíduos culturais em solo com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1690–1702, dez. 2015.

MARIN, Fabio; NASSIF, Daniel S. P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 232–239, 2013.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 425–433, 2003a.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 425–433, 2003b.

MENDES, I. de C. *et al.* Bioanálise de solo: A mais nova aliada para a sustentabilidade agrícola. 2020.

MENDES, I. de C. *et al.* Saúde do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Manejo do Solo em Sistemas Integrados de Produção**, 1st ed.; Martins, AG, Batista, AH, Wendling, B., Pereira, MG, Santos, WO, Eds, p. 189–223, 2022.

MORAES, Maria Silvia de; LOPES, José Carlos Cacau; PRIULI, Roseana Mara Aredes. Questões socioeconômicas, laborais e de saúde na cadeia produtiva do agronegócio da cana-de-açúcar na região do Noroeste Paulista. **Saúde e Sociedade**, v. 22, p. 673–686, 2013.

MORGADO, Ivan Ferreira *et al.* Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 709–712, 2000.

NANNIPIERI, P. *et al.* Soil enzymology: classical and molecular approaches. **Biology and Fertility of Soils**, v. 48, n. 7, p. 743–762, 2012.

NASCIMENTO, Mayra Alves do. Eficiência produtiva e econômica de variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes épocas de adubação foliar. 2023.

NOVAK, Elaine *et al.* Composição química do solo em diferentes condições ambientais. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 1063–1085, 2021.

OLIVEIRA, Franklin Meireles de *et al.* Avaliação tecnológica de variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e supressões de irrigação. **Revista Ceres**, v. 59, p. 832–840, 2012.

OLIVEIRA, Mauro Wagner de *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2359–2362, 1999a.

OLIVEIRA, Mauro Wagner de *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2359–2362, 1999b.

ONU **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2015.**

PORTILHO, Irzo Isaac Rosa *et al.* Efeito da queima de palhada da cana-de-açúcar em atributos microbiológicos do solo, em Mato Grosso do Sul. 2010.

PREZOTTI, Lusinério *et al.* Efeito da cobertura morta sobre a capacidade de retenção de umidade e temperatura do solo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

RAIESI, Fayez; SALEK-GILANI, Soroosh. The potential activity of soil extracellular enzymes as an indicator for ecological restoration of rangeland soils after agricultural abandonment. **Applied Soil Ecology**, v. 126, p. 140–147, 2018.

RAIJ, B. van. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. [S.l.]: IAC, 2001.

REDIN, Marciel *et al.* Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 381–392, 2011.

RESENDE, Francisco Vilela *et al.* Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 100–105, 2005.

RHEIN, Andressa F. L. *et al.* Technological quality and yield of sugarcane grown under nitrogen doses via subsurface drip fertigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, 2016.

RIBEIRO, Helena; PESQUERO, Célia. Queimadas de cana-de-açúcar: avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças. **Estudos avançados**, v. 24, p. 255–271, 2010.

RODRIGUES, Jéssica Souza *et al.* Isolamento e caracterização de lignina acetossolve extraída do bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Virtual Química**, v. 12, n. 4, 2020.

RONQUIM, Carlos Cesar; RONQUIM, CARLOS CESAR. Queimadas na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos. 2010.

ROSSET, Jean Sérgio *et al.* Frações químicas e oxidáveis da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1529–1538, 2016.

SANTOS, Fernando A. *et al.* Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química nova**, v. 35, p. 1004–1010, 2012a.

SANTOS, Fernando A. *et al.* Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química nova**, v. 35, p. 1004–1010, 2012b.

SANTOS, Ricardo Henrique Silva *et al.* Decomposição e Liberação de Nitrogênio de Duas Espécies de Adubos Verdes Manejados no Período Seco em Cafezal orgânico. **Cadernos de Agroecologia [Volumes 1 (2006) a 12 (2017)]**, v. 4, n. 1, 2009.

SANTOS, Roberto Valadares *et al.* Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 1184–1189, 2006.

SIGNOR, Diana *et al.* Atributos químicos e qualidade da matéria orgânica do solo em sistemas de colheita de cana-de-açúcar com e sem queima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1438–1448, 2016.

SILVA, Carlos Alberto *et al.* Matéria orgânica do solo: ciclo, compartimentos e funções. **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**, p. 17–48, 2023.

SILVA, Clécia Pereira da *et al.* Condições de trabalho no cultivo da cana-de-açúcar no Brasil e repercussões sobre a saúde dos canavieiros. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 46, p. e22, 2021.

SILVA, Fábio F. da *et al.* Surface sealing and water erosion of soils with mulching in the semi-arid region of Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, 2019.

SILVA, Rubens Ribeiro da *et al.* Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1584–1592, 2010.

SILVEIRA, A. P. D. *et al.* **Protocolo IAC - Determinação da atividade de enzimas em solos**. Campinas, SP: Instituto Agrônômico (IAC), Centro de Solos e Recursos Ambientais, 2022.

SIMON, Catia Aparecida *et al.* Efeitos da queima de resíduos do solo sob atributos químicos de um latossolo vermelho distrófico do cerrado. **Nativa**, v. 4, n. 4, p. 217–221, 2016.

SOLTANGHEISI, Amin *et al.* Long term sugarcane straw removal affects soil phosphorus dynamics. **Soil and Tillage Research**, v. 208, p. 104898, 2021.

STIEVEN, Ana Carla *et al.* Atributos do solo em sistemas diferenciados de uso e manejo do solo. *In*: 2020.

TEAM, R. Core. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, , 2024. Disponível em: (<https://www.R-project.org/>).

TREZZI, Michelangelo Muzell; VIDAL, Ribas Antonio. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II-Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, v. 22, p. 1–10, 2004.

VEDANA, Roberta *et al.* Distribuição espacial da produtividade de cana-de-açúcar no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 121, 2020.

VIEIRA R F; RAMOS, N. P.; PAZIANOTTO, R. A. A. Parâmetros microbiológicos e enzimáticos em área cultivada com cana-de-açúcar com diferentes quantidades de palha. 2020.

VIEIRA, Marcos José; MUZILLI, Osmar. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 873–882, 1984.

VIEIRA, R. F.; RAMOS, N. P. Atividade enzimática e atividade microbiana em solo com quantidades variadas de palha de cana-de-açúcar. 2019a.

VIEIRA, R. F.; RAMOS, N. P. Atividade enzimática e atividade microbiana em solo com quantidades variadas de palha de cana-de-açúcar. 2019b.

VIEIRA, R. F.; RAMOS, N. P.; PAZIANOTO, R. A. A. Parâmetros microbiológicos e enzimáticos em área cultivada com cana-de-açúcar com diferentes quantidades de palha. 2020.

VILELA, Rodolfo Andrade de Gouveia *et al.* Pressão por produção e produção de riscos: a “maratona” perigosa do corte manual da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 40, p. 30–48, 2015.

VITTI, André Cesar *et al.* Mineralização da palhada e crescimento de raízes de cana-de-açúcar relacionados com a adubação nitrogenada de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2757–2762, 2008.

WANG, Xiukang *et al.* The effects of mulch and nitrogen fertilizer on the soil environment of crop plants. **Advances in agronomy**, v. 153, p. 121–173, 2019.

WENDLING, Beno *et al.* Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, p. 487–494, 2005.

YAMAGUCHI, Carina Sayuri; RAMOS, Nilza Patrícia; MORENO, Adriana Marlene. Mineralização de C e de N na palhada de cana-de-açúcar. *In*: 2013.

ZHANG, Peng *et al.* Effects of straw incorporation on the soil nutrient contents, enzyme activities, and crop yield in a semiarid region of China. **Soil and Tillage Research**, v. 160, p. 65–72, 2016.

ZHANG, Xinyi; REN, Xiaoyan; CAI, Liqun. Effects of Different Straw Incorporation Amounts on Soil Organic Carbon, Microbial Biomass, and Enzyme Activities in Dry-Crop Farmland. **Sustainability**, v. 16, n. 23, p. 10588, 2024.