

**A INFLUÊNCIA DA MICROBIOTA DO SOLO NA PRODUTIVIDADE E
SUSTENTABILIDADE DE CULTURAS ENERGÉTICAS*****THE INFLUENCE OF SOIL MICROBIOTA ON THE PRODUCTIVITY AND
SUSTAINABILITY OF ENERGY CROPS***

Natália Saldanha Praxedes^I
Camila Carla Guimarães^{II}

RESUMO

A microbiota do solo desempenha um papel crucial na produtividade e sustentabilidade de culturas energéticas, influenciando processos como a ciclagem de nutrientes, o desenvolvimento vegetal e a recuperação de áreas degradadas. Este trabalho teve como objetivo investigar a importância e os impactos dessa microbiota na sustentabilidade de sistemas agrícolas. Por meio de uma abordagem qualitativa e revisão bibliográfica, foram analisados os efeitos positivos da presença de microrganismos no solo, como bactérias e fungos, na promoção do crescimento das plantas, fixação biológica de nitrogênio e proteção contra patógenos. O manejo inadequado de culturas energéticas, pode levar à degradação do solo e à redução da biodiversidade microbiana. Assim, práticas sustentáveis de manejo do solo, como rotação de culturas, adubação orgânica e cobertura vegetal, são essenciais para manter o equilíbrio ecológico e a viabilidade econômica da produção bioenergética.

Palavras-chave: biomassa; adubação orgânica; agroecologia.

ABSTRACT

Soil microbiota plays a crucial role in the productivity and sustainability of energy crops, influencing processes such as nutrient recycling, plant development, and recovery of degraded areas. This work aimed to investigate the importance and impacts of microbiota on the sustainability of agricultural systems. Through a qualitative approach and literature review, the positive effects of the presence of microorganisms in the soil, such as bacteria and fungi, in promoting plant growth, biological nitrogen fixation and protection against pathogens were applied. Inadequate management of energy crops can lead to soil manipulation and reduction of microbial biodiversity. Thus, sustainable soil management practices, such as crop rotation, organic fertilization and vegetation cover, are essential to maintain the ecological balance and economic orientation of bioenergy production.

Keywords: biomass; organic fertilization; agroecology.

Data de submissão do artigo: 24/06/2025.

Data de aprovação do artigo: 19/11/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52138/citec.v17i01.435>

^I Graduanda em Biocombustíveis, Fatec Jaboticabal natalia.praxedes@fatec.sp.gov.br.

^{II} Doutora em Biotecnologia, Fatec Taquaritinga camila.guimaraes@fatec.sp.gov.br.

1 INTRODUÇÃO

O solo é um ambiente complexo, composto por três fases: a sólida (minerais e matéria orgânica), a líquida (soluções com elementos químicos dissolvidos) e a gasosa (gases presentes nos poros entre as partículas). Essa complexidade favorece o desenvolvimento de uma microbiota diversa e funcional. Entre todos os ambientes do planeta, o solo abriga a maior abundância e diversidade de microrganismos, especialmente bactérias, superando os ecossistemas aquáticos e atmosféricos. Essa riqueza biológica está relacionada à heterogeneidade dos substratos e à grande variedade de nichos ecológicos presentes (Bald *et al.*, 2021).

Segundo Bald *et al.* (2021), a microbiota edáfica exerce funções essenciais no desenvolvimento vegetal, influenciando diretamente a absorção de nutrientes, a tolerância a estresses e o crescimento das plantas. Bactérias e fungos contribuem significativamente para a ciclagem de elementos como nitrogênio, fósforo e ferro, indispensáveis à fisiologia vegetal. Além disso, certas bactérias promovem o crescimento das plantas por meio da síntese de fitohormônios que estimulam a expansão celular e o desenvolvimento radicular. Também atuam na proteção contra patógenos, por meio da competição por recursos, da produção de metabólitos antimicrobianos ou da indução de resistência sistêmica. Dessa forma, a diversidade microbiana é um dos pilares da produtividade agrícola e da sustentabilidade dos ecossistemas.

Apesar do reconhecimento do potencial dos microrganismos do solo, ainda há desafios para sua aplicação prática em sistemas bioenergéticos. Superá-los é crucial para minimizar impactos negativos e aumentar a viabilidade econômica e ambiental dessas culturas. Nos últimos anos, culturas energéticas, tais como cana-de-açúcar, sorgo sacarino, entre outras, vêm ganhando destaque como alternativas aos combustíveis fósseis (de Miranda; Martins; Lopes, 2019). No entanto, a intensificação desses cultivos pode causar impactos ambientais consideráveis, como degradação do solo, dependência de insumos químicos e redução da biodiversidade microbiana (Fernandes *et al.*, 2020).

Nesse contexto, este artigo propõe-se a analisar como a interação entre a microbiota edáfica e o cultivo de culturas energéticas pode contribuir para a eficiência e sustentabilidade dos sistemas produtivos.

2 A FORMAÇÃO DO SOLO

A formação dos solos é resultado da interação entre fatores como clima, organismos, relevo, material de origem e tempo, dando origem a processos pedogenéticos que transformam o material original em diferentes horizontes, observáveis no perfil do solo. A diversidade de solos na paisagem é explicada pela intensidade e combinação desses fatores, que influenciam atributos como cor, textura, estrutura e consistência. Assim, solos formados em ambientes com diferentes condições climáticas, materiais de origem ou formas de relevo apresentam características distintas, o que orienta sua classificação e manejo adequado (Pereira *et al.*, 2019).

A vegetação contribui com a matéria orgânica por meio da queda foliar e da decomposição radicular, além de proteger o solo contra a erosão e auxiliar na transformação dos minerais, devido à liberação de ácidos durante a decomposição. A fauna do solo, composta por minhocas, insetos e outros, atuam na fragmentação e no transporte de resíduos orgânicos, promovendo uma aeração e a mistura dos constituintes do solo. Já os

microrganismos, como fungos e bactérias, são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e formação do húmus, substância que melhora a capacidade de retenção de água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das plantas (Lima; Lima, 2001).

2.1 O Papel dos microrganismos na fertilidade do solo

Os microrganismos do solo desempenham funções essenciais na manutenção da fertilidade, atuando diretamente na decomposição da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes e na promoção do crescimento vegetal. Conforme destacado por Andreola e Fernandes (2007), esses organismos transformam compostos orgânicos complexos em formas assimiláveis pelas plantas, aumentando a disponibilidade de nutrientes como nitrogênio, fósforo e enxofre.

Além da função nutricional, os microrganismos influenciam positivamente a estrutura do solo, contribuindo para sua aeração, retenção de água e capacidade produtiva. Sistemas de manejo que favorecem a biodiversidade microbiana, como a agricultura orgânica promove maior equilíbrio ecológico e aumentam a resiliência do ambiente agrícola (Andreola; Fernandes, 2007).

A diversidade microbiana é também considerada um importante bioindicador da qualidade do solo, sendo útil para orientar estratégias de manejo mais sustentáveis. O estudo conduzido por Toda, Vasques e Araújo (2010) avaliou a biomassa microbiana em quinze áreas agrícolas com diferentes sistemas de cultivos, correlacionando-a com indicadores de fertilidade. As análises incluíram atributos químicos e biológicos do solo. Os maiores níveis de biomassa microbiana foram observados em solos de pastagens com presença contínua de bovinos, sugerindo que o aporte constante de matéria orgânica, por meio de excretas e resíduos vegetais, favorece a atividade microbiana. Além disso, uma tendência positiva foi observada entre os níveis de biomassa microbiana e o teor de matéria orgânica, indicando que a disponibilidade de carbono é um fator determinante para a abundância e funcionamento da microbiota edáfica.

Esses resultados reforçam a ideia de que a biomassa microbiana é um indicador sensível e eficaz para detectar mudanças na qualidade do solo, frequentemente respondendo mais rapidamente do que parâmetros químicos ou físicos tradicionais. Além disso, a microbiota edáfica também melhora a estrutura do solo, aumentando sua porosidade e retenção de água, o que favorece a saúde das plantas e a produtividade agrícola.

Práticas sustentáveis, como o uso de bioestimulantes e probióticos, estimulam essa microbiota, promovendo a regeneração do solo e sua resistência a diferentes tipos de estresses. Assim, estratégias que favoreçam a diversidade microbiana são fundamentais para a sustentabilidade agrícola e a segurança alimentar (Roca-Couso; Flores-Félix; Rivas, 2024).

2.2 Culturas energéticas e seus desafios na sustentabilidade

A busca por fontes de energia renováveis, sustentáveis e economicamente viáveis é um dos grandes desafios atuais. No Brasil, ainda predomina o uso de fontes não renováveis, como o petróleo, porém a biomassa figura como alternativa energética promissora, seja em sua forma tradicional, composta por lenha e resíduos naturais, seja na forma moderna, como o bagaço da cana-de-açúcar ou madeira proveniente de reflorestamento (de Miranda, Martins, Lopes, 2019).

Entre as principais culturas energéticas cultivadas no Brasil, destacam-se a cana-de-açúcar, o milho e a soja, além de outras culturas como o girassol, o eucalipto e o pinhão-manso utilizados em menor escala. A cana-de-açúcar é amplamente utilizada na produção de etanol e bioeletricidade, enquanto a soja se destaca na produção de biodiesel e o milho na produção de etanol. Em conjunto, todas elas têm desempenhado papel central na matriz energética brasileira, ampliando a participação de fontes renováveis e reduzindo a dependência de combustíveis fósseis (Empresa de Pesquisa Energética, 2024; de Miranda, Martins, Lopes, 2019).

A inserção de biomassa na geração de energia no país é um feito positivo e que deve ser comemorado, entretanto, o cultivo intensivo dessas espécies tem gerado impactos ambientais significativos, como degradação do solo, erosão, uso excessivo de fertilizantes e defensivos agrícolas. Além da redução da biodiversidade e contaminação dos recursos hídricos. Esses efeitos, muitas vezes resultantes de práticas agrícolas convencionais e monocultivos, comprometem a sustentabilidade dos sistemas produtivos e exigem uma reavaliação das formas de manejo adotadas no campo (Toledo, 2023).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa é classificada como sendo básica, pois visa aprofundar o conhecimento teórico sobre a função dos microrganismos no solo, sem aplicação prática imediata (Gil, 2008). Quanto à abordagem, caracteriza-se como qualitativa, já que se concentrou na interpretação e discussão de informações textuais (Minayo, 2010). Em relação aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, por se fundamentar na análise de publicações previamente elaboradas sobre o tema (Gil, 2008).

Na etapa de levantamento bibliográfico, empregaram-se as seguintes palavras-chave: microbiota *AND* solo *AND* cultura energética. Após a leitura dos resumos dos estudos encontrados, foram selecionados para compor esta revisão aqueles que abordavam a interação entre a microbiota do solo e aspectos relacionados à produtividade e/ou à sustentabilidade no cultivo de culturas energéticas.

O tipo de análise utilizada no artigo é de natureza interpretativa e descritiva, baseada na interpretação crítica de dados secundários extraídos de estudos técnico-científicos. O texto discute e sintetiza resultados de diferentes pesquisas, articulando-os para evidenciar como a microbiota do solo influencia a produtividade e sustentabilidade das culturas energéticas. Essa forma de análise é típica de estudos qualitativos, nos quais os dados são examinados de modo indutivo e interpretativo, buscando compreender significados e relações (Bardin, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A soja destaca-se como a principal cultura agrícola do Brasil, com uma produção de 144.473.768 toneladas, consolidando o país como um dos maiores produtores e exportadores mundiais do grão. Esse desempenho reforça a importância da oleaginosa para a economia nacional, tanto pelo seu papel na geração de divisas quanto pelo fornecimento de matéria-prima para os setores alimentícios, de biocombustíveis e de rações animais. O milho registrou produção de 114.953.303 toneladas, e a cana-de-açúcar, utilizada principalmente para a produção de etanol e açúcar, alcançou 759.662.482 toneladas, evidenciando a relevância do agronegócio brasileiro e a diversidade de culturas de grande impacto econômico e social (Brasil, 2024).

Nos últimos anos, diversas pesquisas têm evidenciado o esforço crescente para consolidar práticas agrícolas mais sustentáveis no cultivo da cana-de-açúcar, milho e soja, as principais culturas energéticas produzidas em solo brasileiro. No setor sucroenergético, estudos mostram que a sustentabilidade tem sido incorporada tanto pela adoção de inovações tecnológicas quanto pela ampliação de práticas gerenciais responsáveis. Ribeiro *et al.* (2018) destacam que a busca por maior eficiência ambiental na cana-de-açúcar envolve ações como preservação de vegetação nativa, programas de reflorestamento, uso de resíduos da produção e expansão progressiva da colheita mecanizada, que reduz emissões decorrentes da queima pré-colheita. Resultados semelhantes são observados por Amorim, Patino e Marcomini (2018), que evidenciam que usinas com maior integração entre os componentes econômico, social e ambiental apresentam menor incidência de erosão, uso mais eficiente de subprodutos e avanços no manejo agrícola.

No caso do milho e da soja, culturas essenciais ao agronegócio brasileiro, práticas sustentáveis têm ganhado destaque, especialmente em sistemas de plantio direto com rotação e sucessão de culturas. Risi *et al.* (2024) demonstram que a sucessão soja-milho pode aumentar a eficiência no uso do nitrogênio, reduzindo perdas ambientais e otimizando o aproveitamento do nutriente. Complementarmente, Carvalho *et al.* (2025) mostram que a rotação milho-soja em longo prazo favorece o acúmulo de carbono no solo, contribuindo para melhorias na qualidade do solo e na sustentabilidade produtiva. Esses resultados reforçam a importância de sistemas conservacionistas como estratégia para a produção sustentável dessas culturas.

Atributos microbiológicos e bioquímicos do solo, como respiração basal (RB), biomassa microbiana de carbono (BMC) e biomassa microbiana de nitrogênio (BMN) entre outros, são importantes para entender a variabilidade na produtividade agrícola, mas muitas vezes são negligenciados nas análises de fertilidade do solo. Alguns estudos de cultivo comercial de soja demonstraram a relevância desses indicadores.

Zanatta, Rizzi e Schorr (2022) avaliam uso de um ativador de microbiota em lavouras de soja, com o objetivo de verificar seus efeitos sobre o desenvolvimento agrônomo e a produtividade da cultura, dentro de uma perspectiva de sustentabilidade. Os resultados experimentais mostraram que o tratamento com ativador apresentou desempenho superior, com aumento significativo no número de nódulos por planta, no peso de mil grãos e na produtividade, refletindo uma maior atividade microbiana no solo. Essa maior atividade favoreceu a disponibilidade de nutrientes, a fixação biológica de nitrogênio e a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos, resultando em um ganho médio de 3,08 sacas por hectare e evidenciando o potencial do uso de bioativadores como estratégia sustentável para o aumento da produtividade da soja.

Siqueira *et al.* (2021) avaliaram o BMC e o carbono orgânico do solo (COS) em diferentes sistemas de manejo e sucessões de culturas, incluindo a soja. Os resultados mostraram que o plantio direto contínuo apresentou os maiores valores de BMC e COS, evidenciando que o não revolvimento do solo favorece o acúmulo de matéria orgânica e o desenvolvimento microbiano. Além disso, as sucessões envolvendo soja e milho contribuíram para a manutenção da microbiota ativa e o aumento da fertilidade, fatores diretamente associados à sustentabilidade e à produtividade do sistema.

De forma semelhante, em sistemas de cultivo de cana-de-açúcar, a atividade microbiana do solo também se mostrou sensível às práticas de manejo. A colheita mecanizada sem queima da palhada demonstrou efeitos positivos na manutenção da comunidade microbiana, especialmente nas camadas superficiais e resultou em maior respiração basal, mesmo nas camadas mais profundas do solo (Paredes Junior; Portilho; Mercante, 2015). Esses

resultados indicam que a presença da palhada atua como um condicionador biológico, promovendo condições mais favoráveis à atividade dos microrganismos.

Além disso, em áreas cultivadas com cana-de-açúcar irrigada por diferentes períodos, foi observada uma relação direta entre o tempo de cultivo e a melhoria dos atributos microbiológicos. A biomassa microbiana e a respiração basal aumentaram ao longo dos anos de cultivo, especialmente em áreas com presença contínua de palhada, enquanto o quociente metabólico (qCO_2) indicou maior eficiência no uso do carbono pelos microrganismos. Ainda que a vegetação nativa tenha apresentado os maiores estoques de carbono e nitrogênio, os sistemas agrícolas manejados com foco na conservação da matéria orgânica se aproximaram dos valores da plantação nativa, destacando a importância dos microrganismos para a sustentabilidade e a qualidade do solo (Almeida *et al.*, 2018).

O milho, por sua vez, é uma cultura com alta exigência nutricional, especialmente em nitrogênio, o que torna essencial a adoção de práticas que melhorem a fertilidade e a atividade biológica do solo. Estudos demonstram que a consorciação com leguminosas, como guandu-anão, crotalaria e feijão-de-porco, aliada ao uso de adubação orgânica com esterco bovino, promove ganhos expressivos tanto na produtividade do milho quanto na qualidade biológica do solo (Silva *et al.*, 2018; Araújo *et al.*, 2019). Os sistemas consorciados apresentaram maiores valores de BMC e melhores índices de eficiência microbiana ($qMIC$), especialmente nas camadas superficiais do solo, quando comparados ao monocultivo, que indicou maior estresse biológico pelo elevado quociente metabólico (qCO_2).

Adicionalmente, o papel da biodiversidade microbiana foi evidenciado em estudos sob manejo agroecológico, que mostraram que a eliminação da microbiota nativa compromete o crescimento do milho. A presença de uma comunidade microbiana diversificada e ativa favorece significativamente a produção de biomassa da planta, destacando o papel fundamental dos microrganismos para a sustentabilidade dos agroecossistemas e alertando para os impactos negativos do uso intensivo de agrotóxicos e biocidas (Figueiredo *et al.*, 2020).

Assim, tanto para soja, quanto para cana-de-açúcar e milho, torna-se evidente que práticas agrícolas que preservam ou estimulam a atividade microbiana, como o plantio direto, o uso de cobertura vegetal, a consorciação com leguminosas e o uso de adubos orgânicos, são fundamentais para garantir produtividade, manter a qualidade do solo e promover sistemas agrícolas mais resilientes e sustentáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível identificar que a microbiota exerce funções essenciais, como a ciclagem de nutrientes, produção de hormônios vegetais e proteção contra patógenos, contribuindo para o desenvolvimento das plantas e a fertilidade do solo.

Práticas sustentáveis que favorecem a microbiota, como o uso de matéria orgânica, biofertilizantes e a redução do uso de agrotóxicos, promovem ganhos significativos em produtividade e preservação ambiental, contudo, ainda existem desafios relacionados à implementação a prática desse conhecimento, como a dificuldade de manejo adequado, a baixa adoção de tecnologias microbiológicas no campo e a ausência de políticas públicas mais consistentes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. S. de; FERREIRA, V. A. S.; FERNANDES, L. A.; FRAZÃO, L. A.;

OLIVEIRA, A. L. G.; SAMPAIO, R. A. Indicadores de qualidade do solo em cultivos irrigados de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 42, 2018.

AMORIM, F. R.; PATINO, M. T. O.; MARCOMINI, G. R. Sustentabilidade da produção de cana-de-açúcar em usinas no estado de São Paulo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 4, p. 1133–1145, 2018.

ANDREOLA, F.; FERNANDES, S. A. P.. A microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas. In: SILVEIRA, Adriana Parada Dias da; FREITAS, Sueli dos Santos (org.). **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. p. 21–38.

ARAUJO, T. dos S.; GALLO, A. de S.; ARAUJO, F. dos S.; SANTOS, L. C. dos; GUIMARÃES, N. de F.; SILVA, R. F. da. Biomassa e atividade microbiana em solo cultivado com milho consorciado com leguminosas de cobertura. **Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 347–357, 2019.

BALD, D. R.; RANGEL, C. P.; VARGAS, A.; GIRÃO, K. T.; PASSAGLIA, L. M. P.. Microbiota do solo: a diversidade invisível e a sua importância. **Bio Diverso**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM) 2024: Informativo. Rio de Janeiro: IBGE, v. 51, p. 1-12, 2024. ISSN 0101-3963. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2024_v51_br_informativo.pdf. Acesso em: 11 de nov. 2025.

CARVALHO, A. M. de; RODRIGUES, L.; et al. Soil carbon dynamics in a long-term corn-soybean rotation under no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 60, p. e04213, 2025.

DE MIRANDA, R. L. de; MARTINS, E. M.; LOPES, K. A. potencialidade energética da biomassa no Brasil. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, v. 5, n. 1, p. 94-106, 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco Energético Nacional: relatório síntese 2024 – ano base 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf. Acesso em: 27 maio 2025.

FERNANDES, J. A. F.; GONZÁLEZ, C.; VALDERRAMA, A.; SILVA, L. de N. A.; MARQUES, E. R. F.. Energias renováveis: fonte de energia limpa? IN: **XI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**. 2020, Vitória. Anais... Vitória: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2020. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2020/X-004.pdf>. Acesso em: 1 jun. 20252020.

FIGUEIREDO, N. O. *et al.* Importância dos microrganismos no crescimento de milho. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA**, 11., 2020, São Cristóvão. Anais. São

Cristóvão: Congresso Brasileiro de Agroecologia, v. 15, n. 2, 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R. de. **Formação do solo; organismos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, v.2, p .6, 2001.

MINAYO, M. C. S. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

PAREDES JUNIOR, F. P.; PORTILHO, I. I. R.; MERCANTE, F. M.. Atributos microbiológicos de um latossolo sob cultivo de cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 151-164, 2015.

PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos; PINHEIRO JUNIOR, C. R.; PINTO, L. A. da Silva R.; SILVA NETO, E. C. da; FONTANA, Ad.. Formação e caracterização de solos. In: TULLIO, Leonardo (Org.). **Formação, classificação e cartografia dos solos**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. cap. 1, p. 1–20.

RIBEIRO, A. R. B. et al. Gestão da sustentabilidade no cultivo da cana-de-açúcar: um estudo de caso no Nordeste do Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 3, p. 843–861, 2018.

RISI, F. G. E.; CALIARI, V.; et al. Sustainability Analysis of Nitrogen Use Efficiency in the Soybean–Corn Succession in Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, Brazil. **Sustainability**, v. 5, n. 1, p. 232-253, 2024.

ROCA-COUSO, R.; FLORES-FÉLIX, J. D.; RIVAS, R. Microbiota edáfica como ferramenta para a gestão sustentável da fertilidade do solo. **Agriterria**, Lisboa, n. 16, p. 52–53, 2024.

SILVA, C.de F.; MEDEIROS, E. V. de; SANTANA, M. D.; ARAÚJO, M. B. de; MARTINS FILHO, A. P.; MOURA, M. F. de. Atividade microbiológica do solo e produtividade do milho adubado com leguminosas e doses de esterco. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 882–890, 2018.

SÍQUEIRA, M. G. de; FIORELLI, E. C.; SANTOS, W. P.; MACHADO, C. B.; SANTOS, W. P.; VIEIRA, A. S.; SOUZA, S. P.; SCHLINDWEIN, J. A. Biomassa microbiana e carbono orgânico do solo sob diferentes manejos e sucessão de cultivos. In: **EXTENSÃO RURAL: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar** - Volume 2, cap. 8, p. 126-138. São Paulo: Editora Científica Digital Ltda., 2021.

TODA, F. E.; VASQUES, T.; ARAÚJO, F. F. de. Biomassa microbiana e sua correlação com a fertilidade de solos em diferentes sistemas de cultivo. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 6, n. 2, p. 01–07, 2010.

TOLEDO, J. A. C.. Relações entre manejo do solo e erosão hídrica: uma revisão bibliográfica. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. e13255, 2023.

ZANATTA, T. P.; RIZZI, M.; SCHORR, L. P. B.. evaluation of soil microbiota activity on agronomic performance and soybean crop yield. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 1-16, 2022.