

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

OTÁVIO DE SOUZA CUINE

**AVALIAÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA E CULTIVARES DE
ALGODOEIRO EM REGIÃO DE CERRADO - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**Ilha Solteira
2024**

OTÁVIO DE SOUZA CUINE

**AVALIAÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA E CULTIVARES DE
ALGODOEIRO EM REGIÃO DE CERRADO – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira – Unesp como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Prof. Dr. Enes Furlani Júnior

Orientador

Ilha Solteira

2024

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C966a Cuine, Otávio de Souza.
Avaliação de plantas de cobertura e cultivares transgênicos de algodoeiro em região de cerrado: revisão bibliográfica / Otávio de Souza Cuine. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
48 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2024

Orientador: Enes Furlani Júnior
Inclui bibliografia

1. Algodão. 2. Palhada. 3. Consórcio.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" FACULDADE
DE ENGENHARIA – UNESP – CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA CURSO DE GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: AVALIAÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA E CULTIVARES DE
ALGODOEIRO EM REGIÃO DE CERRADO – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

ALUNO: OTÁVIO DE SOUZA CUINE - RA: 191051551

ORIENTADOR: PROF. DR. ENES FURLANI JUNIOR

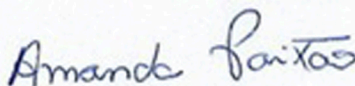
Aprovado (x) Reprovado () pela Comissão Examinadora com nota obtida: 8,8

Comissão Examinadora:



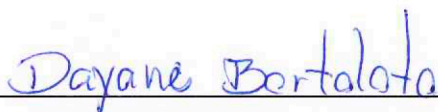
PROF. DR. ENES FURLANI JUNIOR

1º EXAMINADOR (Orientador-Presidente)



AMANDA PEREIRA PAIXÃO DARUICHI

2ª EXAMINADORA



DAYANE BORTOLOTO DA SILVA

3ª EXAMINADORA



OTÁVIO DE SOUZA CUINE

Aluno

Ilha Solteira (SP), 11 de janeiro de 2024.

Dedico...

Aos meus pais, Renato Cuine e Joseli Cuine que não mediram esforços para tornar tudo isso possível; E ao meu irmão, Felipe Cuine, minha fonte de inspiração e exemplo desde que nasci.

Sem vocês eu não seria capaz de realizar meus sonhos e objetivos, vocês são alegria nos momentos bons, e força nos momentos difíceis.

Agradeço...

Gostaria de agradecer primeiramente à minha família, pai, mãe e irmão, por todo apoio, confiança carinho e amor que me foi proporcionado ao longo dessa jornada.

Aos meus amigos da turma LVII e irmãos de república, que tornaram essa trajetória mais leve e prazerosa. Pessoas que levarei para a vida toda e que se transformaram em família durante esses anos de graduação.

Agradeço também, ao meu orientador Prof. Dr. Enes Furlani, que me ajudou e me orientou nessa trajetória e no presente trabalho, todos os seus ensinamentos foram de grande utilidade para minha vida pessoal e profissional.

E por fim, à Universidade Estadual Paulista (UNESP), instituição que me proporcionou um desenvolvimento pessoal e profissional, com uma formação acadêmica de alto nível, com excelentes estruturas, professores e colaboradores.

“O resultado vem da soma de pequenos esforços repetidos dia após dia”. – Robert Collier

RESUMO

O cultivo do algodão no Cerrado e no Nordeste está cada vez mais tecnológico e produtivo, tal fato se deve à novas práticas agrícolas que favorecem os rendimentos produtivos, uma delas é o uso de plantas de cobertura como forma de aumentar a matéria orgânica do solo. Este trabalho objetivou, investigar e realizar pesquisas e avaliações abrangentes quanto ao impacto ocasionado pela utilização de plantas de cobertura no cultivo de diferentes cultivares de algodoeiro no cerrado. Foi realizado uma revisão bibliográfica, juntamente com a utilização de dados experimentais coletados na UNESP, campus de Ilha Solteira, referentes ao peso e quantidade de estruturas presentes nas cultivares IMA8001, IMA5542, IMA2106, IMA5801 e FM970 de algodoeiro, além de dados obtidos em casa de vegetação referente à quantidade de matéria fresca, concentração de CO₂, transpiração, condutância estomática, fotossíntese, decomposição e fluxo de carbono, de plantas de cobertura, tais qual aveia preta, milheto, sorgo, crotalária e nabo forrageiro. Afim de interligar as informações para buscar um manejo de cobertura de solo mais assertivo, em conjunto com uma cultivar de algodão de alto potencial produtivo, favorecendo altos tetos produtivos. Chegando à conclusão que dentre as cultivares avaliadas a IMA8001WS e a IMA2106GL apresentaram maior número de estruturas e maior precocidade, e se consorciadas em conjunto com plantas de cobertura como o nabo forrageiro e a crotalária, será possível obter excelentes retorno produtivos e econômicos.

Palavras-chave: algodão, palhada, consórcio;

ABSTRACT

Cotton cultivation in the Cerrado and the Northeast is increasingly technological and productive, this is due to new agricultural practices that favor productive yields, one of which is the use of cover crops as a way of increasing organic matter in the soil. This work aimed to investigate and carry out comprehensive research and evaluations regarding the impact caused by the use of cover crops in the cultivation of different cotton cultivars in the cerrado. A bibliographical review was carried out, together with the use of experimental data collected at UNESP, Ilha Solteira campus, regarding the weight and quantity of structures present in the cotton cultivars IMA8001, IMA5542, IMA2106, IMA5801 and FM970, in addition to data obtained in the greenhouse. referring to the amount of fresh matter, CO₂ concentration, transpiration, stomatal conductance, photosynthesis, decomposition and carbon flow, of cover crops, such as black oats, millet, sorghum, sunn hemp and forage turnip. In order to link information to seek more assertive soil cover management, in conjunction with a cotton cultivar with high productive potential, favoring high production ceilings. Coming to the conclusion that among the cultivars evaluated, IMA8001WS and IMA2106GL presented a greater number of structures and greater precocity, and if intercropped together with cover crops such as forage turnip and sunn hemp, it will be possible to obtain excellent productive and economic returns.

Keywords: Cotton, straw, consortium;

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Localização	32
3.2 Delineamento Experimental	32
3.2 Análise dos Dados	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de fibra de algodão (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) e o segundo maior exportador (COELHO, 2021), 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.

A adoção do sistema de semeadura direta na cultura do algodoeiro é limitada pela necessidade de eliminação da soqueira, que inclusive deve respeitar os prazos de vazio sanitário estabelecidos em algumas regiões, para evitar disseminação de pragas de difícil controle. Na impossibilidade de utilização do sistema de semeadura direta tradicional, muitos produtores utilizam alternativas de conservação do solo e da água, principalmente baseados na cobertura vegetal do solo. Os sistemas conservacionistas preconizam a manutenção por maior tempo possível de uma camada de cobertura vegetal (palhada) na superfície do solo, o que implica na redução de perdas de água pelo solo e alteração no fluxo de gases entre solo e atmosfera (FURLANI, 2003).

Nas últimas décadas, cresceu a preocupação em relação à utilização inadequada do solo e suas implicações no aumento de gases na atmosfera, com ênfase especial no dióxido de carbono (CO₂). As questões socioambientais têm sido progressivamente abordadas por meio de uma perspectiva centrada nos serviços ecossistêmicos. Essa inquietação fundamenta-se em evidências científicas que indicam os impactos substanciais das atividades humanas no solo e na atmosfera. Estas atividades contribuem para fenômenos como a degradação do solo, resultando na redução de sua capacidade de armazenar carbono, e isso, por sua vez, intensifica as emissões, agravando o aquecimento global e as mudanças climáticas (CARVALHO et. al, 2010).

A cotonicultura no Brasil geralmente integra esquemas de rotação ou sucessão com a soja, que aporta pouca matéria seca (MS) no sistema produtivo (FERREEIRA et. al, 2010). Além disso, os restos culturais do algodoeiro disponibilizam baixa quantidade de MS residual no solo. O uso de plantas de cobertura poderá manter ou aumentar a performance das lavouras, reduzindo a erosão do solo, aumentar o teor de matéria orgânica, melhorar as qualidades físicas

do solo, diminuir a enxurrada e o uso de insumos, além de manter ou melhorar a qualidade da água do solo e melhorar a absorção de nutrientes (CERETTA et al, 2002; FERRARI et. al, 2011).

Solos saudáveis e bem gerenciados podem atuar como sumidouros de carbono, ou seja, podem absorver mais CO₂ da atmosfera do que liberam. Estratégias como a agricultura de conservação, o manejo sustentável dos solos e a restauração de ecossistemas degradados podem melhorar a capacidade dos solos de armazenar carbono e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas (FILIZOLA et. al, 2021).

As práticas agrícolas podem variar em diferentes regiões e ao longo do tempo. No entanto, algumas plantas de cobertura comuns utilizadas no cultivo de algodão para promover a saúde do solo e práticas sustentáveis incluem: Crotalária (*Crotalaria juncea*), Mucuna (*Mucuna pruriens*), Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), Aveia (*Avena sativa*), Sorgo (*Sorghum bicolor*) e Milheto (*Pennisetum glaucum*).

As culturas de cobertura são plantadas com o propósito de proteger o solo entre os períodos de plantio das culturas principais ou como parte de um sistema de rotação de culturas. Geralmente escolhidas por suas características vantajosas, como rápido crescimento, sistema radicular profundo, capacidade de fixação de nitrogênio e resistência a pragas e doenças. Além de salvaguardar o solo contra erosão e degradação, contribuem para aprimorar sua estrutura, fertilidade e capacidade de retenção de água e fomentando a sustentabilidade agrícola.

As características específicas de cada planta de cobertura, como a Aveia Preta, Crotalária, Nabo Forrageiro e Milheto, fornece uma base para compreender as diferentes contribuições que cada uma pode oferecer no contexto da cotonicultura. A investigação abrangente sobre cada uma busca desenvolver modelos de cultivo sustentáveis para o algodoeiro, considerando as particularidades do ambiente do cerrado e as demandas socioambientais contemporâneas.

A relação entre as diferentes variedades de algodão e o uso de plantas de cobertura é crucial para desenvolver modelos de cultivo sustentáveis e otimizar o desempenho do algodoeiro. Cada variedade de algodão possui características específicas, como ciclo de crescimento, exigências de fertilidade, resistência a pragas e doenças, e qualidade da fibra. As plantas de cobertura são incorporadas no

sistema de cultivo para complementar e melhorar essas características, influenciando positivamente diversos aspectos da produção.

O presente trabalho teve como objetivo investigar o impacto do uso de plantas de cobertura no cultivo de diferentes cultivares de algodão no cerrado, visando compreender e comparar seu desempenho e adaptabilidade para desenvolver modelos de cultivo sustentáveis para o algodoeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Cultivo do Algodoeiro no Cerrado brasileiro

As primeiras referências históricas ao algodão vêm de séculos antes de Cristo. Acredita-se que as principais espécies cultivadas, *G. hirsutum* L. e *G. barbadense* L., sejam descendentes de um ancestral comum do continente africano. A domesticação ocorreu há mais de 4.000 anos no sul da Arábia. (BELTRÃO, 2004).

Vestígios encontrados na costa norte do Peru, nas Américas, mostram que os antigos povos da região já se dedicavam ao processamento do algodão. Exemplos de artesanato em algodão deixados pelos Incas foram datados de 4.500 a.C. Pouco se sabe sobre a pré-história do algodão no Brasil. Quando nosso país foi descoberto, os povos indígenas já cultivavam algodão e o transformavam em fios e tecidos (AMPA, 2020).

A cultura do algodão tem significativa importância econômica e social em todo o mundo e está entre as dez principais fontes de riqueza do setor agrícola brasileiro. O cultivo do algodão passou de uma pequena família para o cultivo de uma grande propriedade. O atual sistema agrícola de alta tecnologia prioriza a produção e a qualidade da fibra, onde ocorre a mecanização desde a semeadura até a colheita, associada ao uso intensivo de insumos agrícolas (ZANON, 2002).

Segundo Roselem (2001), o algodoeiro herbáceo (*G. hirsutum* L.) é uma planta de origem tropical e subtropical, cujo metabolismo fotossintético C3 necessita de dias ensolarados, temperatura média acima de 20°C, umidade relativa do ar média de 60%, inexistência de inversão térmica e precipitação pluvial entre 500-1800 mm, para atingir alta produtividade e qualidade da fibra. Possui autopolinização variável em relação à fertilização cruzada, mas é mais de 5% alógama e menos de 95% autógama por natureza (BORÉM, 2002).

Em 2009, o Brasil e os Estados Unidos resolveram uma disputa sobre subsídios aos produtores de algodão norte-americanos. A Organização Mundial do Comércio (OMC) considerou os subsídios ilegais e autorizou o Brasil a retaliar contra os Estados Unidos aumentando as tarifas sobre produtos norte-americanos. Os Estados Unidos pagaram ao Brasil cerca de 300 milhões de dólares, o valor foi repassado ao Instituto Brasileiro do Algodão, hoje, Instituto do Algodão de Mato Grosso (IMAMT). Apesar dos reveses, o Brasil permaneceu entre os sete maiores produtores do mundo, ao lado de China, Índia, Estados Unidos e Paquistão (SEVERINO et al, 2019).

A cadeia do algodão tem ganhado cada vez mais visibilidade na agroindústria brasileira. Em 2019, o Brasil produziu cerca de 6,9 milhões de toneladas de culturas. Com isso, o país se tornou o quarto maior produtor do mundo, depois da China, da Índia e dos Estados Unidos. O valor cambial das exportações de fibra de algodão foi de R\$ 10,6 bilhões em 2019. Segundo cálculos do Centro de Economia Aplicada (Cepea), o Produto Interno Bruto (PIB) do setor agropecuário da cadeia do algodão foi de R\$ 16,1 bilhões em 2017 (Cepea, 2020). A Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa) destacou esse cenário como promissor, pois o Brasil, além de ser um dos mais importantes produtores, é também um dos maiores consumidores desse produto.

Para atingir esse patamar, a produção de algodão no Brasil passou por profundas mudanças produtivas e tecnológicas. A partir de meados da década de 1980, o surgimento de uma praga conhecida como bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomous grandis*) causou uma crise profunda na indústria que continuou na década de 1990. A recuperação pós-crise do cultivo de algodão no Brasil desenvolveu-se juntamente com o processo de desregulamentação do mercado brasileiro (ALCANTARA, I. R., et al., 2021).

Em 1985, as lavouras foram perdidas no Nordeste do Brasil devido a uma infestação de bicudo, que levou destaque nacional ao Cerrado (MIRANDA e RODRIGUES, 2015). Em decorrência dessa crise, em meados da década de 1990, o cultivo do algodão migrou do sul e sudeste para o Cerrado (Região Centro-Oeste e Matopiba, este último inclui parte do território dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Esse processo de redistribuição geográfica possibilitou o desenvolvimento do sistema produtivo do algodão, criando ganhos de escala à

medida que as unidades produtivas expandiram (ALVES, BARROS e BACCHI, 2008; ALVES et al., 2018). No estado de Mato Grosso, os grandes cotonicultores se destacaram pela concorrência de preços e pelo avanço tecnológico, tanto no campo quanto no processamento e industrialização do algodão (SANTOS E BARROS, 2004).

A Embrapa Algodão começou em 1990 a promover o desenvolvimento de variedades de algodão adaptadas às condições do Cerrado brasileiro e às doenças fúngicas da ramulose. Em 1992, em colaboração com produtores da região de Chapadão dos Parecis, foi lançada a variedade CNPA ITA 90 que possui elevada adaptabilidade à região, fornecendo bons resultados produtivos e se tornando um marco na consolidação da cotonicultura no Cerrado (AMPA, 2020b).

No Mato Grosso, o algodão encontra condições favoráveis ao seu desenvolvimento, como superfície plana, alta intensidade luminosa e clima claro com período seco na colheita, o que melhora a qualidade da pluma. O algodoeiro é uma planta de crescimento indeterminado, com morfologia bastante complexa, apresentando diversas variedades com ciclos distintos, que podem ser precoces ou tardios. O número ideal de plantas por metro quadrado é um dos componentes da produção que mais contribui para o aumento final da produtividade (EVANGELISTA, D. H., 2021).

No cerrado mato-grossense, o algodão é tradicionalmente semeado de dezembro a janeiro, no final do vazio sanitário e no final da colheita da soja, respectivamente. Nesta situação agrícola, a disponibilidade de água e a temperatura são adequadas para a produtividade do algodão, que é altamente dependente de fatores climáticos.

A precipitação deve ser bem distribuída pelas fases fenológicas e déficit hídrico durante a colheita. O ciclo do algodão pode ser dividido em cinco fases. A primeira inclui a semeadura até a germinação, a fase de embebição, a germinação das sementes e a formação dos cotilédones, que duram em média 10 dias. Na segunda etapa, 30 dias após a emergência (DAE), surge o primeiro botão floral. A terceira fase é caracterizada pelo aparecimento da primeira flor aos 45-60 DAE. Na quarta etapa, o primeiro capulho abre entre 90 e 120 DAE. A quinta etapa é quando as maçãs estão totalmente abertas, em média 120 DAE dependendo da variedade e das condições ambientais (BELTRÃO e SOUZA, 2001).

O uso de plantas de cobertura no plantio do algodoeiro.

O sucesso do cultivo de culturas de cobertura depende de vários fatores, como seleção da espécie, qualidade das sementes e do solo, condições climáticas durante a semeadura e desenvolvimento das plantas, sistema de cultivo e manejo. A qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes de cobertura é um requisito básico. Hoje em dia, existem muitas maneiras de obter essas sementes, inclusive comprando online. No entanto, deve-se ter o cuidado ao adquirir de produtores ou comerciantes confiáveis que garantam sua sanidade, sem patógenos (por exemplo, mofo branco), e com altas taxas de pureza e germinação. As sementes da cultura de cobertura podem ser uma forma de propagação de patógenos, pragas ou ervas daninhas (DINIZ, 2017).

A adição de vários tipos de culturas de cobertura à mistura pode tirar partido de diferentes características para obter benefícios adicionais, tais como fixação de nitrogênio, estrutura do solo e controle de pragas (ALVARENGA et al., 2001). A escolha das espécies de culturas de cobertura depende dos objetivos específicos, das condições locais e das necessidades do sistema de produção do algodão. A rotação de diferentes espécies de culturas de cobertura ao longo do tempo pode contribuir para a melhoria contínua do solo e, assim, para a produtividade e sustentabilidade do cultivo do algodão (ALVARENGA et al., 2001).

O sistema padrão de produção de algodão em Mato Grosso é convencional, caracterizado pela monocultura, uso de variedades melhoradas, alto consumo de defensivos químicos e cultivo com ferramentas tradicionais como arados, grades e niveladoras (FREIRE et al., 1997a, 1997b e HERNANI e SALTON, 2001). Os sistemas de cultivo de alta intensidade e alta densidade causam perturbação excessiva, fragmentação, compactação da superfície, compactação (pé de grade, pé de arado), perda de solo e nutrientes através da erosão, redução de matéria orgânica e deterioração das propriedades do solo, levando a rendimentos reduzidos de produtividade ao longo do tempo, o aumento dos custos de produção e a deterioração da qualidade ambiental, que se mostra sincronizada com as expectativas de concretização de uma agricultura sustentável (HERNANI e SALTON, 2001; CALEGARI et al., 2006; ZANCANARO e TESSARO, 2006 e DENARDIN e CROCHANN, 2007).

Impactos e benefícios das plantas de cobertura.

Vários autores destacam a incapacidade do sistema tradicional em manter o nível de matéria orgânica no solo como uma das principais razões para o declínio da fertilidade dos agroecossistemas, devido à baixa disponibilidade de resíduos cultivados e ao aumento da taxa de decomposição (BAYER e MIELNICZUK, 1999, e MUZILLI, 2002). A matéria orgânica do solo cumpre diversas funções no meio ambiente relacionadas a processos básicos como ciclagem e retenção de nutrientes, agregação do solo e dinâmica da água, além de ser a principal fonte de energia para a atividade biológica. Sua perda pode interromper drasticamente esses processos, impedir o funcionamento do solo, causar um desequilíbrio sistêmico e assim desencadear o processo de degradação do solo (ROSCOE et al., 2006).

A matéria orgânica no conceito teórico significa todo carbono orgânico presente no solo na forma de resíduos frescos ou em diversos estágios de decomposição, compostos hidratados e materiais carbonizados, que podem ou não estar contidos na fração mineral, e a parte viva, composta por raízes e micro, meso e macrofauna. Entretanto, o que é mais comumente chamado de matéria orgânica do solo contém apenas alguns desses componentes, dependendo do preparo da amostra e do método utilizado para determinação (ROSCOE e MACHADO, 2002).

A matéria orgânica do solo não é homogênea, é um grupo heterogêneo de substâncias orgânicas que diferem em composição, disponibilidade de microbiota e atividade no ambiente. A separação em frações homogêneas de acordo com sua natureza, dinâmica e função é feita por fracionamento químico e físico do solo. O fracionamento químico é importante nos estudos de pedogênese, e o fracionamento físico do solo, tanto granulométrico quanto densitométrico é utilizado em estudos de dinâmica da matéria orgânica e determinação do tamanho de suas partículas (ROSCOE e MACHADO, 2002).

Os solos tropicais altamente degradados apresentam baixa capacidade de troca catiônica (CTC), que é uma de suas propriedades químicas mais importantes. Nestes solos, o conteúdo de matéria orgânica é muito importante porque representa mais de 70% da CTC dependente do pH (MUZILLI, 2002). Portanto, manter ou aumentar seus níveis é necessário para conservar os nutrientes e reduzir a lixiviação (BAYER e MIELNICZUK, 1999). Por participar de diversos processos

químicos, físicos e biológicos relacionados à qualidade do solo, sua dinâmica determina o fluxo de matéria e energia no solo e define a tendência a situações sustentáveis ou processos de degradação (ROSCOE et al., 2006).

A rotação de culturas é um fator dominante e necessário no manejo integrado de plantas invasoras. Pode ser utilizado para controlar muitas espécies que crescem sincronizadas com plantas (PAES e RESENDE, 2001). A inclusão de culturas de cobertura proporciona diferentes modelos de competição, alelopatia e alterações nas propriedades do solo, reduzindo assim o banco de sementes e a pressão de seleção sobre determinadas plantas invasoras. Para que o plantio direto seja rentável sem herbicidas, a formação de palha no pré-cultivo de culturas comerciais é uma estratégia que pode combinar conservação do solo, ciclagem de nutrientes e supressão de plantas invasoras, melhorando a produtividade das culturas e a qualidade ambiental (ARAÚJO et al., 2007).

A utilização de culturas de cobertura melhora as condições físicas do solo para o algodoeiro. Usar espécies com sistemas radiculares diferentes do algodão é uma estratégia que pode melhorar a física do solo. Assim, raízes retorcidas como as do milheto e da braquiária podem atingir profundidades do solo onde seria mais difícil o alcance das raízes do algodão, por serem plantas mais adaptadas à baixa fertilidade do subsolo. Quando essas raízes se deterioram, deixam galerias (bioporos) no solo que facilitam o desenvolvimento das raízes das plantas subsequentes. Nesses casos, a utilização de gramíneas antes do plantio do algodoeiro pode maximizar o crescimento de suas raízes (SALTON et al., 1998).

Avaliação de plantas de cobertura no cultivo do algodoeiro na região do cerrado.

As condições climáticas de Mato Grosso dificultam a formação e manutenção da cobertura superficial. Devido ao inverno seco e à longa rotação de algumas culturas de verão, como as frutíferas herbáceas, não é possível estabelecer culturas sucessivas para formação de palha. Além disso, a rápida decomposição da palha devido às altas temperaturas e às chuvas de verão limita a cobertura do solo com resíduos (HERNANI e SALTON, 2001). Contudo, é possível realizar a semeadura de plantas de cobertura do solo após uma colheita antecipada, aproveitando as últimas chuvas da estação (outono) e a umidade do solo.

Uma alternativa é plantar espécies que se desenvolvam rapidamente após as primeiras chuvas (primavera/verão) em pré-safras de culturas comerciais que sofrem de atraso de sementes, como é feito nas regiões de cultivo de milho e algodão. Os resultados de pesquisas sobre o efeito do cultivo no algodão não são muito consistentes. Brown et al. (1995) constataram que o desempenho e a qualidade das fibras de algodão na semeadura direta eram iguais aos do sistema convencional. Pettigrew e Jones (2001) obtiveram menor produtividade de algodão com plantio direto e Carvalho et al. (2004b) não confirmaram o efeito do plantio direto sobre o algodão. No entanto, os rendimentos de fibra de algodão (1.928 kg ha^{-1}) sob condições experimentais por Lamas (2007) e os rendimentos de algodão em caroço (3.524 a 4.915 kg ha^{-1}) registrados em Mato Grosso por Zancanaro e Tessaro (2006) são encorajadores, levando em consideração os efeitos ambientais causados pela monocultura e pelos sistemas convencionais de produção.

Como alternativa tecnológica que atende às diretrizes do desenvolvimento sustentável, o sistema de semeadura direta pode seguir os princípios da agricultura orgânica e promover o desenvolvimento de sistemas de produção (DAROLT e SKORA NETO, 2002), devido à abordagem sistêmica na promoção da biodiversidade agrícola e na melhoria da qualidade do solo. Porém, o plantio direto sem herbicidas é um desafio que deve ser superado por meio da adaptação de outras práticas culturais alternativas, que necessitam de pesquisas para serem adotadas.

Estudos em sistemas de produção de cereais e algodão no Cerrado mostraram melhor acúmulo de carbono em solos cultivados no sistema de plantio direto (SPD). Ferreira et al. (2020a) constataram que o algodão cultivado no SPD, consorciado com soja, *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) *ruziziensis* em segunda safra, e milho consorciado com *U. ruziziensis* aumentaram o estoque de carbono no solo argiloso (50% argila) em 20%, a uma profundidade de 0,40 metros. Isto significa que a taxa de aumento foi quase cinco vezes superior à proposta da iniciativa “4 por 1000” uma ação voluntária dos países que visa acumular carbono nos solos mundiais em 0,4 % ao ano (MINASNY et al., 2017). A iniciativa “4 por 1000” baseia-se no princípio de que o solo e a agricultura fazem parte da solução da sequência carbono e é também vista como uma oportunidade para melhorar a resistência do solo às alterações climáticas (MINASNY et al., 2018).

No mesmo trabalho, Ferreira et al. (2020a) descobriram que uma simples rotação de culturas combinando soja, milho e algodão sob plantio convencional não foi suficiente para aumentar o armazenamento de carbono no solo. Em solo arenoso (15% argiloso), Bogiani et al. (2020) constataram que para plantio convencional e monocultivo de algodão, milho e soja, a produtividade média de matéria seca da parte aérea foi de 3,1, 4,2 e 3,3 Mg.ha⁻¹, respectivamente, indicando baixo aporte de fitomassa residual no solo. Os autores também descobriram que para soja, milho e algodão, consorciado com culturas de cobertura (*U. ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis*), houve uma contribuição média anual de 8 Mg.ha⁻¹ de MS no SPD, o que causou aumento de carbono na profundidade de 0,40 m.

No solo cultivado com algodão, o carbono acumulado no SPD foi em média 33% maior nos dois sistemas de rotação do algodão em comparação ao algodão monocultivo e ao plantio convencional. Os resíduos e ervas daninhas da cultura anterior, por si só, geralmente não são suficientes para proteger o solo e conduzir adequadamente o SPD. Há deficiências na implementação do SPD, pois embora a soja, o milho e o algodão sejam plantados em diversas regiões do Brasil sem perturbar o solo, não há palha suficiente para cobri-lo completamente, o que essencialmente não é SPD.

Este é frequentemente o caso no Mato Grosso, onde a soja é cultivada na safra e o algodão ou o milho em outra. A Bahia e outras áreas do Cerrado de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Piauí e Tocantins também apresentam um leve problema de palha e cobertura, porém de forma mais grave. Se o sucesso da segunda safra for suficientemente arriscado, o agricultor cultivava apenas soja, algodão ou milho solteiro durante a safra e dificilmente deixa as áreas em pousio no período de entressafra. Após a colheita, a área permanece descoberta e exposta a condições climáticas adversas.

Importância do plantio direto

O sistema de plantio direto (SPD) é considerado o manejo mais adequado às condições tropicais e baseia-se em programas de rotação de culturas, utilização de plantas de cobertura e caracteriza-se pela semeadura em terras cobertas de palha sem preparo de solo (HERNANI & SALTON, 2001).

A viabilidade do SPD está relacionada à quantidade e qualidade dos resíduos gerados e à sua persistência no solo (GONÇALVES & CERETTA, 1999). A quantidade e qualidade da palha no solo depende do sistema de rotação utilizado e principalmente também do tipo de cobertura morta (BURLE et al., 2006). Assim, o sucesso do SPD está relacionado com a definição das espécies incluídas nos planos de rotação de culturas, cuja escolha depende do interesse do produtor.

No entanto, segundo Alvarenga *et al.* (2001), é importante que o tipo de cobertura seja adaptado à área. Além disso, deve ser rápido estabelecimento, rústico, com alta produtividade de massa vegetal, alta capacidade de ciclagem de nutrientes e persistência no solo. Segundo Calegar (2004), o desempenho das culturas de cobertura e o seu impacto nas culturas comerciais devem ser validados em cada local dependendo das condições edafoclimáticas e socioeconômicas do produtor.

Diversas espécies podem ser utilizadas, mas o uso de leguminosas na rotação de culturas é uma forma eficaz de introdução de nitrogênio nos sistemas de produção (PERIN et al., 2004), o que, segundo Giller (2001) foi mencionado por Castro et al. (2004), soma mais de 150 kg ha⁻¹ ano⁻¹, dos quais de 60 a 80% são provenientes da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Porém, por apresentarem menor relação C/N e teor de lignina que as gramíneas, sua persistência no solo é mais fraca (ALVARENGA et al., 2001). Com a ajuda de consórcios de hortaliças e gramíneas com alta produção de matéria seca, a proteção do solo pode ser aliada ao fornecimento de nitrogênio (AITA e GIACOMINI, 2003).

O revolvimento do solo pode levar a uma descompactação mais rápida, mas a longo prazo tal tratamento pode impedir o crescimento das raízes, pois rompe as galerias formadas pelas raízes das plantas de cobertura e forma uma camada compactada (pé de grade) (NOURI et al., 2019). Portanto, este tratamento só deve ser utilizado em condições extremas de compactação, quando não há tempo para a recuperação do solo quando as raízes de cobertura são tratadas.

A porosidade, densidade e firmeza do solo podem inibir ou promover o desenvolvimento das raízes, dependendo da situação. Estudos mostram que em sistemas sem plantas de cobertura, a resistência à penetração pode ser 22% (0-15 cm) e 10% (15-30 cm) maior em comparação com sistemas com plantas de

cobertura (NOURI et al., 2019). Nessas situações, recomenda-se a escarificação como uma medida mitigadora que deve ser acompanhada do plantio de uma cobertura para ocupar os espaços deixados no solo.

No longo prazo, o uso de espécies com crescimento radicular forte e profundo forma bioporos contínuos e beneficia a próxima safra. Um estudo realizado em solo compactado por diferentes métodos de tratamento mostrou que o crescimento das raízes de algodão foi mais forte em sistemas endurecidos nos primeiros dois anos, mas não houve diferença entre sistemas endurecidos e não endurecidos no terceiro ano (SINGH et al., 2019).

Estresses físicos no cultivo do algodoeiro.

Em sistemas de produção intensivos, o cultivo do algodão está sujeito a uma série de tensões físicas que podem contribuir para aumentar a disparidade de produtividade em comparação com as condições ótimas de produção do solo. A magnitude destas tensões depende das características físicas e estruturais do solo, que são afetadas pela dinâmica do carbono orgânico e pela porosidade do solo. Assim, sistemas de gestão que reduzam as perdas de carbono (por exemplo, um sistema de plantio direto) e aumentem a oferta de biomassa e a diversidade das raízes e partes aéreas da planta (rotação de culturas com culturas de cobertura) têm um efeito positivo na disponibilidade de água no solo (SEGUY et al., 2020).

Nouri et al. (2019) evidenciou que o uso do sistema de plantio direto com plantas de cobertura era necessário para melhorar a qualidade do solo e a produção de fibra de algodão. Outros estudos também mostram que boas práticas de gestão associadas à diversidade de culturas de cobertura aumentaram a produtividade e a qualidade da fibra (HULUGALLE et al., 1997; HULUGALLE e SCOTT, 2008; ANGHINONI et al., 2019; FERREIRA et al., 2020;). Refere-se à maior bioporosidade produzida pelas raízes dessas plantas.

A utilização de culturas de cobertura antes do cultivo do algodão em sistema de plantio direto pode contribuir para a melhoria do teor de carbono e da qualidade física do solo (BLANCO-CANQUI et al., 2011; FERREIRA et al., 2020) com associação e adicional de biomassa e atividade biológica (CALONEGO e

ROSOLEM, 2010; LOCKE et al., 2013; CORDEIRO et al., 2021) e melhor disponibilidade de água para as plantas (NOURI et al., 2018).

Para garantir alta produtividade do cultivo do algodão é necessário que se tenha muita água no solo. Sabe-se que a água participa de diversas reações e processos fisiológicos, dos mecanismos de transporte de nutrientes até as raízes e de sua absorção, e da regulação da velocidade da fotossíntese (BRANDÃO, 2009). Assim, fica claro que a presença e disponibilidade de água no perfil do solo é essencial para a alta produtividade do algodoeiro. Porém, a disponibilidade de água está relacionada às características como estrutura, textura, mineralogia e conteúdo de matéria orgânica do solo.

Tradicionalmente, era medida como a água retida entre os limites do potencial hídrico do solo: o superior, denominado capacidade de campo (CC), geralmente medido como o teor de água (q) entre os potenciais hídricos de -6 e -10 kPa, e o inferior, denominado ponto de murcha permanente (PMP) ou q no potencial hídrico de -1.500 kPa. Assim, o conceito de água disponível ($AD = \theta_{CC} - \theta_{PMP}$) tem sido amplamente utilizado como indicador das condições físicas do solo para o crescimento das plantas, embora estático (Tormena et al., 1998).

O conceito AD considera apenas o potencial hídrico como fator limitante para as plantas. No entanto, pode haver limitações físicas entre o teor de água na CC e do PMP relacionadas ao baixo fluxo de gás (aeração) e barreiras mecânicas (resistência à penetração do solo) nas raízes que reduzem o crescimento radicular e a absorção de água. Assim, a condição estrutural do solo afeta tanto a aeração quanto a resistência à infiltração do solo, o que pode afetar simultaneamente o crescimento das plantas entre os limites da AD.

Pensando nisso, o conceito de AD foi refinado para o conceito de intervalo hídrico ótimo (IHO), que Tormena et al. (1998) e mais recentemente por Lima et al. (2020). Em geral, considera-se que a IHO é um reflexo mais sensível dos efeitos da gestão na disponibilidade efetiva de água subterrânea para as plantas em comparação com a AD, porque a degradação ou restauração da estrutura afeta mais fortemente o arejamento e a resistência do que a AD (Tormena et al., 1998). Isto significa que as práticas de gestão que promovem a deterioração da estrutura do solo afetam a disponibilidade e acessibilidade da água no perfil do solo através das raízes das plantas.

Em termos absolutos, à medida que a temperatura aumenta, a evaporação aumenta e, portanto, a circulação da água aumenta. Portanto, o problema não é o aumento da precipitação, mas sim a sua propagação, com chuvas mais intensas e secas mais prolongadas ocorrendo num curto período de tempo. Para cenários de alterações climáticas, Géraudeau et al. (2013) relataram aumento na produtividade do algodão de $1,3 \text{ kg ha}^{-1}$ entre 2005 e 2050. Também foi observado encurtamento do ciclo fenológico do algodoeiro devido ao aumento da temperatura.

Emissão de CO₂ no sistema de cultivo do algodoeiro quando manejado após o cultivo de plantas de cobertura.

A maioria das espécies de algodão é originária de climas tropicais e subtropicais de baixa latitude e é encontrada em região que inclui ambientes que variam de áridos a muito áridos (ECHER, 2014). Condições climáticas como temperatura diária anual acima de 18°C (ECHER, 2014), alto fotoperíodo e baixa precipitação, juntamente com características do solo, proporcionam pressão de seleção para espécies mais adaptadas ao ambiente.

Segundo Beltrão (2006), o algodoeiro apresenta plasticidade fenotípica, o que garante melhor adaptação desta espécie às condições edafoclimáticas. Em relação ao metabolismo fotossintético do algodoeiro, trata-se de um tipo C3 com alta taxa de fotorrespiração, o que significa que em ambientes estressantes o dióxido de carbono fixado pela fotossíntese é decomposto mais do que a enzima ribulose-1,5-bifosfato carboxilase oxigenasse – responsável pela fixação do CO₂ – tem alta afinidade pelo O₂ e libera CO₂ para o ambiente sob alta temperatura e luz, reduzindo a fotossíntese líquida.

No entanto, em cenários onde as alterações climáticas globais são combinadas com um aumento no CO₂ ambiental, a produtividade do algodão pode aumentar porque o rubisco pode funcionar em ambientes com mais CO₂, aumentando a sua assimilação (SANTOS JÚNIOR, et al. 2018). Por outro lado, mudanças nas condições climáticas e padrões de assimilação de nutrientes pelas plantas em cenários futuros, podem impedir o crescimento da produtividade do algodão (SANTOS JÚNIOR, et al. 2018), por isso é necessário estudar tais condições, bem como a ecofisiologia desta espécie em resposta a tais eventos.

Todavia, existem outros fatores muito importantes que podem alterar completamente o crescimento e desenvolvimento de plantas como o algodão, nomeadamente: concentração atmosférica de CO₂ e padrões de precipitação. Durante a antiguidade (Idade do Gelo) até a Revolução Industrial (1760-1840), a concentração de CO₂ na atmosfera aumentou 100 partes por milhão (pp,) e oscilou entre 180 e 280 ppm (SANTOS JÚNIOR, et al. 2018).

Em 2016, estes valores atingiram 403,3 ppm, e de acordo com alguns cenários do Intergovernamental Panel on Climate Change (IPCC) (2014), as concentrações atmosféricas de CO₂ poderão atingir 550 ppm em 2050. Quanto à temperatura média global, foi relatado que aumentou de 1,3 ppm até 1,8. °C. Os cenários de 2100 prevêm um aumento de 1,4°C e um pior cenário de 50,8° C. Neste cenário de alterações climáticas, o aumento da temperatura, se não estiver associado a um aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, reduziria a produção agrícola em 37 por cento em 80 anos (SANTOS JÚNIOR, et al. 2018).

Um aumento de temperatura de 1-2 °C já reduziria a produtividade do algodão nas regiões tropicais, mesmo com o aumento das concentrações atmosféricas de CO₂ (SANTOS JÚNIOR, et al. 2018). No entanto, em regiões de clima temperado, espera-se que a produtividade aumente devido à relação entre o aumento de CO₂ e a temperatura. No que diz respeito à precipitação em cenários climáticos globais, esta é uma variável muito complexa devido à conectividade regional e não global.

A qualidade biológica, física e química do solo está relacionada ao carbono, ou seja, matéria orgânica do solo (MOS). Os solos tropicais brasileiros, especialmente o Cerrado, normalmente apresentam baixo teor de MOS, uma das maiores CTC e fertilidade do solo. A ausência ou minimização do revolvimento do solo e o efeito de conservação dos resíduos culturais são essenciais para aumentar a MOS, no preparo convencional, o solo revolvido tornam-se mais suscetíveis à erosão e à perda de matéria orgânica.

Os resíduos vegetais contêm em média 40% de carbono (C) na matéria seca (MS) (PILLON et al., 2007), o que é uma das estratégias mais importantes para aumentar a MOS em grandes áreas cultivadas. São fonte de C e energia para

microrganismos em decomposição e, através dos processos de conversão de diferentes partes da MOS, é possível melhorar o valor de CTC do solo, sua fertilidade e estrutura e, portanto, também a infiltração ao longo do tempo e retenção de água.

Adicionar MOS não é um processo rápido e fácil; primeiro, a sua perda deve ser eliminada ou reduzida por processos que aceleram a sua oxidação, promovida pelas perturbações do solo. Além disso, é muito importante eliminar ou reduzir as perdas por erosão hídrica, pois é nas camadas superficiais do solo que estão presentes os maiores MOS e nutrientes. Ao mesmo tempo, é necessário aumentar ao longo do tempo a entrada de resíduos orgânicos, o que é mais fácil de conseguir em grandes áreas com grandes quantidades de resíduos vegetais de culturas comerciais e culturas de cobertura ou adubos verdes. A magnitude da diferença entre o ganho e a perda de C do solo indica se o ambiente de produção está caminhando em direção à sustentabilidade ou à degradação (PILLON et al., 2004).

O SPD tende a aumentar o carbono do solo e, portanto, a MOS, mas a intensidade do crescimento depende da produção de biomassa das culturas (RAPHAEL et al., 2016), que regula a entrada de carbono, e das condições ambientais (OGLE et al., 2012; PICCOLI et al., 2016) e textura do solo (PICOLI et al., 2016).

A fitomassa produzida pelas culturas de cobertura e os resíduos das culturas comerciais na rotação de culturas formam uma reserva alimentar considerável, que pode ser assegurada para o cultivo posterior por decomposição (ALVARENGA et al., 2001 e DUDA et al., 2003). No sistema plantio direto, a decomposição dos resíduos é uma variável importante na ciclagem de nutrientes, pois as taxas desse processo determinam a taxa de liberação de nutrientes (KLIEMANN et al., 2006) e regulam o fluxo de energia e a conservação da matéria nos agroecossistemas, formando um mecanismo de feedback que regula o armazenamento e liberação de nutrientes (ROSCOE et al., 2006).

A taxa de decomposição dos resíduos culturais, estimada pela perda de peso devido à liberação de CO₂ durante a decomposição, determina o tempo para cobrir o solo (palha). Quanto mais rápida for a decomposição, maior será a taxa de liberação de nutrientes, o que reduz a retenção do solo (KLIEMANN et al., 2006).

Fatores bióticos e abióticos regulam o processo de decomposição e, portanto, a liberação de nutrientes. Os microrganismos são os principais fatores cuja atividade é afetada pela temperatura, umidade, conteúdo de matéria orgânica do solo, quantidade e localização dos resíduos gerados (ALVARENGA et al., 2001).

A decomposição também é influenciada pelas características químicas dos resíduos vegetais, como a relação C/N, o teor de lignina, celulose, hemicelulose e polifenóis (WISNIEWSKI e HOLTS, 1997 e ESPÍNDOLA et al., 2006). É importante que a quebra e liberação de nutrientes ocorram de forma sincronizada com as necessidades da próxima cultura, principalmente quando as culturas de solo são utilizadas para pré-cultivo de plantas de interesse comercial (CALEGARI, 2002; CASTRO et al., 2004 e PADOVAN et. al., 2006).

Manter os resíduos vegetais na superfície do solo no sistema de plantio direto reduz a decomposição por incorporação, aumenta a concentração de matéria orgânica no solo, reduz a perda de solo e nutrientes por erosão e atua como regulador da temperatura do solo e água. (ALVARENGA et al., 2001 e CALEGARI, 2002). Portanto, cria um ambiente favorável ao crescimento das plantas, o que leva ao aumento da produtividade das culturas, à manutenção da produtividade do solo e à redução dos custos de produção (ALVARENGA et al., 2001 e BURLE et al., 2006). Por meio de efeitos físicos e químicos (alelopáticos), os resíduos influenciam quantitativa e qualitativamente a ocorrência de diversas espécies invasoras e contribuem para a redução de patógenos do solo e hospedeiros de pragas e doenças nas culturas subsequentes (PAES e RESENDE, 2001).

A capacidade inibitória das culturas de cobertura é amplamente reconhecida e estudada (VIDAL e TREZZI, 2004). A supressão pode ocorrer durante o desenvolvimento vegetativo das culturas comerciais e culturas de cobertura quando os efeitos competitivos e alelopáticos influenciam o desenvolvimento de plantas invasoras. A competição consiste em retirar os fatores de crescimento (água, luz, nutrientes) necessários às plantas invasoras.

O efeito alelopático está relacionado à liberação de compostos através da exsudação radicular e/ou decomposição de resíduos (ALVARENGA et al., 2001). A supressão também ocorre devido aos efeitos físicos da palha da cultura de cobertura e dos resíduos de culturas comerciais e está principalmente relacionada à redução da radiação solar e à amplitude da flutuação térmica da camada superficial do solo

(FAVERO et al., 2001 e VIDAL e TREZZI, 2000). Embora na prática seja difícil distinguir se o efeito de uma planta sobre outra se deve à alelopatia ou à competição ou a um obstáculo físico ao cultivo das plantas ou dos seus restos; o conhecimento dos efeitos permite sua utilização no manejo integrado de plantas invasoras (FONTANÉTTI et al., 2004).

Tipos de planta de cobertura.

O cultivo de plantas de cobertura na segunda safra, após a colheita da soja, é uma estratégia para diversificar e melhorar o ambiente de produção. Nos sistemas de produção de algodão, algumas espécies como *Urochloa brizantha* cv. *Piatã*, *U. ruziziensis* *Panicum maximum* (Cv. *Mombaça e Tanzânia*), destacou-se na produção de MS para SPD, levando a altas produtividades de algodão (FERREIRA et al., 2010).

O cultivo de *U. ruziziensis* em sistema solteiro ou consorciado com *Crotalaria spectabilis* no outono-inverno-primavera também é uma alternativa interessante à semeadura direta do algodão (FERREIRA e LAMAS, 2010). Este tipo de consórcio tem a vantagem de combinar uma gramínea forrageira produtora de palha com elevada relação C/N com uma leguminosa, neste caso crotalária, cuja palha tem um maior teor de nitrogênio (ou seja, baixo C/N), devido ao processo de fixação biológica.

A temperatura, e principalmente o teor de água e a fertilidade do solo, são os fatores determinantes para o sucesso do cultivo da segunda safra depois da soja no Cerrado, principalmente considerando que grande parte do período de desenvolvimento das culturas de cobertura ocorre entre o outono e o inverno, ou seja, entre o final da estação chuvosa e a estação seca.

A seleção de plantas de cobertura adequadas é importante para maximizar os benefícios de um sistema de produção de algodão. As espécies de plantas de cobertura diferem nas suas características de crescimento, ciclos de vida, sistemas radiculares e vantagens específicas do solo e da cultura.

Por exemplo, as gramíneas, por apresentarem maior relação carbono/nitrogênio, tendem a apresentar menor decomposição da matéria seca no solo. Porém, no cultivo de primavera, devido ao curto período de desenvolvimento,

acumulam pouca lignina nos tecidos vegetais (CARVALHO et al., 2011), o que contribui para a rápida decomposição da massa vegetal acumulada.

Aveia Preta.

Segundo Bortolin et al., (2022), a aveia é originária do Oriente Médio e era considerada uma planta inútil nas lavouras, comparada com o trigo e a cevada. A aveia preta (*Avena strigosa*) é sem dúvida o carro-chefe das culturas de inverno, principalmente na região Sul, onde tanto a produção de carne como a de leite são muito representativas em termos de qualidade das pastagens. Esta aveia é uma gramínea de rápido crescimento pertencente à família Poaceae, que é uma das primeiras espécies no outono-inverno. Com o crescimento cespitoso, é semeada de março a julho e floresce entre 80-110 dias após o plantio.

Milheto

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma gramínea anual com metabolismo C4 e crescimento vertical. Geralmente é utilizado na produção de aves, suínos e ruminantes, além de apresentar alta capacidade de produção de matéria seca e estrutura do solo e controle de nematóides. Pode ser semeado em dois períodos, de outubro a novembro (época ideal), ou de dezembro a maio (semeadura tardia), quando a floração é alcançada em cerca de 5-50 dias.

Nas condições de Cerrado, as gramíneas foram mais utilizadas como cobertura, com destaque para o milheto. Isto se deve à sua melhor resistência ao déficit hídrico, maior produção de biomassa e menor custo de sementes. Além disso, as altas temperaturas aliadas à alta umidade no verão favorecem a rápida decomposição dos resíduos vegetais com baixa relação C/N (LARA CABEZAS et al., 2004).

Dependendo do solo e das condições climáticas, as raízes do milheto podem explorar maiores profundidades do solo, permitindo à planta utilizar melhor os nutrientes dessas camadas e ajudar a quebrar e regenerar o solo, permitindo a entrada de mais água durante as secas. (SALTON; KICHEL, 1998). O milheto tolera bem a seca e se adapta a solos com baixa fertilidade. Produz de 5.000 a 15.000 kg ha⁻¹ de MS dependendo das condições climáticas, da semeadura e da fertilidade do solo.

A biomassa formada pelo milheto proporciona boa cobertura superficial, mas sua qualidade é inferior à da braquiária e os panicuns. Nas condições tropicais do Brasil, a MS do milheto apresenta alta decomposição (SORATTO et al., 2012), o que leva à menor conservação do solo visando seguir adequadamente os princípios do sistema plantio direto (SCOPEL et al., 2013). Devido ao seu crescimento vertical e morfologia foliar, o milheto nem sempre proporciona uma boa cobertura do solo e, portanto, permite ervas daninhas (BORGES et al., 2014).

Sorgo

Originário do Noroeste da África, o sorgo apresenta uma ampla gama de características naturais naquela região e sua domesticação começou na Etiópia através da seleção de espécies silvestres (*Sorghum arundinaceum*) e (*Sorghum verticilliflorum*) há cerca de 7.000 anos (MAXIAGRO, 2010). Devido ao seu local de origem, a cultura tolera a falta de água. Além disso, devido às altas temperaturas e às limitações hídricas do continente, a seleção natural permitiu que as espécies de sorgo se adaptassem a essas condições (DURÃES, 2014).

O sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum*, e sua espécie cultivada é o *Sorghum bicolor* (L.) Moench. É um alimento com mecanismo fotossintético C4 que apresenta enorme vantagem fotossintética (ANDRADE NETO et al., 2010), alcançando posição de destaque no setor agrícola brasileiro devido às suas propriedades energéticas, boa digestibilidade, produtividade e adaptação a diferentes condições ambientais, utilizado para diferentes fins como roçada verde, pastagem, silagem, forragem, coprodução de energia e combustíveis como etanol de segunda geração (RIBAS, 2007). Por conta disso, é classificado agronomicamente em cinco tipos de acordo com diferentes propriedades e finalidades: grão, forragem, sacarina, osso e biomassa (PARRELLA et al., 2014).

O sorgo é uma espécie autopolinizada com poucos cruzamentos (SCHAFFERT et al., 2016). O melhoramento genético do cultivo do sorgo pode ser realizado pelo método de plantas autógamas, que é feito manualmente pela população cruzada de dois genitores (SANTOS et al., 2005).

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma gramínea anual ereta e com alta capacidade de produção de matéria seca que pode ser cultivada para a produção de

grãos e forragem. Os sistemas de produção do Cerrado utilizam com maior frequência o sorgo de pequeno porte, que é uma excelente alternativa no cultivo secundário em substituição ao milho, principalmente nas lavouras tardias, por ser mais tolerante à escassez hídrica e à prematuridade. Após a colheita, o sorgo geralmente rebrota e sua massa vegetal aumenta com a chegada das chuvas primaveris e produz cerca de 5.000 e 10.000 kg ha⁻¹ de matéria seca na semeadura direta (FERREIRA et al., 2010).

Crotalária

A *Crotalaria juncea* (*Crotalaria juncea*) é uma leguminosa nativa da Índia, utilizada principalmente como adubo verde e cobertura do solo devido ao seu arbusto vertical, que se destaca na produção de biomassa e pode atingir 3,5 metros de altura. Floresce 70-130 dias após o plantio e é muito tolerante à seca e à irrigação (GUSTAVO, 2023).

A *Crotalaria Ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca*) é de origem africana, determinada, vertical e pode atingir 2,0 metros de altura. Assim como Juncea, tem sido usado como adubo verde e cobertura do solo devido à sua capacidade biológica de fixação de nitrogênio. É muito terroso, mas não tolera o frio e tem raízes fortes que podem romper camadas mais densas do solo. Pode ser semeada em dois períodos de outubro a novembro ou no outono de dezembro a março. Sua floração dura 120-135 dias (GUSTAVO, 2023).

Nabo Forrageiro

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) é uma planta anual pertencente à família das crucíferas, muito utilizada na adubação verde e na rotação de culturas, semeada após a soja ou o milho. O sistema radicular do nabo forrageiro é muito específico, é um tipo muito agressivo, rotativo, muito útil para quebrar o solo. Além de seu rápido desenvolvimento, também possui propriedades alelopáticas que podem inibir o crescimento de plantas invasoras (GUSTAVO, 2023).

É uma planta que pode ser semeada em dois momentos, a época ideal é abril-maio ou, com restrições, junho-julho. Floresce 60-90 dias após o plantio, o que a torna uma planta tolerante à seca e à geada (GUSTAVO, 2023).

Cultivares Comerciais da cultura do Algodão.

IMA8001

Cultivar que possui o ciclo médio/tardio, com altura de plantas de porte alto, peso do capulho variando de 4,7 a 5,2 gramas, exigente quanto a fertilidade e regulador de crescimento, com rendimento de fibra de 42%, comprimento de 30,1 mm, resistência gf/TEX de 30,5 e micronaire 4,0 ug/POL. Quanto a doenças, é resistente à bacteriose e doença azul, e tolerante aos nematóides *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis* (IMA8001WS – IMAmt, 2019).

IMA 2106

A cultivar IMA 2106, possui a tecnologia GL, com recomendação de população de plantas com espaçamento de 0,76 metros de 8 a 9 plantas por metro ou com espaçamento de 0,9 metros de 9 a 10 plantas por metro. Quanto às características agronômicas, é uma cultivar de ciclo médio, com alturas de plantas de porte médio e peso de capulho de 4 a 4,8 gramas, exigente quanto a fertilidade e regulador de crescimento. Sua fibra possui um rendimento de 40,0 a 41,0%, com comprimento variando de 30,0 a 31,0 mm, resistência gf/TEX de 29,5 a 31,0 e o micronaire 3,9 a 4,3 ug/pol. É resistente à bacteriose e a doença azul, possui resistência média para ramulose e é moderadamente tolerante ao nematóide *Meloidogyne incognita*. É um material licenciado da Bayer, com nome de registro BS 2106 GL (IMA 2106GL – IMAmt, 2019).

IMA 5801

Surge como uma nova opção para o controle do nematoide das galhas. Cultivar com alto teto produtivo, arquitetura moderna de plantas e uma boa qualidade de fibra. Quanto às características agronômicas, possui um ciclo médio precoce, altura de plantas média, peso do capulho de 5,0 a 5,6 gramas, é exigente e responsivo quanto a fertilidade é necessário regulador de crescimento no início do ciclo, com rendimento de fibra de 37 a 39%. A recomendação para a população de plantas com espaçamento de 0,79 metros é de 7 plantas por metro e de 0,90 metros é de 8 plantas por metro. Este material não é recomendado para abertura de plantio e bastante sensível ao apodrecimento de maçã quanto plantado na abertura de plantio (IMA5801B2RF – IMAmt, 2019).

FM970GL

Possui ciclo médio, com tecnologia GLTP RM e resistência ao nematóide da galha, ramulária e doença azul, entretanto, possui suscetibilidade à virose atípica. É uma cultivar de fácil condução e responde bem ao regulador de crescimento. Com um rendimento de fibra de 40 a 43%, peso de capulho de 4,3 gramas, micronaire (micron) 4,36, comprimento (mm) 30,4 e resistência (gFor/TEXT) 31,1. Recomendado uma população de plantas (*stand* final) de 95 a 100 pl/há (Sementes de algodão – FM970GLTP RM – Agro Brasil”, [s.d.]).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O presente trabalho teve como base, dois experimentos, o primeiro deles realizado no município de Selvíria-MS, na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia UNESP localizada em Selvíria – MS; e o segundo experimento realizado em casa de vegetação no campus da UNESP na cidade de Ilha Solteira - SP. Segundo classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Aw, possuindo pluviosidade média anual de 1232mm, sendo distribuído de forma irregular durante o ano e com umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al. 1995). O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-Distrófico, classificado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (CARVALHO e MELLO et al., 1989).

3.2 Delineamento Experimental

O trabalho foi dividido em duas etapas, sendo uma delas realizada o plantio de cinco cultivares de algodão (IMA8001WS, IMA5542, IMA2106GL, IMA5801, FM970GL), com delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, totalizando 20 parcelas; sendo que cada bloco era constituído por quatro linhas espaçadas em 0,90 m com 25 metros de comprimento e população de 10 plantas por metro.

Com 90 dias após a emergência (DAE), foram retiradas 5 plantas de cada bloco, e feito a separação e pesagem das folhas, caule e estruturas reprodutivas (flor, capulho e maçã).

O segundo experimento foi realizado em casa de vegetação (tipo Pad e Fan) localizada dentro do campus da UNESP, na cidade de Ilha Solteira – SP. o

acompanhamento da degradação e fluxo de carbono de culturas de cobertura, sendo elas Aveia Preta, Milheto, Sorgo, Crotalaria e Nabo Forrageiro. Sendo realizado avaliações semanais para avaliar a decomposição da palhada, média de massa fresca, concentração de CO₂, transpiração, condutância estomática e fotossíntese.

As medições das trocas gasosas (Infra Red Gas Analyser – IRGA) foram realizadas utilizando-se o equipamento LC-Pro da ADC – Bioscientific Ltd., sendo as condições inicialmente impostas para realização das medidas de 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de radiação fotossinteticamente ativa, entre as 09:00 h e 12:00 h, obtendo-se os valores de fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática e, concentração interna de CO₂. Para o fluxo de carbono do solo, foi utilizado o mesmo equipamento, com adaptação da câmara para análise de solo.

3.2 Análise dos Dados

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste f e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste de tukey. Foi utilizado o software SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a coleta e pesagem das estruturas das cultivares de algodoeiro, foram avaliadas as seguintes informações na tabela 1, que demonstra as médias gerais do peso (em kg) encontrado em cada amostra.

Tabela 1. Médias (Kg) por planta de cada estrutura. Média de Maçã (MMP), média de Botão Floral (MBF), Média Peso das Folhas (MPF), Média Peso do Caule (MPC), Média Peso das Estruturas Reprodutivas (MPER).

Variedades	MMP	MBF	MPF (Kg)	MPC (Kg)	MPER (Kg)
IMA8001WS	10,50	18,50	0,154	0,240	0,116
IMA5542	7,200	5,300	0,064	0,097	0,104
IMA2106GL	11,15	6,850	0,082	0,149	0,123
IMA5801	10,05	1,050	0,059	0,116	0,073
FM970GL	7,700	0,750	0,044	0,073	0,056

É possível analisar a precocidade da variedade IMA8001WS quando em comparação com as demais, devido ao alto número de maçãs e botões florais, além de se observar um alto desenvolvimento vegetativo devido ao peso de suas folhas e caule serem maiores, quando comparado as outras variedades.

A IMA2106GL também apresentou um alto índice de maçãs por planta e um elevado peso de estruturas reprodutivas, porém nos quesitos de botões florais e peso de folha e caule acabou ficando com médias abaixo da IMA8001WS.

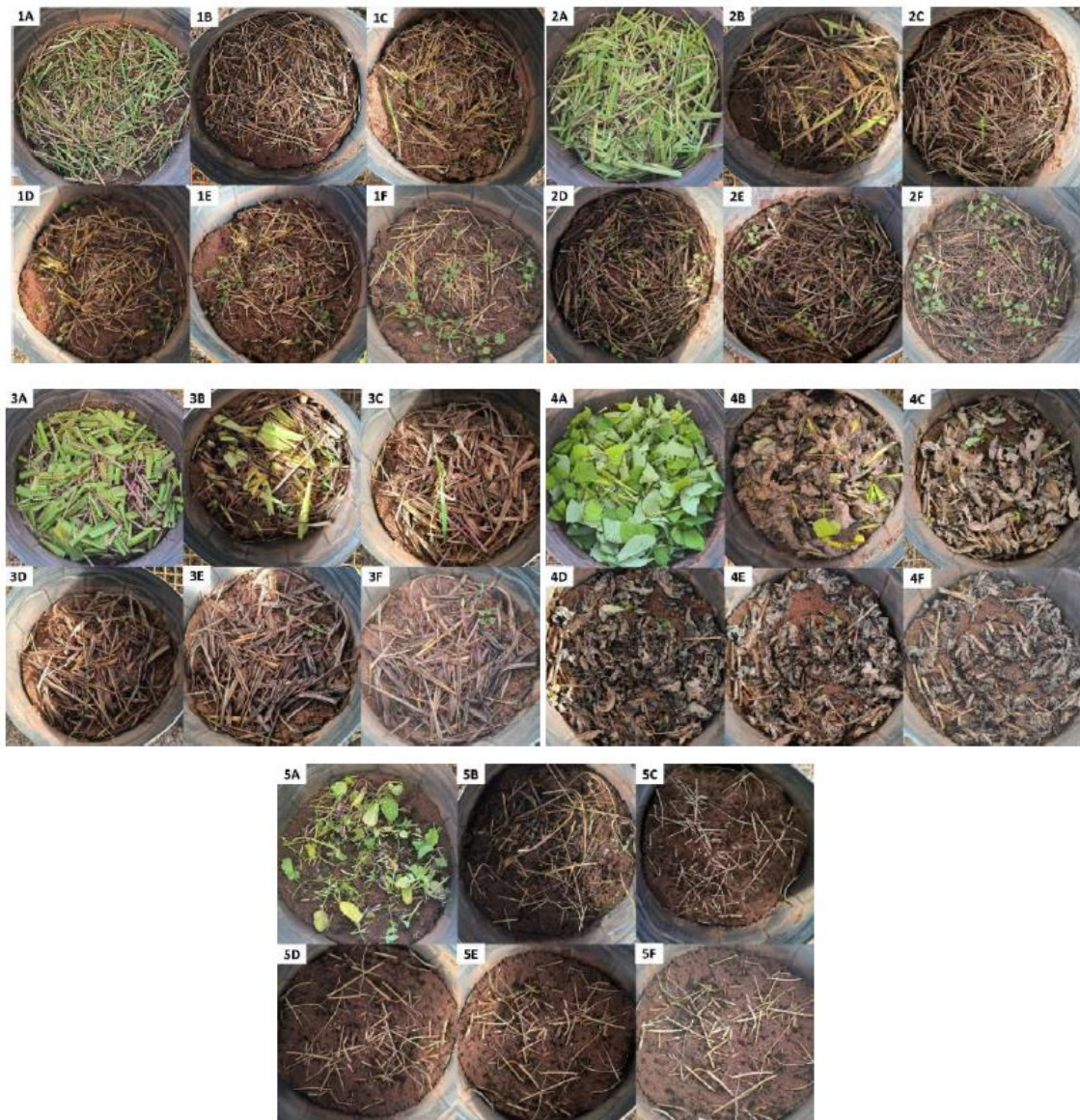
Já as outras variedades, apesar de um elevado número de maçãs por planta, também apresentaram um baixo número de botões florais, o que possivelmente pode demonstrar ser um material um pouco tardio e com baixa taxa de floração, o que pode acarretar em menores produtividades quando comparado a outras variedades.

A IMA8001WS e IMA2106GL, possuem altos tetos produtivos e com tecnologias agregadas que favorecem o manejo da cultura. A cultivar IMA8001 por exemplo, conta com a tecnologia Widestrike que atua diretamente nos insetos-alvo através da tecnologia Bt. E a IMA2106 possui tecnologia GlyTol que proporciona a cultura tolerância ao glifosato, auxiliando no controle de plantas daninhas da lavoura.

Tais tecnologias podem influenciar diretamente na taxa de absorção de nutrientes dessas plantas, porém ir de encontro com a responsividade à um solo mais fértil e bem adubado, gerando maiores resultados, como pode ser observado na tabela 1.

De tal forma, precisamos unir cultivares que tenham tecnologias agregadas e elevados tetos produtivos com manejos que influenciem diretamente na conservação do nosso solo e no maior rendimento da cultura, como por exemplo a utilização de plantas de cobertura vegetal para a formação de palhada, onde no presente trabalho foi efetuado a análise dessas plantas de cobertura em vasos colocados na casa de vegetação (Figura 1).

Figura 1: Decomposição da palhada de plantas de cobertura em intervalo de 1 semana. (1) Aveia Preta; (2) Milheto; (3) Sorgo; (4) Crotalária; (5) Nabo Forrageiro



Juntamente com a análise visual da decomposição da palhada, foi efetuado a análise de variância e de médias das plantas de cobertura, afim de analisar o desempenho de cada planta de acordo com sua decomposição.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para as médias de massa fresca (MF) em gramas, para a concentração interna de CO_2 (Ci), Transpiração (E), condutância estomática (gs), e fotossíntese (A) para as plantas de cobertura: Aveia preta (AP), milho (ML), sorgo (SO), crotalária (CR) e nabo forrageiro (NF) (06/06/2023).

FV	MF	Ci	p>F		
			E	gs	A
BLOCOS	0,323	0,702	0,899	0,345	0,371
TRAT	0,001**	0,017*	0,001*	0,001**	0,001**
CV (%)	11,89	13,54	21,53	29,05	13,3
AP	30,73 c	280,66 ab	0,58 b	0,03 b	1,66 c
ML	49,15 b	241,67 b	0,29 b	0,01 b	0,59 c
SO	36,37 bc	218,33 b	0,35 b	0,02 b	1,75 c
CR	127,17 a	347,33 a	0,32 b	0,02 b	17,91 a
NF	26,52 c	247,33 ab	3,54 a	0,51 a	14,74 b

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste tukey, a 5% de probabilidade.

A crotalária apresentou maior massa de matéria fresca (127,17 a) diferindo-se estatisticamente das demais plantas de cobertura (tabela 2). Resultado que pode ser encontrado nas pesquisas de RODRIGUES et al. 2012, onde o milheto em consórcio com a crotalária obtiveram um dos melhores resultados de matéria fresca.

A aveia preta e o nabo forrageiro apresentaram menores massas de matéria fresca (30,73 e 26,52), o que pode ser considerado uma característica dessas plantas, tendo em vista que todas foram submetidas à mesma condição climática. Conforme apresentado na coluna de transpiração (E), é possível observar que o nabo forrageiro obteve a maior transpiração, divergindo-se estatisticamente dos demais.

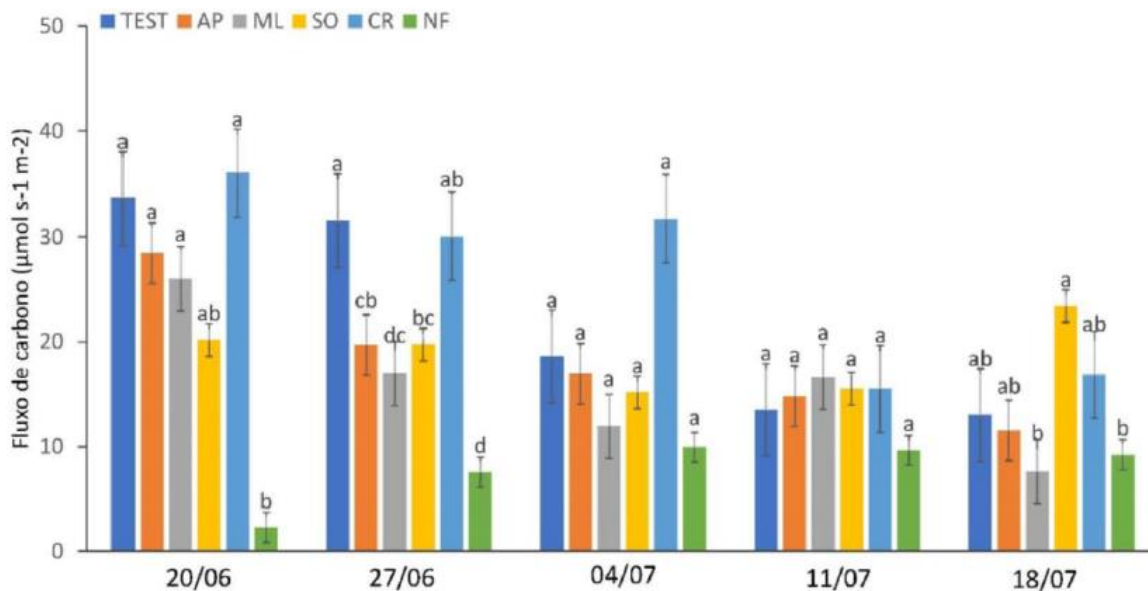
O nabo forrageiro apresentou diferença estatística quanto a transpiração, e condutância estomática, diferindo-se das demais plantas de cobertura, o que implicou em uma maior decomposição, que pode ser observado na figura 1 (5A). Uma decomposição mais rápida expõe o solo, e não fornece nutrientes de forma gradual à planta, prejudicando assim o desenvolvimento da cultura e diminuindo os benefícios gerados pela palhada (GONÇALVES e CERETTA, 1999).

Tabela 3: Resumo da análise de variância e médias de fluxo de carbono ($\mu\text{mol}^{-1}\text{m}^{-2}$) para as plantas de cobertura: Aveia preta (AP), milheto (ML), sorgo (SO), crotalária (CR) e nabo forrageiro (NF).

FV	p>F				
	20/06	27/06	04/07	11/07	18/07
BLOCOS	0,182	0,196	0,628	0,072	0,240
TRAT	0,001**	0,001**	0,171	0,185	0,028*
CV (%)	24,29	18,31	17,37	13,60	22,17
TEST	33,60 a	31,50 a	18,60 a	13,50 a	13,00 ab
AP	28,46 a	19,70 cb	16,93 a	14,80 a	11,53 ab
ML	26,00 a	16,96 dc	11,93 a	16,63 a	7,60 b
SO	20,17 ab	19,73 bc	15,16 a	15,50 a	23,40 a
CR	36,03 a	30,00 ab	31,70 a	15,50 a	16,83 ab
NF	2,26 b	7,56 d	9,93 a	9,63 a	9,23b

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste tukey, a 5% de probabilidade.

Figura 2: Representação gráfica da tabela 3 quanto ao fluxo de carbono das plantas de cobertura no decorrer de 5 avaliações semanais.



* Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto ao fluxo de carbono, é possível observar que somente o nabo forrageiro diferiu das demais plantas de cobertura na primeira avaliação, tendo um fluxo de carbono bem abaixo quando comparado com as outras plantas de cobertura. A crotalária por sua vez, teve os níveis de fluxo de carbono elevado, porém não se diferiu estatisticamente das demais plantas de cobertura, o que pode

ser explicado pelo fato de ser uma planta leguminosa com alta fixação de nitrogênio, tendo assim uma alta concentração de nitrogênio, o que afeta diretamente a decomposição da planta devido à sua baixa relação C/N (SOUZA e GUIMARÃES. 2013).

O sorgo por sua vez, apresentou diferenças estatísticas nas duas primeiras e na última avaliação, onde o seu fluxo de carbono aumentou de forma significativa quando comparado à última avaliação e às demais plantas de cobertura, influenciando diretamente em uma cobertura do solo (palhada) por um período maior de tempo, consequentemente restando maior umidade no solo.

5. Conclusão

Os materiais IMA8001WS e IMA2106GL apresentaram bons resultados quando ao número de estruturas reprodutivas e peso, indicando a precocidade e o alto teto produtivo dessas cultivares, além de possuírem tecnologias que favoreçam a produção e o manejo da cultura.

Quanto as plantas de cobertura, a crotalária teve maiores valores de matéria fresca, concentração interna de CO₂ e fluxo de carbono, porém uma rápida decomposição, representando ser uma cultura com baixa relação C/N; já a aveia preta diferiu quanto a transpiração, condutância estomática e fotossíntese.

Quanto ao fluxo de carbono, o nabo forrageiro diferiu estatisticamente das demais plantas nas três primeiras avaliações, indicando ser uma cultura que diminui significativamente a emissão de CO₂ do solo.

Portanto é de suma importância ampliar o leque de estudos e validar teses que complementem os estudos tanto do desenvolvimento e desempenho das cultivares, quanto o de uso de plantas de cobertura para a criação de palhada. Validando assim dados efetivos referente ao incremento produtivo gerado pelo consórcio dessas plantas de cobertura com a produção de algodão.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ALVARENGA, Ramon Costa. *et al.* **Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto**. Informe Agropecuário., Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, jan./fev. 2001.
- ALVES, L. R. A. *et al.* Estrutura de mercado e formação de preços na cadeia produtiva do algodão. In: ALVES, L. R. A.; BACHA, C. J. C. (Orgs.). **Panorama da agricultura brasileira**. Campinas: Alínea, 2018.
- ALVES, L. R. A.; BARROS, G. S. A. C.; BACCHI, M. R. P. **Produção e exportação de algodão: efeitos de choques de oferta e de demanda**. Revista Brasileira de Economia, v. 62, n. 4, p. 381-405, 2008.
- AMPA, 2020. Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão. **A história do Algodão**, 2020. Disponível em: <https://ampa.com.br/historia-do-algodao/>.
- ANDRADE NETO, R. C., MIRANDA, N. O., DUDA, G. P., GÓES, G. B., & LIMA, A. S. **Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 2, p. 124-130. 2010.
- ANGHINONI, G.; TORMENA, C. A.; LAL, R.; ZANCANARO, L.; KAPPES, C. **Enhancing soil physical quality and cotton yields through diversification of agricultural practices in central Brazil**. Land Degradation and Development, v. 30, p. 788–798, 2019.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.; CARVALHO, E. M. S. **Effect of composted textile sludge on growth, nodulation and nitrogen fixation of soybean and cowpea**. Bioresource Technology, Londres, v. 97, p. 1028-1032, 2007.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.9-26.
- BELTRÃO, N. E. M. **Fisiologia da produção do algodoeiro**. Capina Grande: Embrapa algodão, 2006. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 94).
- BELTRÃO, N.E. de M.; CARDOSO, G.D. **Aspectos gerais da cotonicultura brasileira: tipificação de produtores e tamanho de propriedades**. Bahia Agrícola. v.6, n.2. 2004.
- BELTRÃO, N.E.M; SOUZA, J.G. de. **Fisiologia e Ecofisiologia do algodoeiro**. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Oeste, 2001. P. 54-75.

BLANCO-CANQUI, HUMBERTO, MAYSOON M. MIKHA, DEANN R. PRESLEY, AND MARK M. CLAASSEN. 2011. **"Addition of Cover Crops Enhances No-Till Potential for Improving Soil Physical Properties."** Soil Science Society of America Journal 75(4):1471–82. doi: 10.2136/sssaj2010.0430.

BOGIANI, J. C.; FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D. C.; SOFIATTI, V.; PERINA, F. J. **Sequestro de carbono em sistemas de produção de grãos e fibras em solo arenoso do Cerrado da Bahia.** Campinas: Embrapa Territorial, 2020. 29 p. (Embrapa Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 34).

BORÉM, A.; SANTOS, F. R. **Biotecnologia simplificada.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 249 p.

BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. **Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo.** Planta Daninha, v. 32, p. 755-763, 2014.

BORTOLINI, J., DOLOVITSCH, J. V., BOEMO, L. S., & DA SILVEIRA, T. R. (2022). **Avaliação das diferentes adubações na cultura da aveia branca (avena sativa).** Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica.

BRANDÃO, Z. N. et al. **Efeito do método de irrigação e de doses de P na cultura do algodão.** In: VII Congresso Brasileiro de Algodão, 2009, Foz do Iguaçu, PR. Anais ... Foz do Iguaçu, PR: Embrapa Algodão, 2009. P 1351.

BROWN, S. M.; WHITWELL, T.; TOUCHTON, J. T.; BURMESTER, C. H. **Conservation tillage systems for cotton production.** Soil Science Society of America Journal, v. 49, p.1256 - 1260, 1995.

BURLE, M.L.; CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. p.71-142.

CALEGARI, A. **Alternativa de rotação de culturas para plantio direto.** Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v. 80, n. 2, p. 62-70, 2004.

CALEGARI, A. **Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura.** Agroecologia Hoje. Botucatu, v. 2, n. 14, p. 14-19, 2002. CALEGARI, A. Rotação de culturas / culturas de cobertura. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 12., 2010. Anais... Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2010. p. 165-172.

CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. **Soybean root growth and yield in rotation with cover crops under chiseling and no-till.** European Journal of Agronomy, v. 33, p.242-249, 2010.

CARVALHO, M. A. C., et al. **Uso da adubação foliar nitrogenada e potássica no algodoeiro.** Bragantia, Campinas. v. 60, n. 3, p. 239-244, 2001.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. **Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n.12, p. 1205 - 1211, 2004 b.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. **Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil**. Revista Brasileira de Ciências do Solo. v. 34, p. 277-289, 2010.

CARVALHO, M.P., MELLO, L.M.M. **Classificação da capacidade do uso da terra do antigo pomar da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP**, Ilha Solteira: UNESP/FE, 1989, 46p.

CASTRO, C. M.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. **Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39,n.8,p.779-785, 2004.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB cadeias do agronegócio – 2017**. Piracicaba, 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 12 dez. 2023.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTO, 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.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: Nono levantamento, junho 2020 – safra 2020/2021**: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2013. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/16736-12-levantamento-safra-2020-21> CONAB, 2020. Acesso em: 22 dez. 2023

CORDEIRO, C. F. S.; RODRIGUES, D. R., ROCHA, C. H.; ARAUJO, F. F.; ECHER, F. R. **Glomalin and microbial activity affected by cover crops and nitrogen management in sandy soil with cotton cultivation**. Applied Soil Ecology, v. 167: e104026, 2021.

DAROLT, Moacir Roberto; SKORA NETO, Francisco. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica**. Revista plantio direto. N. 70, jul. /ago. 2002. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora: p. 28-30. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/agroecologia/publicacoes/plantorganico2002.pdf. Acesso em: 12 dez. 2023.

DE ALCANTARA, Isabela Romanha; VEDANA, Roberta; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Produtividade do algodão no Brasil: uma análise da mudança estrutural**. Texto para Discussão, 2021.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; SILVA, M. R. da; HARTMANN, M. O.; GOBBI, D.; DENARDIN, N. A.; BERTON, A. L.; GRESPAN, I.; BACALTCHUK, B.; FORMIGHIERI, N.; RODRIGUES, A. B.; OLIVEIRA, A.; DE MORI, C.; IGNACZAK, J. C.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. **Gestão conservacionista de solo e de água em escala de microbacia hidrográfica: estudo de caso**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 39 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 87).

DINIZ, A.M. **Plantas daninhas como vetores de pragas e doenças na agricultura**, 2017. Disponível em: <https://agroruralnews.blogspot.com.br/2017/06/plantas-daninhas-como-vetores-de-pragas.htm>. Acesso em: 29 de dezembro de 2023.

DOS SANTOS JÚNIOR, Antônio et al. **ECOFISIOLOGIA DO ALGODOEIRO**. Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais Belo Horizonte 2018, p. 32.

DUDA, G. P.; GUERRA, J. G. M.; MONTEIRO, M. T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M. G. **Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2003.

DURÃES, N. N. L. **Heterose em Sorgo Sacarino**. (2014). 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras. Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Lavras.

ECHER, F. R. **O algodoeiro e os estresses abióticos: Temperatura, luz, água e nutrientes**. Net, Cuiabá (MT), 2014. Instituto Mato Grossense do Algodão – IMAmt. Disponível em: <<http://www.ampa.com.br/arquivos/publicacoes/08092014123920.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

EVANGELISTA, D. H. **Influência da população de plantas do algodoeiro na produtividade da cultura**. 2021.

FAVERO, C. et al. **Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.36, n.11, p.1355-1362, 2001.

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.; BORIN, A. L. D. C.; LAMAS, F. N.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. A. S.; SILVA FILHO, J. L.; STAUT, L. A. **Soil carbon accumulation in cotton production systems in the Brazilian Cerrado**. Acta Scientiarum-Agronomy, Maringá, v. 42, p. e43039, 2020.

- FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. **Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, p. 546-553, 2010.
- FILIZOLA, H. F.; LUIZ, A. J. B.; MAIA, A. de H. N.; HERNANI, L. C. **Atributos físico-hídricos e estoque de carbono de solos de áreas sob irrigação em Itaí, SP**. Revista de estudos ambientais (Online) v.23, n. 2, p.6-22, jul./dez. 2021.
- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; MORAIS, A. R.; ALMEIDA, K.; DUARTE, W. F.; **Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 5, p. 967-973, 2004.
- FREIRE, E. C.; SANTOS, A. M.; ARANTES, E. M.; PARO, H.; FARIAS, F.J.C.; NASCIMENTO, J. L. PEDROSA, M. B. **Diagnóstico da cultura do algodão em Mato Grosso-1996**. Campina Grande: EMBRAPA- CNPA / EMPAER-MT, 1997a. 31p (EMBRAPA- CNPA, Documentos, 49).
- FREIRE, E. C.; SOARES, J. J.; FARIAS, F. J. C.; ARANTES, E. M.; ANDRADE, F. P.; PARO, H.; LACA-BUENDIA, J. P. **Cultura do algodoeiro no Estado de Mato Grosso**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 1997b. 65p. (Embrapa-CNPA. (Circular Técnica, 23).
- FURLANI, C, E, A.; LOPES, A.; TIMOSSI, P, C, 2003. **Manejo: trituradores e roçadoras**. Cultivar Máquinas.18:27-29. (português).
- GÉRARDEAUX, E.; SULTAN, B.; PALAÏ, O.; GUIZIOU, C.; OETTLI, P.; NAUDIN, K. **Positive effect of climate change on cotton in 2050 by CO2 enrichment and conservation agriculture in Cameroon**. Agronomy for Sustainable Development, v. 33, n. 3, p. 485–495, 2013.
- GILLER, K.E. **Nitrogen fixation in tropical cropping systems** 2nd ed. Wallingford: CAB International, 2001. 448p.
- GONÇALVES, C.N. & CERETTA, C.A. **Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto**. R. Bras. Ci. Solo, 23:307-313, 1999.
- GUSTAVO, Melo et al. **Uso de Plantas de Cobertura de Solo no Sul do Brasil**. 2023.
- HERNANI, L. H.; SALTON, J. C. Manejo e conservação do solo. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: Tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p 76-102.
- HULUGALLE, N. R.; ENTWISTLE, P. C.; LOBRY DE BRUYN, L. A. **Residual effects of tillage and crop rotation on soil properties, soil invertebrate numbers and**

nutrient in an irrigated Vertisol sown to cotton. *Applied Soil Ecology*, v. 7, p.11-30, 1997.

HULUGALLE, N. R.; SCOTT, F. **A review of the changes in soil quality and profitability accomplished by sowing rotation crops after cotton in Australian Vertosols from 1970 to 2006.** *Australian Journal of Soil Research*, v. 46, p. 173–190, 2008.

IMA 2106GL - **IMAmt**. Disponível em: <<https://imamt.org.br/produtos/ima-2106gl/>>. Acesso em: 29 dez. 2023

IMA 8001WS - **Comdeagro**. Disponível em <<https://comdeagro.com.br/cultivares/algodao/ima-8001ws/>>. Acesso em: 29 dez. 2023.

IMA 5801B2RF - **IMAmt**. Disponível em: <<https://imamt.org.br/produtos/ima-5801b2rf/>>. Acesso em: 29 dez. 2023

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2014.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P. & SILVEIRA, P.M. **Taxa de composição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico.** *Pesq. Agropec. Trop.*, 36:21-28, 2006.

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

LARA CABEZAS, W.A.R. et al. **Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.4, p.1005-1013, 2004.

LOCKE, M. A.; ZABLOTOWICZ, R. M.; STEINRIEDE, R. W.; TESTA JR., S.; KRISHNA, N. R. **Conservation management in cotton production: long-term soil biological, chemical, and physical changes.** *Soil Science Society of America Journal*, v. 77, p. 974-984, 2013.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

MIRANDA, J. E.; RODRIGUES, S. M. M. História do bicudo no Brasil. In: BELOT, J. L. (Org.). **O bicudo-do-algodoeiro (Anthonomus grandis BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle.** Cuiabá: IMAmt, 2015. (Boletim P&D, n. 2).

MINASNY, B.; et al. Soil carbon 4 per mille. *Geoderma*, 292, 59-86, 2017. SÁ, J.C.M.; LAL, R.; CERRI, C.C.; LORENZ, K.; HUNGRIA, M.; FACCIO CARVALHO, P.C. **Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security.** *Environment International*, 98, 102-112, 2018.

MUZILLI. **Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná.** Piracicaba: Potafos, 2002. (informações agronômicas).

Nouri, A., Lee, J., Yin, X., Tyler, D. D., & Saxton, A. M. (2019). **Thirty-four years of no-tillage and cover crops improve soil quality and increase cotton yield in Alfisols, Southeastern USA.** *Geoderma*, 337, 998-1008.

OGLE, S. M.; SWAN, A.; PAUSTIAN, K. **No-till management impacts on crop productivity, carbon input and soil carbon sequestration.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 149, p. 37-49, 2012.

PADOVAN, M. P.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J.G.; RIBEIRO, R.L.D.; OLIVEIRA, F. L.; SANTOS, L. A.; ALVES, B. J.R. & SOUTO, S. M. **Decomposição e liberação de nutrientes da soja cortada em diferentes estádios de desenvolvimento.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.4, p. 667- 672, 2006.

PAES, J. M. V.; REZENDE, A. M. **Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha.** *Inf. Agropec.*, v. 22, n. 208, p. 37-42, 2001.

PARRELLA, R. A. da C.; MENEZES, C. B. de; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, N. N. L. D.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: UFV, 2014. cap. 7, p. 169-187.

PERIN, A. et al. **Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.1, p.35-40, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n1/19581.pdf>>.

PETTIGREW, W.T.; JONES, M.A. **Cotton growth under no-till production in the lower Mississippi river valley Alluvial flood plain.** *Agronomy Journal*, v.93, p.1398-1404, 2001.

PICCOLI, I.; CHIARINI, F.; CARLETTI, P.; FURLAN, L.; LAZZARO, B.; NARDI, S.; BERTI, A.; SARTORI, L.; DALCONI, M. C.; MORARI, F. **Disentangling the effects of conservation agriculture practices on the vertical distribution of soil organic carbon. Evidence of poor carbon sequestration in North-Eastern Italy.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 230, p. 68- 78, 2016.

PILLON, C. N.; SCIVITTARO, W. B.; POTES, M. L. P.; MORAES, C. S.; MICHELS, G. H.; PEREIRA, J. S. **Acúmulo de carbono orgânico por sistemas de cultura sob plantio direto em terras baixas.** *Revista Brasileira de Agroecologia*, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 1040-1043, 2007.

RAPHAEL, J. P. A. et al. **Soil organic matter in crop rotations under no-till.** *Soil and Tillage Research*, v. 155, p. 45–53, 2016.

RIBAS, P. M. **Cultivo do sorgo. Importância econômica.** Embrapa milho e sorgo. Sistemas de produção 2, ISSN 1679-012X. Versão eletrônica – 3.ed. 2007. Disponível em: Acesso em: 05 jul. 2014.

Rodrigues, G. B., Sá, M. E. D., Valério Filho, W. V., Buzetti, S., Bertolin, D. C., & Pina, T. P. (2012). **Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado.** Revista Ceres, 59(3), 380-385.

ROSCOE, R.; BODDEY, R.M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. B.; SALTON, J. C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 17-42.

ROSCOE, Renato; MACHADO, PLO de A. **Fracionamento físico do solo em estudos de matéria orgânica.** 2002.

ROSOLEM, C. A. **Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro.** In: Informações agrônômicas 9. 2001, Piracicaba-BA, Potafós, 2001, p. 9.

SALTON, Júlio César; HERNANI, Luis Carlos; FONTES, Clarice Zanoni. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998., 1998.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. **Milheto, uma alternativa para a cobertura do solo e alimentação animal.** Revista Plantio Direto, Passo Fundo, n. 45, p. 41–43, maio/jun. 1998.

SANTOS, F. D., CASELA, C. R., WAQUIL, J. M. Melhoramento de sorgo. In BORÉM A. (Org). **Melhoramento de espécies cultivadas**, Viçosa, UFV, 2ª ed. p. 605-658, 2005

SANTOS, R. F.; BARROS, M. A. L. Economia do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M.; ARAÚJO, A. E. (ed.). **Algodão: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p. 21–32. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SCHAFFERT, R. E., RODRIGUES, J. A. S., PARRELLA, R. D. C., & DE MENEZES, C. B. **Síntese e melhoramento de populações de intercruzamento para aumentar recombinação genética e facilitar seleção recorrente em sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).** Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2016.

SCOPEL, E.; TRIOMPHE, B.; AFFHOLDER, F.; SILVA, F. A. M. da; CORBEELS, M.; XAVIER, J. H. V.; LAHMAR, R.; RECOUS, S.; BERNOUX, M.; BLANCHART, E.; MENDES, I. de C.; TOURDONNET, S. **Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review.** Agronomy for sustainable development, Paris, v. 33, n. 1, p. 113–130, Jan. 2013.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; TRENTINI, A.; CORTES, N. de A. **Gestão da fertilidade de culturas mecanizadas nos trópicos úmidos: o caso das frentes pioneiras nos cerrados e florestas úmidas no centro-norte do Mato Grosso.** In: PEIXOTO, R.T. dos G.; AHRENS, D.C.; SAMAHA, M.J. (Ed.). **Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável.** Ponta Grossa: Iapar, 1997. p.125-157.

Sementes de Algodão – **FM 970GLTP RM** – Agro Brasil. Disponível em: <<https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes/produtos/fibermax/variedades-fibermax/FM-970GLTP-RM.html>>. Acesso em: 29 dez. 2023

SEVERINO, L. S. et al. **Algodão-Parte 01: Caracterização e desafios tecnológicos.** 2019.

SINGH, S. K., REDDY, V. R., FLEISHER, D. H., & TIMLIN, D. J. (2019). **Interactive effects of temperature and phosphorus nutrition on soybean: Leaf photosynthesis, chlorophyll fluorescence, and nutrient efficiency.** *Photosynthetica*, 57(1), 248– 257. <https://doi.org/10.32615/ps.2019.036>.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G. S. A. **Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milho, cultivados solteiros e consorciados.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 47, n. 10, p. 1462–1470, out. 2012.

SOUZA, J. L.; GUIMARÃES, G. P. **Alterações químicas promovidas pelo pré-cultivo de crotalária juncea, associada à adubação com compostos orgânicos de diferentes níveis de nitrogênio.** *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)* v.3, n.2, p1-8, dezembro 2013.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. & LIBARDI, P.L. **Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto.** *R. Bras. Ci. Solo*, 22:573-581, 1998.

TREZZI, M. M. et al. **Avaliação do potencial alelopático de genótipos de sorgo.** 2002, 127 f. (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

VIDAL, R. A. **Amount of crop residues in no-till farming affects weed-crop ecosystems** 1995. 161 f. Thesis (Ph.D.) Purdue University, West Lafayette, 1995.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. **Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I – Plantas em desenvolvimento vegetativo.** *Planta Daninha*, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 217-223, 2004.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. **Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 32, n. 11, p. 1191-97, nov. 1997.

ZANCANARO, L.; TESSARO, L. C. **Calagem e adubação**. In: MORESCO, E. (Org.). Algodão: pesquisas e resultados para o campo. Cuiabá: Fundo de apoio à Cultura do Algodão/FACUAL, 2006. P.57-81.

ZANON, G. D. **Manejo de cultivares de algodoeiro em densidade populacional variável com o uso de regulador de crescimento**. 2002. 91 p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.