

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

STÉFANI FERNANDA VICENTE DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NA BIOMASSA, COBERTURA
DO SOLO E RENDIMENTO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO EM SISTEMA DE
SEMEADURA DIRETA**

Ilha Solteira

2025

STÉFANI FERNANDA VICENTE DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NA BIOMASSA, COBERTURA DO
SOLO E RENDIMENTO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO EM SISTEMA DE
SEMEADURA DIRETA**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Enes Furlani Junior.

Ilha Solteira

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

- S586i Silva, Stéfani Fernanda Vicente.
Influência de plantas de cobertura na biomassa, cobertura do solo e rendimento do algodoeiro herbáceo em sistema de semeadura direta / Stéfani Fernanda Vicente da Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
35 f. : il.
- Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2025
- Orientador: Enes Furlani Junior
Inclui bibliografia
1. *Gossypium hirsutum* L. 2. Agricultura conservacionista. 3. Manejo do solo. 4. Carbono. 5. Produtividade.

Elaborada por Raiane da Silva Santos - CRB-8/9999

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" FACULDADE
DE ENGENHARIA – CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA CURSO DE AGRONOMIA**

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**TÍTULO: "INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NA BIOMASSA, COBERTURA
DE SOLO E RENDIMENTO DO ALGODOEIRO EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA".**

ALUNO: STÉFANI FERNANDA VICENTE DA SILVA - RA: 19 10 50 652

ORIENTADOR: ENES FURLANI JUNIOR

Aprovado (x) Reprovado () pela Comissão Examinadora. NOTA: 10,00

Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Enes Furlani Junior (ORIENTADOR)

Documento assinado digitalmente
gov.br AMANDA PEREIRA PAIXÃO DARUICHI
Data: 15/12/2025 14:25:40-0300
verifique em <https://validar.br.gov.br>

Profª. Dra. Amanda Pereira Paixão Daruichi

Documento assinado digitalmente
gov.br DAVANE BORTOLOTO DA SILVA
Data: 15/12/2025 15:10:04-0300
verifique em <https://validar.br.gov.br>

Profª. Dra. Davane Bortoloto da Silva

Documento assinado digitalmente
gov.br STÉFANI FERNANDA VICENTE DA SILVA
Data: 15/12/2025 14:04:17-0300
verifique em <https://validar.br.gov.br>

Stéfani Fernanda Vicente da Silva

Aluna

Ilha Solteira (SP), 15 de dezembro de 2025.

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, "*para que o povo veja e saiba, e todos vejam e saibam, que a mão do Senhor fez isso*".

A minha mãe, por doar sua vida em favor da minha, toda sua luta resulta nessa nossa conquista.

A minha avó, Maria (*in memoriam*), que curou feridas que não causou, eu nasci sua neta e vou morrer sua fã.

A minha madrinha de batismo, Érica (*in memoriam*), por ser meu trevo de quatro folhas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família, em especial meu irmão Douglas, que me deu forças e suporte em dias difíceis, que foi lar durante minha trajetória dentro e fora da universidade, ao meu tio Aparecido, que me arrancou as melhores risadas nos meus piores e melhores dias, a minha avó que me deu todo amor e acolhimento que eu precisei, a minha mãe, por me dar condições para que eu pudesse sempre correr atrás dos meus sonhos.

Aos meus professores, desde professores da escola até a graduação, e ressalto aqui minha singela admiração ao meu professor de matemática, Sérgio, e a minha professora de história, Cristina, que me ensinaram não somente ensinamentos para a minha formação, mas também contribuíram com o meu crescimento como indivíduo. Em especial, gostaria de agradecer ao meu orientador da graduação: Enes Furlani Junior, obrigada por me incentivar nos estudos, me dar conselhos valiosos e ensinamentos que jamais esquecerei.

Aos meus amigos e colegas de graduação, que tornaram a faculdade mais leve e feliz, que foram meu ponto de paz e refúgio. Em especial, agradeço à Ala 2 e Ala 6 da moradia estudantil, que me acolheram durante 5 anos, que foi meu lar e onde pude morar com mulheres que me inspiram, e aos amigos que carregarei no coração para sempre: Thiago Felipe, Anyéle Zago, Letícia Schnaide, Alessandra Torrogrosa, Bruna Cruz, Felipe Silva e Nicole Faustino. Agradeço também todos aqueles que passaram pela minha vida e que me ensinaram tanto, mas que infelizmente já não fazem mais parte do meu convívio. Ao Thiago, meu irmão de alma, que sempre acreditou em mim, me incentivou, me apoiou e me acolheu como parte de seus sonhos e que vibra por todas minhas conquistas. Vê-los vencer na vida e conquistar seus sonhos, também faz parte do meu sonho.

“Por último, mas não menos importante, quero agradecer a mim, agradecer à mim por acreditar no meu potencial, por nunca desistir, por sempre ser uma humana doadora e tentar dar mais do que eu recebo, eu quero me agradecer por tentar fazer mais certo do que errado, por dedicar a vida a fazer deste mundo um lugar melhor e por ser eu em todos os momentos.”

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de biomassa e a cobertura do solo proporcionadas por diferentes espécies de plantas de cobertura, bem como seus efeitos sobre características agronômicas e a produtividade de fibra do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em sistema de semeadura direta. O experimento foi conduzido em Selvíria (MS), em delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 4×3 , envolvendo espécies monocotiledôneas (milheto, aveia-preta, sorgo) e eudicotiledôneas (nabo-forrageiro, *Crotalaria spectabilis*), isoladas e em consórcio. Foram avaliadas a produção de biomassa seca, a cobertura do solo, altura de plantas, porcentagem e produtividade de fibra. Os resultados indicaram que consórcios entre gramíneas e leguminosas proporcionaram maior cobertura do solo e incremento na biomassa, embora os valores obtidos tenham sido inferiores ao mínimo recomendado para semeadura direta (6.000 kg ha^{-1}). A produtividade do algodoeiro variou conforme a espécie de cobertura, destacando-se os tratamentos com *Sorghum bicolor*, *Pennisetum glaucum* e seus consórcios, que apresentaram maior rendimento de fibra. Conclui-se que a escolha adequada das plantas de cobertura influencia diretamente a sustentabilidade do sistema produtivo, favorecendo a ciclagem de nutrientes, a conservação do solo e a mitigação das emissões de CO_2 , embora seja necessário otimizar estratégias para aumentar a produção de biomassa e garantir cobertura eficiente.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., Agricultura conservacionista, Manejo do solo; carbono; produtividade.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate biomass production and soil cover provided by different cover crop species, as well as their effects on agronomic traits and fiber yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under no-till system. The experiment was carried out in Selvíria, MS, using a randomized block design in a 4×3 factorial scheme, including monocot species (pearl millet, black oat, sorghum) and dicot species (forage radish, *Crotalaria spectabilis*), grown either alone or in intercropping. Measurements included dry biomass production, soil cover percentage, plant height, fiber percentage, and fiber yield. Results showed that intercropping grasses and legumes improved soil cover and biomass accumulation, although values remained below the minimum recommended for no-till systems ($6,000 \text{ kg ha}^{-1}$). Cotton yield varied according to the cover crop species, with Sorghum bicolor, Pennisetum glaucum, and their intercropping treatments achieving the highest fiber productivity. It is concluded that proper selection of cover crops directly influences the sustainability of cotton production systems by enhancing nutrient cycling, soil conservation, and CO₂ emission mitigation, although further strategies are required to increase biomass production and ensure effective soil coverage.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., Conservation Agriculture, Soil Management; Carbon; Productivity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. O algodoeiro como uma cultura agrícola significativa no Brasil	9
2.2. Conceito e importância das plantas de cobertura na agricultura	10
2.3. A interação entre as plantas de cobertura e a fixação de carbono no solo	12
2.4. Uso de plantas de cobertura para melhorar a estrutura e a fertilidade do solo	13
2.5. Relação entre plantas de cobertura, disponibilidade de nutrientes e sua influência na produtividade do algodoeiro	14
2.6. Características de algumas espécies de plantas de cobertura e suas vantagens ao sistema produtivo do algodoeiro	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Local	17
3.2. Tratamentos, delineamento experimental e execução do experimento	17
3.3. Avaliações biométricas das plantas de cobertura e produtividade	18
3.4. Semeadura do algodão e avaliação de produtividade	19
3.5. Análise estatística	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Análise de plantas de cobertura: Percentagem de cobertura vegetal e matéria seca formada	20
4.2. Características agronômicas do algodoeiro	22
5 CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma espécie que apresenta grande importância econômica em todo mundo, devido ao seu uso para diversas finalidades, sendo uma das culturas têxteis mais importantes (VASCONCELOS et al., 2018). Em 2024 o Brasil alcançou a marca de maior país exportador de algodão. Nos primeiros oito meses deste mesmo ano, o Brasil comercializou US\$ 3,35 bilhões e 1,72 milhões de toneladas, superando o total exportado em todo o ano de 2023, que registrou US\$ 3,33 bilhões e 1,68 milhões de toneladas, conforme apresentou a Secretaria de Comércio e Relações Internacionais (SCRI/MAPA, 2025).

Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de fibra de algodão (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) sendo que o seu cultivo ocorre principalmente na região Centro Oeste e Nordeste, devido às condições climáticas favoráveis para a cultura com sistemas de cultivo distintos, dependendo da região (MAPA, 2024).

O algodoeiro herbáceo é uma espécie de metabolismo fotossintético do tipo C3, caracterizado por elevada taxa de fotorrespiração, o que torna sua eficiência relativamente baixa em ambientes de alta temperatura e luminosidade (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2008; BELTRÃO et al., 2011). Essa limitação fisiológica implica maior exigência por longos períodos de radiação solar para maximizar a assimilação de carbono e garantir bom desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Durante a fase de maturação dos capulhos, a cultura apresenta senescência foliar, processo natural que reduz a capacidade fotossintética e pode impactar a formação e qualidade da fibra (AGROADVANCE, 2023; UFRRJ, 2023).

O cultivo do algodão em larga escala, especialmente sob monocultura, é altamente exigente em termos de fertilidade do solo, manejo e condições edafoclimáticas. Essa prática intensiva, associada ao uso frequente de aração pesada e preparo convencional, tem provocado degradação física, química e biológica do solo, resultando em erosão, compactação, redução da matéria orgânica e da capacidade de retenção de água, além de favorecer a incidência de pragas e doenças (EMBRAPA, 2006; SILVA, 2021). A compactação, por exemplo, limita o crescimento radicular e a absorção de nutrientes, comprometendo o desenvolvimento da parte aérea e a produtividade (NOGUEIRA et al., 2024; CAMARGO; ALLEONI, 2020). Além disso, a perda de estrutura e a redução da biodiversidade edáfica decorrentes da monocultura intensiva afetam a ciclagem de nutrientes e a sustentabilidade do sistema produtivo (AEAGRO, 2025; BETTER COTTON, 2024).

Diante desses desafios, práticas conservacionistas como o plantio direto, rotação de culturas e uso de plantas de cobertura têm sido recomendadas para mitigar os impactos negativos da aração pesada e da monocultura, promovendo maior estabilidade física do solo, incremento da matéria orgânica e redução da erosão (EMBRAPA, 2006; SCIELO, 2023).

Nas últimas décadas, a preocupação com o uso inadequado do solo e sua relação com o aumento das emissões de gases de efeito estufa, especialmente o CO₂, tem crescido entre a comunidade científica (AMADO et al., 2001). Evidências apontam que práticas como desmatamento, queima de biomassa e preparo convencional intensivo contribuem para a liberação de carbono armazenado no solo e na vegetação, agravando o aquecimento global e as mudanças climáticas (ONU, 2019; AGROADVANCE, 2024). A degradação do solo reduz sua capacidade de atuar como sumidouro de carbono, intensificando as emissões (AMADO et al., 2001; BESEN et al., 2018).

Por outro lado, solos bem manejados podem sequestrar carbono e mitigar impactos climáticos. Estratégias como agricultura conservacionista, plantio direto e uso de plantas de cobertura aumentam o teor de matéria orgânica, melhoram a estrutura física e reduzem a erosão, favorecendo o sequestro de carbono (FERREIRA et al., 2016; FURLANI, 2003). No sistema de semeadura direta, a ausência de revolvimento do solo e a manutenção da palhada reduzem perdas de água e alteram o fluxo de gases entre solo e atmosfera (FERRARI et al., 2011). A cotonicultura brasileira, geralmente integrada à rotação com soja, enfrenta desafios devido à baixa produção de matéria seca dessas culturas, tornando essencial o uso de plantas de cobertura para manter ou aumentar a performance das lavouras, reduzir erosão, melhorar a fertilidade e conservar a água (CERETTA et al., 2002; FERREIRA et al., 2016).

Essas práticas não apenas contribuem para a sustentabilidade agrícola, mas também para a mitigação das mudanças climáticas, ao transformar solos degradados em reservatórios de carbono e melhorar a eficiência produtiva do algodoeiro.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito das plantas de cobertura na produtividade do algodoeiro herbáceo em plantio direto, sob condições de sequeiro no Cerrado, seguindo as premissas de conservação do solo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O algodoeiro como uma cultura agrícola significativa no Brasil

O algodoeiro é uma cultura agrícola de grande relevância para o Brasil, desempenhando papel estratégico na economia, na história e na cultura nacional. Desde o período colonial, o cultivo do algodão influenciou diversos aspectos da sociedade brasileira, sendo uma das primeiras culturas agrícolas introduzidas no país. No século XVIII, estados como Maranhão e Pernambuco exportavam algodão para a Europa, impulsionados pela demanda da Revolução Industrial (COSTA; BUENO, 2004). Essa atividade contribuiu para a geração de riqueza e para a inserção do Brasil no comércio internacional.

Ao longo do século XX, entretanto, a cotonicultura enfrentou declínio acentuado devido à concorrência global, à expansão das fibras sintéticas e à infestação pelo bicudo-do-algodoeiro

(*Anthonomus grandis*), considerada uma das pragas mais devastadoras da cultura (ABRAPA, 2022). A abertura econômica e a redução das tarifas de importação agravaram a crise, levando o país a se tornar importador da fibra na década de 1990 (MAPA, 2020).

A retomada da produção ocorreu a partir do final dos anos 1990, com a migração da cotonicultura para o Cerrado, região que hoje concentra mais de 90% da produção nacional. Esse avanço foi viabilizado por investimentos em pesquisa, desenvolvimento de cultivares adaptadas, mecanização e adoção de tecnologias sustentáveis (EMBRAPA, 2017; ABRAPA, 2022). Atualmente, o Brasil é o maior exportador mundial de algodão e o terceiro maior produtor, com destaque para os estados de Mato Grosso, Bahia e Goiás. A produtividade média nacional supera 3,7 t/ha, índice 65% superior ao dos Estados Unidos (MAPA, 2024).

Nos últimos anos, a cotonicultura brasileira tem se destacado pela adoção de práticas sustentáveis e tecnologias avançadas, como agricultura de precisão, biotecnologia e certificações socioambientais (ABR, BCI), que garantem rastreabilidade e menor impacto ambiental (ABRAPA, 2022; EXAME, 2024). Programas como o Algodão Brasileiro Responsável (ABR) consolidaram o país como referência global em produção sustentável, com 84% da produção nacional certificada (ABRAPA, 2022).

Apesar dos avanços, persistem desafios como volatilidade de preços no mercado internacional, custos elevados de produção e pressões ambientais. Esses obstáculos, contudo, representam oportunidades para inovação, ampliação da sustentabilidade e fortalecimento da competitividade brasileira no cenário global (ABRAPA, 2024; RABOBANK, 2019).

2.2. Conceito e importância das plantas de cobertura na agricultura

As plantas de cobertura são cultivadas com a finalidade de proteger o solo entre os ciclos das culturas principais ou como parte de sistemas de rotação. Elas são selecionadas por características agronômicas benéficas, como rápido crescimento, sistema radicular profundo, capacidade de fixação biológica de nitrogênio e resistência a pragas e doenças (LAMAS, 2018; KUHN, 2024). Além de atuarem como barreira contra erosão hídrica e eólica, essas plantas contribuem para a melhoria da estrutura física do solo, aumento da fertilidade e maior capacidade de retenção de água, fatores essenciais para a sustentabilidade agrícola (AGRO BAYER, 2023; CCARBON/USP, 2025).

O papel das raízes é particularmente relevante, pois elas promovem descompactação, aumentam a porosidade e favorecem a infiltração de água, além de estimular a formação de agregados estáveis, fundamentais para a conservação do solo (EMBRAPA, 2017; MARTINI et al., 2016). A ciclagem de nutrientes é outro benefício importante: espécies como milheto e braquiária reciclam potássio e cálcio das camadas mais profundas, enquanto leguminosas como crotalária e feijão-guandu fixam nitrogênio atmosférico, reduzindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados (KUHN, 2024; EMATER-MG, 2024).

Não existe uma espécie universalmente adequada para todas as condições edafoclimáticas. A escolha deve considerar fatores como tipo de solo, clima, cultura sucessora e objetivos do manejo (LAMAS, 2018; AGRISHOW, 2024). Um diagnóstico prévio das limitações do sistema produtivo é estratégico para selecionar espécies com maior potencial de agregar benefícios, seja para controle de erosão, supressão de plantas daninhas, melhoria da fertilidade ou incremento da matéria orgânica (CALEGARI, 2000; CCARBON/USP, 2025). Como toda espécie vegetal, as utilizadas como plantas de cobertura exigem condições ambientais adequadas para seu crescimento e desenvolvimento. Por exemplo, quando cultivada fora da época indicada, por ser sensível a duração do fotoperíodo, a *Crotalaria spectabilis*, tem o seu crescimento vegetativo reduzido, iniciando o período de frutificação quando as plantas ainda estão com altura reduzida, diminuindo a produção de matéria seca e aumentando as condições favoráveis à incidência de mofo-branco (EMBRAPA, 2017).

A tomada de decisão sobre o cultivo de uma espécie como planta de cobertura deve ser precedida de um profundo conhecimento acerca da espécie em questão para evitar qualquer tipo de frustração em termos de produção e benefícios e até mesmo a disseminação de pragas, doenças e nematoides.

O cultivo de plantas de cobertura pode ser realizado com uma única espécie ou por meio da semeadura simultânea de duas ou mais espécies na mesma área, prática conhecida como consorciação. A adoção de consórcios é amplamente reconhecida como uma estratégia eficaz para aumentar a biodiversidade funcional do sistema agrícola, pois combina espécies com diferentes características fisiológicas e morfológicas, potencializando benefícios como fixação biológica de nitrogênio, produção de biomassa, ciclagem de nutrientes e descompactação do solo (EMBRAPA, 2021; SEMENTES RENASCER, 2025). Leguminosas, por exemplo, contribuem para o aporte de nitrogênio, enquanto gramíneas fornecem elevada quantidade de palhada, protegendo o solo contra erosão e melhorando sua estrutura física. Crucíferas, por sua vez, apresentam raízes pivotantes que auxiliam na mobilização de nutrientes em profundidade e na redução da compactação (KUHN, 2025).

Apesar dos benefícios comprovados, a adoção de plantas de cobertura ainda encontra resistência em parte do setor produtivo, principalmente pelo fato de não gerar retorno financeiro imediato. Essa percepção, contudo, desconsidera os impactos negativos dos sistemas baseados exclusivamente em sucessão de cultivos, como soja/milho, que tendem a reduzir a fertilidade natural do solo, aumentar a incidência de pragas e doenças e comprometer a sustentabilidade a longo prazo (CALEGARI, 2000; EMBRAPA, 2021). Estudos recentes demonstram que a inclusão de plantas de cobertura, seja em rotação ou consórcio, promove maior estabilidade produtiva, melhora a ciclagem de nutrientes e contribui para a viabilidade econômica dos sistemas agrícolas, especialmente quando associada ao plantio direto (CCARBON/USP, 2025; RAMBO; VANZETTO, 2025).

Portanto, a escolha entre cultivo solteiro ou consorciado deve considerar os objetivos do manejo, as condições edafoclimáticas e a cultura sucessora. Quando bem planejada, a consorciação de plantas de cobertura representa uma prática estratégica para diversificação, conservação do solo e aumento da resiliência dos sistemas produtivos frente às mudanças climáticas (KUHN, 2025).

As plantas de cobertura desempenham papel essencial na conservação e melhoria da qualidade do solo. Elas reduzem a erosão ao proteger a superfície contra o impacto direto da chuva e do vento, enquanto suas raízes ancoram as camadas superficiais, evitando o deslocamento de partículas férteis (SOLUSOLO, 2025). Além disso, o sistema radicular dessas plantas promove a descompactação do solo, criando canais que aumentam a aeração e a permeabilidade, favorecendo a infiltração de água e o desenvolvimento das culturas subsequentes (KUHN, 2025).

Outro benefício que muitas espécies oferecem é a supressão de plantas daninhas, por meio da competição por luz, água e nutrientes, além da liberação de compostos alelopáticos que inibem patógenos do solo (KUHN, 2025). Adicionalmente, essas plantas fornecem habitat e alimento para organismos benéficos, como polinizadores e microrganismos, promovendo maior biodiversidade (AGROTÉCNICO, 2025).

Ao melhorar a estrutura do solo, conservar recursos hídricos e reduzir a dependência de insumos químicos, as plantas de cobertura tornam os sistemas agrícolas mais sustentáveis e resilientes (BROTO, 2025).

2.3. A interação entre as plantas de cobertura e a fixação de carbono no solo

Durante seu ciclo de crescimento, as plantas de cobertura realizam fotossíntese, capturando CO₂ atmosférico e convertendo-o em biomassa vegetal. Essa biomassa, composta por raízes e parte aérea, é posteriormente incorporada ao solo por meio da decomposição, originando matéria orgânica rica em carbono. Esse carbono é estabilizado em diferentes frações do solo, como matéria orgânica particulada e húmus, aumentando os estoques de carbono orgânico e contribuindo para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (MARINI, 2024; SILVA; MACHADO, 2024).

Quanto maior o aporte de resíduos vegetais ao solo, maior será a quantidade de carbono sequestrado, especialmente em sistemas conservacionistas como o plantio direto e a rotação com plantas de cobertura. Pesquisas indicam que espécies como braquiária, milheto e crotalária podem acumular entre 300 kg ha⁻¹ e 18 Mg ha⁻¹ de biomassa, dependendo das condições edafoclimáticas e do tempo de cultivo, garantindo incremento significativo nos estoques de carbono (CHERUBIN et al., 2023; PECCI et al., 2023). Em experimentos de longa duração, a adoção de plantas de cobertura aumentou o estoque de carbono no solo em até 19% quando comparada a sistemas convencionais, além de melhorar atributos físicos e químicos do solo (SOUZA et al., 2025).

Esse processo é essencial para a sustentabilidade agrícola, pois solos ricos em matéria orgânica apresentam maior capacidade de retenção de água, melhor estrutura física e maior disponibilidade de nutrientes, favorecendo a produtividade das culturas subsequentes (CCARBON/USP, 2025; AGROADVANCE, 2024). Em sistemas de plantio direto com rotação de culturas, como aqueles que incluem o algodão, a manutenção da palhada proveniente das plantas de cobertura reduz a oxidação da matéria orgânica e a perda de carbono por erosão. Pesquisas da Embrapa indicam que rotações envolvendo soja, milho, algodão e espécies como *Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria ochroleuca* podem dobrar a capacidade de sequestro de carbono em solos arenosos do Cerrado, atingindo valores superiores a $0,6 \text{ t C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em longo prazo (AGROSUSTENTAR, 2025).

Além do aumento do estoque de carbono, essas práticas promovem maior produção de biomassa. Em experimentos conduzidos por cinco anos, sistemas com plantas de cobertura em SPD (Sistema Plantio Direto) acumularam até $34,4 \text{ t ha}^{-1}$ de biomassa, contra $17,4 \text{ t ha}^{-1}$ em preparo convencional, refletindo diretamente no incremento de carbono no solo e na redução das emissões de gases de efeito estufa (BOGIANI et al., 2020).

O algodoeiro, quando cultivado em SPD com cobertura vegetal, apresenta ganhos adicionais: maior retenção de umidade, incremento na fertilidade e aumento da produtividade (até 16 arrobas/ha), enquanto contribui para a fixação de carbono nos tecidos da fibra, que pode permanecer armazenado por anos. Essa estratégia é considerada essencial para sistemas agrícolas sustentáveis e para atender metas globais de mitigação climática, como a iniciativa “4 por 1000”, que propõe aumentar em 0,4% ao ano o teor de carbono nos solos (SUMMIT AGRO, 2023).

As plantas de cobertura contribuem significativamente para a eficiência no uso de recursos, como água e nutrientes, ao reduzir a lixiviação e aumentar a retenção de umidade no solo (FERREIRA et al., 2022). Essa função é especialmente relevante em regiões com solos degradados e escassez hídrica, onde práticas que favoreçam a fixação de carbono e a melhoria da saúde do solo são essenciais para garantir a produção sustentável de alimentos (SUMMIT AGRO, 2023).

2.4. Uso de plantas de cobertura para melhorar a estrutura e a fertilidade do solo

O uso de plantas de cobertura é amplamente reconhecido como uma prática essencial para melhorar a estrutura e a fertilidade do solo, promovendo benefícios físicos, químicos e biológicos que sustentam os sistemas agrícolas mais produtivos. Essas espécies contribuem para o acúmulo de matéria orgânica por meio da incorporação de biomassa aérea e radicular, elemento fundamental para aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes (BORGES, 2025; SILVA-JUNIOR, 2024).

Do ponto de vista físico, as raízes das plantas de cobertura penetram no solo, descompactando-o e criando canais que favorecem a infiltração de água e a aeração. Esse processo

estimula a formação de agregados estáveis, melhorando a porosidade e reduzindo o escoamento superficial, o que minimiza a erosão hídrica e eólica (AGUIAR SILVA et al., 2021; SCHIEBELBEIN et al., 2022). Além disso, a cobertura vegetal atua como barreira contra a evaporação, mantendo a umidade do solo e favorecendo o desenvolvimento das culturas subsequentes (AGRO BAYER, 2023).

Quimicamente, as plantas de cobertura aumentam a capacidade de troca de cátions (CTC) e disponibilizam nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio, por meio da decomposição da biomassa. Leguminosas, como crotalária e ervilhaca, destacam-se pela fixação biológica de nitrogênio em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, reduzindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados (KUHN, 2024; SILVA et al., 2007).

Em experimentos realizados no Cerrado, espécies como crotalária apresentaram acúmulo de até 40,95 kg/ha de N, além de fósforo (11,02 kg/ha) e potássio (60,72 kg/ha), evidenciando seu papel na ciclagem de nutrientes e na melhoria da fertilidade (NERY; FRANCO JUNIOR, 2023). Estudos adicionais mostram que leguminosas como feijão-de-porco e guandu também apresentam alta produção de biomassa e eficiência na ciclagem de nutrientes, enquanto gramíneas como milho e braquiária contribuem para o aporte de potássio e para a formação de palhada duradoura (PEREIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2025).

Biologicamente, as plantas de cobertura promovem a biodiversidade do solo, fornecendo habitat para microrganismos benéficos que participam da decomposição da matéria orgânica e da liberação gradual de nutrientes, fortalecendo a saúde do solo e a sustentabilidade agrícola (BUENO, 2025; CCARBON/USP, 2025). Essa interação favorece processos como a mineralização e a formação de substâncias húmicas, essenciais para a estabilidade estrutural e para o aumento da capacidade de retenção de água.

2.5. Relação entre plantas de cobertura, disponibilidade de nutrientes e sua influência na produtividade do algodoeiro

O uso de plantas de cobertura em sistemas agrícolas tem se mostrado uma estratégia eficaz para melhorar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade do algodoeiro, especialmente em regiões de Cerrado sob sistema de plantio direto. Essas espécies contribuem para a ciclagem de nutrientes, fornecendo nitrogênio, potássio e fósforo às culturas subsequentes por meio da decomposição da biomassa acumulada (FERREIRA et al., 2022; NAKAYAMA, 2011).

Pesquisas indicam que leguminosas como *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria ochroleuca* e guandu (*Cajanus cajan*) apresentam alta capacidade de fixação biológica de nitrogênio, acumulando até 223 kg ha⁻¹ de N na palhada, enquanto gramíneas como *Urochloa ruziziensis* e milho contribuem para o aporte de potássio, chegando a 323 kg ha⁻¹ (FERREIRA et al., 2023). Em

experimentos conduzidos em segunda safra após a soja, consórcios de guandu com *U. ruziziensis* produziram entre 8.400 e 12.941 kg ha⁻¹ de matéria seca, garantindo cobertura eficiente e maior disponibilidade de nutrientes para o algodoeiro cultivado em sucessão (FERREIRA et al., 2023).

Do ponto de vista físico, a presença de palhada no solo reduz a erosão, melhora a infiltração de água e aumenta a estabilidade dos agregados, fatores essenciais para o desenvolvimento radicular do algodoeiro em solos arenosos, que são naturalmente mais suscetíveis à degradação (CAGNA et al., 2022). Esses benefícios refletem diretamente na produtividade: estudos da Embrapa demonstram que o algodão cultivado após plantas de cobertura pode apresentar incrementos de até 30% na produção de algodão em caroço em comparação ao sistema convencional, além de maior estabilidade produtiva em anos de veranicos (BOGIANI, 2016).

Além disso, a fixação biológica de nitrogênio por leguminosas em associação com rizóbios é uma alternativa sustentável para reduzir a dependência de fertilizantes nitrogenados, diminuindo custos e impactos ambientais (COSTA, 2023; SILVA et al., 2007). Essa prática, aliada à ciclagem de nutrientes promovida por gramíneas e crucíferas, contribui para sistemas mais equilibrados e resilientes, garantindo maior eficiência no uso de recursos e melhor qualidade da fibra do algodão.

2.6. Características de algumas espécies de plantas de cobertura e suas vantagens ao sistema produtivo do algodoeiro

A escolha adequada das plantas de cobertura é essencial para maximizar os benefícios no sistema produtivo do algodoeiro. Essas espécies apresentam diferenças quanto ao ciclo, sistema radicular, produção de biomassa e efeitos sobre a fertilidade e estrutura do solo. De acordo com a Embrapa, a adoção dessas plantas em rotação ou consórcio contribui para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, aumento do estoque de carbono e redução da erosão, além de favorecer o controle de pragas e plantas daninhas (FERREIRA et al., 2016; EMBRAPA, 2017).

Entre as leguminosas, destaca-se a crotalária, pertencente à família Fabaceae, amplamente utilizada como adubo verde e planta de cobertura. As espécies mais comuns no Brasil são *Crotalaria juncea*, *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*. Essa planta apresenta crescimento rápido, podendo atingir até 3 metros de altura, e é altamente eficiente na fixação biológica de nitrogênio, reduzindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados (AGROPOS, 2022; JACTO, 2025).

Além da fixação de nitrogênio, a crotalária contribui para a descompactação do solo graças ao seu sistema radicular pivotante, que penetra profundamente, melhorando a infiltração de água e a aeração. Outro benefício relevante é o controle biológico de nematoides, com estudos indicando redução de até 80% na população desses parasitas em áreas cultivadas com crotalária (AEGRO, 2019). Em termos de biomassa, a espécie *C. juncea* pode produzir até 14 t ha⁻¹ de matéria seca, além de fibras e celulose de alta qualidade, utilizadas inclusive na indústria de papel (AGROPOS, 2022).

A crotalária é adaptada a diferentes tipos de solo, incluindo áreas de baixa fertilidade, e apresenta tolerância à seca, sendo ideal para regiões tropicais e semiáridas. Seu ciclo varia entre 170 e 180 dias, com plantio recomendado na primavera (outubro a novembro) (AEGRO, 2019).

Adicionalmente, também se tem nas leguminosas o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), conhecido pela alta capacidade de fixação biológica de nitrogênio, e o feijão-guandu (*Cajanus cajan*), que além de fixar nitrogênio, possui sistema radicular profundo, favorecendo a estruturação do solo e a retenção hídrica (EMATER-MG, 2024; KUHN, 2024).

As gramíneas, como o milheto (*Pennisetum glaucum*), apresentam rápido crescimento e elevada produção de biomassa, variando entre 5.000 e 15.000 kg ha⁻¹ de matéria seca, dependendo das condições edafoclimáticas. Essa espécie é tolerante à seca, adaptada a solos de baixa fertilidade e atua como descompactadora natural, graças ao seu sistema radicular vigoroso (SALTON; KICHEL, 1998; SORATTO et al., 2012; SCOPEL et al., 2013). No entanto, sua decomposição é rápida em regiões tropicais, reduzindo a persistência da palhada no solo. Além disso, o milheto contribui para o controle de nematoides, como *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus brachyurus*, e apresenta resistência a pragas, tornando-se uma alternativa sustentável para rotação de culturas (EMBRAPA, 2012).

Outras gramíneas importantes incluem a aveia-preta (*Avena strigosa*), que protege contra erosão, e o sorgo (*Sorghum bicolor*), capaz de produzir entre 5.000 e 10.000 kg ha⁻¹ de biomassa, sendo uma alternativa para segunda safra em áreas de Cerrado devido à tolerância ao déficit hídrico (FERREIRA et al., 2010; CARVALHO et al., 2011). O sorgo possui o sistema radicular profundo melhora a infiltração de água e a absorção de nutrientes, enquanto sua palhada contribui para a supressão de plantas daninhas e para a manutenção da umidade do solo. Além disso, essa planta de cobertura é uma excelente opção para segunda safra, especialmente em áreas de Cerrado, devido à sua resistência ao déficit hídrico e à ampla janela de plantio (NORTOX, 2020).

As Brassicaceae, como o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), possuem raízes pivotantes que penetram profundamente no solo, promovendo descompactação, reciclagem de nutrientes e controle biológico de nematoides. Estudos indicam que essa espécie pode reciclar até 65 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 5 kg ha⁻¹ de fósforo e 78 kg ha⁻¹ de potássio, além de produzir de 3,5 a 8 t ha⁻¹ de massa seca (CALEGARI, 2016; SEMENTES RENASCER, 2025).

Entre as leguminosas radicantes, o trevo-vermelho (*Trifolium pratense*) é amplamente utilizado em sistemas sustentáveis, pois fixa nitrogênio atmosférico em simbiose com rizóbios, reduzindo a necessidade de adubação nitrogenada. Pesquisas da Embrapa e UFRGS mostram que cultivares melhoradas, como URS BRS Mesclador, apresentam boa adaptação ao clima brasileiro e podem suprir até 90 kg ha⁻¹ de N para culturas subsequentes (MONTARDO et al., 2020; SCIENTIFIC REVIEW, 2007).

O sucesso do cultivo dessas espécies depende de fatores como qualidade das sementes, sanidade, condições climáticas e manejo adequado. Sementes contaminadas podem disseminar patógenos e pragas, comprometendo a produtividade e a saúde do solo. Por isso, recomenda-se adquirir sementes certificadas, com alta pureza e vigor, garantindo o estabelecimento eficiente das plantas (MENTEN, 2025; EMBRAPA, 2024).

A utilização de misturas de plantas de cobertura (mixes) é uma estratégia cada vez mais adotada, pois combina espécies com diferentes funções, como fixação de nitrogênio, produção de biomassa e descompactação do solo. Essa prática aumenta a biodiversidade, melhora a ciclagem de nutrientes e contribui para sistemas agrícolas mais resilientes (NAKAYAMA, 2011; AGROADVANCE, 2024).

Por fim, a seleção das espécies deve considerar as condições edafoclimáticas e os objetivos do manejo. Em regiões de Cerrado, por exemplo, consórcios entre braquiária, sorgo e crotalaria têm demonstrado ganhos de até 35% na produtividade do algodoeiro em comparação ao sistema convencional, além de maior estabilidade produtiva em anos de veranicos (BOGIANI, 2016; FERREIRA et al., 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O trabalho foi desenvolvido nos anos agrícolas de 2022/23 na área experimental da Unesp - Campus de Ilha Solteira, situada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul. A área apresenta coordenadas geográficas 51°22' W, 20°22' S e altitude aproximadamente de 335 m. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO Vermelho distrófico típico argiloso, A moderado (EMBRAPA, 2006). Com precipitação média anual de 1.232 mm, temperatura e umidade relativa do ar média anual de 24,5°C e entre 60-70%, respectivamente (HERNANDEZ et. al. 1995).

3.2. Tratamentos, delineamento experimental e execução do experimento

O delineamento experimental foi conduzido em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento, estruturado em esquema fatorial 4×3 , totalizando 12 tratamentos e 48 parcelas experimentais. Cada parcela apresentou dimensões de 4 m $\times$ 5 m (20 m²), com semeadura manual das espécies. Os fatores foram: a-Monocotiledôneas e b-Eudicotiledôneas, sendo as monocotiledôneas: 1. Milheto; 2. Aveia Preta; 3. Sorgo, e as Dicotiledôneas: 1. Nabo forrageiro; 2. *Crotalaria spectabilis*, e a testemunha.

Em 2022, na área utilizada para o trabalho foi preparada, com profundidade de 30 cm, mediante a utilização arado de aiveca e grade. Em conjunto com a operação de gradagem, e para elevar a saturação por bases a 70% (SILVA; RAIJ, 1997) foi realizada a aplicação de 2,4 t ha⁻¹ de

calcário de acordo com análise prévia do solo (Tabela 1). Em seguida, realizou-se a semeadura a lanço das plantas de cobertura no dia 28 de outubro de 2022.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental. Selviria, MS - 2022.

	P mg/dm ³	M.O. mg/dm ³	Ph CaCl	K	Ca	Mg	H+Al mmolc/dm ³	Al	S.B.	T	V%	M%
0-10 cm	14	35	4,4	2,4	5	4	30	2	11	38	24	22
10-20cm	11	21	4,4	3,1	4	5	35	1	12	49	27	17

As culturas que serviram de palhadas tinham como características:

Nabo forrageiro: cultivar AL1001, semente fiscalizada, pureza 99,8%, germinação 87%, massa média de 1000 sementes 9,4 g, sendo semeado 15 Kg ha⁻¹ (30 g/parcela).

Crotalária: *Crotalaria spectabilis* cultivar IAC-KR-1/categoria S2, semente não tratada, pureza 95%, germinação 70%, semeada 15 Kg ha⁻¹ (30 g/parcela).

Milheto: cultivar BN2/categoria S2, pureza 95%, germinação 75%, semeado 25 Kg ha⁻¹ (50 g/parcela).

Aveia: aveia preta cultivar comum/categoria S2, pureza 95%, germinação 75%, 80 Kg ha⁻¹ (160 g/parcela).

Sorgo: semente com pureza 98%, germinação 85%, massa média de 1000 sementes 27 g, sendo semeado 12 Kg ha⁻¹ (24 g/parcela).

A distribuição dos tratamentos com manejo de plantas de cobertura semeadas de forma isolada ou com mistura de sementes. Todas as sementes do fabricante BRseeds Sementes. As plantas não foram irrigadas ou adubadas, e após a semeadura as sementes foram levemente cobertas com auxílio de enxadas. Também não foi realizado nenhum controle de plantas daninhas.

Figura 1- Vista geral do experimento, ano agrícola 2022/2023.



Foto: Silva (2023).

3.3. Avaliações biométricas das plantas de cobertura e produtividade

Para a avaliação de fitomassa seca, 110 dias após a emergência, coletaram-se plantas inteiras, seccionadas rente ao solo, sendo uma amostra por parcela, com o uso de um quadrado de ferro de uma área de 1 m². Em seguida, foram secadas em estufa, com circulação forçada de ar, por 72 horas a 65°C, e pesadas para obtenção da fitomassa seca, expressando-se os resultados em kg ha⁻¹.

Procedeu-se com a dessecação da área mediante a aplicação de herbicida glifosato na dose de 4 L ha⁻¹, sendo posteriormente triturado com auxílio do implemento Triton acoplado a um trator.

Foram avaliadas a percentagem de cobertura vegetal do solo e a fitomassa seca remanescente sobre o solo. A cobertura do solo foi determinada empregando-se uma adaptação do método da transeção linear (SLONEKER; MOLDENHAUER, 1977). Para a avaliação da percentagem cobertura vegetal do solo em cada parcela, utilizou-se de um barbante com 6 metros de comprimento, previamente marcado com 30 pontos equidistantes. Em cada parcela foram contados os pontos coincidentes do solo coberto com as palhas, considerando-se também a cobertura de plantas daninhas nas testemunhas.

3.4. Semeadura do algodão e avaliação de produtividade

A semeadura direta do algodão ocorreu no dia 30 de março de 2023, efetuada mecanicamente em todas as parcelas utilizando a cultivar de algodão IMA 5801B2RF no espaçamento de 0,9 metros entre linhas e com regulagem para 10-12 sementes por metro linear, seguindo as recomendações de adubação do boletim técnico n. 100 do IAC (RAIJ et. al, 1996).

A cultivar IMA5801B2RF, destaca-se pelo seu alto potencial produtivo aliado a uma arquitetura moderna e excelente qualidade de fibra. Entre seus principais benefícios, estão a resistência ao Nematóide-das-Galhas (RNm), à Mancha de Ramulária (Ra2R) e um teto produtivo elevado, tornando-a uma opção estratégica para produtores que buscam desempenho superior. É uma variedade exigente e responsiva a fertilidade, possui ciclo médio/precoce, com rendimento de fibra de 38,0 a 40% (IMAMAT, 2025).

No cultivo do algodão, não foram realizadas práticas de adubação, aplicação de reguladores de crescimento ou controle de plantas daninhas. A condução da lavoura ocorreu sem suplementação nutricional, sem manejo químico para controle do porte das plantas e sem intervenções para supressão de espécies competidoras.

A colheita do algodão foi realizada aos 172 dias após a emergência. Para a avaliação da produtividade de algodão em caroço foram colhidas duas linhas centrais da área útil da parcela, cada qual com cinco metros de comprimento, e os dados de produção em g.parcela⁻¹ foram transformados em kg ha⁻¹. Em uma linha colhida foram previamente coletados 10 capulhos para a determinação da percentagem de fibra e determinada a altura de cinco plantas ao acaso.

As características foram avaliadas em dez plantas na sequência de uma mesma linha, em cada parcela:

- **Altura de planta:** realizada 150 dias após a semeadura, com auxílio de trena, foram medidas 5 plantas por parcela, sendo a medição feita do solo ao ápice da planta.
- **Massa de 10 capulhos:** Realizado por coleta aleatória de 10 capulhos, nas duas linhas centrais das parcelas, no terço médio das plantas, no momento da colheita. Após pesagem com balança digital, foi obtida a massa de 1 capulho por divisão do valor encontrado.
- **Produção de algodão em caroço:** Obtida através da colheita manual das duas linhas centrais de cada parcela, seguido da obtenção da massa de algodão em caroço através de balança digital.

3.5. Análise estatística

Os dados obtidos no presente trabalho foram submetidos à análise de variância através do teste F e teste de comparação de médias (Tukey) para variáveis discretas ao nível de significância de 5%, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de plantas de cobertura: Percentagem de cobertura vegetal e matéria seca formada.

Os valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para percentagem de cobertura do solo e fitomassa seca remanescente dos resíduos das plantas de cobertura para o ano agrícola 2022/23 são demonstrados na Tabela 2. Foi possível destacar três grupos de espécies quanto à produção de biomassa seca, com destaque para, *Sorghum bicolor* + *C. spectabilis* (SC); *P. glaucum* + *C. spectabilis* (MC); e *Sorghum bicolor* + *Raphanus sativus* (SNF). Apesar de não atingir o valor considerado ideal para cobertura do solo, a produção média de matéria seca de 4 t ha⁻¹ já representa um resultado relevante para o sistema, pois contribui para a proteção contra erosão e manutenção da umidade. No entanto, para garantir adequada cobertura do solo em sistemas de semeadura direta, recomenda-se uma produção superior a 6.000 kg ha⁻¹, conforme indicado por Alvarenga et al. (2001) e Nunes et al. (2006).

A palha de nabo forrageiro, que possui reduzida relação C/N, foi rapidamente decomposta antes mesmo da dessecação para a semeadura do algodão, deixando o solo desprotegido. Nos tratamentos pousio, *Crotalaria spectabilis* e *Raphanus sativus*, as porcentagens de cobertura do solo foram relativamente elevadas; entretanto, esse resultado ocorreu quase exclusivamente devido à incidência de plantas daninhas, já que as espécies de cobertura produziram quantidades reduzidas de biomassa. Essa condição, embora proporcione alguma proteção física ao solo, é indesejável do ponto

de vista agrônomo, pois as plantas daninhas competem por água, luz e nutrientes, além de atuarem como hospedeiras de pragas e doenças (SATHISHKUMAR et al., 2022; NALINI; CHINNUSAMY, 2019).

A presença excessiva de plantas daninhas implica custos adicionais para controle químico ou mecânico, que podem variar entre R\$ 250,00 e R\$ 450,00 por hectare, dependendo da intensidade da infestação e do número de aplicações necessárias (GODAR et al., 2025). Esses gastos reduzem a viabilidade econômica do sistema e anulam parte dos benefícios esperados com a cobertura do solo.

Portanto, embora a cobertura visual do solo tenha sido alta, a baixa contribuição das espécies de cobertura e a predominância de plantas daninhas tornam esse resultado agronomicamente desfavorável, exigindo estratégias de manejo mais eficientes para controle da infestação e manutenção da sanidade da área.

Os tratamentos que apresentaram a letra “a” na análise estatística não diferiram significativamente entre si quanto à produção de biomassa seca e à porcentagem de cobertura do solo. Esses tratamentos foram: *Pennisetum glaucum* (4360 kg ha⁻¹; 78,9%), *P. glaucum* + *Raphanus sativus* (3330 kg ha⁻¹; 70,8%), *P. glaucum* + *Crotalaria spectabilis* (4360 kg ha⁻¹; 78,9%), *Sorghum bicolor* (4120 kg ha⁻¹; 79,8%), *S. bicolor* + *Raphanus sativus* (4290 kg ha⁻¹; 78,4%) e *S. bicolor* + *C. spectabilis* (4380 kg ha⁻¹; 79,8%).

Esses valores indicam que, embora haja variação numérica entre os tratamentos, estatisticamente todos apresentam desempenho semelhante, com cobertura do solo superior a 70% e produção de biomassa acima de 3.300 kg ha⁻¹.

A massa de matéria seca obtida para o milheto obteve valores bem inferiores aos descritos por Carvalho (2000), que relatou que a produção desta gramínea pode variar de 10024 a 10360 kg ha⁻¹, em solo de cerrado, porém Pitol et al. (1996) menciona que a produção de biomassa seca pode variar de 4000 a 5000 kg ha⁻¹ e França e Madureira (1989), em área de cerrado, sem adubação produziram 4500 kg ha⁻¹, sem adubação. De acordo com Alvarenga et al. (2001), 6000 kg ha⁻¹ de matéria seca é a quantidade considerada mínima capaz de proporcionar uma boa cobertura do solo.

Os valores obtidos neste trabalho ficaram aquém das maiores médias descritas, o que pode ser explicado pela época de plantio, considerada “safrinha”, e pelas condições climáticas registradas entre outubro de 2022 e março de 2023. Nesse período, segundo dados do Canal Clima – UNESP FEIS (2025), a precipitação acumulada apresentou variação significativa, com totais mensais de 127 mm em outubro, 175 mm em novembro, 226 mm em dezembro, 267 mm em janeiro, 213 mm em fevereiro e 200 mm em março. Apesar do volume relativamente alto nos meses centrais do verão, a distribuição irregular das chuvas, especialmente no início do ciclo, contribuiu para períodos de déficit hídrico.

As temperaturas médias também se mantiveram elevadas, variando entre 30 °C e 32 °C nas máximas e 22 °C a 23 °C nas mínimas, o que intensificou a evapotranspiração e aumentou o estresse térmico sobre as plantas. Essa combinação de chuvas mal distribuídas e temperaturas elevadas reduziu a disponibilidade hídrica em momentos críticos do desenvolvimento vegetativo, limitando o crescimento das espécies de cobertura e resultando em produção de biomassa seca em torno de 4 t ha⁻¹.

Esses fatores climáticos demonstram a forte influência da sazonalidade e da irregularidade hídrica sobre o desempenho das culturas, reforçando a necessidade de estratégias de manejo adaptadas às condições da “safrinha”.

As plantas de cobertura também foram amplamente infestadas por plantas daninhas. Sendo as principais infestantes da área: capim-amargoso, apaga-fogo, capim-colchão, picão-preto e corda-de-viola. Com menor intensidade de infestação foram observadas as espécies: erva-de-santa-luzia, leiteiro, capim-pé-de-galinha e trapoeraba. Nos tratamentos com milheto apenas, não houve grande infestação de plantas daninhas em virtude das características morfofisiológicas da planta e dominância.

Tabela 2. Biomassa seca, em kg ha⁻¹, das espécies vegetais de cobertura (110 dias após a emergência - DAE) e porcentagem (%) de cobertura do solo 7 dias após a dessecação.

Teste F	Biomassa seca	Cobertura do Solo
	p>F	
Monocotiledônea (m)	0,0001**	0,0001**
Dicotiledônea (d)	0,0042**	0,0052**
mx d	0,0001**	0,0001**
	(kg ha ⁻¹)	(%)
<i>Avena strigosa</i>	-	-
<i>Avena strigosa</i> + <i>Raphanus sativus</i>	1200c	21,7c
<i>Avena strigosa</i> + <i>C. spectabilis</i>	2200c	62,5b
<i>P. glaucum</i>	3150b	72,4a
<i>P. glaucum</i> + <i>Raphanus sativus</i>	3330b	70,6a
<i>P. glaucum</i> + <i>C. spectabilis</i>	4360 ^a	78,9a
<i>Sorghum bicolor</i>	4120 ^a	75,7a
<i>Sorghum bicolor</i> + <i>Raphanus sativus</i>	4290 ^a	78,4a
<i>Sorghum bicolor</i> + <i>C. spectabilis</i>	4380 ^a	79,8a
<i>Raphanus sativus</i>	-	-
<i>C. spectabilis</i>	2280c	60,6b
Solo s/ planta de cobertura	3800 ^a	62,9b
C.V. (%)	16,87	5,62
D.M.S	780,4	4,58

**, * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 2 evidencia que todas as espécies monocotiledôneas cultivadas isoladamente apresentaram maior percentual de cobertura do solo em comparação ao tratamento testemunha. Quando consorciadas com Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), os consórcios superaram o desempenho do Nabo forrageiro isolado, indicando efeito positivo da associação. Nos consórcios com Crotalária (*Crotalaria spectabilis*), tanto a Crotalária isolada quanto sua associação com Aveia preta não superaram significativamente os consórcios Crotalária + Milheto e Sorgo + Crotalária.

Esses resultados corroboram com Rangel et al. (2011), que relataram elevada eficiência na cobertura do solo em tratamentos envolvendo gramíneas, como milheto (*Pennisetum glaucum*) e capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana*), associadas a leguminosas como a Crotalária. Essa espécie leguminosa se destaca por diversos atributos agrônômicos que a tornam estratégica em sistemas de rotação e cobertura.

A *Crotalaria spectabilis*, além de contribuir para a cobertura do solo, apresenta alta capacidade de fixação biológica de nitrogênio, melhorando a fertilidade e reduzindo a necessidade de adubação nitrogenada para culturas subsequentes (ALVARENGA et al., 2001). Seu sistema radicular profundo favorece a descompactação do solo, aumentando a infiltração de água e aeração, o que é essencial para ambientes com histórico de compactação. Outro benefício relevante é a supressão de nematoides, especialmente espécies do gênero *Meloidogyne*, devido à liberação de compostos tóxicos durante sua decomposição, o que contribui para a sanidade do solo (NUNES et al., 2006).

Além disso, a crotalária produz biomassa de qualidade, com relação C/N equilibrada, acelerando a decomposição e disponibilização de nutrientes. Quando utilizada em consórcio com gramíneas, potencializa a cobertura do solo, pois combina rápido crescimento inicial das gramíneas com fixação de nitrogênio e efeito biológico da leguminosa, garantindo maior proteção contra erosão e melhor ciclagem de nutrientes (RANGEL et al., 2011).

De forma geral, consórcios entre monocotiledôneas e dicotiledôneas proporcionaram os maiores valores de cobertura do solo, superando os tratamentos com dicotiledôneas isoladas. Entre estas, a Crotalária apresentou um desempenho superior ao Nabo forrageiro e à testemunha, fato que pode estar relacionado à época de semeadura, considerada inadequada para espécies de inverno como Nabo forrageiro e Aveia preta (CARVALHO et al., 2020; RANGEL et al., 2011).

4.2. Características agrônômicas do algodoeiro

Na Tabela 3, para a variável altura de planta, avaliada 12 dias antes da colheita (150 após emergência), não houve diferença significativa entre os tratamentos. A altura média das plantas na colheita variou de 103 cm a 109 cm para as parcelas com diferentes espécies de cobertura do solo.

Segundo Lamas (2008), a principal espécie antecessora ao algodoeiro é o milheto. Este é semeado quando das primeiras chuvas. Após o manejo com herbicidas, é feita a semeadura do algodoeiro sobre a sua palhada. No presente trabalho o milheto demonstrou valores superiores de altura do algodoeiro se comparada às parcelas pré-conduzidas com aveia preta.

Para a variável produtividade, os maiores valores foram observados nos tratamentos com milheto, e os consórcios de milheto com o nabo forrageiro ou crotalária, embora as diferenças entre eles tenham sido pequenas.

Diversos estudos abordam a influência das plantas de cobertura na produtividade do algodoeiro. Bolonhezi et al. (1999) concluíram que *Crotalaria juncea* e guandu, cultivados por dois meses como fornecedores de palhada, favoreceram significativamente a produção de algodão em comparação ao milheto. Moraes e Bolonhezi (2001) verificaram que a produção não foi alterada pelo uso de mucuna preta, mucuna cinza, crotalária juncea, lab-lab, guandu e mucuna + crotalária, cultivadas no final do inverno e início da primavera. Carvalho et al. (2004) também não encontraram diferenças significativas na produtividade do algodoeiro em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, tanto no sistema de plantio direto quanto no convencional. Por outro lado, Bolonhezi (2001) destacou que algumas leguminosas utilizadas como adubo verde podem ser uma alternativa interessante ao milheto para estabilidade produtiva.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que os tratamentos que apresentaram maior produção de biomassa seca também estiveram associados às maiores produtividades do algodoeiro, demonstrando a importância do manejo eficiente da palhada para o desempenho da cultura. Entre os destaques, os consórcios envolvendo gramíneas e crotalária apresentaram os melhores resultados. O tratamento com *Pennisetum glaucum* + *Crotalaria spectabilis* produziu 4.360 kg ha⁻¹ de biomassa seca e alcançou produtividade de fibra de 1.470 kg ha⁻¹, enquanto *Sorghum bicolor* + *C. spectabilis* atingiu 4.380 kg ha⁻¹ de biomassa e 1.458 kg ha⁻¹ de fibra (Tabelas 2 e 3). Esses valores superaram os obtidos nos tratamentos isolados e na testemunha, confirmando a eficiência dos consórcios.

A relação positiva entre biomassa e produtividade pode ser atribuída à maior cobertura do solo proporcionada pelos consórcios, que atingiram índices superiores a 78%, garantindo melhor conservação da umidade, redução da amplitude térmica e maior ciclagem de nutrientes. Essa condição favoreceu o desenvolvimento do algodoeiro, refletindo em ganhos produtivos significativos.

Portanto, os dados indicam que o uso de consórcios com crotalária e gramíneas é uma estratégia eficaz para aumentar a biomassa e, consequentemente, a produtividade do algodoeiro, corroborando com Rangel et al. (2011), que destacaram a eficiência dessas combinações na melhoria das condições do solo e no desempenho das culturas subsequentes.

Em relação à porcentagem e à produtividade de fibra, foi possível discriminar dois grupos de, sendo as espécies de cobertura *S. bicolor*, *P. glaucum* e *Sorghum bicolor* + *Raphanus sativus* tiveram boa porcentagem de fibra e com produtividade média de 1459,67 kg ha⁻¹, quando o algodoeiro foi cultivado sobre as palhas das espécies do grupo relativo à maior produtividade; e de 1.327,33 kg ha⁻¹ referente ao grupo de menor produtividade, correspondente aos tratamentos *Raphanus sativus*, *C. spectabilis*, Solo s/ espécie de cobertura, *Avena strigosa*. *Avena strigosa* + *Raphanus sativus* e *Avena strigosa* + *C. spectabilis*. A diferença entre esses dois grupos foi de 132,34 kg há⁻¹ de fibra.

A produtividade do algodoeiro, quando cultivado sobre palhas das espécies *Sorghum bicolor* + *Raphanus sativus*, foi superior à obtida apenas sobre a palhada da gramínea solteira. A produtividade de fibra, quando o algodoeiro foi cultivado sobre palhada de *P. glaucum*, não diferiu significativamente quando essas espécies foram cultivadas isoladas ou consorciadas com as espécies *Raphanus sativus* e *C. spectabilis*.

Esperava-se que a associação de gramíneas com as leguminosas resultasse em ganhos expressivos de produtividade, pois de acordo com Aita & Giacomini (2003) o consórcio de espécies, além da maior diversidade, torna-se ainda mais vantajoso quando elas possuem relação C/N diferente. Assim, podemos concluir que a escolha da espécie de cobertura do solo pode ter um impacto na produtividade de fibra, mas a altura das plantas e a porcentagem de fibra não são tão sensíveis à escolha da espécie. Portanto, ao selecionar uma espécie de cobertura do solo para o cultivo de algodão, a produtividade de fibra deve ser um fator importante a ser considerado.

Tabela 3. Altura (cm) de plantas na colheita, percentagem e produtividade (kg ha⁻¹) % de fibra em função das espécies de cobertura do solo.

Teste F	Altura	Percentagem de fibra	Produtividade de fibra
		p>F	
Monocotiledônea (m)	0,4557	0,1548	0,0578
Dicotiledônea (d)	0,0410*	0,0137*	0,0498*
mx	0,0057**	0,7802	0,1438
	(cm)	(%)	(kg ha ⁻¹)
<i>Avena strigosa</i>	103 ^a	39,04b	1357b
<i>Avena strigosa</i> + <i>Raphanus sativus</i>	103 ^a	38,56b	1354b
<i>Avena strigosa</i> + <i>C. spectabilis</i>	104 ^a	39,54b	1398b
<i>P. glaucum</i>	107 ^a	40,50a	1498a
<i>P. glaucum</i> + <i>Raphanus sativus</i>	106 ^a	40,39a	1472a
<i>P. glaucum</i> + <i>C. spectabilis</i>	107 ^a	40,37a	1470a
<i>Sorghum bicolor</i>	109 ^a	40,30a	1444a
<i>Sorghum bicolor</i> + <i>Raphanus sativus</i>	109 ^a	40,91a	1452a
<i>Sorghum bicolor</i> + <i>C. spectabilis</i>	108 ^a	39,91a	1458a
<i>Raphanus sativus</i>	104 ^a	38,62b	1390b

<i>C. spectabilis</i>	103 ^a	38,57b	1227b
Solo s/ espécie de cobertura	103 ^a	38,31b	1228b
C.V. (%)	4,52	2,89	7,68
D.M.S.	3,75	0,009	403,91

**, * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

A produção de biomassa seca diferiu entre os grupos de espécies de cobertura do solo, destacando-se os tratamentos *Sorghum bicolor* + *Crotalaria spectabilis*, *Pennisetum glaucum* + *C. spectabilis*, *Sorghum bicolor* + *Raphanus sativus* e *Sorghum bicolor*, com valores superiores a 4 t ha⁻¹. Entretanto, esses níveis de biomassa foram insuficientes para atender às exigências da semeadura direta, que requer produção de matéria seca superior a 6.000 kg ha⁻¹ para cobertura eficiente do solo.

A ocorrência de plantas daninhas foi maior nos tratamentos com baixa produção de biomassa das espécies de cobertura.

Os tratamentos com *Sorghum bicolor*, *Pennisetum glaucum* e *Sorghum bicolor* + *Raphanus sativus* resultaram em maior produtividade de fibra do algodoeiro, evidenciando que a escolha da espécie de cobertura do solo é determinante para o desempenho produtivo da cultura.

A produtividade de fibra do algodoeiro foi mais influenciada pela espécie de cobertura do solo do que pela associação entre gramíneas e leguminosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAPA. *Sustentabilidade impulsiona evolução da cotonicultura brasileira*. 2022. Disponível em: <https://abrapa.com.br/2022/09/19/sustentabilidade-impulsiona-evolucao-da-cotonicultura-brasileira/>. Acesso em: 15 nov. 2023. [abrapa.com.br]
- AEGRO. *Crotalaria: guia completo para controle de nematoides e adubação verde*. 2019. Disponível em: <https://aegro.com.br/blog/crotalaria/>. Acesso em: 15 nov. 2023. [aegro.com.br]
- AEGRO. *Monocultura: vantagens, desvantagens e impactos no agronegócio*. 2025. Disponível em: <https://aegro.com.br/blog/o-que-e-monocultura/>. Acesso em: 09 mar. 2025. [aegro.com.br]
- AGRISHOW. *Uso de culturas de cobertura e rotação de culturas: estratégias para uma agricultura sustentável*. 2024. Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/colunistas/uso-de-culturas-de-cobertura-e-rotacao-de-culturas-estrategias-para-uma-agricultura-sustentavel/>. Acesso em: 18 nov. 2024. [digital.ag...how.com.br]
- AGRO BAYER. *Manejo do solo com plantas de cobertura*. 2023. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/manejo-do-solo-com-plantas-de-cobertura->. Acesso em: 12 abr. 2025. [agro.bayer.com.br]
- AGROADVANCE. *Plantas C3 e fotorrespiração: desafios da fixação de carbono em climas quentes*. 2023. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-plantas-c3-e-fotorrespiracao/>. Acesso em: 15 nov. 2023. [agroadvance.com.br]
- AGROADVANCE. *Sequestro de carbono no solo: papel da agricultura*. 2024. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-sequestro-de-carbono-no-solo/>. Acesso em: 09 mar. 2025. [agroadvance.com.br]
- AGRONAREDE. *Plantio consorciado de culturas: como funciona e exemplos práticos*. 2025. Disponível em: <https://agronarede.com.br/plantio-consorciado-de-culturas-como-funciona-e-exemplos-praticos/>. Acesso em: 09 mar. 2025. [agronarede.com.br]
- AGROSUSTENTAR. *Atividade agrícola ajuda na fixação de carbono no solo*. 2025. Disponível em: <https://agrosustentar.com.br/meioambiente/atividade-agricola-ajuda-fixacao-carbono-solo/>. Acesso em: 09 mar. 2025.
- AGROTÉCNICO. *Impacto das plantas de cobertura na biodiversidade do solo*. Disponível em: <https://agrotecnico.com.br/impacto-das-plantas-de-cobertura-na-biodiversidade-do-solo/>. Acesso em: 25 nov. 2025. [agrotecnico.com.br]
- AGUIAR SILVA, M. et al. *Influência de plantas de cobertura em propriedades físicas do solo sob rotação de culturas*. UNIFIA, 2023. Disponível em: <https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2023/09/16.-INFLU%C3%8ANCIA-DE-PLANTAS-DE-COBERTURA-EM-PROPRIEDADES-ARTIGOS.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025. [portal.uni...epe.com.br]
- AITA, C & GIACOMINI, SJ (2003) *Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27:601-612.
- ALMEIDA, FS & B.N. RODRIGUES (1995) *Guia de herbicidas: recomendações para o uso adequado em plantio direto e convencional*. IAPAR, Londrina. 482p.

ALVARENGA, RC, LARA C, WA, CRUZ, JC & SANTANA; DP (2001) *Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto*. Informe Agropecuário, 22:25-36.

ALVES, M.C. 1992. *Sistema de rotação de culturas com plantio direto em LATOSSOLO Roxo: efeitos nas propriedades físicas e químicas*. Piracicaba, USP (Tese em português) 1992.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. *Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, p. 189-197, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000100020>. Acesso em: 12 nov. 2024. [scirp.org]

ANDRADE, R.S.; MOREIRA, J.A.A.; STONE, L. F; CARVALHO, J.A. 2002. *Consumo relativo de água do feijoeiro em função da porcentagem de cobertura morta do solo*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, 6:55-58. (Português).

BATAGLIA, O. C. et al. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983.48 p. (Boletim Técnico, 78).

BELTRÃO, N. E. de M. et al. *Ecofisiologia do algodoeiro (Gossypium hirsutum L. r. latifolium Hutch.)*. In: BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. (org.). *Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-mansão e sisal*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 65-123. [scirp.org]

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. *Diferenciação na produção de energia entre oleaginosas (metabolismo C3) e energéticas (C4)*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/277914/1/DOC198.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2025. [infoteca.c...embrapa.br]

BERTOLINO, K. M. *Consórcio de crotalaria e milho: produção de biomassa e características físicas do solo*. Dissertação (Mestrado) – UFLA, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br>. Acesso em: 25 nov. 2025. [repositorio.ufla.br]

BESSEN, M. R. et al. *Práticas conservacionistas do solo e emissão de gases do efeito estufa no Brasil*. Scientia Agropecuaria, v. 9, n. 3, p. 391-403, 2018. Disponível em: http://www.scielo.org/pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000300015. Acesso em: 12 mai. 2023. [www.scielo.org.pe]

BETTER COTTON INITIATIVE. *Saúde do solo na cultura do algodão*. 2024. Disponível em: <https://bettercotton.org/pt/field-level-results-impact/key-sustainability-issues/soil-health-cotton-farming/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BOGIANI, J. C. et al. *Sequestro de carbono em diferentes sistemas de cultivo e manejos em solo arenoso com rotação de algodão, soja e milho*. Embrapa Territorial, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1112931/1/5111.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BOGIANI, J. C. *Plantas de cobertura aumentam a produtividade do algodoeiro*. Embrapa, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17802680/plantas-de-cobertura-aumentam-a-produtividade-do-algodoeiro>. Acesso em: 18 abr. 2024. [baic-agri.com]

BOLONHEZI, A. C. *Adubos verdes e sua influência na estabilidade produtiva do algodoeiro*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, n. 2, p. 345-352, 2001.

BOLONHEZI, A. C. et al. *Plantas de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em sistema de plantio direto*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 1, p. 1-8, 1999.

BORGES, T. S. *Plantas de cobertura e seus efeitos em atributos físicos e químicos do solo*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2025. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/a0a52fdd-cb04-4dba-9b0a-b2a0e1e4e307>. Acesso em: 15 abr. 2025. [repositorio.unesp.br]

BORIN, A. L. D. C.; FERREIRA, A. C. B.; BOGIANI, J. C.; SILVA FILHO, J. L.; HUNGRIA, M. *Ciclagem de nitrogênio por plantas de cobertura inoculadas para semeadura direta do algodoeiro*. Embrapa Algodão, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1084582/ciclagem-de-nitrogenio-por-plantas-de-cobertura-inoculadas-para-semeadura-direta-do-algodoeiro>. Acesso em: 18 abr. 2024.

BORKERT, CM, GAUDÊNCIO, CA, PEREIRA, JE, PEREIRA, LR, & OLIVEIRA JR, A (2003) *Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura do solo*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38:143-153.

BRANQUINHO, K.B.; FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; SILVA, R.P. DA; GROTTA, D.C.C.; BORSATTO, E. A. 2004. *Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento d do tipo de manejo da biomassa da cultura de cobertura do solo*. Engenharia Agrícola, 24: 374-380. (português).

BRASIL AGROPEC. *Sorgo: importância agrônômica, manejo e desafios*. 2024. Disponível em: <https://brasilagropec.com.br/sorgo-importancia-agronomica-manejo-producao-e-desafios-fitossanitarios/>. Acesso em: 18 abr. 2025. [brasilagropec.com.br]

BROTO. *Plantas de cobertura: benefícios e principais espécies*. Disponível em: <https://noticias.broto.com.br/?p=328277>. Acesso em: 18 abr. 2024. [noticias.b...oto.com.br]

BUENO, D. *Impacto das plantas de cobertura na biodiversidade do solo*. Agrotécnico, 2025. Disponível em: <https://agrotecnico.com.br/impacto-das-plantas-de-cobertura-na-biodiversidade-do-solo/>. Acesso em: 15 abr. 2025. [agrotecnico.com.br]

CAGNA, C. P. et al. *Efeitos de diferentes culturas de cobertura antecedendo o algodão em atributos físicos de um Latossolo arenoso*. Boletim PPGA, Unoeste, 2022. Disponível em: https://sites.unoeste.br/boletimppga/wp-content/uploads/2022/09/BoletimPPGA_2022-Vol-3-114-119.pdf. Acesso em: 18 abr. 2024.

CALEGARI, A, MONDARDO, A, BULISANI, EA, COSTA, MBB DA, MYASAKA, S & AMADO, TJC (1993) *Aspectos gerais da adubação verde*. In: Costa, M.B.B. da. (Coord.). *Adubação verde no sul do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro, AS-PTA. p.1-56.

CALEGARI, A. *Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldades para a sua adoção*. FEBRAPDP, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341611569_ROTACAO_DE_CULTURAS_E_USO_D_E_PLANTAS_DE_COBERTURA_DIFICULDADES_PARA_A_SUA_ADOCAO. Acesso em: 18 abr. 2024. [researchgate.net].

CANAL CLIME – UNESP FEIS. *Dados meteorológicos de Selvíria-MS*. Disponível em: <<https://climea.feis.unesp.br>>. Acesso em: 15 dez. 2025.

CANOSSA, RS, OLIVEIRA JR, RS, CONSTANTIN, J, BIFFE, DF, ALONSO, DG & FRANCHINI, LHM (2007) *Profundidade de semeadura afetando a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella**. Planta Daninha, 25:719-725.

CARVALHO, M. A. C. et al. *Produtividade do algodoeiro em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes em plantio direto e convencional*. *Bragantia*, v. 63, n. 2, p. 219-228, 2004.

CCARBON/USP. *Plantas de Cobertura: Aliadas da Agricultura Resiliente às Mudanças Climáticas*. 2025. Disponível em: <https://ccarbon.usp.br/pt/plantas-de-cobertura-aliadas-da-agricultura-resiliente-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 26 abr. 2025. [ccarbon.usp.br]

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTTO, N.; SILVEIRA, M.J. 2002. *Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada*. *Ciência Rural*, 32:49-54. (português).

COELHO, J. D., Algodão: Produção e Mercados, Banco do Nordeste, Caderno Setorial ETENE, 11p, 2021.

CORRÊA, JC & SHARMA, RD (2004) *Produtividade do algodoeiro herbáceo em plantio direto no cerrado com rotação de culturas*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:41-43.

COSTA, J. L.; BUENO, O. C. *Histórico do algodão no Brasil*. Embrapa Cerrados, 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/bioma-cerrado/cotonicultura>. Acesso em: 18 abr. 2024. [embrapa.br]

EMATER-MG. *Guia para cultivo de plantas de cobertura em sistemas de produção agrícola*. 2024. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=88479>. Acesso em: 28 nov. 2024. [emater.mg.gov.br]

EMBRAPA. *Consortiamento de culturas no Sistema Plantio Direto*. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto/fazendo-certo/planejando-e-executando/fase-de-implantacao/organizando-o-sistema-produtivo/consorcio-de-culturas>. Acesso em: 28 nov. 2024. [embrapa.br]

EMBRAPA. *Cultura do algodão no Cerrado*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1155388/1/Cultura-do-Algodao-no-Cerrado-1.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024. [infoteca.c...embrapa.br]

EMBRAPA. *Manejo e conservação do solo na cultura do algodão*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/241149/1/14232.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2025. [infoteca.c...embrapa.br]

EMBRAPA. *Milheto é cultura alternativa para cobertura de solo*. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1460918/milheto-e-cultura--alternativa-para-cobertura-de-solo->. Acesso em: 28 nov. 2024.. [embrapa.br]

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. Embrapa Solos Press, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (português).

EXAME. *Precisamos falar de sustentabilidade na cotonicultura brasileira*. 2024. Disponível em: <https://exame.com/agro/opiniao-precisamos-falar-de-sustentabilidade-na-cotonicultura-brasileira-uma-necessidade-global/>. Acesso em: 28 nov. 2024.[exame.com]

FAGERIA, NK & STONE, CF (2004) *Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de zinco*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:73-78.

FERRARI, S. et al. *Efeito do manejo da palhada e adubação nitrogenada sob a resistência à penetração de Latossolo cultivado com algodoeiro em SPD*. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 8., 2011. Anais [...]. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/913334>. Acesso em: 28 nov. 2024. [alice.cnpt...embrapa.br]

FERRARI, S., FURLANI JR, E., FERRARI, J.V., PEREIRA, G.A. *Cotton development and yield according nitrogen application and cover crops*. Semina, v. 32, p. 1405-1416, 2011.

FERREIRA, A. C. B. et al. *Acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura no Sistema Plantio Direto com rotação soja-algodão*. Embrapa Algodão, 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1147684/1/BOL111-24-10-2022.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024.

FERREIRA, A. C. B. et al. *Plantas de cobertura em segunda safra: nutrientes na palhada e produtividade de algodoeiro em sucessão*. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 53, p. e75032, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/75032>. Acesso em: 25 nov. 2025.

FERREIRA, A. C. B. et al. *Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro*. Embrapa Algodão, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1066067>. Acesso em: 28 nov. 2024. [infoteca.c...embrapa.br]

FERREIRA, AC DE B, LAMAS, FM, CARVALHO, MCS, BARBOSA, KA & TEOBALDO, AS (2007) *Avaliação de coberturas vegetais semeadas na primavera e suas influências sobre o algodoeiro*. In: VI Congresso Brasileiro de Algodão, Uberlândia. Anais, AMIPA. CD-ROM.

FLECK, NG, BIANCHI, MA, RIZZARDI, MA & AGOSTINETTO, D (2006) *Interferência de Raphanus sativus sobre cultivares de soja durante a fase vegetativa de desenvolvimento da cultura*. Planta Daninha, 24:425-434.

FLOSS, EL (2000) *Benefícios da biomassa de aveia ao sistema plantio direto*. Revista Plantio Direto, 57:25-29.

FORSCIENCE. *Produção de biomassa e cobertura do solo pelo consórcio de crotalária e milheto*. 2021. Disponível em: <https://forscience.ifmg.edu.br>. Acesso em: 28 nov. 2024. [forscience...fmg.edu.br]

FURLANI, C, E, A.; LOPES, A.; TIMOSSI, P,C, 2003. *Manejo: trituradores e roçadoras*. Cultivar Máquinas.18:27-29. (português).

FURLANI, E. *Conservação do solo na cotonicultura*. UNESP, 2003. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/4ed9/27a92038fd416c9995db4345b5e90938ff5e.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024. [pdfs.seman...cholar.org].

GODAR, A. S.; NORSWORTHY, J. K.; SMITH, T. *Yield and economics following 5 years of integrated weed management in cotton*. Crop, Soil and Environmental Sciences, University of Arkansas, 2025. DOI:10.1002/agj2.70101.

GOMES, A. C.; BOLONHEZI, A. C. Influência de leguminosas e gramíneas na produtividade do algodão herbáceo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 33, n. 3, p. 189-196, 2003.

GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: USP, 2000. 477 p.

HECKLER, JC; HERNANI, LC; PITOL, C (1998) Palha. In: SALTON J.C., HERNANI, L.C. & FONTES, C.Z. (Org.). *Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Dourados, EMBRAPACPAO. p.37-49.

HERNANDES, F. B. T.; LEMOS FILHO, M.F.; BUZETTI, S. 1995. *Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira*. FEIS/UNESP Press, Ilha Solteira, SP, Brasil.

HERNANI, LC, SALTON, JC (2001) *Manejo e conservação do solo*. In: *Algodão: tecnologia de produção*. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Algodão. p.76-102.

INSTITUTO MATOGROSSENSE DO ALGODÃO (IMA). *Cultivar IMA 5801B2RF: características e recomendações técnicas*. Primavera do Leste: IMA, [2025?]. Folder informativo.

JACTO. *Como o manejo correto do solo define a qualidade da fibra do algodão*. 2025. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/manejo-solo-qualidade-algodao/>. Acesso em: 12 abr. 2025.[blog.jacto.com.br]

JASA, P.J.; SIEMENS, J.C.; PFOST, D.L. 1992. No-till drills, In: *Conservation tillage systems and management*. Ames, AM, USA.

KUHN. *Fixação de Nitrogênio: Ciclo, Nitratos e Fertilizantes*. 2024. Disponível em: <https://www.kuhnbrasil.com.br/tecnicas-agricolas/rotacao-de-culturas/cultura-de-cobertura-o-que-sao-plantas-de-cobertura-e-seus-beneficios/fixacao-de-nitrogenio-ciclo-nitratos-e-fertilizantes>. Acesso em: 28 nov. 2024. [[kuhnbrasil.com.br](https://www.kuhnbrasil.com.br)]

KUHN. *Plantas de cobertura do solo: principais tipos e suas vantagens*. Disponível em: <https://www.kuhnbrasil.com.br/tecnicas-agricolas/rotacao-de-culturas/plantas-de-cobertura-do-solo-principais-tipos-e-vantagens-para-cobertura/plantas-de-cobertura-do-solo-principais-tipos-e-suas-vantagens>. Acesso em: 12 abr. 2025. [[kuhnbrasil.com.br](https://www.kuhnbrasil.com.br)]

KUHN. *Rotações de Cultura: Vantagens e Práticas para Agricultura Sustentável*. 2025. Disponível em: <https://www.kuhnbrasil.com.br/tecnicas-agricolas/rotacao-de-culturas/plantas-de-cobertura-do-solo-principais-tipos-e-vantagens-para-cobertura/rotacoes-de-cultura-vantagens-e-praticas-para-agricultura-sustentavel>. Acesso em: 28 set. 2025. [[kuhnbrasil.com.br](https://www.kuhnbrasil.com.br)]

LACERDA, ALS, VICTORIA FILHO, R & MENDONÇA, CG (2005) *Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central*. Planta Daninha, 23:1-7.

LAMAS, F. M. *Solo: a importância das plantas de cobertura*. Embrapa Agropecuária Oeste, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1088120/solo-a-importancia-das-plantas-de-cobertura>. Acesso em: 12 abr. 2025 [[embrapa.br](https://www.embrapa.br)]

LAMAS, FM & STAUT, LA (2006) *Algodoeiro em sistema plantio direto*. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste. 8p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 118).

LAMAS, FM (2007) *Espécies para cobertura do solo e seus efeitos no algodoeiro*. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosa, 11:55-63.

LINO, C.A.L; PECHE FILHO, A; STORINO, M. 1999. *Análise da fragmentação da fitomassa realizada por uma roçadora em uma área com predominância de capim colônia*. Bragantia, 58:401-407. (português).

MACHADO, P. L. O. A. et al. *Plantas de cobertura e adubos verdes para adaptação da agricultura à mudança do clima e redução da emissão de gases de efeito estufa no Cerrado*. In:

SOTTA, E. D.; SAMPAIO, F. G.; MARZALL, K.; SILVA, W. G. da (org.). Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros. Brasília, DF: MAPA, 2021. p. 82-83. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1138124>. Acesso em: 12 abr. 2025.

MAPA. *Conheça características da produção de algodão no Brasil*. Ministério da Agricultura e Pecuária, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2024/conheca-caracteristicas-da-producao-de-algodao-no-brasil>. Acesso em: 12 abr. 2025. [gov.br]

MARINI, J. A. *Carbono no solo: práticas agrícolas para sequestro e mitigação*. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agroenergia/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1168635/carbono-no-solo-praticas-agricolas-para-sequestro-e-mitigacao>. Acesso em: 15 abr. 2025. [embrapa.br]

MARTINI, A. J. et al. *Benefícios das plantas de cobertura e adubos verdes para o solo*. Agrotec, 2016. Disponível em: https://eventos-antigo.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2016/455.pdf. Acesso em: 12 abr. 2025 [eventos-an...eff.edu.br]

MORAES, M. F.; BOLONHEZI, A. C. *Efeito de diferentes plantas de cobertura na produção do algodoeiro*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, n. 4, p. 789-796, 2001.

NAKAYAMA, F. T. *Consórcio de plantas de cobertura para a cultura de algodoeiro no sistema de semeadura direta*. Tese (Doutorado) – UNESP, Ilha Solteira, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/2f2aed28-4a7d-4ce7-9fbf-71663a574747/content>. Acesso em: 12 abr. 2025.

NALINI, K.; CHINNUSAMY, C. *Weed management effects on cotton growth and yield*. Indian Journal of Weed Science, v. 51, n. 1, p. 50-53, 2019.

NERY, J. S.; FRANCO JUNIOR, K. S. *Plantas de cobertura como estratégia de melhoria da fertilidade do solo*. ResearchGate, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374562714_Plantas_de_cobertura_como_estrategia_de_melhoria_da_fertilidade_do_solo/fulltext/652542fac64260390bdd697d/Plantas-de-cobertura-como-estrategia-de-melhoria-da-fertilidade-do-solo.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025. [researchgate.net]

NOGUEIRA, M. A. et al. *Influência da compactação do solo no desenvolvimento de plantas e raízes do algodoeiro*. EAIC/UEM, 2024. Disponível em: <http://www.eaic.uem.br/eaic2024/anais/artigos/7095.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2025 [www.eaic.uem.br]

NORTOX. *Manejo do sorgo para altas produtividades*. 2020. Disponível em: <https://portal-api.nortox.com.br>. Acesso em: 12 abr. 2025 [portal-api...tox.com.br]

OLIVEIRA, R. M. et al. *Produção de palha e ciclagem de nutrientes em diferentes coberturas sob cultivo isolado e consórcios*. Revista de Agricultura Neotropical, v. 12, n. 4, 2025. Disponível em: <https://doaj.org/article/46baae5ce6854ee7aff13634c1d083b4>. Acesso em: 25 nov. 2025. [doaj.org]

ONU. *Agricultura e uso do solo representam 23% das emissões globais de gases do efeito estufa*. 2019. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83925-agricultura-e-usos-do-solo-representam>

23-das-emiss%C3%B5es-de-gases-do-efeito-estufa-diz-onu. Acesso em: 12 abr. 2025 [brasil.un.org]

PECCI, L. et al. *Plantas de cobertura no Brasil: aporte de carbono e extração de nutrientes*. ESALQ/USP, 2023. Disponível em: <https://latam.mko.cropscience.bayer.com/rs/768-YEZ-124/images/carbon-science-talks-2023-artigo-5.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025. [latam.mko.....bayer.com]

PEREIRA, A. P. et al. *Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão*. Revista de Ciências Agrárias, v. 40, n. 4, p. 165-172, 2017. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16523>. Acesso em: 15 abr. 2025. [revistas.rcaap.pt]

PETTRY, J. *Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence*. Philosophical Transactions, 363: 447-465.

RABOBANK. *Cotonicultura brasileira: superação de desafios e transformação ao longo da história*. Podcast, 2019. Disponível em: <https://rabobank-brasil.libsyn.com/website/cotonicultura-brasileira-superao-de-desafios-e-transformao-ao-longo-da-histria>. Acesso em: 12 abr. 2025 [rabobank-b...libsyn.com]

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. 1996. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2. Instituto Agrônomo de Campinas Press, Campinas, SP, Brasil. (português).

RAMBO, G. F.; VANZETTO, G. V. *Análise do uso de plantas de cobertura e efeito ao ambiente produtivo*. RAMVI – Revista de Agronomia e Medicina Veterinária IDEAU, v. 12, n. 1, 2025. Disponível em: <https://www.periodicos.idea.com.br/index.php/ramvi/article/view/264>. Acesso em: 12 abr. 2025 [periodicos...eau.com.br].

SATHISHKUMAR, A.; SRINIVASAN, G.; SUBRAMANIAN, E.; RAJESH, P. *Weed management in cotton: a review*. Agricultural Reviews, v. 43, n. 1, p. 1-10, 2022.

SCHIEBELBEIN, B. E. et al. *Plantas de cobertura e as inter-relações com a saúde do solo*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2022. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/E_book_SolloAgro.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025. [esalq.usp.br]

SEMENTES RENASCER. *O uso de plantas de cobertura em consórcio: benefícios, desafios e práticas de manejo*. 2025. Disponível em: <https://sementesrenascer.com.br/o-uso-de-plantas-de-cobertura-em-consorcio-beneficios-desafios-e-praticas-de-manejo/>. Acesso em: 12 abr. 2025. [sementesre...cer.com.br]

SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. A. *Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais*. Embrapa Solos, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/336828/sequestro-e-emissao-de-carbono-em-ecossistemas-agricolas-estrategias-para-o-aumento-dos-estoques-de-materia-organica-em-solos-tropicais>. Acesso em: 15 abr. 2025. [embrapa.br]

SILVA, E., MOITINHO, M., TEIXEIRA, D., PEREIRA, G., LA SCALA JR, N.L. *Emissão de CO₂ do solo associada à calagem em área de conversão de Laranja para cana de açúcar*. Eng. Agric, v.34, p. 885-898, 2014.

SILVA, G. T. A. et al. *O papel da fixação biológica de nitrogênio na sustentabilidade de sistemas agroflorestais*. Embrapa Agrobiologia, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/629386/o-papel-da-fixacao-biologica-de-nitrogenio-na-sustentabilidade-de-sistemas-agroflorestais>. Acesso em: 15 abr. 2025. [embrapa.br]

SILVA, P. L. F. *Compactação e seus efeitos sobre o funcionamento do solo e a absorção de nutrientes pelas plantas: uma revisão bibliográfica*. Meio Ambiente (Brasil), v. 3, n. 2, p. 24-33, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349380138_Compactacao_e_seus_efeitos_sobre_o_funcionamento_do_solo_e_a_absorcao_de_nutrientes_pelas_plantas_Uma_revisao_bibliografica. Acesso em: 12 abr. 2025. [researchgate.net]

SILVA-JUNIOR, W. *Uso de plantas de cobertura no manejo e conservação do solo*. Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos, 2024. Disponível em: <http://www.cic.fio.edu.br/anaisCIC/anais2024/pdf/02.04.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025. [www.cic.fio.edu.br]

SIQUEIRA, R.; BOLLER, W.; GAMERO, C.A. *Eficiência e consumo de energia de um triturador de palha em diferentes coberturas vegetais*. 1997. Engenharia Agrícola, 17:76-87.

SOLUSOLO. *A importância das plantas de cobertura para o solo*. Disponível em: <https://solusolo.com.br/a-importancia-das-plantas-de-cobertura-para-o-solo/>. Acesso em: 12 abr. 2025. [solusolo.com.br]

SOUZA, V. S. et al. *Plantas de cobertura aumentam produtividade e sequestram carbono*. AgroRevenda, 2025. Disponível em: <https://agrorevenda.com.br/noticia/plantas-de-cobertura-aumentam-produtividade-e-sequestram-carbono/>. Acesso em: 15 abr. 2025. [agrorevenda.com.br]

SUMMIT AGRO. *Semeadura direta do algodão aumenta estoque de carbono no solo*. 2023. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/sustentabilidade/semeadura-direta-do-algodao-aumenta-estoque-de-carbono-no-solo/>. Acesso em: 12 abr. 2025

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre, UFRGS, 1995, 174p. (Boletim técnico 5).

TORRES, J.L. R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J.C.; FABIAN, A.J. 2005. *Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29: 609-618.

UFRRJ. *Senescência em plantas: aspectos fisiológicos*. 2023. Disponível em: https://arquivos.ufrrj.br/arquivos/2023171191781b3653856ba3443c8ba17/Senescencia_em_plantas.pdf. Acesso em: 12 abr. 2025. [arquivos.ufrrj.br]

YAMAOKA, R.S.; ALMEIDA, W.P. de; PIRES, J.R.; MARUR, C.J.; NAGASHIMA, G.T.; SILVA, A.V. Comportamento de cultivares IPR 95 e Coodetec 401 ao adensamento de plantio do algodoeiro no estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande.

YANO, E. H. 1997. *Aspectos agronômicos da sucessão de cultura feijão-guandu / milho em plantio direto da região de Ilha Solteira (SP)*. Ilha Solteira: UNESP (Dissertação em português), 1997.