PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA

RAFAELA TORQUATO DE AGOSTINI

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DO ARRANJO ESPACIAL EM SAPEZAL – MT

Presidente Prudente - SP
2025

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA

RAFAELA TORQUATO DE AGOSTINI

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DO ARRANJO ESPACIAL EM SAPEZAL – MT

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, da Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Rafael Echer

Presidente Prudente - SP
2025

630
A275d

Agostini, Rafaela Torquato de
Desempenho de cultivares de algodão em função do arranjo espacial em Sapezal – MT / Rafaela Torquato de Agostini. – Presidente Prudente, 2025.
45 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2025.
Bibliografia.
Orientador: Fábio Rafael Echer.

1. Fibra de algodão. 2. Produtividade. 3. Espaçamento entre linhas. I. Título.

Catalogação na fonte: Michele Mologni – CRB 8-6204

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DO ARRANJO ESPACIAL EM SAPEZAL – MT"
AUTOR(A): RAFAELA TORQUATO DE AGOSTINI
ORIENTADOR(A): Prof. Dr. FÁBIO RAFAEL ECHER

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA
Área de Concentração PRODUÇÃO VEGETAL, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. FÁBIO RAFAEL ECHER (orientador)
UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. TIAGO ARANDA CATUCHI
UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. JUAN PIERO ANTONIO RAPHAEL
ESALQ / USP – Universidade de São Paulo / Piracicaba (SP)

Data da realização: Presidente Prudente, 23 de junho de 2025.

URL do documento: https://www.unoeste.br/ca/d180f188
Assinatura digital do documento: da0ac9a906d77f60b2e534506dc388fa7be7f422575eb43141e390d812f21bc3

Campus I Rua José Bongiovani, 700 - Cidade Universitária - CEP 19050-920 - Presidente Prudente-SP - Tel: 18 3229-1000 | **Campus II** Rodovia Raposo Tavares, KM 572 - Bairro Limoeiro - CEP 19067-175 - Presidente Prudente-SP - Tel: 18 3229-2000
Campus Jaú Av. Antonio de Almeida Pacheco, 2945 - 2ª Zona Industrial - CEP 17213-700 - Jaú-SP - Tel: 14 3624-1109 | **Campus Guarujá** Rua Albertino Pedro, 75 - Cond. Guarujá Park - Enseada - CEP 11441-225 - Guarujá-SP - Tel: 13 3386-3002

Central de Assinaturas Eletrônicas

Sobre o documento

Assunto: Documento eletrônico
Status do documento: Concluído
Data de criação do documento: 25/06/2025 14:57
Fuso horário: (UTC-03:00) Brasília
Número de assinaturas: 3
Solicitante: LUCIANA APARECIDA POLIDO BRAMBILLA (#6185015)

Signatários do documento

FÁBIO RAFAEL ECHER (PROFESSOR)
fabioecher@unoeste.br
Recebido em 25/06/2025 14:57
Assinado em 25/06/2025 14:58
Assinatura Interna UNOESTE
Usando endereço IP: 2804:18:1116:c489:757c:2c6f:80c8:4bec
ID da assinatura: 5124603

TIAGO ARANDA CATUCHI (PROFESSOR)
tiago@unoeste.br
Recebido em 25/06/2025 14:57
Assinado em 25/06/2025 15:10
Assinatura Interna UNOESTE
Usando endereço IP: 177.131.39.1
ID da assinatura: 5124604

JUAN PIERO ANTONIO RAPHAEL (SIGNATÁRIO EXTERNO)
juanpiero1@gmail.com
Recebido em 25/06/2025 14:57
Assinado em 25/06/2025 15:01
Assinatura Interna UNOESTE
Usando endereço IP: 2001:12d0:a008:4000::1240
ID da assinatura: 5124605

URL do documento: https://www.unoeste.br/ca/d180f188
Assinatura digital do documento: da0ac9a906d77f60b2e534506dc388fa7be7f422575eb43141e390d812f21bc3
UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista
Mantida pela Associação Prudentina de Educação e Cultura - APEC

Utilize o QRCode abaixo para conferir a autenticidade deste documento:

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, meus avós e minha tia Edilene, sendo pessoas que sempre cuidaram de mim com muito amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder o dom da vida e por estar presente em todos os momentos desta jornada, fortalecendo minha fé e me dando forças para seguir em frente.

À minha família, pelo amor, carinho e apoio incondicional, fundamentais em cada etapa da minha formação. Aos amigos que caminharam ao meu lado, oferecendo palavras de incentivo e companheirismo nos momentos mais desafiadores.

Expresso minha sincera gratidão ao meu orientador e aos professores colaboradores, que generosamente dedicaram seu tempo e conhecimento para me orientar com paciência e sabedoria ao longo deste trabalho.

“No que diz respeito ao desempenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feira ou não faz”. (Ayrton Senna)

RESUMO

Desempenho de cultivares de algodão em função do arranjo espacial em Sapezal – MT

O espaçamento entre linhas e a densidade populacional são fatores fundamentais no manejo da cultura do algodoeiro, especialmente em regiões com alta produtividade como o noroeste mato-grossense. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de espaçamentos entre linhas (0,90 m e 1,00 m) e densidades de plantas (50 a 130 mil plantas ha^{-1}) sobre a produtividade de duas cultivares de algodão (FM 974GLT e FM 985GLTP), em condições de cultivo não irrigado, na safra 2023 em Sapezal-MT. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 × 5, com três repetições. Os resultados indicaram que a resposta ao espaçamento depende da cultivar, sendo que a FM 974GLT foi mais responsiva ao espaçamento de 1,0 m, apresentando maior peso de capulho e produtividade de algodão em caroço. A densidade populacional, por sua vez, influenciou o número de capulhos por área na FM 974GLT, mas não afetou significativamente a produtividade de fibra. Para a FM 985GLTP, o espaçamento influenciou a produtividade de algodão em caroço e o rendimento de fibra, porém sem efeito significativo da densidade. Conclui-se que ajustes no espaçamento podem favorecer a produtividade dependendo da cultivar, enquanto a densidade deve ser usada com cautela para evitar competição excessiva por recursos.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, arranjo espacial, espaçamento entre linhas, população de plantas, fibra de algodão, produtividade do algodão.

ABSTRACT

Evaluation of plant arrangement in cotton crops: effects of spacing and population in Sapezal – MT

Row spacing and plant population density are key factors in cotton crop management, especially in high-yield regions such as northwestern Mato Grosso. This study aimed to evaluate the effect of different row spacings (0.90 m and 1.00 m) and plant densities (50 to 130 thousand plants ha^{-1}) on the yield of two cotton cultivars (FM 974GLT and FM 985GLTP), under non-irrigated conditions during the 2023 growing season in Sapezal-MT. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 2 × 5 factorial scheme with three replications. Results showed that yield response to row spacing depended on the cultivar: FM 974GLT responded better to the 1.0 m spacing, presenting higher boll weight and seed cotton yield. Plant density influenced the number of bolls per area in FM 974GLT, but did not significantly affect fiber yield. For FM 985GLTP, row spacing affected seed cotton yield and fiber percentage, with no significant effect of density. It is concluded that spacing adjustments can enhance yield depending on the cultivar, while plant density should be managed carefully to avoid excessive resource competition.

Keywords: Gossypium hirsutum, spatial arrangement, row spacing, plant population, cotton fiber.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura máxima e mínima, GD e precipitação durante a condução do experimento, 2023..... 27
Figura 2 - Radiação solar global e déficit de pressão de vapor (DVP) a condução do experimento, 2023..... 28
Figura 3 - Distribuição de capulhos de algodão por terço da planta e diferentes densidades de plantas..... 36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Desdobramento da interação entre espaçamento x densidade de semeadura para população na cultivar FM 974GLT. Sapezal, MT, 2023..... 31

Tabela 2 - Desdobramento da interação entre espaçamento x densidade de semeadura para altura de plantas (cm) da cultivar FM 974GLT. Sapezal, MT, 2023..... 31

Tabela 3 - Valores médios do número de capulhos (NC), peso médio do capulho (PMC), produtividade de algodão em caroço (PRO C), rendimento de fibra (RF) e produtividade de algodão em fibra (PRO F) da cultivar FM 974GLT. Sapezal, MT, 2023..... 32

Tabela 4 - Valores médios da população final de plantas (POP), altura de planta (ALT), número de capulhos (NC), peso médio do capulho (PMC), produtividade de algodão em caroço (PRO C), rendimento de fibra (RF) e produtividade de fibra (PRO F) da cultivar FM 985GLTP. Sapezal, MT, 2023..... 33

Tabela 5 - Valores médios do número de capulhos (NC). Sapezal, MT, 2023..... 38

Tabela 6 - Valores médios do número de capulhos (NC) para o desdobramento cultivar x terço no espaçamento de 1,0m entre plantas..... 37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVO…….....	18
3	REVISÃO DE LITERATURA…….....	19
3.1	Cultura do algodão.....	19
3.2	Crescimento e desenvolvimento da cultura…….....	19
3.3	Impacto do espaçamento e da densidade populacional.....	21
3.4	Competição por recursos.....	25
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1	Local.....	27
4.2	Delineamento experimental e descrição dos tratamentos.....	28
4.3	Condução do experimento e avaliações.....	29
4.4	Variáveis analisadas.....	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

O algodão desempenha um papel de destaque entre as principais culturas de fibras em todo o mundo. A cada ano, uma média de 35 milhões de hectares são semeados com algodão em diferentes regiões do planeta. Com área de cerca de 2,03 milhões de hectares no Brasil na safra 24/25, 4,8% a mais quando comparado a safra 23/24. Esse setor movimentou cerca de US$ 2,873 bilhões com exportações de agosto/2024 a janeiro/2025, tendo a China como principal destino da fibra brasileira (24% do total embarcado), tendo também o Paquistão e o Vietnã como países destaque na importação da produção nacional brasileira em janeiro/2025. Além disso, o setor têxtil emprega cerca de 1,33 milhões de pessoas diretamente, movimentando R$25,2 bilhões em salários e remunerações (ABRAPA, 2025).

No cenário global, o Brasil ocupa posições de destaque no mercado do algodão. O país se consagrou como maior exportador no ano de 2025, sendo o terceiro maior produtor (ABRAPA, 2025). No contexto da agricultura brasileira, o algodão figura como a quinta cultura mais relevante em produção, ficando atrás apenas da soja, milho, arroz e trigo (IBGE, 2025), além disso o Brasil é o único país que pode crescer em área plantada e produtividade, conforme destacado por Severino *et al.* (2019).

Ao longo das últimas décadas, o estado de Mato Grosso se destacou como uma região de grande desenvolvimento na cotonicultura. Esse avanço se deve ao uso de novas tecnologias e ao crescimento significativo do setor agrícola, impulsionando o estado a se tornar o principal produtor de algodão no Brasil, conforme apontado por Fietz *et al.* (2009). Essa expansão da cotonicultura em Mato Grosso reflete o impacto positivo das práticas agrícolas modernas e a capacidade do estado em se adaptar e adotar inovações tecnológicas para impulsionar o crescimento econômico nessa área.

No atual contexto, em que a demanda por uma maior produtividade e qualidade da fibra de algodão para atender às exigências do mercado está em constante crescimento, torna-se crucial maximizar a eficiência no uso de recursos naturais, como água, nutrientes e radiação solar, bem como otimizar o uso de insumos e mão de obra. Dessa forma, é possível garantir a sustentabilidade e a competitividade da produção de algodão, ao mesmo tempo em que se busca atender às demandas crescentes do mercado (Silva, 2002).

A determinação da densidade de plantas e a escolha do espaçamento entre linhas adequado são etapas fundamentais para maximizar os rendimentos e o retorno econômico na produção de algodão.

O ajuste da densidade de plantas pode desempenhar um papel importante na condução da lavoura, além de ter o potencial de aumentar a produtividade, como mencionado por Silva *et al.* (2006). Ao otimizar a distribuição das plantas na área de cultivo, é possível melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis, como luz solar, água e nutrientes, proporcionando condições favoráveis para o crescimento saudável das plantas. Dessa forma, o ajuste adequado da densidade de plantas pode contribuir para facilitar o manejo da lavoura e maximizar os rendimentos alcançados.

Segundo Echer e Rosolem (2015a), a redução do espaçamento entre as linhas durante o estágio inicial do cultivo do algodão pode favorecer a interceptação de luz. No entanto, é importante ressaltar que esse aumento na captura de luz não necessariamente resultará em um aumento na produtividade ou qualidade da cultura. Isso ocorre porque o autossombreamento pode dificultar a penetração da radiação solar nas folhas inferiores à medida que as plantas se desenvolvem, reduzindo a taxa de fotossíntese e a absorção de nutrientes essenciais. Além disso, quando há uma maior janela de cultivo para o algodoeiro, o aumento do espaçamento entre as linhas resulta em um rendimento de fibras maior. No entanto, quando o algodoeiro é semeado no final da janela de cultivo e há restrição no fornecimento de água, espaçamentos mais estreitos tendem a apresentar produtividades mais elevadas (Echer; Rosolem, 2015b). Neste sentido, em estudos realizados por Ferrari *et al.* (2008) é possível verificar que espaçamentos maiores proporcionaram maior peso e maior quantidade de ramos vegetativos por plantas.

De acordo com Galdi *et al.* (2022), uma alta densidade de plantas, especialmente quando combinada com altas doses de nitrogênio, resulta em menor número de capulhos, menor peso das maçãs e menor rendimento. Além do mais, a qualidade da fibra, especialmente o micronaire e a resistência da fibra, também são afetados de forma negativa.

Para Ferreira *et al.* (2015), não há aumento na produtividade em altas densidades, a menos que ocorra uma maior quantidade de chuvas e uma distribuição adequada, especialmente nos meses de maio e junho; mesmo em um

ano com boa pluviosidade, mas sem uma distribuição regular, também não é possível observar um aumento na produtividade.

A região mato-grossense do médio norte (Campo Novo do Parecis) e noroeste (Sapezal e Campos de Júlio) é caracterizada por haver uma precipitação anual variando de 1.500 a 1.900 mm, além disso há duas estações climáticas distintas bem determinadas: estação chuvosa, que vai de setembro a maio, e a estação seca, que ocorre de junho a agosto. Como resultado, a implantação da cultura do algodão é viável em duas épocas diferentes.

Na Semeadura de "safrinha" são cultivadas duas safras por ano agrícola, sem a necessidade de irrigação. A soja de ciclo precoce é plantada nas primeiras chuvas de setembro e colhida em janeiro. Simultaneamente, é feita a semeadura do algodão "safrinha". A vantagem é que duas safras são obtidas em um único ano agrícola. Esse sistema é predominantemente adotado na maioria das regiões do estado do Mato Grosso, isso equivale cerca de 85% do total de algodão cultivado no Estado (Aguiar *et al.*, 2006).

Outro fator que contribui para o sucesso da cultura na região do Parecis, é a temperatura ao logo do seu desenvolvimento, com temperaturas máximas entre 25 e 35°C e mínimas entre 15 e 25°C. Estudos indicam que a temperatura basal máxima é de 37,8°C (Sharma *et al.*, 2021) e a basal mínima sendo de 15,56°C (Oosterhuis; Bourland, 2008), portando o ambiente é muito favorável para o crescimento do algodoeiro.

Portanto, o microambiente da Chapada dos Parecis, no Mato Grosso, é um dos melhores para a produção de algodão em condições não irrigadas, e o aumento da produtividade demanda ajustes finos, como por exemplo a melhoria da penetração de luz no dossel para favorecer a retenção de estruturas frutíferas precoces, o que pode ser feito ajustando a densidade de plantas e/ou o espaçamento de cultivo.

Nesse sentido, aumentar o espaçamento e ajustar a densidade de plantas poderá proporcionar um menor sombreamento e uma menor competição entre plantas por assimilados, consequentemente a retenção de frutos no terço inferior do dossel vegetal e a produtividade aumentarão. Lavouras semeadas no espaçamento de 1,0 m e sob baixas densidades de plantas são mais produtivas.

Com isso, estudos relacionados aos espaçamentos e a densidade populacional são necessários para serem criadas estratégias para que lavouras expressem seu alto potencial produtivo e com qualidade na fibra.

2 OBJETIVO

Avaliar a produtividade de cultivares de algodoeiro cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas e em diferentes densidades populacionais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do algodão

O cultivo do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. Latifolium Hutch) tem sido uma prática no cerrado brasileiro desde o início da década de 1980. Isso se deve principalmente ao desenvolvimento e lançamento de variedades de algodão com maior rendimento de fibra, adaptadas a esse ecossistema. Além disso, melhorias no sistema de produção da cultura garantem uma alta produtividade de fibra, tornando o algodão brasileiro competitivo no mercado internacional (Morello *et al.*, 2015; Silva Neto *et al.*, 2016; Barroso *et al.*, 2017; Suassuna *et al.*, 2018).

De acordo com o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (Imea), na safra 2022/23, foram plantados 1,202 milhão de hectares de algodão no estado. Isso representa um aumento de 2,15% em relação à área plantada na temporada 2021/22.

O algodoeiro é uma das plantas mais amplamente cultivadas em todo o mundo, e em termos comerciais, suas sementes e, sobretudo, suas fibras são os principais produtos explorados. A fibra de algodão é amplamente reconhecida como a fibra natural mais significativa entre todas as fibras têxteis (Buainain; Batalha, 2007).

Conforme observado por Bianchini (2003), o crescimento acelerado da cultura no estado do Mato Grosso se deve, em grande parte, à adoção de variedades aprimoradas, especialmente adaptadas às características do cerrado. Além disso, um elemento essencial para a modernização do setor agrícola foi a colaboração entre o governo e empresários, juntamente com a capacitação dos produtores e da mão de obra.

3.2 Crescimento e desenvolvimento da cultura

O algodoeiro é uma planta com uma notável capacidade de adaptação fenotípica (Beltrão *et al.*, 1994). Oosterhuis (1990) destacou que o algodoeiro é uma planta perene com um hábito de crescimento indeterminado, e que demonstra uma notável capacidade de adaptação tanto ao manejo quanto às condições ambientais.

Além disso, apresenta dimorfismo de ramos, onde pode possuir ramos monopodiais (vegetativos) e ramos simpodiais (frutíferos), conforme observado por Beltrão e Azevedo (1993).

Para Nobréga (1999), o maior potencial produtivo acontece quando há um equilíbrio entre desenvolvimento e crescimento, pois com o crescimento indeterminado da cultura, aumenta a competição por assimilados entre os drenos reprodutivos e os ramos vegetativos.

Um fator importante a ser destacado no desenvolvimento do algodoeiro é a capacidade de auto sombreamento, isso foi destacado por Constable e Oosterhuis (2010), quando uma folha na haste atingiu seu tamanho máximo, pôde-se observar a presença de seis novas folhas acima dela. Essas novas folhas têm a capacidade de interceptar 25% da radiação solar incidente, o que resulta em um aumento considerável na sombra projetada sobre a planta e consequentemente, conforme observado por Hake *et al.* (1991), quando as folhas ficam sombreadas, elas envelhecem prematuramente e perdem a capacidade de produzir carboidratos. Esse fenômeno, por sua vez, favorece o abortamento de estruturas reprodutivas na planta.

Encontrar o equilíbrio entre a capacidade de capturar luz pelo dossel, aumentar a entrada de luz nas folhas sombreadas e melhorar a ventilação na parte inferior da planta é o desafio em questão, como mencionado por Cothren (1994).

Outro fator relevante, que está ligado diretamente com o desenvolvimento da cultura é o DPV (déficit de pressão de vapor), que pode ser compreendido como uma variável que integra os efeitos da temperatura média e da umidade relativa do ar, representando a capacidade da atmosfera em promover a perda de água da superfície terrestre por evaporação e transpiração. Em caso de DPV alto ou baixo, as trocas gasosas pela planta são ineficientes e dessa forma a produção de fotoassimilados fica comprometida. Consequentemente a planta não se desenvolve de forma adequada. Sendo os níveis adequados entre 0,4 e 1,6 kPa (Gonçalves *et al.*, 2024)

3.3 Impacto do espaçamento e da densidade populacional

É crucial estabelecer o espaçamento adequado para o cultivo do algodão, levando em consideração o crescimento das plantas, as práticas agrícolas e o método de colheita, como destacado por Silva (2002).

De acordo com Galdi e Echer (2022) a escolha do espaçamento entre linhas e da densidade é essencial para alçar altos rendimentos na cotonicultura, evitando desperdícios de recursos e que o crescimento individual das plantas seja limitado. O espaçamento interfere de forma direta na interceptação de luz, disponibilidade de água, ventilação e umidade, e consequentemente isso irá afetar a altura de plantas, distribuição de frutos, maturação e produtividade. Quando ajustado corretamente, facilita o uso eficiente de fertilizantes e irrigação.

Atualmente os espaçamentos mais utilizados na cotonicultura brasileira variam de 0,76 a 1,0 m, sendo o mais estreito muito adotado na Bahia e no Mato Grosso a maior parte das lavouras utilizam o espaçamento de 0,90 m. Algumas áreas utilizam espaçamentos menores que 0,76 m, da ordem de 0,45 m, o que caracteriza o sistema adensado. Este método de cultivo fundamenta-se no uso de cultivares criadas para o espaçamento convencional (FERREIRA *et al.*, 2005). Carvalho e Chiavegato (2006), identificaram que o algodoeiro ultra-adensado (espaçamento de 0,40m a 0,76m) fecha entre linha por volta dos 40 DAE e que o algodoeiro convencional (espaçamento de 0,76 a 1,00m) o fechamento entre linhas ocorre com aproximadamente 70 DAE.

Reduzir o espaçamento entre as fileiras melhora a captação de luz devido ao rápido fechamento do dossel, ajudando a controlar as plantas daninhas e reduzir a evaporação da água do solo. Em épocas intermediárias, espaçamentos de 0,75 m a 0,80 m são eficazes. No entanto, isso pode aumentar a sombra na parte inferior do dossel e o consumo de água devido à transpiração. Por outro lado, aumentar o espaçamento entre as fileiras permite mais luz no interior do dossel, melhor circulação de ar e melhor penetração de defensivos agrícolas, o que pode reduzir doenças e danos aos frutos, Em geral, em áreas com alta precipitação no início da safra, espaçamentos mais largos (0,90 m a 1,00 m) funcionam melhor para o algodão (Galdi; Echer, 2022).

As características fisiológicas do terço médio e inferior podem estar sendo negligenciadas ou pouco exploradas em termos agronômicos devido a um arranjo

inadequado das plantas em relação a cultivar utilizada. O sombreamento precoce das folhas no terço médio e, em especial, no terço inferior da planta, causado pelo estreitamento entre as linhas, pode acelerar o processo de senescência foliar, o que prejudica o potencial produtivo da cultura (Benincasa, 1988). Além disso, Heiffig *et al.* (2006) constataram que uma menor ventilação e um maior teor de umidade são resultados de um fechamento de linha mais rápido, sendo essas condições mais favoráveis para o desenvolvimento de doenças, especialmente ramulária e mancha alvo.

O rápido fechamento do dossel do algodoeiro e a sombra na parte inferior podem criar condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças, especialmente quando há chuvas abundantes na fase final do ciclo, o que eleva a umidade do ar e reduz a temperatura (Chitarra; Barbosa, 2012). E ainda de acordo com Chitarra (2014), as principais doenças do algodoeiro se desenvolvem com umidade relativa do ar alta e temperaturas mais elevadas, em geral, entre 25 e 35°C, doenças como ramulária e alternária causam desfolha precoce, e doenças como fusarium e mirotécio afetam diretamente os frutos.

Segundo Maldosso (2007) com estudos em soja, constatou que o fenômeno de sombreamento diminui a formação de flores e, como resultado, a produção de frutos na estrutura da planta. Esse sombreamento pode ser causado pelo estreitamento entre linhas de plantio e/ou alta densidade populacional.

Além de ajustar o espaçamento de forma adequada é imprescindível a escolha da população ideal para otimizar o uso dos recursos disponíveis no ambiente, minimizando a competição entre as próprias plantas da mesma espécie e para chegarmos nessa população ótima são necessárias investigações específicas adaptadas a cada conjunto de condições ambientais, cultivar escolhida e práticas de manejo empregadas, como enfatizado por Chiavegato *et al.* (2010). A densidade de plantio também afeta a penetração de radiação solar, a taxa de fotossíntese. Em altas populações a produção de matéria seca aumenta o que representa um efeito indireto no aumento da distribuição de matéria seca e na redução da distribuição para os frutos de pepino (Schvambach *et al.*, 2002). Em baixas populações há um aumento no número de frutos o que intensifica a alocação de fotoassimilados para os órgãos reprodutivos em detrimento dos tecidos vegetativos. No entanto, essa redistribuição reduz a quantidade de assimilados destinada a cada fruto individualmente, como observado em cultivos de tomate (Heuvelink, 1997) e pepino

(Marcelis, 1992). Consequentemente, podemos ter frutos mais leves e de menor qualidade.

Em trabalho realizado por Adams *et al.* (2019) foi possível constatar que 35 mil plantas ha^{-1} é a população mínima para se obter uma produção ótima, enfatizando que há uma redução acelerada na produção com densidades populacionais inferiores a citada. Apesar dessa população ter uma margem de segurança, as populações mais recomendadas para o algodão ficam entre 70 mil plantas ha^{-1} e 120 mil plantas ha^{-1} (em condições mais adversas), isso porque, as lavouras da maior parte das áreas do cultivo do algodoeiro são instaladas sob condições de alta precipitação, o que contribui para a ocorrência de fungos de solo que prejudica o estabelecimento das plantas. Por essa razão, os cotonicultores aumentam a quantidade de sementes por metro, porém os excessos podem se tornar um prejuízo econômico devido aos altos custos da semente.

A otimização do espaçamento na cultura do algodão é um elemento essencial para garantir a produtividade, a sustentabilidade e a competitividade dessa cultura agrícola (Ghaffar *et al.*, 2020). Este tema está ligado a uma série de aspectos que abrangem desde a eficiência no uso de recursos naturais até o manejo integrado de culturas e as considerações econômicas para os produtores (Galanopoulou-Sendouca; Oosterhuis, 2003; Pontes Junior *et al.*, 2022).

De acordo com Zaman *et al.* (2021), é fundamental compreender a relação direta entre o espaçamento das plantas e a produtividade da cultura do algodão. Pois, a distribuição adequada das plantas no campo influencia significativamente o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, como água, nutrientes e luz solar.

Um espaçamento ideal permite que as plantas tenham acesso equilibrado a esses recursos, maximizando sua capacidade de crescimento e desenvolvimento ao longo do ciclo de cultivo (Maitra *et al.*, 2021). Além disso, o espaçamento adequado contribui para minimizar a competição entre as plantas por esses recursos, promovendo um ambiente favorável para o crescimento saudável e a expressão do potencial produtivo de cada planta.

Em um contexto global onde a demanda por alimentos, fibras e biomassa está em constante crescimento, a agricultura enfrenta o desafio de produzir mais com menos, utilizando de forma mais eficiente os recursos naturais finitos disponíveis (Agus *et al.*, 2021). Nesse sentido, o manejo do espaçamento na cultura do algodão desempenha um papel crucial, pois permite uma alocação mais eficiente

de água, nutrientes e energia solar, resultando em uma produção mais sustentável e ambientalmente responsável (Ghaffar *et al.*, 2020).

A escolha do espaçamento ideal deve levar em consideração não apenas as necessidades específicas da cultura do algodão, mas também a interação com outras culturas cultivadas na mesma área (Ali *et al.*, 2020). Em outras palavras, o manejo integrado de culturas visa otimizar o uso do solo e dos recursos disponíveis, promovendo benefícios agronômicos, econômicos e ambientais para os agricultores.

Nesse contexto, o espaçamento das plantas de algodão pode ser ajustado de acordo com o sistema de rotação de culturas adotado, visando maximizar os benefícios mútuos entre as culturas e minimizar os impactos negativos sobre o solo e o meio ambiente (Fan *et al.*, 2020).

Além dos aspectos agronômicos e ambientais, as considerações econômicas também desempenham um papel importante na determinação do espaçamento na cultura do algodão. Os produtores precisam avaliar não apenas os potenciais benefícios em termos de produtividade e qualidade da fibra, mas também os custos associados ao manejo do espaçamento, como o uso de maquinário e insumos agrícolas. A escolha do espaçamento ideal deve levar em conta a relação custo-benefício para os produtores, garantindo que as práticas adotadas sejam financeiramente viáveis e contribuam para a rentabilidade da atividade agrícola (Lima *et al.*, 2017). No estado de Mato Grosso, o espaçamento de 0,90 m é o mais adotado na cotonicultura, não apenas pela boa resposta produtiva da cultura a essa configuração, mas também por razões operacionais. Considerando que a soja, cultura antecessora em sistemas de sucessão, é tradicionalmente semeada com espaçamento de 0,45 m, a manutenção das linhas de plantio torna-se mais eficiente, favorecendo a logística e o manejo agrícola subsequente.

Também, é importante destacar que o manejo do espaçamento na cultura do algodão é uma área de pesquisa em constante evolução (Shekar *et al.*, 2012; Asewar *et al.*, 2013; Matloob *et al.*, 2020; Hu *et al*., 2021). Novas tecnologias e práticas de manejo estão sendo desenvolvidas continuamente para otimizar a produção de algodão, garantindo ao mesmo tempo a sustentabilidade e a competitividade da cultura (Wang; Memon, 2020; Huang *et al.*, 2021; Lu; Chi; Dong, 2022; Klein; Vidal-Luna, 2023). Portanto, é essencial que os produtores estejam atualizados sobre as últimas pesquisas e recomendações técnicas relacionadas ao

espaçamento na cultura do algodão, a fim de implementar as melhores práticas em suas operações agrícolas.

3.4 Competição por recursos

A competição por recursos entre plantas é um fator crucial no crescimento e desenvolvimento das culturas agrícolas, incluindo o algodão (Zhao *et al.*, 2023). As plantas, durante seu ciclo de vida, precisam de diversos recursos ambientais para se desenvolver de maneira saudável e maximizar sua produtividade. Entre os recursos mais importantes estão a luz, a água e os nutrientes do solo, os quais são limitados em qualquer sistema de cultivo (Nur Arina *et al.*, 2021).

A disponibilidade e a forma como esses recursos são distribuídos podem determinar a eficiência do crescimento das plantas e, consequentemente, a produtividade e a qualidade das fibras produzidas. A interação entre a densidade populacional e o espaçamento entre as linhas de cultivo é um dos fatores principais que altera a competição por esses recursos, impactando o desempenho das plantas de algodão.

Em sistemas de cultivo com alta densidade populacional, as plantas tendem a competir intensamente por luz. A luz é essencial para a fotossíntese, processo pelo qual as plantas convertem energia solar em energia química, fundamental para seu crescimento. Quando as plantas estão muito próximas umas das outras, elas podem ter acesso limitado à luz, o que reduz a taxa fotossintética e compromete seu desenvolvimento. Isso pode resultar em plantas menos vigorosas, com menor número de ramos e folhas, o que, por sua vez, afeta diretamente a produção e qualidade da fibra. Por outro lado, espaçamentos maiores entre as plantas podem reduzir a competição por luz, permitindo que as plantas cresçam mais vigorosamente, mas também podem resultar em áreas de cultivo subutilizadas (Rana; Rana, 2011).

Além da luz, a água é outro recurso vital que as plantas de algodão necessitam em grande quantidade, especialmente durante os períodos críticos de floração e maturação do capulho. A competição por água aumenta com a densidade populacional, uma vez que as plantas mais próximas competem por um volume limitado de água no solo (Manibharathi *et al.*, 2024). Em situações de escassez hídrica, essa competição pode resultar em estresse hídrico, levando ao fechamento

estomático, redução na fotossíntese e menor crescimento das plantas. O estresse hídrico pode também comprometer a qualidade da fibra, já que fibras de algodão cultivadas sob estresse tendem a ser mais curtas, mais finas e de menor resistência. Por isso, o manejo adequado da irrigação, combinado com o espaçamento adequado, é essencial para maximizar o uso eficiente da água (Birrer *et al.*, 2021).

A competição por nutrientes também é um fator determinante no crescimento do algodoeiro. Quando as plantas estão muito próximas, suas raízes entram em competição por nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio. Essa competição pode limitar o desenvolvimento radicular e prejudicar a absorção de nutrientes, resultando em deficiências nutricionais que afetam o crescimento e a produtividade. Além disso, a escassez de nutrientes pode influenciar a formação e o desenvolvimento do capulho, o que impacta a qualidade da fibra. Em densidades populacionais elevadas, pode ser necessário um manejo mais rigoroso de fertilizantes, com aplicação balanceada para evitar desequilíbrios nutricionais que possam prejudicar a nutrição da planta (Abbas *et al.*, 2021).

A definição da densidade populacional deve considerar, além das condições edafoclimáticas, o ciclo das cultivares, classificadas em precoces, de ciclo médio ou tardio. As recomendações variam conforme a região e a época de semeadura. As cultivares FM 974GLT e FM 985GLTP, ambas de ciclo tardio 175 a 190 dias para a primeira e de 180 a 190 dias para a segunda e resistentes ao glifosato, Liberty® e a insetos-pragas da ordem Lepidoptera, apresentam densidades indicadas de 90 a 100 mil plantas ha^{-1} e 80 a 90 mil plantas ha^{-1}, respectivamente, para a região do Parecis, ajustadas em função da época de implantação.

Por fim, é crucial que os produtores de algodão considerem a combinação ideal de espaçamento e densidade populacional para aperfeiçoar o uso de recursos e maximizar tanto a produtividade quanto a qualidade da fibra. A compreensão dos efeitos da competição por luz, água e nutrientes permite um manejo mais eficiente da cultura, seja através do ajuste do espaçamento entre linhas ou do controle da densidade populacional. Dessa forma, é possível melhorar o rendimento das lavouras de algodão e produzir fibras de melhor qualidade, atendendo às demandas do mercado e garantindo a sustentabilidade econômica da produção.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local

O experimento foi conduzido em área comercial de cultivo de algodão no município de Sapezal-MT (13°32'9''S, 58°49'1'', 570m de altitude), na safra 2022/2023 e 2023/2024. Segundo o Sistema de Classificação Climática de Köppen, o clima predominante no estado de Mato Grosso é o tropical úmido megatérmico (Aw) (Souza *et al.*, 2013), com uma estação seca, que compreende os meses de maio a setembro, e uma chuvosa de outubro a abril. A precipitação, temperatura máxima e mínima e GD durante a condução do experimento estão na Figura 1 e a radiação e déficit de pressão de vapor na Figura 2.

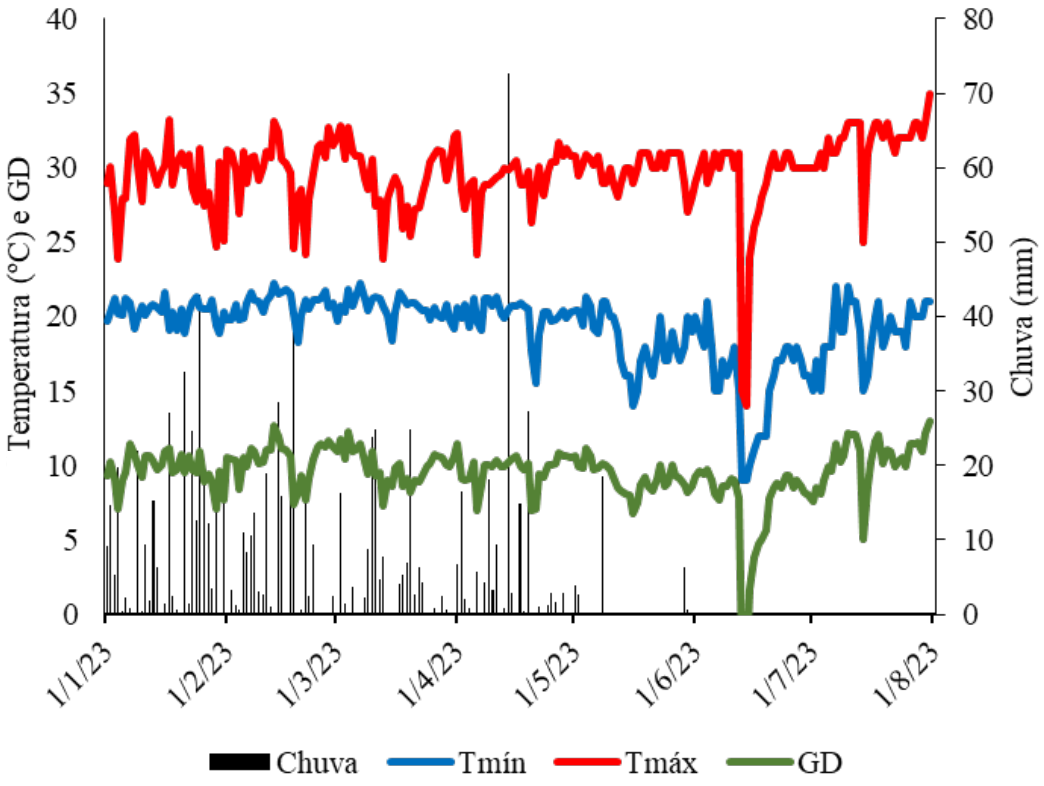


Figura 1 - Temperatura máxima e mínima, GD e precipitação durante a condução do experimento, 2023.

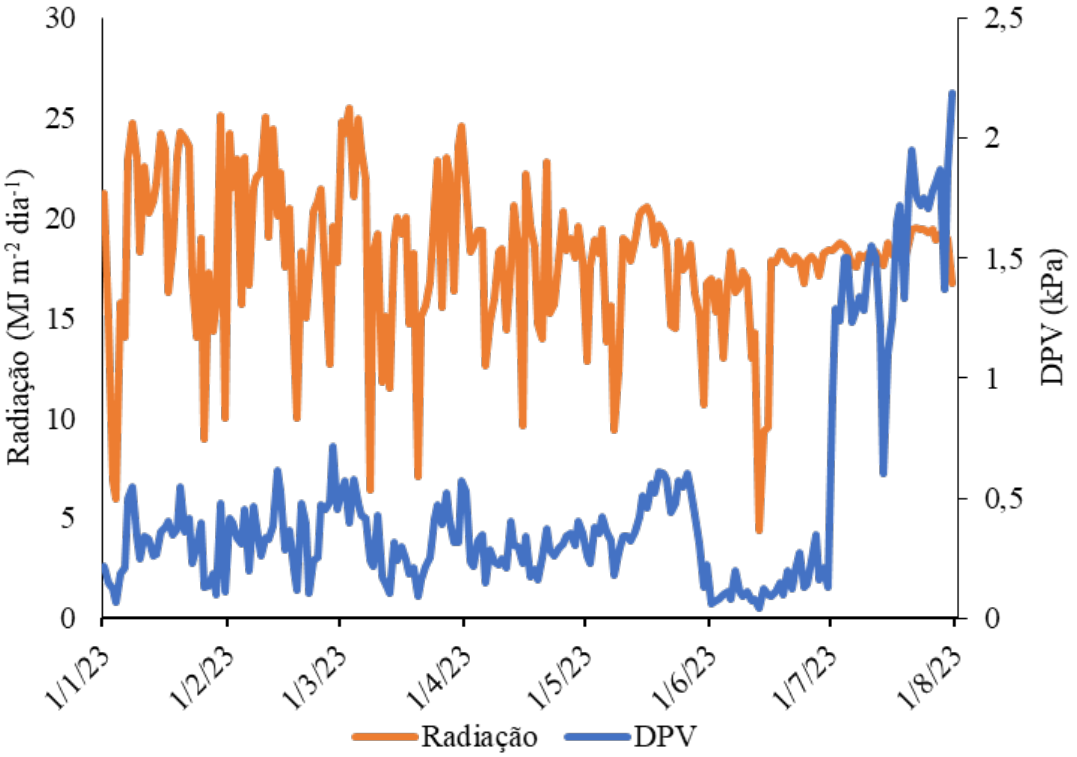


Figura 2 – Radiação solar global e déficit de pressão de vapor (DVP) a condução do experimento, 2023.

O solo da área é classificado como um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (Santos *et al.*, 2013). As características químicas do solo, na profundidade de 0-20 cm, foram analisadas seguindo a metodologia proposta por Raij *et al.* (2001), e o observaram-se os seguintes resultados: pH ($CaCl_2$) 5,61; MO 41,33 g dm^{-3}; P_{resina} 58,80 mg dm^{-3}; K, Ca, Mg e H+Al, 0,46; 4,71; 2,42 e 2,77 cmolc dm^{-3}, respectivamente; e saturação por bases de 72,7%. Com relação a textura do solo, a área apresenta 53% de argila, 17% de silte e 30% de areia.

4.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 × 5, correspondendo a dois espaçamentos entre linhas (0,90 m e 1,00 m) e cinco densidades populacionais (50, 70, 90, 110 e 130 mil plantas ha^{-1}), com três repetições. A marcação das linhas de plantio com espaçamento de 0,90 m foi realizada utilizando a própria semeadora, enquanto o espaçamento de 1,00 m foi demarcado manualmente, com o auxílio de linha e sacho. A semeadura foi efetuada

por meio de uma semeadora manual do tipo bicicleta adaptada para essa finalidade. Contudo, devido à limitação do equipamento em ajustar precisamente a quantidade de sementes, foi necessário realizar o desbaste dez dias após a emergência das plantas para atingir as populações estabelecidas. Foram conduzidos dois experimentos independentes, utilizando as cultivares FM 985GLTP e FM 974GLT.

As parcelas foram compostas por 4 linhas de semeadura de 5 m de comprimento. A colheita foi realizada manualmente em 1 m de cada uma das duas linhas centrais de cada parcela.

4.3 Condução do experimento e avaliações

O algodão foi semeado em 10 fevereiro de 2023 e colhido em 22 agosto de 2023, com ciclo total da cultura de 188 DAE. Todo o manejo acompanhou o planejamento da fazenda, sendo que a primeira adubação de cobertura foi realizada aos 10 DAE com 18 kg ha^{-1} de N e 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 (fosfato monoamônico), 18 kg ha^{-1} de P_2O_5 (superfosfato simples), 156 kgha^{-1} de K_2O (cloreto de potássio), 21 kg ha^{-1} de N (sulfato de amônio) e 1,5 kg ha^{-1} de B. A segunda adubação de cobertura foi realizada entre os 25 e 30 DAE com 52 kg ha^{-1} de N (sulfato de amônio) e a terceira adubação foi realizada entre 55 e 60 DAE com 45 kg ha^{-1} de N (ureia), 1,0 kg ha^{-1} Boro, 10 kg ha^{-1} de N (sulfato de amônio) e 42 kg ha^{-1} de K_2O (cloreto de potássio).

Para o manejo de regulador foi utilizado PIX HC (cloreto de mepiquate) e TUVAL (cloreto de clormequate), tendo um acúmulo de 2,3 L de Pix HC e 0,75 L ha^{-1} de Tuval. Para o manejo de fungicida foi feita uma primeira aplicação de Priori 0,25 + Score 0,3 L ha^{-1}; a segunda foi de Score 0,45 L ha^{-1}, a terceira de Mertin 0,5 L ha^{-1}; a quarta de Orkestra 0,3 L ha^{-1}; a quinta de Mertin 0,5 L ha^{-1}; a sexta de Unizeb 1,5 + Previnil 1,0 L ha^{-1}; a sétima foi de Fox Xpro 0,5 L ha^{-1}; a oitava de Mertin 0,5 L ha^{-1}; e a nona de Fox 0,5 + Score 0,5 L ha^{-1} .

4.4 Variáveis analisadas

No momento da colheita, foram avaliados os componentes biométricos das plantas, consistindo na mensuração da altura e na contagem do número de nós, através de mapeamento de plantas. Para o mapeamento, seis plantas consecutivas

foram analisadas em cada parcela, registrando-se as posições dos capulhos nos respectivos ramos reprodutivos.

Simultaneamente, foi realizada a contagem de todos os capulhos presentes em dois metros lineares de linha de plantio. Os capulhos foram colhidos e pesados, possibilitando a determinação do número de capulhos por metro quadrado (capulhos m^{-2}) e do peso médio de capulho, calculado pela divisão do peso total obtido pelo número de capulhos. As avaliações foram realizadas considerando a área útil de cada parcela.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando constatadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação do espaçamento com a densidade de semeadura foi significativa para a população final de plantas e altura de plantas para a cultivar FM 974GLT (Tabela 1 e 2). Em geral, a população final de plantas não diferiu entre os espaçamentos, exceto para população de 110 mil plantas ha^{-1}, que foi menor no espaçamento de 1,0 m. Quanto às densidades de plantas finais, estas sim variaram conforme os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Desdobramento da interação entre espaçamento x densidade de semeadura para população na cultivar FM 974GLT. Sapezal, MT, 2023.

Espaçamento	Densidade (plantas ha^{-1})					
(m)	50.000	70.000	90.000	110.000	130.000	Equação
0,9	50.000a	72.222a	88.889 a	111.111 a	133.333 a	RL^{1}**
1,0	50.000a	75.000a	90.000a	105.000b	130.000a	RL^{2}**

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $^{1}y = 1{,}0278x - 1388{,}887$ $r^2 = 0{,}99$**; $^{2}y = 0{,}950x + 4500{,}00$ $r^2 = 0{,}99$**

O desdobramento da interação da altura de plantas para a cultivar FM 974GLT mostra que a diferença entre a altura ocorreu em função do espaçamento utilizado, com plantas mais altas quando utilizado menor espaçamento. A densidade de plantas dentro de cada espaçamento não alterou significativamente a altura das plantas. (Tabela 2).

Tabela 2. Desdobramento da interação entre espaçamento x densidade de semeadura para altura de plantas (cm) da cultivar FM 974GLT. Sapezal, MT, 2023.

Espaçamento	Densidade (plantas ha^{-1})					
(m)	50.000	70.000	90.000	110.000	130.000	Equação
0,9	127,7 a	128,7 a	125,7 a	134,3 a	136,3 a	ns
1,0	104,7 b	103,0 b	106,3 b	102,3 b	99,3 b	ns

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de capulhos da cultivar FM 974 não foi influenciado pelo espaçamento utilizado, mas sim pela densidade de plantas, com maior número de

capulhos na densidade de 130.000 plantas em relação às densidades de 50.000 e 70.000 plantas ha^{-1} (Tabela 3).

O peso médio do capulho (PMC), a produtividade de algodão em caroço e a produtividade de fibra da cultivar FM 974GLT variaram em função do espaçamento, com maior PMC e produtividade no espaçamento de 1,0 m entre linhas; porém a densidade de plantas não interferiu no peso médio do capulho, na produtividade de algodão em caroço e nem na produtividade de fibra. Ademais, o rendimento de fibra não variou entre os espaçamentos entre linhas e nem entre as densidades de plantas (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios do número de capulhos (NC), peso médio do capulho (PMC), produtividade de algodão em caroço (PRO C), rendimento de fibra (RF) e produtividade de algodão em fibra (PRO F) da cultivar FM 974GLT. Sapezal, MT, 2023.

Espaçamento (m)	NC	PMC	PRO C	RF	PRO F
	m^{-2}	g	kg ha^{-1}	%	kg ha^{-1}
0,9	129,8 a	3,6 b	4489 b	43,9 a	1973 b
1,0	123,8 a	4,4 a	5044 a	44,3 a	2234 a
Densidade (plantas ha^{-1})					
50.000	110,4	4,4	4615	44,3	2048
70.000	111,9	4,2	4283	43,7	1871
90.000	130,9	4,0	5011	44,1	2211
110.000	132,0	4,0	5038	44,4	2234
130.000	148,6	3,3	4883	44,2	2156
Equação	RL^{1*}	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14,6	23,1	10,3	2,0	10,5

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $y = 0,0005x + 83,428$ $r^2 = 0,92$*.

Não houve efeito do espaçamento sobre a população final de plantas da cultivar FM 985GLTP, e a diferença observada foi apenas em função da densidade (Tabela 4).

Na cultivar FM 985GLTP a altura de planta, número de capulhos, peso médio do capulho e produtividade de fibra não foram influenciados pelo espaçamento e densidade de plantas. Porém, a produtividade de algodão em caroço

e o rendimento de fibra variaram com o espaçamento (Tabela 4), sendo a maior produtividade de algodão em caroço obtida no espaçamento de 1,0 m, enquanto o rendimento de fibra foi maior no espaçamento de 0,9 m (Tabela 4), o que resultou em produtividade de fibra similar entre os espaçamentos.

Tabela 4. Valores médios da população final de plantas (POP), altura de planta (ALT), número de capulhos (NC), peso médio do capulho (PMC), produtividade de algodão em caroço (PRO C), rendimento de fibra (RF) e produtividade de fibra (PRO F) da cultivar FM 985GLTP. Sapezal, MT, 2023.

Espaçamento	POP	ALT	NC	PMC	PRO C	RF	PRO F
(m)			m^{-2}	g	kg ha^{-1}	%	kg ha^{-1}
0,9	-	112,5a	120,9a	4,5a	5149b	41,0a	2112a
1,0	-	113,9a	129,8a	4,5a	5581a	39,4b	2205a
Densidade (plantas ha^{-1})							
50.000	50.926	105,2	111,1	4,9	5097	40,5	2065
70.000	73.611	110,7	112,1	5,1	5324	39,9	2127
90.000	89.444	113,7	125,8	4,3	5238	40,0	2096
110.000	108.889	120,0	139,7	4,1	5544	40,7	2255
130.000	131.667	116,5	137,9	4,1	5621	39,9	2247
Equação	RL^{1}**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,0	8,1	17,2	20,6	9,6	2,6	10,7

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. $^{1}y = 0,984x + 2365,742$ $r^2 = 0,99$**.

A altura de plantas da cultivar FM 974GLT foi maior no espaçamento 0,90 m independente da densidade de plantas, enquanto para a cultivar FM 985GLTP não houve diferença significativa (Tabela 2), isso mostra que a FM 974GLT é mais sensível às mudanças no espaçamento, alterando seu crescimento, resultando em aumento do comprimento do caule.

Segundo Silva *et al.* (2012), a competição entre as plantas por luminosidade proporciona maior estiolamento do algodoeiro provocando a redução dos ramos reprodutivos, esse estiolamento pode ter ocorrido no espaçamento de 0,90 m proporcionando plantas menores em relação às plantas obtidas no espaçamento de 1,0 m.

Alves *et al.* (2017), estudando o crescimento, produtividade e qualidade de fibra de algodão colorido influenciados pela população de plantas verificaram que as maiores alturas de plantas foram obtidas nas menores populações de plantas, similar ao que foi observado no presente estudo.

Para o peso do capulho, apenas na cultivar FM 974GLT houve diferença significativa entre os espaçamentos, com maior peso de capulhos no espaçamento de 1,0 m. O número de capulhos não variou entre os espaçamentos em ambas cultivares (Tabela 3 e 4), e na densidade de plantas apenas a FM 974GLT (Tabela 3) apresentou maior número de capulhos na maior população de plantas, divergindo dos dados encontrados por Alves *et al.* (2017), Ren *et al.* (2013) e Iqbal *et al.* (2012), que relataram menor número de capulhos por planta à medida que se aumentou a densidade de plantas Iqbal e Khan (2011), em trabalho semelhante, concluíram que a redução do espaçamento entre plantas na linha de semeadura causa redução do número de capulhos por planta para os genótipos CRS-6070, CRS-738 e CIM-496, porém no presente estudo tal diferença não foi constatada.

O rendimento de fibra não foi influenciado pelo espaçamento e densidade populacional na cultivar FM 974GLT, enquanto na FM 985GLTP o efeito foi apenas do espaçamento, com menor rendimento no espaçamento de 1,0 m (Tabela 4).

A densidade populacional não interferiu na produtividade de algodão em caroço para ambas cultivares (Tabela 3 e 4), porém esta foi maior no espaçamento de 1,0 m na cultivar FM 985GLTP, o que não impactou a produtividade de algodão em fibra, devido ao menor rendimento no espaçamento mais largo desta cultivar.

Segundo Alves *et al.* (2017), baixas populações impossibilitam o aproveitamento eficiente da área e ocasionam plantas com maior número de ramos vegetativos, e mais posições frutíferas nos ramos simpodiais, o que, dependendo da janela de cultivo (época de semeadura e disponibilidade de água em abril/maio), pode atrasar ou limitar o desenvolvimento dos frutos, reduzindo, assim, a produtividade. Por outro lado, em regiões com alto volume de chuvas, sobretudo em março, o aumento do espaçamento pode melhorar a circulação de ar no dossel, a penetração de luz e a fotossíntese das folhas do baixeiro (Echer; Rosolem, 2015).

A análise dos gráficos obtidos (Figura 3) revela que, para ambas as cultivares (FM 985GLTP e FM 974GLT), o aumento da densidade de plantas elevou o número total de capulhos por metro quadrado (m²), especialmente até o ponto de 110 mil plantas ha^{-1}. No espaçamento de 0,90 m (Figura A), a cultivar FM 985GLT

Patingiu valores próximos a 140 capulhos m^{-2} na densidade de 110 mil plantas ha^{-1}, enquanto a FM 974 GLT apresentou cerca de 130 capulhos m^{-2} na mesma condição. De forma semelhante, no espaçamento de 1,0 m (Figura B), observou-se um padrão de crescimento no número de capulhos com o aumento da densidade, embora com valores ligeiramente inferiores aos observados no espaçamento mais adensado.

Esses resultados estão de acordo com as recomendações do Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro (IMAmt, 2020), que sugere densidades entre 90 e 110 mil plantas ha^{-1} como ideais para cultivares de ciclo médio a longo no estado de Mato Grosso, considerando que proporcionam bom equilíbrio entre produtividade e arquitetura da planta. O manual ainda destaca que espaçamentos entre 0,76 e 0,96 m promovem melhor fechamento do dossel e interceptação de luz, o que pode justificar os maiores valores de capulhos observados no espaçamento de 0,90 m em comparação ao de 1,0 m.

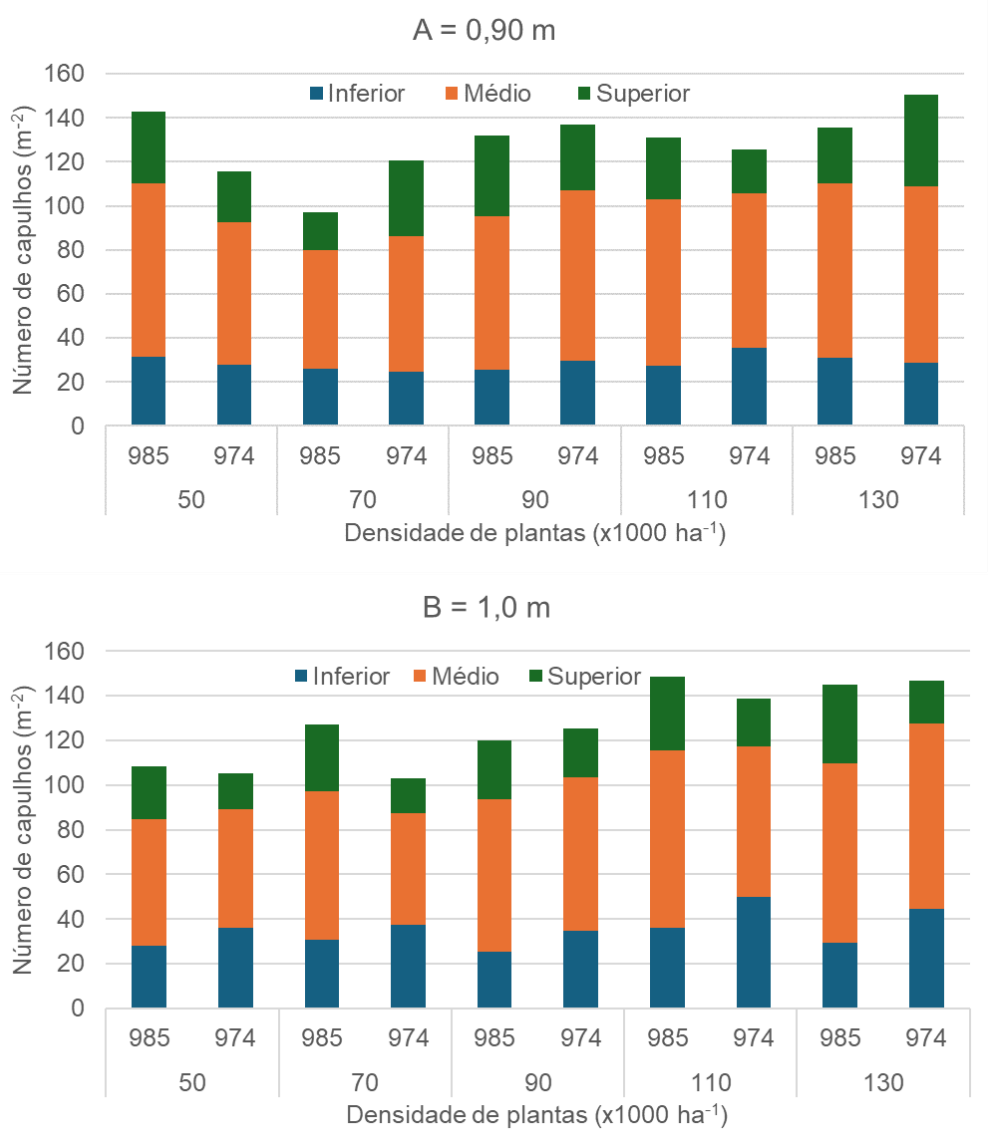
Em relação à distribuição vertical dos capulhos, constatou-se que a maior contribuição para o número total de capulhos provém da porção média da planta, independentemente do tratamento. Em média, essa posição correspondeu a mais de 50% dos capulhos totais. Contudo, à medida que a densidade aumentou, especialmente nas maiores populações (110 e 130 mil plantas ha^{-1}), observou-se maior contribuição da porção superior e redução proporcional da inferior, especialmente na cultivar 974. Esse comportamento é condizente com o descrito por Belót e Vilela (2020), que ressalta que populações mais densas resultam em sombreamento da base da planta e deslocamento do desenvolvimento reprodutivo para os ramos superiores, devido à maior competição por luz.

A cultivar FM 985GLTP demonstrou superioridade em praticamente todas as densidades avaliadas, apresentando maior número total de capulhos m^{-2} em comparação com a FM 974GLT. Essa resposta positiva reforça a capacidade de adaptação e o vigor vegetativo da cultivar, características citadas no manual como diferenciais importantes na escolha do material genético, sobretudo em cenários de alta densidade.

Portanto, os resultados obtidos indicam que o arranjo populacional formado por espaçamento de 0,90 m aliado a densidades entre 90 e 110 mil plantas ha^{-1}, especialmente com a cultivar FM 985GLTP, constitui uma estratégia eficaz para maximizar o número de capulhos por área, apesar de que o peso médio do capulho

tende a ser reduzido sob essa condição (Tabelas 3 e 4). Essa condição otimiza o aproveitamento da luz e da estrutura vegetativa da planta, corroborando as práticas de manejo recomendadas para altas produtividades no cultivo do algodoeiro em Mato Grosso.

Figura 3 - Distribuição de capulhos de algodão por terço da planta (inferior, central ou superior) e diferentes densidades de plantas (50, 70, 90. 110 e 130 mil ha^{-1}) na safra 2023, Sapezal, MT. A: Espaçamento de 0,90 m e B: Espaçamento de 1,0 entre linhas.



De acordo com a Tabela 5 em relação à densidade de plantas, observou-se um comportamento crescente no número médio de capulhos por metro quadrado à medida que a densidade aumentou, especialmente no espaçamento de 1,0 m,

sendo a maior média registrada com 130.000 plantas ha^{-1} (48,7 capulhos- média dos três terços). Isso sugere que o aumento da densidade, embora possa reduzir a ramificação individual das plantas, favorece o maior número de estruturas reprodutivas por área, compensando possíveis perdas por competição intraespecífica. Esse resultado contrapõe estudos prévios como os de Galdi e Echer (2022) em ambientes com maior restrição ao frio, cujo aumento da densidade associado á adubação nitrogenada tende a reduzir a produtividade. Portanto, quando não há restrição por baixa temperatura e suprimento adequado de água, como ocorreu nessa safra em Sapezal – MT, o aumento da densidade tende a favorecer o aumento do número de frutos, mas com menor PMC.

Quanto ao efeito do espaçamento entre linhas, embora não tenha havido diferença significativa isoladamente (ns), notou-se uma leve tendência de aumento do número de capulhos no espaçamento mais amplo (1,0 m), sobretudo nas maiores densidades. Isso pode estar relacionado ao maior espaço para expansão radicular e desenvolvimento vegetativo, proporcionando melhor interceptação luminosa e favorecendo a formação de estruturas reprodutivas.

As análises de interação (CxT) indicaram significância estatística para o número de capulhos ($p < 0,01$), reforçando que a resposta das cultivares ao posicionamento dos frutos na planta é diferenciada. Por outro lado, as demais interações (C×D, D×T e C×D×T) não foram significativas.

Ao analisar os terços da planta, a maior concentração de capulhos foi registrada no terço médio (71,2 e 67,3 capulhos, nos espaçamentos de 0,9 e 1,0 m, respectivamente), com diferenças estatísticas significativas em relação aos terços superior e inferior ($p < 0,05$) (Figura 4). Este padrão é típico do algodoeiro, conforme descrito por Rosolem *et al.* (2001), que destacam o terço médio como a principal região de contribuição produtiva da planta, por receber maior alocação de fotoassimilados e apresentar melhor condição microclimática para a retenção floral.

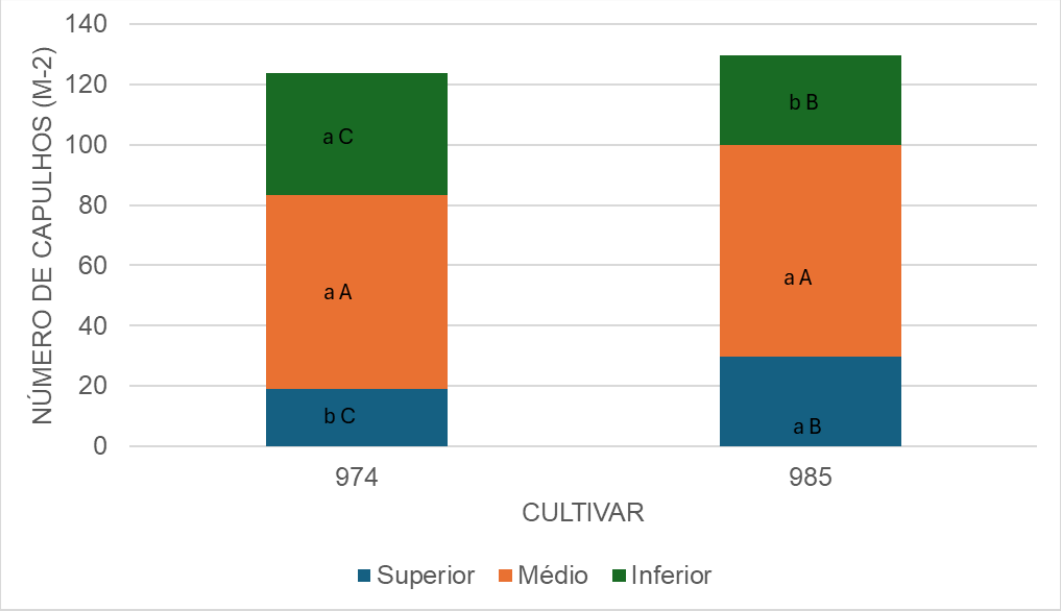
No desdobramento cultivar × terço, no espaçamento de 1,0 m, a cultivar 985 apresentou maior número de capulhos no terço superior (29,6) em relação à 974 (18,9), enquanto no terço médio ambas apresentaram valores semelhantes e elevados. Já no terço inferior, a cultivar 974 mostrou desempenho superior (40,5) em comparação à 985 (30,0) (Figura 4).

Tabela 5. Valores médios do número de capulhos (NC). Sapezal, MT, 2023.

Cultivar (C)	Espaçamento 0,9 m	Espaçamento 1,0 m
974	43,3 a	41,3
985	42,6 a	43,3
Densidade (D) (plantas ha^{-1})		
50.000	43,1	35,5
70.000	36,3	38,4
90.000	44,8	40,8
110.000	42,7	47,9
130.000	47,7	48,7
Equação	ns	RL**
Terço (T)		
Superior	28,9 b	24,3
Médio	71,2 a	67,3
Inferior	28,7 b	35,2
C x D	ns	ns
C x T	ns	**
D x T	ns	ns
C x D x T	ns	ns
CV (%)	25,86	21,82

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. y = 0,000178x + 26,2154 r^2 = 0,95**.

Figura 4. Valores médios do número de capulhos (NC) para o desdobramento cultivar x terço no espaçamento de 1,0m entre plantas.



Médias com letras minúsculas comparam cultivar em cada terço da planta e maiúscula comparam os terços da planta para cada cultivar, no espaçamento de 1,0 e letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6 CONCLUSÃO

Considerando as condições climáticas da safra 2023, próximo da média histórica para a precipitação em Sapezal, MT, observou-se que a resposta da produtividade ao espaçamento depende da cultivar, e não há efeito da interativo do espaçamento com a densidade de plantas e nem efeito isolado da densidade de plantas em nenhuma das cultivares estudadas.

A cultivar FM 974GLT foi mais produtiva no espaçamento mais largo, de 1,0 m, devido ao maior peso médio do capulho.

REFERÊNCIAS

ABBAS, S. *et al.* Nutrient deficiency stress and relation with plant growth and development. *In*: **Engineering tolerance in crop plants against abiotic stress**. CRC Press, 2021. p. 239-262.

ABRAPA. **Principais indicadores do algodão brasileiro**. Relatório de Safra, 2025.

ADAMS, C.; THAPA, S.; KIMURA, E. Determination of a plant population density threshold for optimizing cotton lint yield: a synthesis. **Field Crops Research,** v. 230, p. 11-16, 2019.

AGUIAR, P.H.; MODESTO FILHO, I.; REIS, C.R. Semeadura na época certa garante sucesso da “safrinha”. **Revista Visão Agrícola**, p. 79-80, 2006.

AGUS, C.; NUGRAHENI, M.; PERTIWININGRUM, A.; WURI, M. A.; HASANAH, N. A. I.; SUGIYANTO, C.; PRIMANANDA, E. Tropical biological natural resource management through integrated bio-cycles farming system. **Sustainable Bioeconomy: Pathways to Sustainable Development Goals**, p. 209-238, 2021.

ALI, H.; SARWAR, N.; AHMAD, S.; FAROOQ, O.; NAHAR, K.; HASANUZZAMAN, M. Cotton-based intercropping systems. *In*: **Cotton production and uses:** agronomy, crop protection, and postharvest technologies, p. 321-340, 2020.

ALVES, G.S.; TARTAGLIA, F.L.; ROSA, J.C.; FERREIRA, M.M.; CARVALHO, J.S.; ALVES, W.W.A. Crescimento, produtividade e qualidade de fibra de algodão colorido influenciados pela população de plantas. **Revista Ceres**, v. 64, n. 1, p. 68-76, 2017.

ASEWAR, B. V.; PAWAR, S. U.; BHOSLE, G. P.; GOKHALE, D. N. Effect of spacings and fertilizer levels on seed cotton yield and economics of Bt cotton. **Journal of Cotton Research and Development**, v. 27, n. 1, p. 63-65, 2013.

AZEVEDO DMP. *et al.* Manejo cultural. *In*: BELTRÃO, N.E.M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa-CTT, 1999. v. 2, p. 509-551.

BARROSO, P.A.V.; SUASSUNA, N.D.; PEDROSA, M.B.; MORELLO, C.L.; SILVA, J.L.; LAMAS, F.M.; BOGIANI, J.C. BRS 368RF: a glyphosate tolerant, midseason upland cotton cultivar for Northeast and North Brazilian savanna. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, n. 4, p. 388-402, 2017.

BÉLOT, J.L.; VILELA, P.M.C.A. **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**. Cuiabá: IMAmt, 2020.

BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G.; AZEVEDO, D.M.P.; NÓBREGA, L.B. **Plasticidade morfofisiológica do algodoeiro herbáceo em função da queda induzida das estruturas de reprodução**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA. 40 p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 40), 1994

BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. **Defasagem entre as produtividades real e potencial do algodoeiro herbáceo:** limitações morfológicas, fisiológicas e ambientais. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1993.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988.

BIANCHINI, A.; MAIA, J.C.S.; BORGES, P.H.M.; SILVA, O.R.R.F.; RANGEL, L.E.; CHITARRA, L.G.; SANDOVAL-JÚNIOR, M.C.R.; BORTOLINI, C.G. **Avaliação de diferentes métodos para destruição de soqueiras da cultura do algodão em solos sob vegetação de cerrados.** Cuiabá: EMBRAPA Algodão, 2003.

BIRRER, K.F. *et al.* Can heat stress and water deficit affect cotton fiber wax content in field-grown plants? **Industrial Crops and Products**, v.168, p. 113559, 2021.

BOQUET, D.J. Cotton in ultra-narrow spacing: plant density and nitrogen fertilizer rates. **Agronomy Journal,** v. 97, n. 1, p. 279-287, 2005.

BUAINAIN, A.M.; BATALHA, M.O. Cadeia produtiva do algodão. **Série Agronegócios**, v. 4, 108 p. Brasília. Jan. 2007.

CARVALHO, L.H.; CHIAVEGATO, E.J. Semeadura adensada incrementa produção e reduz custos. Visão Agrícola: algodão: melhores preços levam à ampliação da área cultivada**. USP ESALQ,** ano 3, 2006.

CHIAVEGATO, E.J.; SILVA, A.V.; GOTTARDO, L.C.B. Densidade e arranjo de plantas em sistema adensado. *In*: **O sistema de cultivo do algodoeiro adensado em Mato Grosso**. Cuiabá: Defanti, 2010. p. 121-133.

CHITARRA, L. G.; BARBOSA, C. A. S. Avaliação da severidade e controle químico. *In*: **Identificação e controle das principais doenças do algodoeiro**. 3. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2014.

CONSTABLE, G.C.; OOSTERHUIS, D.M. Temporal dynamics of cotton leaves and canopies. p. 72-79. *In*: STEWART, J. M.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J.; MAUNEY, J. R. (eds.). **Physiology of cotton**. Springer, 2010.

COTHREN JT. Use of growth regulators in cotton production. *In*: CONSTABLE, G. A.; FORRESTER, N. W. (eds.). **Challenging the future**. Austrália: CSIRO, 1994. p. 6-24.

ECHER, F.R.; ROSOLEM, C.A. Cotton leaf gas exchange responses to irradiance and leaf aging. **Biologia Plantarum**, v. 59, n. 2, p. 366-372, 2015a.

ECHER, F.R.; ROSOLEM, C.A. Cotton yield and fber quality affected by row spacing and shading at different growth stages. **European Journal of Agronomy**, v. 65, p. 18-26, 2015b.

FAN, Y.; LIU, Y.; DELAUNE, P. B.; MUBVUMBA, P.; PARK, S. C.; BEVERS, S. J. Economic analysis of adopting no-till and cover crops in irrigated cotton production under risk. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 1, p. 395-405, 2020.

FERRARI. S.; FURLANI JÚNIOR. E.; FERRARI, J.V.; SANTOS, M.L.; SANTOS, D.M.A.D. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 365-371, 2008.

FERREIRA, A.C.D.B.; BORIN, A.L.D.C.; BRITO, G.G.D.; SILVA FILHO, J.L.D.; BOGIANI, J.C. Épocas de semeadura, cultivares e densidades de plantas para algodão adensado em segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 397-405, 2015.

FIETZ, C.R.; COMUNELLO, E.; LAMAS, F.M. **Análise da época de semeadura do algodoeiro em mato grosso com base na precipitação**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009.

GALANOPOULOU-SENDOUCA, S.; OOSTERHUIS, D. Agronomic concepts and approaches for sustainable cotton production. *In*: **Proc. World Cotton Conf.–3, Cotton production for the new millennium,** 2003. p. 507-522.

GALDI, L.V.; CORDEIRO, C.F.S.; SILVA, B.S.; DE LA TORRE, E.J.R.; ECHER, F.R. Interactive effects of increased plant density, cultivars and N rates in environments with different cotton yield recovery potential. *In*: **Industrial Crops and Products**, v.176, 114394, 2022.

GALDI, L.V.; ECHER, F.R.; ROSOLEM, C.A. (org.). Efeito da população de plantas na produtividade e qualidade da fibra do algodão: espaçamentos entre linhas. **Fisiologia aplicada ao manejo do algodoeiro**. 6. ed. Cuiabá: Imamt, 2022. Cap. 6. p. 190-191.

GONÇALVES, S.L.; FARIAS, J.R.B.; TEIXEIRA, L.G. Déficit de pressão de vapor (DPV) como referência de produtividade em soja-primeira aproximação. **CEP**, v. 86085, p. 981, 2024.

GHAFFAR, A.; HABIB ur RAHMAN, M.; ALI, H. R.; HAIDER, G.; AHMAD, S.; FAHAD, S.; AHMAD, S. Modern concepts and techniques for better cotton production. **Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies**, p. 589-628, 2020.

HAKE, K.; BARKER, G.; KRIEG, D.; MAUNEY, J. Cotton's microclimate. **The Cotton Physiology Today**, v. 2, n. 5, mar/abr. 1991.

HEIFFIG, L.S. *et al.* Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia,** v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

HEUVELINK, E. Effect of plant density on biomass allocation to the fruits in tomato (Lycopersicum esculentum). **Scientia Horticulturae,** v. 64, p. 193-201, 1995.

HU, G.; GROVER, C. E.; JARECZEK, J.; YUAN, D.; DONG, Y.; MILLER, E.; WENDEL, J.F. Evolution and diversity of the cotton genome. *In*: **Cotton precision breeding**. Cham: Springer, 2021. p. 25-78.

HUANG, G.; HUANG, J. Q.; CHEN, X. Y.; ZHU, Y. X. Recent advances and future perspectives in cotton research. **Annual review of Plant Biology**, v. 72, p. 437-462, 2021.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Estatística da Produção Agrícola, 2025.

IQBAL, M.; KHAN, M.A. Response of cotton genotypes to planting date and plant spacing. **Frontiers of Agriculture in China**, v. 5, p. 262-267, 2011.

IQBAL, M.; AHMAD, S.; NAZEER, W.; MUHAMMAD, T.; KHAN, B.M.; HUSSAIN, M.; MEHMOOD, A.; TAUSEEF. M.; HAMEED, A.; KARIM, A. High plant density by narrow plant spacing ensures cotton productivity in elite cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes under severe cotton leaf curl virus (CLCV) infestation. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, p. 2869-2878, 2012.

JOST, P.H.; COTHREN, J.T. Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultranarrow row spacings. **Crop Science**, v. 40, n. 2, p. 430-435, 2000.

KEIM, D. *et al.* Cotton Production Beyond 2030. *In*: **Cotton Precision Breeding**. Cham: Springer, 2021. p. 411-443.

KHAN, N. *et al.* Comparative yield, fiber quality and dry matter production of cotton planted at various densities under equidistant row arrangement. **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 232, 2020.

KLEIN, H.; VIDAL-LUNA, F. The complex evolution of Brazilian cotton production. **América Latina en la Historia Económica**, v. 30, n. 2, p. 1-35, 2023.

KUMAR, R. *et al.* Coupling effects of nitrogen and irrigation levels on growth attributes, nitrogen use efficiency, and economics of cotton. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 890181, 2022.

LIMA, A. C.; SILVEIRA, J. A. G.; MATOS, F. R. N.; XAVIER, A. M. A qualitative analysis of capital budgeting in cotton ginning plants. **Qualitative Research in Accounting & Management**, v. 14, n. 3, p. 210-229, 2017.

LU, F. E. N. G.; CHI, B.; DONG, H. Cotton cultivation technology with Chinese characteristics has driven the 70-year development of cotton production in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 21, n. 3, p. 597-609, 2022.

MADALOSSO, M.G. Espaçamento entrelinhas e pontas de pulverização no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow. 90f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Mari-RS, 2007.

MAITRA, S.; HOSSAIN, A.; BRESTIC, M.; SKALICKY, M.; ONDRISIK, P.; GITARI, H.; SAIRAM, M. Intercropping: a low input agricultural strategy for food and environmental security. **Agronomy**, v. 11, n. 2, p. 343, 2021.

MANIBHARATHI, S. *et al.* Exploring the impact of high density planting system and deficit irrigation in cotton (Gossypium hirsutum L.): a comprehensive review. **Journal of Cotton Research**, v. 7, n. 1, p. 28, 2024.

MARCELIS, L.F.M. The dynamics of growth and dry matter distribution in cucumber. **Annals of Botany,** v. 69, p. 487-492, 1992.

MATLOOB, A.; ASLAM, F.; REHMAN, H.U.; KHALIQ, A.; AHMAD, S.; YASMEEN, A.; HUSSAIN, N. Cotton-based cropping systems and their impacts on production. **Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies**, p. 283-310, 2020.

MORELLO, C.L.; SUASSUNA, N.D.; BARROSO, P.A.V.; SILVA, J.L.; FERREIRA, A.C.B.; LAMAS, F.M.; PEDROSA, M.B.; CHITARRA, L.G.; RIBEIRO, J.L.; GODINHO, V.P.C.; LANZA, M.A. BRS 369RF and BRS 370RF: Glyphosate tolerant, high-yielding upland cotton cultivars for central Brazilian savanna. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, n. 4, p. 290-294, 2015

NÓBREGA, L.B.; VIEIRA, D.J.; BELTRÃO, N.D.M.; AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.D.M. **O agronegócio do algodão no Brasil**, 1999.

NUR ARINA, I. *et al.* Radiation dynamics on crop productivity in different cropping systems. **International Journal of Agronomy**, v. 2021, n. 1, p. 4570616, 2021.

OOSTERHUIS, D.M. Growth and development of cotton plant. *In*: SOUTHERN BRANCH WORKSHOP FOR PRACTICINGAGRONOMIST, 1990, Madison. **Proceedings […].** Madison: American Society of Agronomy, 1990. p.1-24.

OOSTERHUIS, D.M.; BOURLAND, F.M. (Eds.). **COTMANTM**: Crop management system. 1. ed. Fayetteville: University of Arkansas, Agricultural Experiment Station Fayetteville, 2008. p. 107.

PONTES JUNIOR, V. B.; SILVA, A.; D'ANTONINO, L.; MENDES, K.F.; DE PAULA MEDEIROS, B. A. Methods of control and integrated Management of Weeds in agriculture. *In*: **Applied Weed and Herbicide Science**. Cham: Springer, 2022. p. 127-156.

RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 284p.

RANA, S.S.; RANA, M.C. Cropping system. Department of Agronomy. **Palampur**, v. 80, 2011.

RAPHAEL, J.P.A. O mapeamento por contagem de capulhos: contagem e registro dos capulhos. *In*: RAPHAEL, J.P.A.; ROSOLEM, C.A.; ECHER, F.R.

(org). **Mapeamento da produção no algodoeiro:** embasamentos e realização a campo. 5. ed. Cuiabá: Imamt, 2019. Cap. 3. p. 40-45.

REN, X.; ZHANG, L.; DU, M.; EVERS, J.B.; WERF, W.V.D.; TIAN, X.; LI, Z. Managing mepiquat chloride and plant density for optimal yield and quality of cotton. **Field Crops Research**, v. 149, p. 01-10, 2013.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.

SCHVAMBACH, J.L.; ANDRIOLO, J.L.; HELDWEIN, A.B. Produção e distribuição da matéria seca do pepino para conserva em diferentes populações de plantas. **Ciência Rural**, v. 32, p. 35-41, 2022.

SEVERINO, L.; RODRIGUES, S.; CHITARRA, L.; LIMA FILHO, J.R.; CONTINI, E.; MOTA, M. **Algodão-Parte 01**: caracterização e desafios tecnológicos, 2019.

SHARMA, A.; DEEPA, R.; SANKAR, S.; PRYOR, M.; STEWART, B.; JOHNSON, E.; ANANDHI, A. Use of growing degree indicator for developing adaptive responses: a case study of cotton in Florida. **Ecological Indicators**, v. 124, 2021.

SHEKAR, K.; RAMANA, M. V.; DEVI, S. S.; KUMARI, S.R. Effect of spacing and canopy management on yield, quality and economics of Bt cotton. **Journal of Cotton Research and Development**, v. 26, n. 2, p. 209-211, 2012.

SIDDIQUI, M.Q.; WANG, H.; MEMON, H. Cotton fiber testing. **Cotton science and processing technology:** gene, ginning, garment and green recycling. 2020. p. 99-119.

SILVA, A.V. **Espaçamentos ultra-adensado, adensado e convencional com densidade populacional variável em algodoeiro**. 2002. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, P.T.; MACEDO, F.G.; CAMACHO, M.A.; SANTOS, C.; SANTI, A.; KRAUSE, W.; RAMBO, J.R. Spacing and plant density effect on reproductive development of herbaceous cotton. **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, p. 01-08, 2012.

SOUZA, A.P.; MOTA, L.L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, C.C.; ALMEIDA, F.T.; PAULINO, J. Climate classification and climatic water balance in Mato Grosso State, Brazil. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

SUASSUNA, N.D.; MORELLO, C.L.; PEDROSA, M.B.; BARROSO, P.A.V.; SILVA, J.L.; SUASSUNA, T.M.F.; PERINA, F.J.; SOFIATTI, V.; MAGALHÃES, F.O.C.; FARIAS, F.J.C. BRS 430 B2RF and BRS 432 B2RF: insect resistant and glyphosate-tolerant high-yielding cotton cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18, n. 2, p. 221-225, 2018.

WANG, H.; MEMON, H. Cotton science and processing technology. **Physical Structure, Properties and Quality of Cotton**, v. 5, p. 79-98, 2020.

ZAMAN, I.; ALI, M.; SHAHZAD, K.; TAHIR, M.S.; MATLOOB, A.; AHMAD, W.; DATTA, R. Effect of plant spacings on growth, physiology, yield and fiber quality attributes of cotton genotypes under nitrogen fertilization. **Agronomy**, v. 11, n. 12, p. 2589, 2021.

ZHAO, H. *et al.* Recent advances and future perspectives in early-maturing cotton research. **New Phytologist**, v. 237, n. 4, p. 1100-1114, 2023.