



## **EFEITO DE DIFERENTES DENSIDADES DE ADUBAÇÃO VERDE SOBRE A DIVERSIDADE BACTERIANA EM SOLO DE SISTEMA ORGÂNICO EM PLANTIO DIRETO**

**Valéria Cristina Gomes Garcia**

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e bolsista CAPES  
valeriacruzina@gmail.com

**Aline Pomari Fernandes**

Professora do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)  
aline.fernandes@uffs.edu.br

**Henrique Von Hertwig Bittencourt**

Professor do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)  
henrique.bittencourt@uffs.edu.br

**Lisandro Tomas da Silva Bonome**

Professor do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)  
lisandro.bonome@uffs.edu.br

**André Martins**

Servidor Técnico Administrativo da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)  
andre.martins@uffs.edu.br

**Gilmar Franzener**

Professor do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)  
gilmar.franzener@uffs.edu.br

### **1. Introdução**

A diversidade do microbioma do solo é influenciada por fatores como manejo agrícola, profundidade e cobertura vegetal, com impactos diretos na funcionalidade e sustentabilidade do solo. A adubação orgânica favorece grupos funcionais como *Azospirillales*, *Pseudanabaenales* e arqueias oxidantes de amônia, enquanto a adubação sintética tende a beneficiar microrganismos com metabolismo restrito, como *Candidatus Patescibacteria* (Bier et al., 2024).

A cobertura vegetal altera a composição da comunidade microbiana,



promovendo copiotróficos como *Proteobacteria* e reduzindo *Acidobacteria*, sobretudo em solos com maior teor de carbono orgânico e umidade (Guo et al., 2024). A profundidade do solo também exerce influência, sendo o carbono orgânico um fator chave na diversidade bacteriana (Bier et al., 2024). Sistemas conservacionistas, como o plantio direto com centeio e nabo-forrageiro, aumentam a biomassa microbiana e favorecem a estabilidade da comunidade (Bortolini et al., 2025).

Além disso, bactérias do solo atuam como promotoras de crescimento (PGPR), melhorando a produtividade vegetal, o controle de doenças e a absorção de nutrientes (Babaloba, 2010), por meio da produção de metabólitos que estimulam raízes, inibem patógenos e ativam defesas (Tyc et al., 2016).

Dado que os efeitos da adubação verde sobre o microbioma ainda são pouco compreendidos em sistemas de base ecológica, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes densidades de adubação verde sobre a comunidade bacteriana do solo em um sistema de produção orgânica com plantio direto.

## 2. Metodologia

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Laranjeiras do Sul, integrando um projeto interdisciplinar com enfoque em práticas agroecológicas sustentáveis. O solo da área foi previamente caracterizado quanto às propriedades químicas, revelando pH 5,93 e matéria orgânica de 38,4 g/dm<sup>3</sup>. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo testadas cinco densidades de semeadura (0, 40, 100, 120 e 160%) de um consórcio de adubação verde composto por *Avena strigosa*, *Vicia villosa* e *Raphanus sativus*. A semeadura foi realizada a lanço, com posterior gradagem leve, antecedendo o cultivo consorciado de milho (*Zea mays* var. Al Bandeirante) e abóbora (*Cucurbita moschata* var. Moranga Exposição).

A coleta de solo para análise do microbioma foi realizada duas semanas após o manejo da cobertura vegetal, sendo as amostras congeladas e enviadas para análise molecular. O DNA foi extraído mecanicamente, purificado e amplificado via PCR

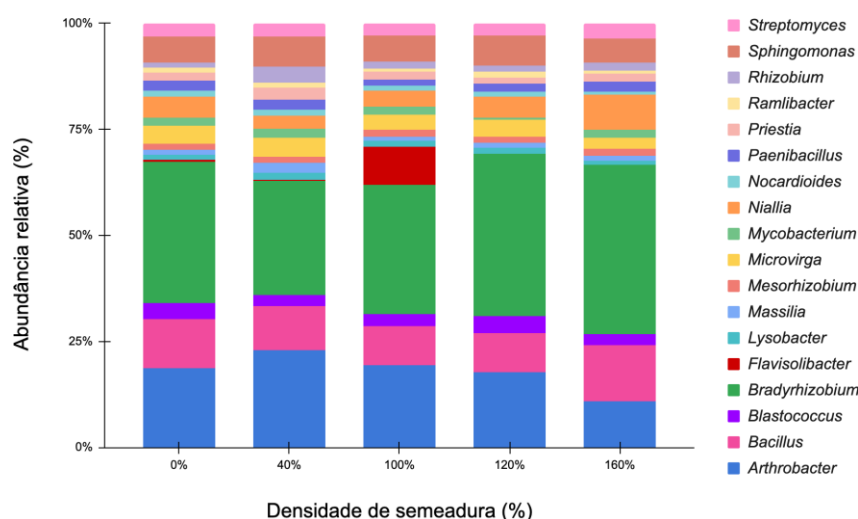


com primers 16S abrangendo as regiões V1–V9. As bibliotecas foram preparadas com indexação dupla e sequenciadas com tecnologia Oxford Nanopore (kit SQK-LSK114), utilizando célula de fluxo R10.4.1. As sequências foram processadas por meio de pipeline bioinformático da Neoprosperta, com etapas de basecalling, filtragem, demultiplexação, clusterização e classificação taxonômica via algoritmo Megablast e banco de dados NCBI. As análises de diversidade e estrutura da comunidade bacteriana foram conduzidas com os índices Shannon, Simpson, Chao1, e métodos de ordenação multivariada (NMDS e PCoA), utilizando os softwares Sisvar e R.

### 3. Resultados e discussão

Foram identificadas 1012 espécies de bactérias, distribuídas em 316 gêneros, 99 famílias, 42 ordens, 21 classes e 9 filos. As espécies mais abundantes incluíram *Bradyrhizobium elkanii*, *Arthrobacter oryzae* e *Sphingomonas limnosediminicola*, enquanto as mais frequentes em todas as amostras foram *Phenylobacterium immobile*, *Agrobacterium rhizogenes* e *Bradyrhizobium japonicum*. As classes mais predominantes em todos os tratamentos foram *Bacilli*, *Actinobacteria* e *Alphaproteobacteria*, sugerindo alta adaptabilidade desses grupos bacterianos, independente da adubação verde aplicada.

A Figura 1 representa os gêneros predominantes que compõem o solo, em resposta às práticas de manejo, evidenciando variações na comunidade bacteriana conforme a adubação utilizada.





**Figura 1.** Abundância relativa (%) dos gêneros predominantes de bactérias em solo sob diferentes densidades de adubação verde. Laranjeiras do Sul, 2024.

A alta ocorrência de Bacilos pode estar relacionada à sua rápida colonização e à habilidade de solubilizar fósforo no solo, nutriente essencial ao crescimento vegetal. Já as Actinobactérias são destacadas pela produção de antibióticos naturais, com potencial de controle sobre diversos microrganismos, incluindo fungos fitopatogênicos (Sánchez- García et al., 2019).

*Bradyrhizobium elkanii*, conhecida por sua capacidade de fixar nitrogênio, foi detectada em todos os tratamentos avaliados, demonstrando alta abundância. Segundo Oliveira et al. (2017), a inoculação com essa bactéria aumenta significativamente a concentração de clorofila a + b nas folhas, inclusive sob déficit hídrico, indicando maior potencial fotossintético das plantas.

A adubação verde, especialmente em sistemas de plantio direto com plantas de cobertura, atua como moduladora da microbiota do solo, favorecendo sua funcionalidade. Essas práticas contribuem para a saúde do solo ao melhorar a condutividade hidráulica, o ciclo de nutrientes, o teor de carbono orgânico e a atividade microbiana. O estudo está em andamento e busca compreender os efeitos da adubação verde sobre os grupos bacterianos e suas interações no solo.

#### 4. Considerações finais

O estudo, ainda em desenvolvimento, indica que a adubação verde influencia positivamente a diversidade e funcionalidade da comunidade bacteriana do solo. Grupos como *Bradyrhizobium elkanii*, Bacilli e Actinobacteria apresentaram alta ocorrência, com potencial para promover o crescimento vegetal. Os resultados parciais reforçam o papel das práticas agroecológicas na modulação do microbioma em sistemas orgânicos.





## Referências

- BABALOLA, O. O. Beneficial bacteria of agricultural importance. **Biotechnology Letters**, v. 32, p. 1559–1570, 2010. DOI: 10.1007/s10529-010-0347-0.
- BIER, R. L.; DANIELS, M.; OVIEDO-VARGAS, D.; PEIPOCH, M.; PREÇO, J. R.; OMONDI, E.; SMITH, A.; KAN, J. Agricultural soil microbiomes differentiate in soil profiles with fertility source, tillage, and cover crops. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 368, p. 109002, 2024. DOI:10.1016/j.agee.2024.109002.
- BORTOLINI, J. G.; COMIN, J. J.; GIOVANETTI, L. K.; VENTURA, B. S.; ALMEIDA, J.; MORAIS, G. P.; KURTZ, C.; LOVATO, P. E.; SOARES, C. R. F. S. Soil microbial activity in a long-term organic no-till onion system. **Organic Agriculture**, [s. l.], 2025. Disponível em: DOI:10.1007/s13165-025-00495-8.
- GUO, Y.; WANG, H.; DU, L.; SHI, P.; DU, S.; XU, Z.; JIAO, S.; CHEN, W.; CHEN, S.; WEI, G. Microbial communities mediate the effect of cover cropping on soil ecosystem functions under precipitation reduction in an agroecosystem. **Science of the Total Environment**, v. 947, 2024. DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.174572.
- OLIVEIRA, R. S.; CARVALHO, P.; MARQUES, G.; FERREIRA, L.; PEREIRA, S.; NUNES, M.; ROCHA, I.; MA, Y.; CARVALHO, M. F.; VOSÁTKA, M.; FREITAS, H.. Improved grain yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) under water deficit after inoculation with *Bradyrhizobium elkanii* and *Rhizophagus irregularis*. **Crop and Pasture Science**, v. 11, pág. 1052–1059, 2017. DOI:org/10.1071/CP17087.
- SÁNCHEZ-GARCÍA, B. M.; RAMÍREZ-PIMENTEL, J. G.; GUEVARA-ACEVEDO, L. P.; RAYA-PÉREZ, J. C.; COVARRUBIAS-PRIETO, J.; MORA-AVILÉS, M. A. Actinobacterias con potencial antagonico in vitro a hongos fitopatogénos y promoción del crecimiento en plantas de chile. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**, Publicação Especial, n. 23, pág. 339, 28 de setembro a 11 de novembro. 2019. DOI:0.29312/remexca.v0i23.2033.
- TYC, O.; SONG, C.; DICKSCHAT, J. S.; VOS, M.; GARBEVA, P. The ecological role of volatile and soluble secondary metabolites produced by soil bacteria. **Trends in Microbiology**, [s.l.], p. 1-10, 2016. DOI:10.1016/j.tim.2016.12.002.

**Agradecimentos:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, e da Universidade Federal da Fronteira Sul através do Edital 89/GR/UFFS/2022, projeto PES-2022-0469.