

A ANÁLISE DE INDICADORES BIOLÓGICOS NO PLANTIO AGROECOLÓGICO DO ALGODOEIRO E OS EFEITOS DESSE SISTEMA NA MICROBIOTA DO SOLO



AUTORES

Gabrielly Cristiny Magalhães da Silva

Discente do curso de Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá. E-mail: gabriellycmsilva@gmail.com

Isabel Oliveira Souza

Discente do curso de Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá. E-mail: isabelexterno@gmail.com

Anna Helenna Barros Costa Chagas

Discente do curso de Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá. E-mail: annahelenna01@gmail.com

Daniela Tiago da Silva Campos

Docente na Faculdade de Agronomia e Zootecnia, da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá. E-mail: daniela.campos@ufmt.br

Henderson Gonçalves Nobre

Docente na Faculdade de Agronomia e Zootecnia, da Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: hendersonnobre@gmail.com

RESUMO

O estudo objetivou quantificar o número de fungos e bactérias totais no solo sob o cultivo do algodão em sistema convencional e agroecológico. A técnica utilizada foi a diluição seriada, seguida do plaqueamento e quantificação do número de unidades formadoras de colônias (UFC). O projeto foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, onde foi instalada uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) no ano de 2023. Utilizou-se a variedade BRS Aroeira em uma área de 2888 m², dividida em 4 blocos com diferentes espécies vegetais utilizadas como biomassa e arbóreas. Constatou-se que nas linhas próximas das plantas de biomassa o número de UFC para fungos variou entre 3,1x10³ e 5,3x10³ UFC g solo-1 e para bactérias entre 2,7x10³ e 1,5x10⁶ UFC g solo-1. Para os solos coletados nas entrelinhas do algodoeiro, o número de UFC para fungos foi entre 1,7x10³ e 2,8x10⁴ e para bactérias entre 2,4x10⁵ e 5x10⁶ UFC g solo-1. Diferenças significativas para o número de UFC de fungos e bactérias foram encontradas quando se fez a comparação do cultivo convencional e o agroecológico. Os resultados indicam a capacidade de contribuição ambiental do Sistema Agroflorestal e possibilidade de ampliar a perspectiva do plantio sustentável para a enorme demanda da cultura do algodão.

Palavras-chave: Sustentabilidade. UFC. Agroflorestal.

ANALYSIS OF BIOLOGICAL INDICATORS IN AGROECOLOGICAL PLANTING OF COTTON AND THE EFFECTS OF THIS SYSTEM ON SOIL MICROBIOTA

ABSTRACT

The study aimed to quantify the number of total fungi and bacteria in the soil under cotton cultivation in conventional and agroecological systems. The technique used was serial dilution, followed by plating and quantification of the number of colony forming units (CFU). The project was conducted at the Experimental Farm of the Federal University of Mato Grosso, where a Technological Reference Unit (URT) was installed in 2023. The BRS Aroeira variety was used in an area of 2888 m², divided into 4 blocks with different plant species used as biomass and trees.

It was found that in the lines close to the biomass plants the number of CFU for fungi varied between 3.1x10³ and 5.3x10³ CFU g soil-1 and for bacteria between 2.7x10³ and 1.5x10⁶ CFU g soil-1. For soils collected between the cotton rows, the number of CFU for fungi was between 1.7x10³ and 2.8x10⁴ and for bacteria between 2.4x10⁵ and 5x10⁶ CFU g soil-1. Significant differences in the number of CFU of fungi and bacteria were found when comparing conventional and agroecological cultivation. The results indicate the environmental contribution capacity of the Agroforestry System and the possibility of expanding the perspective of sustainable planting to the enormous demand for cotton cultivation.

Keywords: Sustainability. UFC. Agroforestry..

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) apresenta marcante magnitude no contexto agrícola do Brasil. É estimado o espaço de 1.745,0 mil hectares para a cultura no país, conforme os dados divulgados pela CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) no 3º Levantamento da safra 2023/24. Grande parte da demanda do produto é oriunda da indústria têxtil com a utilização das plumas, além do aproveitamento do caroço para elaboração de óleos comestíveis ou biodiesel, por exemplo.

O processo que o algodão passa na indústria têxtil até chegar ao consumidor final é uma das trajetórias mais longas e complexas em comparação com o manuseio de outros itens da agricultura. Inicialmente a sua fibra é comercializada conforme padrões específicos que atendem o mercado, passando pela algodoeira que produz o algodão em pluma, seguindo para o trabalho de fiação onde é obtidos os fios de algodão, e a tecelagem que resulta no tecido cru (Assad, 2010, p. 4).

No que tange ao plantio do algodão, comumente está atrelado com a aplicação de produtos químicos no modo de cultivo convencional. De acordo com Rodrigues (2020, p. 1), esses produtos são capazes de provocar o declínio na diversidade microbiana do solo, o que sucede ao impacto negativo na ciclagem de vários nutrientes. Essa circunstância provoca apreensão em vários âmbitos de estudo, pois o uso de pesticidas afeta a qualidade ambiental, o que prejudica o rendimento das culturas devido a fatores como resistências a pragas e doenças (Melo et al., 2010, p. 102). Portanto é preciso a busca por alternativas menos agressivas no manejo do algodoeiro, como o cultivo agroecológico que promove a sustentabilidade e diminui as consequências nocivas para o ambiente.

O Sistema Agroflorestal (SAF) aliado com o algodão, é um sistema de produção agroecológico que promove benefícios ambientais e diversificação de produtos para os agricultores, envolvendo o plantio de espécies arbóreas, frutíferas e plantas para o fornecimento de biomassa. Devido a essa integração, o SAF possibilita mitigar a degradação do solo e favorecer a sua preservação, aumentando os níveis de fertilidade e o sequestro de carbono (Shembergue, 2017, p. 10).

O SAF atua como uma qualificação nova para os sistemas de produção tradicionais, devido a sua capacidade de integração de árvores, culturas agrícolas e até animais (Tavares; Andrade; Coutinho, 2003, p. 73).

A existência de projetos que promovem o Sistema Agroflorestal para comunidades locais e incentivam a sua adesão, propiciam alcançar os benefícios ambientais e econômicos desse sistema. Logo, para haver um manejo bem sucedido é oportuno manter a diversidade de espécies a serem trabalhadas. Isso deve ser adequado conforme as necessidades e propósitos do agricultor, o que inclui um planejamento de produção para discutir entre as comunidades, valorizando a construção de conhecimento (Tavares; Andrade; Coutinho, 2003, p. 73).

A averiguação dos indicadores biológicos da cultura do algodoeiro nesse sistema permite conhecer a forma que se encontra a saúde do solo, considerando que a porção microbiana de fungos e bactérias desempenham um papel vital. A conservação do ambiente é impactada quando há perda da diversidade microbiana do solo, pois os microrganismos degradam inúmeros compostos, como resíduos de plantas e até compostos químicos; a permanência deles é influenciada pela disponibilidade de nutrientes, pH, temperatura e umidade do solo (Mattos, 2015, p. 254). Com o intuito de estimar a atividade microbiológica do solo, a quantificação do número de fungos e bactérias é um modo para efetuar a avaliação dos indicadores biológicos.

O projeto de extensão universitária foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, onde foi instalada uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) com o algodão no sistema de produção agroecológico, cultivado em Sistema Agroflorestal – SAF em meio aos princípios ecológicos e regenerativos.

O estudo objetivou quantificar e comparar o número de fungos e bactérias totais no solo, isto é, determinar o número de Unidade Formadora de Colônia (UFC) para esses microrganismos, sob o cultivo do algodoeiro com o sistema convencional e o sistema agroecológico. Busca-se possibilitar a futura adesão do

plântio sustentável do algodoeiro para os produtores locais, visando ampliar a perspectiva e conhecimentos desse plântio ecológico para uma considerável demanda da cultura do algodão.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. ÁREA DE ESTUDO E MONTAGEM DO EXPERIMENTO

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental da UFMT, campus Cuiabá, localizada na cidade de Santo Antônio de Leverger - MT. Cultivou-se o algodão da variedade BRS Aroeira em uma área de 2888 m², tendo o espaço dividido em 4 blocos, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1: URT sediada na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Mato Grosso, campus de Cuiabá, localizada na cidade de Santo Antônio de Leverger, MT.



Fonte: Wendel Carvalho, 2023.

Dentre as espécies de plantas adquiridas para a formação do Sistema Agroflorestal porção de biomassa era constituída pelo Margaridão (*Tithonia diversifolia*) no Bloco 1 (representado pela Figura 2), Feijão-de-Porco (*Canavieira ensiformis*), Guandu (*Cajanus cajan*) e Crotalaria (*Crotalaria* spp) nos Bloco 2 e 4, Gliricídia (*Gliricidia sepium*) no Bloco 3. Em relação a porção arbórea, estavam presentes o Eucalipto (*Eucalyptus* spp), Pinho-cuiabano (*Schizolobium parahyba*) e Mutamba (*Guazuma ulmifolia*), Goiaba (*Psidium guajava*), Mamão (*Carua papaya*), Pequi (*Cariocar brasiliense*), Cumbaru (*Diperyx alata*), Banana (*Musa* spp), Ingá (*Ingá* spp), Caju (*Anacardium occidentale*) e Urucum (*Bixa orellana*).

Figura 2: Representação do arranjo das plantas arbórea e de biomassa no Bloco 1 no plantio agroecológico do algodão.



Fonte: Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia (CVT - Agroeco), 2023.

De modo associado ao Sistema Agroflorestal e manutenção do algodoeiro agroecológico, medidas sanitárias foram aderidas. Foi feito a poda apical das plantas, paralelamente com a eliminação de restos culturais, realizando a remoção dos botões que estavam contaminados pela postura de ovos do inseto bicudo (*Anthonomus grandis*), sendo esses retirados do chão ou da própria planta, seguindo para o descarte.

Além disso, utilizou-se microrganismos para efetuar o controle biológico das espécies pragas que acometeram a cultura, sendo os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea*, que são capazes de infectar e resultar na morte dos insetos hospedeiros por meio da germinação dos seus esporos.

Após 129 dias do plantio do algodão, a coleta de solo foi efetuada em duas porções de cada blocos da área de estudo, sendo coletadas amostras entre as linhas de algodão e nas linhas próximas das plantas de biomassa. Para a avaliação do cultivo convencional do algodoeiro, foram retiradas amostras de um plantio em Campo Verde - MT.

Posteriormente, as amostras seguiram para o armazenamento em câmara fria no Laboratório de Microbiologia do Solo da UFMT, onde quantificou-se o número de fungos e bactérias do solo.

2.2. PROCEDIMENTOS PARA A AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

A determinação do número de UFC e quantificação do número de fungos e bactérias do solo foi realizada mediante a técnica de Diluição Seriada em Solução Salina (0,85 % NaCl), havendo a esterilização em autoclave a 120 °C dos materiais a serem trabalhados. Em seguida da diluição das amostras de solo, elas foram conduzidas em erlenmeyers ao agitador orbital a 150 rpm durante 20 minutos.

Fez-se a diluição da solução do solo até 10⁻⁴ para a técnica de plaqueamento em superfície, utilizando placas de Petri com o meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágra) para a quantificação dos fungos, e o meio de cultura AN (Ágar nutriente) para a quantificação de bactérias. A diluição seriada usada para os fungos foram os decimais 10⁻¹ e 10⁻² com a adição de 200 uL de solução, incubando as placas a 26 °C por 72 h. Enquanto que para as bactérias foram 10⁻³ e 10⁻⁴ com a adição de 100 uL de solução, incubando as placas a 28 °C por 24 h.

Dado o período de incubação das placas, prosseguiu com a contagem do número de colônias formadas, as quais deveriam apresentar de 25 a 250 colônias para realizar a determinação da UFC (Unidade Formadora de Colônia). O cálculo de UFC é de acordo a fórmula:

$$UFC (UFC/mL) = \frac{\text{Número de colônias}}{\text{Diluição}} \times \frac{1}{\text{volume inoculado (mL)}}$$

Os resultados obtidos foram analisados pelo programa computacional SISVAR® e as médias comparadas pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

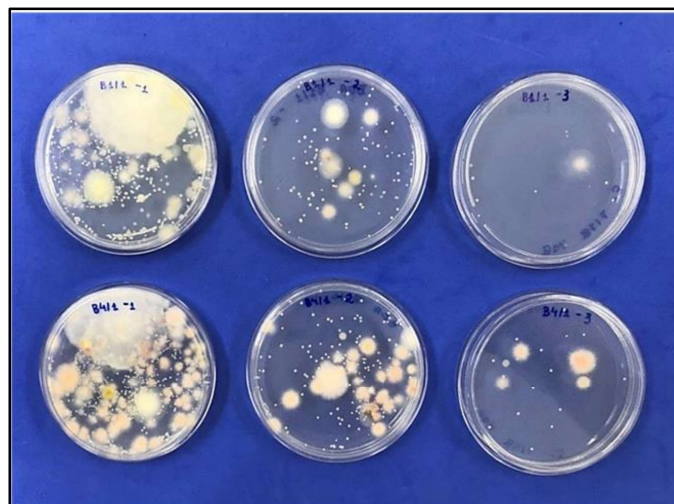
Conforme os resultados obtidos no número de UFC para a quantificação de fungos e bactérias, avaliando inicialmente os blocos dentro do plantio agroecológico do algodoeiro, constatou-se que as amostras de solo coletadas nas linhas próximas das plantas de biomassa apresentaram diferença com significância estatística em comparação com as amostras coletadas nas entrelinhas do algodoeiro.

Acerca da avaliação dos fungos (Figura 3), nos blocos 1, 3 e 4 as unidades amostrais oriundas do solo próximo das espécies de biomassa do Sistema Agroflorestal apresentaram o maior valor de UFC no comparativo com aquelas unidades localizadas nas entrelinhas do algodão, havendo uma única exceção no Bloco 2. Esses resultados estão relacionados com o fato do sistema de cultivo SAF permitir que a fitomassa dos materiais vegetais tende a aumentar a atividade microbiana no solo (Menezes et al., 2009, p. 1655).

Quanto ao comparativo com o manejo convencional no plantio do algodão, as unidades amostrais dos blocos 2, 3 e 4 próximas das plantas de biomassa no SAF mostram número maior de UFC na avaliação dos fungos, enquanto essas amostras do Bloco 1 não demonstraram diferença com significância estatística. O valor de UFC do cultivar convencional apresentou-se superior em relação às amostras de solo coletadas nas entrelinhas do algodoeiro agroecológico nos blocos 1, 3 e 4, o que demonstra o efeito positivo dos vegetais de biomassa do SAF na quantificação de fungos. O gráfico presente na Figura 4 demonstra os valores obtidos na quantificação de fungos totais em N° UFC g solo-1.

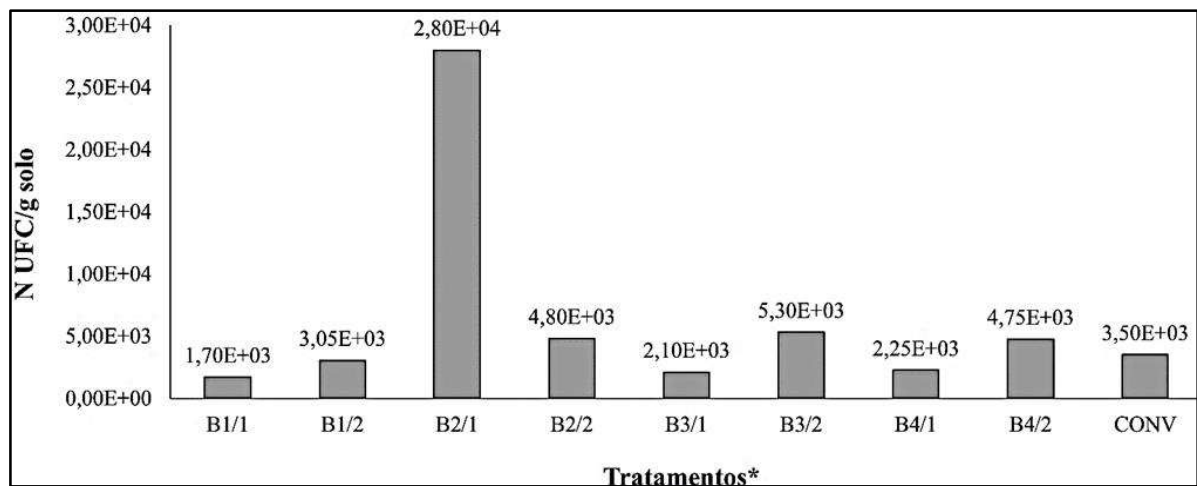
Na avaliação da quantificação de bactérias no solo (Figura 5), os exemplares de solo coletados pertos das cultivares de biomassa no SAF demonstraram predominantemente maior número de UFC em oposição aos exemplares coletados nas entrelinhas do algodão no manejo agroecológico, ocorrendo nos blocos 2, 3 e 4.

Figura 3: Placas de Petri com plaqueamento em superfície em meio BDA; amostras do Bloco 1 e Bloco 4 para as coletas efetuadas entre as linhas de algodão (B1/1 e B4/1).



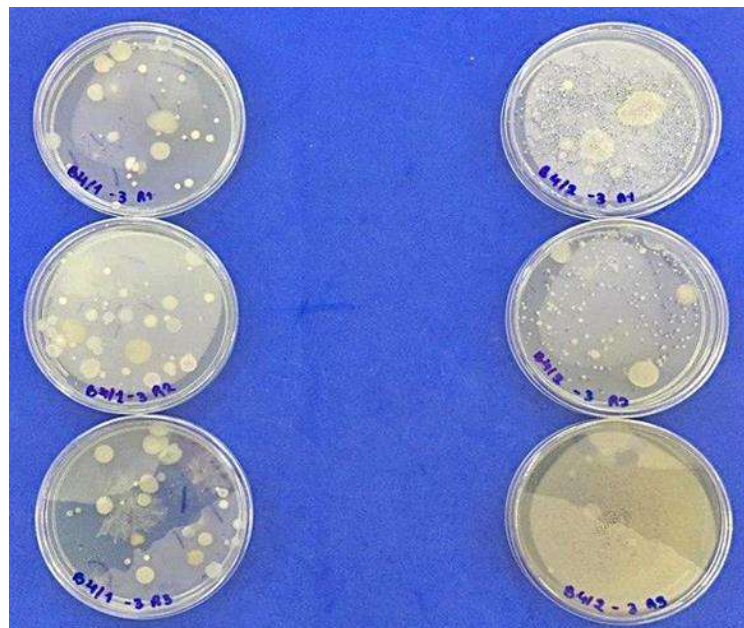
Fonte: autor.

Figura 4: Número de fungos totais no solo sob o cultivo do algodão, safra 2023, conduzido na URT na Fazenda Experimental, localizada no município de Santo Antônio do Leverger, MT.



*Unidades amostrais nas entrelinhas do algodoeiro agroecológico: B1/1, B2/1, B3/1 e B4/1; Unidades amostrais próximas das plantas de biomassa no cultivo agroecológico: B1/2, B2/2, B3/2 e B4/2; Unidades amostrais do cultivo convencional: CONV.

Figura 5: Placas de Petri com plaqueamento em superfície em meio AN; amostras do Bloco 4 para as coletas efetuadas entre as linhas de algodão (B4/1) e nas linhas próximas das plantas de biomassa (B4/2).



Fonte: autor.

O resultado de UFC de bactérias totais no solo, representado pelo gráfico na Figura 6 os valores obtidos em N° UFC g.solo-1, do plantio convencional do algodoeiro superou o valor obtido no manejo com SAF em pelo menos uma porção amostral de cada bloco, superando em totalidade nos blocos 2 e 3. Também se sobressaiu nas unidades amostrais próximas das plantas de biomassa no Bloco 1 e nas unidades nas entrelinhas do algodão no Bloco 4. Apenas os exemplares do Bloco 1 coletados nas entrelinhas do algodão demonstraram o valor de UFC de bactérias maior em relação ao manejo convencional.

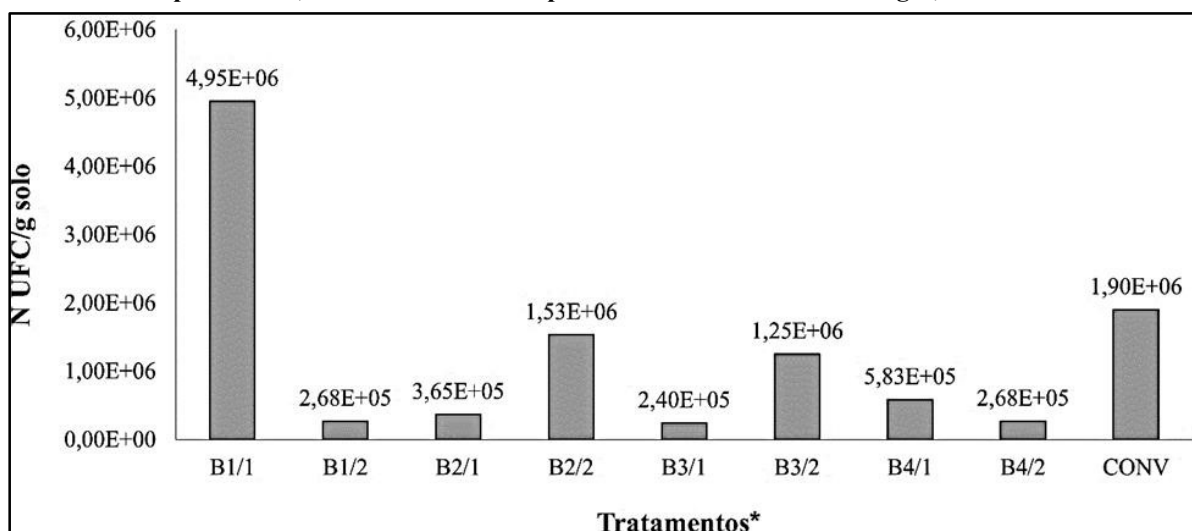
Considerando o Sistema Agroflorestal como um meio para fornecer matéria orgânica ao solo, conforme Pina (2016, p. 9), grandes ou pequenas quantidades desse material já são capazes de influenciar fortemente as propriedades do solo. Portanto, a partir da quantificação microbiológica no algodão agroecológico e convencional, foi observado que os resíduos orgânicos fornecidos pelas espécies de biomassa contribuíram para a maior expressão dos fungos no SAF atrelado com o algodoeiro em comparação com a expressão das

bactérias. Dado que as unidades amostrais de solo coletadas próximas dos vegetais de biomassa no SAF evidenciaram a melhor avaliação de UFC dos fungos em comparação com sistema convencional de plantio do algodão.

O Bloco 3 na porção amostral perto das plantas de biomassa apresentou um dos maiores números de UFC tanto para a quantificação fungos como para a de bactérias. O que pode estar associado a esse resultado é a cultivar presente no bloco, a gliricídia (*Gliricidia sepium*). Tendo em vista que a sua alta capacidade de produção de biomassa consequentemente ocasiona o aumento da fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes (Chaves, 2022, p. 295).

Confirmando o estudo de Pina (2016, p. 9), o Sistema Agroflorestal tem a capacidade favorecer a produtividade do solo, uma contribuição efetuada pelas espécies de árvores que auxiliam na redução de perda de componentes como a matéria orgânica, água e nutrientes, favorecendo os processos microbiológicos do solo (YOUNG, 1994, p. 82). Deve-se mencionar que o tempo de implantação do SAF também influencia em seus efeitos sobre o solo, o qual segue melhorando com o decorrer do tempo, manifestando um alto índice de fixação de carbono no solo, de modo similar à vegetações nativas e simultaneamente maior que o sistema convencional de manejo (Crespo; Souza; Silva; 2023, p. 16).

Figura 6: Número de bactérias totais no solo sob o cultivo do algodão, safra 2023, conduzido na URT na Fazenda Experimental, localizada no município de Santo Antônio do Leverger, MT.



*Unidades amostrais nas entrelinhas do algodoeiro agroecológico: B1/1, B2/1, B3/1 e B4/1; Unidades amostrais próximas das plantas de biomassa no cultivo agroecológico: B1/2, B2/2, B3/2 e B4/2; Unidades amostrais do cultivo convencional: CONV.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o cultivo agroecológico do algodão demonstrou predominantemente o maior número de UFC na quantificação de fungos totais no solo em comparação com o sistema convencional. As unidades amostrais de solo coletadas próximas das plantas de biomassa no SAF tendem a apresentar o maior número UFC de fungos e bactérias em relação com as amostras das entrelinhas do algodoeiro. Além disso, o resultado de UFC de bactérias totais no solo do plantio convencional do algodoeiro superou o valor obtido no manejo com SAF em pelo menos uma porção amostral de cada bloco.

Confirmando-se a capacidade de contribuição ambiental do Sistema Agroflorestal e possibilidade de ampliar a perspectiva do plantio sustentável para a enorme demanda da cultura do algodão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, Filipe Tonet et al. **Processamento do algodão para a produção têxtil**. IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. FECILCAM: Campo Mourão – PR, 2010.

CHAVES, Josimar da Silva et al. Produção de biomassa vegetal de *Gliricidia sepium* em sistema consorciado com fruteiras. CIS - Conjecturas Inter Studies, v. 22, n. 16. 2022. <https://doi.org/10.53660/CONJ-2004-MP26>

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileiro – algodão: Terceiro levantamento, novembro 2023 – safra 2023/2024. Brasília, 2023.

CRESPO, Aline Marchiori; SOUZA, Maurício Novaes; SILVA, Maria Amélia Bonfante da Silva. Ciclo do carbono (C) e sistemas agroflorestais na sustentabilidade da produção agrícola: revisão de literatura.

MATTOS, Maria Laura Turino. **Microbiologia do solo**. Recurso Solo: Propriedades e Usos. São Carlos: Editora Cubo, 2015.

MELO, Roseli Freire de et al. **Pesticidas e seus impactos no ambiente**. In: BRITO, Luiza Teixeira de Lima. MELO, Roseli Freire de. GIONGO, Vanderlise. Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro. Petrolina: EMBRAPA, 2010.

MENEZES, Carlos Eduardo Gabriel et al. **Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, n. 33, 2009.

PINA, Iara Jaime de. **Análises química e microbiológica de solo em sistemas agroflorestais**. Universidade Estadual de Maringá, 2016.

RODRIGUES, Maiara dos Santos et al. **Efeito de agrotóxicos sobre a microbiota do solo**. Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente, 1(2), 38. 2020. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/411>

SHEMBERGUE, Altamir et al. **Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil**. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Minas Gerais, 2017.

TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena; ANDRADE, Aluísio Granato de; COUTINHO, Heitor Luiz da Costa. **Sistemas agroflorestais como alternativa de recuperação de áreas degradadas com geração de renda**. Informe Agropecuário, v. 24, n.220. Belo Horizonte, 2003.

YOUNG, Anthony. **Agroforestry for soil conservation**. 4.ed. Wallingford, CAB International, 1994.