



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

RÚBIA NASCIMENTO CRIVELLI DE ARRUDA

**ATENUAÇÃO DO ESTRESSE POR CALOR EM CULTIVARES DE ALGODOEIRO
PELA APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE**

Presidente Prudente - SP
2025



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

RÚBIA NASCIMENTO CRIVELLI DE ARRUDA

**ATENUAÇÃO DO ESTRESSE POR CALOR EM CULTIVARES DE ALGODOEIRO
PELA APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE**

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

Orientador:
Prof. Dr. Fabio Rafael Echer

Presidente Prudente - SP
2025

Catálogo Internacional de Publicação (CPI)

633.51
A773a

Arruda, Rúbia Nascimento Crivelli
Atenuação do estresse por calor em cultivares de algodoeiro
pela aplicação de bioestimulante / Rúbia Nascimento Crivelli de
Arruda. -- Presidente Prudente, 2025.
66 f.: il.

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

1. Bioestimulante. 2. *Gossypium hirsutum* L.. 3. Adaptação
climática. 4. Cultivares. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “ATENUAÇÃO DO ESTRESSE POR CALOR EM CULTIVARES DE
ALGODOEIRO PELA APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTE”**

AUTOR(A): RÚBIA NASCIMENTO CRIVELLI DE ARRUDA

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)

Profa. Dra. ADRIANA LIMA MORO

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. GUSTAVO ADOLFO PAZZETTI ORDONEZ

UnirV - Universidade de Rio Verde (GO)

Data da realização: Presidente Prudente, 14 de abril de 2025.

Central de Assinaturas Eletrônicas

Sobre o documento

Assunto: Documento eletrônico
Status do documento: Concluído
Data de criação do documento: 16/04/2025 09:55
Fuso horário: (UTC-03:00) Brasília
Número de assinaturas: 3
Solicitante: KEID RIBEIRO KRUGER (#6098300)

Signatários do documento

FÁBIO RAFAEL ECHER (PROFESSOR)

fabioecher@unoeste.br
Recebido em 16/04/2025 09:55
Assinado em 16/04/2025 13:48
Assinatura Interna UNOESTE
Usando endereço IP: 177.131.39.1
ID da assinatura: 4706700

ADRIANA LIMA MORO (PROFESSOR)

adrianamoro@unoeste.br
Recebido em 16/04/2025 09:55
Assinado em 16/04/2025 12:13
Assinatura Interna UNOESTE
Usando endereço IP: 177.131.32.35
ID da assinatura: 4706701

GUSTAVO ADOLFO PAZZETTI ORDONEZ (SIGNATÁRIO EXTERNO)

pazzetti@univ.edu.br
Recebido em 16/04/2025 09:55
Assinado em 18/04/2025 08:12
Assinatura Interna UNOESTE
Usando endereço IP: 2804:18:1113:deb1:4ca9:c4ce:2362:bd1
ID da assinatura: 4706702

URL do documento: <https://www.unoeste.br/ca/cf91d708>

Assinatura digital do documento: 1142710c7cf5f06e5006561069c3d63ac33f001e82ca3b8b718887d055161caa

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

Ao meu esposo, Vinícius Arruda, pela compreensão, pelo incentivo e pelo amor incondicional. Sua presença constante em cada etapa foi essencial para que este sonho se tornasse realidade. Você foi meu porto seguro, sempre me apoiando e acreditando em minha capacidade, mesmo nos momentos mais desafiadores.

Às minhas filhas, Júlia e Laura, que são minha maior fonte de inspiração e força nos dias de cansaço; a razão pela qual me esforço diariamente para ser melhor. A vocês, que tornam minha vida mais significativa e valiosa dedico esta conquista.

Aos meus pais, Maria e Pedro, pela dedicação, pelo amor incondicional e por serem minha base em todos os momentos. O apoio de vocês foi indispensável, especialmente nos dias mais difíceis, cuidando de tudo para que eu pudesse focar em alcançar este objetivo. Aos meus primos, Débora e Miguel, pela ajuda incansável nos dias de sol e chuva, e por estarem ao meu lado no campo, contribuindo diretamente para a condução deste trabalho. Vocês, minha família, são o alicerce das minhas conquistas e a força que me impulsiona a seguir em frente, mesmo diante das adversidades.

Aos amigos que compartilharam esta caminhada comigo, especialmente aqueles que estiveram presentes nos momentos mais intensos e desafiadores.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Rafael Echer, expresso minha profunda gratidão e respeito. Seu conhecimento, dedicação e exemplo foram fundamentais para despertar em mim o entusiasmo pelo aprendizado e pela pesquisa. Agradeço pela sua paciência, pela orientação incansável e, por me motivar a superar limites e ir além.

Aos demais professores que fizeram parte desta jornada agradeço de coração por compartilharem conhecimento, dedicação e amor pela ciência. Cada um de vocês teve um papel especial na minha formação acadêmica e profissional, tornando esta trajetória ainda mais enriquecedora.

Também dedico este trabalho, a todos aqueles, que de forma direta ou indireta, foram fundamentais ao longo da minha trajetória acadêmica e pessoal, e que também contribuíram de forma significativa para a concretização deste projeto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar com sabedoria e me conceder força e coragem para enfrentar cada desafio. Sem sua presença e proteção, nada disso seria possível.

À minha família, minha base e apoio incondicional, que esteve ao meu lado em todos os momentos, compartilhando minhas alegrias e conquistas, mas também os momentos de dificuldade e superação. Agradeço ao meu esposo Vinícius pelo amor, paciência e incentivo constante, e às minhas filhas Júlia e Laura, que são minha inspiração diária e me lembram do verdadeiro sentido de persistir e lutar por meus objetivos.

Aos meus pais Maria e Pedro, que desde cedo me ensinaram o valor da educação e da dedicação, meu profundo agradecimento. Vocês plantaram em mim a confiança para seguir em frente e me impulsionaram a acreditar em meus sonhos.

Aos meus amigos e colegas, que contribuíram com palavras de apoio, conselhos e momentos de descontração, essenciais para manter a motivação ao longo desta jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Rafael Echer, cuja orientação e ensinamentos foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também, a todos os professores e colegas de curso por compartilharem comigo seu conhecimento e experiências, além da paciência e do incentivo que foram indispensáveis.

Ao programa de cooperação institucional PCI Unoeste – Unilasalle que permitiu o oferecimento do Mestrado Acadêmico em Agronomia.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste projeto. Cada gesto, palavra e apoio fizeram a diferença e me ajudaram a concretizar mais esta etapa. Meu sincero e profundo agradecimento a todos vocês.

*“Não há saber mais ou saber menos:
há saberes diferentes”.
(Paulo Freire)*

RESUMO

Atenuação do estresse por calor em cultivares de algodoeiro pela aplicação de bioestimulante

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é essencial para a indústria têxtil, além de fornecer óleo vegetal e ração animal. O Brasil destaca-se como um dos principais produtores, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, enfrentando desafios associados às variações climáticas adversas. Este estudo, objetivou avaliar, em diferentes cultivares e localidades de cultivo, no estado de Mato Grosso, o desempenho produtivo e a qualidade da fibra do algodão, em resposta à aplicação foliar de bioestimulante, com a proposta de mitigar o estresse térmico por alta temperatura. Para a distribuição das unidades experimentais no campo, adotou-se delineamento em blocos casualizados com 4 repetições, em esquema subdivididas, definido por 12 cultivares, tratadas ou não com aplicação foliar de bioestimulante em 3 localidades de cultivo nos municípios de Sorriso, Tabaporã e Porto dos Gaúchos. O bioestimulante foi aplicado a partir do estágio fenológico B1 (aparecimento do primeiro botão floral), na dose de 250 mL ha⁻¹, com reaplicações a cada 15 dias, totalizando seis aplicações e um volume acumulado de 1,5 L ha⁻¹. As avaliações realizadas na colheita incluíram parâmetros produtivos e atributos de qualidade da fibra. Os resultados indicaram que fatores genéticos (cultivares) e ambientais (loais de cultivo) influenciaram significativamente a produtividade e a qualidade da fibra. As cultivares DP 1949B3RF e FM 974GLT destacaram-se em rendimento e resistência da fibra. As condições climáticas, especialmente a temperatura, afetaram diretamente a qualidade e o desempenho do algodoeiro, evidenciando a necessidade de estratégias adaptativas para mitigar os efeitos do estresse térmico. Conclui-se que há diferença entre as cultivares quanto a produtividade e a qualidade da fibra de algodão em regiões com temperaturas elevadas. O bioestimulante apresentou efeito pontual e variável, com ganhos mais consistentes em Porto dos Gaúchos, especialmente na retenção de capulhos e formação de sementes, mas não foi determinante para produtividade ou qualidade da fibra.

Palavras-chave: Bioestimulante; *gossypium hirsutum* L.; adaptação climática; altas temperaturas; cultivares.

ABSTRACT

Heat stress mitigation in cotton cultivars through the application of bioestimulant

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is essential for the textile industry, as well as for producing vegetable oil and animal feed. Brazil stands out as one of the leading producers, especially in tropical and subtropical regions, facing challenges due to adverse climatic variations. This study evaluated the productivity and fiber quality of different cotton cultivars treated with a biostimulant, aiming to mitigate thermal stress under high-temperature conditions in Mato Grosso. The experiment was conducted in a completely randomized design, with a subdivided scheme, comprising 12 treatments (combinations of cultivars and application of the biostimulant Megafol®) and four replicates, in the municipalities of Sorriso, Tabaporã, and Porto dos Gaúchos. The bio-stimulant was applied starting at the B1 stage (first floral bud appearance) at a dose of 250 mL/ha, with reapplications every 15 days, totaling six applications and an accumulated volume of 1.5 L/ha. Harvest evaluations included productive parameters and fiber quality attributes. The results indicated that genetic (cultivars) and environmental (cultivation sites) factors significantly influenced fiber productivity and quality. The cultivars DP 1949B3RF and FM 974GLT stood out in yield and fiber strength. Climatic conditions, especially temperature, directly affected cotton quality and performance, highlighting the need for adaptive strategies to mitigate thermal stress effects. It was concluded that there is a difference among cultivars regarding the yield and quality of cotton fiber in regions with high temperatures. The biostimulant showed a punctual and variable effect, with more consistent gains in Porto dos Gaúchos, especially in boll retention and seed formation, but it was not determinant for yield or fiber quality.

Keywords: Biostimulant; *gossypium hirsutum* L.; climate adaptation; high temperatures; cultivars.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 —	Número de dias com temperatura máxima (Tmax) acima de 29°C, temperatura máxima média, precipitação acumulada da semeadura até a colheita (Prec.) e duração do ciclo.....	26
Tabela 2 —	Precipitação acumulada (Prc.), Temperaturas máximas e mínimas (Tamax; Tamim) e graus dias (GD) acumulados, registrados ao longo do ciclo fenológico, nas localidades de cultivo nos municípios de Sorriso (SRS) Tabaporã (TAB) e Porto do Gaúchos (PG).....	27
Tabela 3 —	Informações técnicas das cultivares de algodão relacionadas à duração do ciclo (Precoce-P, Medio-M; Tardio-T), exigência por regulador (Reg), fertilidade (Fert, média-A, Alta-A), rendimento de pluma (%F), resistência a ramulária raças I e II (RR) e resistência ou tolerância (R/T) ao nematoide das galhas (Meloydogine incógnita).....	28
Tabela 4 —	Especificações químicas do bioestimulante presentes no extrato líquido comercial Megafol®.....	28
Tabela 5 —	Valores médios de número de sementes por loja (S.L-1) e capulho (S.C. -1), número de capulhos por m-2 (NC), peso médio de capulho (PMC), rendimento de fibra (RF) e produtividade de algodão fibra por hectare (Prod), obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso - MT, com diferentes cultivares de algodão submetidas ou não à aplicação de bioestimulante.....	30
Tabela 6 —	Valores médios do número sementes por loja e capulho obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, em diferentes cultivares de algodão em resposta à aplicação ou não de bioestimulante.....	31
Tabela 7 —	Valores médios PMC (g) para diferentes cultivares de algodão obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, em resposta à aplicação ou não de bioestimulante.....	32

Tabela 8 —	Valores médios de produtividade de algodão em fibra (kg/ha) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares de algodão em resposta à aplicação ou não de bioestimulante.....	33
Tabela 9 —	Valores médios número de capulhos por metro quadrado (NC) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.....	33
Tabela 10 —	Valores médios de rendimento de fibra (RF) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.....	34
Tabela 11 —	Valores médios de micronaire (MIC), comprimento (LEN), resistência (STR), uniformidade (UI), alongamento (ELG), maturidade (MAT) e índice de fibras curtas (IFC) de diferentes cultivares de algodoeiro submetidas à aplicação de bioestimulante, no município de Sorriso – MT.....	35
Tabela 12 —	Valores médios de alongamento da fibra (em %) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares de algodoeiro avaliadas com e sem aplicação de bioestimulante.....	36
Tabela 13 —	Valores médios de maturidade da fibra (MAT) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares de algodoeiro avaliadas com e sem aplicação de bioestimulante.....	36
Tabela 14 —	Valores médios de alongamento da Micronaire (MIC) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.....	37
Tabela 15 —	Valores médios de comprimento de fibra (LEN) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.....	38

Tabela 16 —	Valores médios de resistência de fibra (STR) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.....	38
Tabela 17 —	Valores médios de uniformidade do comprimento (UI) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.....	39
Tabela 18 —	Valores médios de índice de fibras curtas (IFC) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.....	40
Tabela 19 —	Valores médios de número de sementes por loja (S.L-1) e capulho (S.C. -1), número de capulhos por m-2 (NC), peso médio de capulho (PMC), rendimento de fibra (RF) e produtividade de algodão fibra por hectare (Prod), obtidos em experimento conduzido no município de Tabaporã - MT, com diferentes cultivares de algodão submetido ou não à aplicação de bioestimulante.....	40
Tabela 20 —	Valores médios de micronaire (MIC), comprimento (LEN), resistência (STR), uniformidade (UI), alongamento (ELG), maturidade (MAT) e índice de fibras curtas (IFC) obtidos em experimento conduzido no município de Tabaporã – MT, em diferentes cultivares de algodoeiro submetidas à aplicação de bioestimulante.....	42
Tabela 21 —	Valores médios de comprimento de fibra (LEN) obtidos em experimento conduzido no município de Tabaporã – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.....	43
Tabela 22 —	Valores médios de número de sementes por loja (S.L-1) e capulho (S.C. -1), número de capulhos por m-2 (NC), peso médio de capulho (PMC), rendimento de fibra (RF) e produtividade de algodão fibra por hectare (Prod), obtidos em	

	experimento conduzido no município de Porto do Gaúchos - MT, com diferentes cultivares de algodão submetido ou não à aplicação de bioestimulante.....	45
Tabela 23 —	Valores médios do número sementes por loja (S.L-1) e capulho (S.C-1) obtidos em experimento conduzido no município de Porto dos Gaúchos – MT, para diferentes cultivares de algodão em resposta à aplicação ou não de bioestimulante.....	46
Tabela 24 —	Valores médios do número de capulhos (NC) obtidos em experimento conduzido no município de Porto dos Gaúchos – MT, para diferentes cultivares de algodão em resposta à aplicação ou não de bioestimulante.....	47
Tabela 25 —	Tabela 25 -Valores médios de micronaire (MIC), comprimento (LEN), resistência (STR), uniformidade (UI), alongamento (ELG), maturidade (MAT) e índice de fibras curtas (IFC) obtidos em experimento conduzido no município de Porto dos Gaúchos – MT, de diferentes cultivares de algodoeiro submetidas à aplicação de bioestimulante à base de Ascophyllum nodosum, no município de Porto dos Gaúchos – MT.....	49
Tabela 26 —	Valores médios de maturidade da fibra (MAT) obtidos em experimento conduzido no município de Porto dos Gaúchos – MT das diferentes cultivares de algodoeiro avaliadas com e sem aplicação de bioestimulante.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 —	Desenvolvimento vegetativo do algodoeiro.....	17
Figura 2 —	Fases reprodutivas do algodoeiro, formação de botões florais (B1 a Bn).....	18
Figura 3 —	Fases reprodutivas do algodoeiro, formação de flores (F1 a Fn).	18
Figura 4 —	Formação e desenvolvimentos de frutos (C1 a CN).....	18
Figura 5 —	Distribuição pluviométrica, térmica (máximas e mínimas) e graus dias acumulados durante o ciclo de crescimento do algodoeiro, registrados em: a) Sorriso, b) Tabaporã e c) Porto dos Gaúchos - Mato Grosso, 2023/2024.....	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Algodoeiro e seus aspectos.....	17
2.2	Efeito do estresse térmico na fisiologia do algodoeiro.....	19
2.2.1	Estresse hídrico associado ao térmico.....	21
2.2.2	Efeito do calor na qualidade da fibra.....	22
2.3	Uso de bioestimulantes para atenuação do estresse térmico.....	23
2.4	O bioestimulante Megafol®.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Local.....	25
3.2	Delineamento experimental.....	27
3.3	Avaliações.....	29
3.4	Análise dos dados.....	29
4	RESULTADOS.....	30
4.1	Ambiente de cultivo safra 2023/2024, Sorriso – MT.....	30
4.1.1	Componentes de produção e produtividade, Sorriso-MT.....	30
4.1.2	Qualidade de Fibra, Sorriso – MT.....	34
4.2	Ambiente de cultivo safra 2023/2024, Tabaporã – MT.....	40
4.2.1	Componentes de produção e produtividade, Tabaporã-MT.....	40
4.2.2	Qualidade de Fibra, Tabaporã – MT.....	42
4.3	Ambiente de cultivo safrinha 2024/2024, Porto dos Gaúchos – MT	45
4.3.1	Componentes de produção e produtividade, Porto dos Gaúchos – MT	45
4.3.2	Qualidade de Fibra, Porto dos Gaúchos-MT.....	49
5	DISCUSSÃO.....	52
5.1	Variações dos componentes de produção do algodoeiro em função do local de cultivo, cultivares e da aplicação do bioestimulante.....	52
5.2	Variações dos componentes de qualidade de fibra do algodão em função do local de cultivo e da aplicação do bioestimulante....	54
6	CONCLUSÕES.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma cultura de extrema importância econômica mundial, sendo essencial para a indústria têxtil, além de ser utilizado na produção de óleo vegetal e ração animal (Vasconcelos, 2018). Cultivado principalmente em regiões tropicais e subtropicais, o algodão enfrenta desafios impostos por condições climáticas adversas, como altas temperaturas e variações de água, que afetam diretamente sua produtividade (Abdelraheem *et al.*, 2019).

No cenário atual, o Brasil se destaca entre os cinco maiores produtores de algodão do mundo, ao lado de países como China, Índia, EUA e Paquistão (ABRAPA, 2023). O país tem se notabilizado por sua alta produtividade, especialmente no cultivo de algodão de sequeiro, e ocupa posição de destaque como um dos principais exportadores globais. Na safra 2023/24, a produção nacional atingiu 3,65 milhões de toneladas, com uma área plantada de 1.944,2 milhões de hectares (CONAB, 2024). O estado de Mato Grosso, principal produtor, foi responsável por 72% dessa produção, com 5,36 milhões de toneladas colhidas em 1.229.957 hectares, e uma produtividade média de 4.358 kg/ha (IBGE, 2024).

Visando atender a crescente demanda global, o cultivo de algodão no Brasil, nas últimas décadas, tem expandido e intensificado para áreas que apresentam regimes térmicos caracterizados por apresentar temperaturas elevadas e, que, portanto, são regiões desafiadoras no tocante ao estresse térmico, que pode comprometer o desenvolvimento da cultura e a qualidade do produto final. Segundo Wells e Stewart, (2010), a produtividade do algodoeiro é fortemente influenciada por fatores climáticos, como temperatura, radiação solar e disponibilidade de água.

Embora a cultura seja adaptada a condições de deficiência hídrica, apresente boa capacidade de ajuste fisiológico e desenvolvimento do sistema radicular para enfrentar a falta de água (Aquino *et al.*, 2012), a temperatura é um dos fatores climáticos mais determinantes, pois regula processos vitais como a germinação, o crescimento radicular e a produção de fibra, sendo que a faixa ideal de temperatura para o cultivo do algodão está entre 23°C e 32°C (Burke; Wanjura, 2010). Compreender os efeitos do estresse térmico é essencial, pois as variações de temperatura, tanto diurnas, quanto sazonais, podem comprometer o desenvolvimento da cultura (Echer *et al.*, 2014).

Diante disso, o uso de bioestimulantes surge como uma alternativa promissora para mitigar os efeitos do estresse térmico e melhorar a produtividade do algodão. O *Ascophylum nodosum*, um bioestimulante natural, tem se mostrado eficaz no aumento da resistência das plantas ao estresse térmico. No entanto, o uso de bioestimulantes em grandes culturas, como o algodão, ainda precisa ser mais explorado, pois as informações sobre sua aplicação nessa cultura são limitadas.

Embora existam poucas informações sobre o uso de bioestimulantes nas condições específicas onde se manifestam elevadas temperaturas, muitos produtores têm adotado essa prática como uma forma de reduzir os impactos do estresse térmico. Portanto, este estudo busca compreender a eficácia dos bioestimulantes na mitigação dos efeitos do estresse térmico sobre o desenvolvimento do algodão, oferecendo uma alternativa para adaptar a cultura às condições climáticas adversas e garantir a sustentabilidade da produção.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a produtividade e a qualidade da fibra de diferentes cultivares de algodão cultivadas em regiões caracterizadas por apresentar elevada temperatura no Estado de Mato Grosso, submetidas ou não à aplicação de bioestimulante.

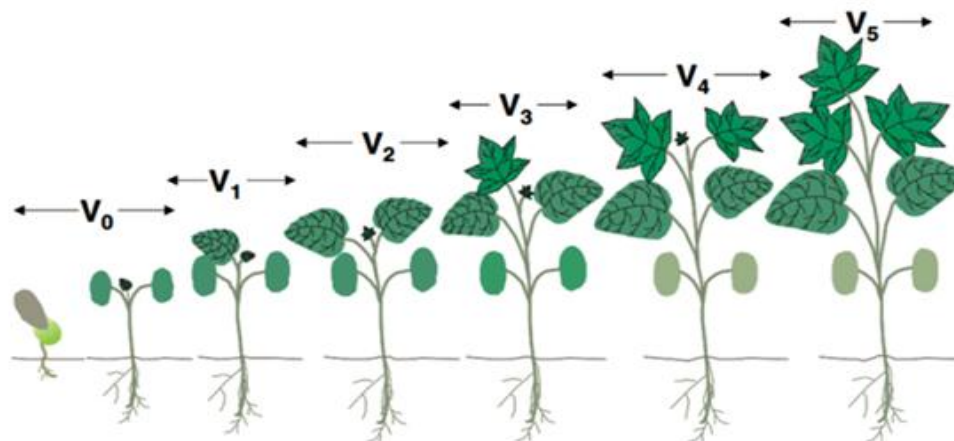
2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Algodoeiro e seus aspectos

O algodoeiro é uma planta originalmente perene, adaptada para o cultivo anual, com um hábito de crescimento indeterminado, o que significa que continua seu crescimento vegetativo mesmo após o surgimento das primeiras estruturas reprodutivas. O florescimento ocorre de forma gradual ao longo do tempo, resultando na formação de frutos em diferentes períodos (Raphael; Rosolem; Echer, 2019).

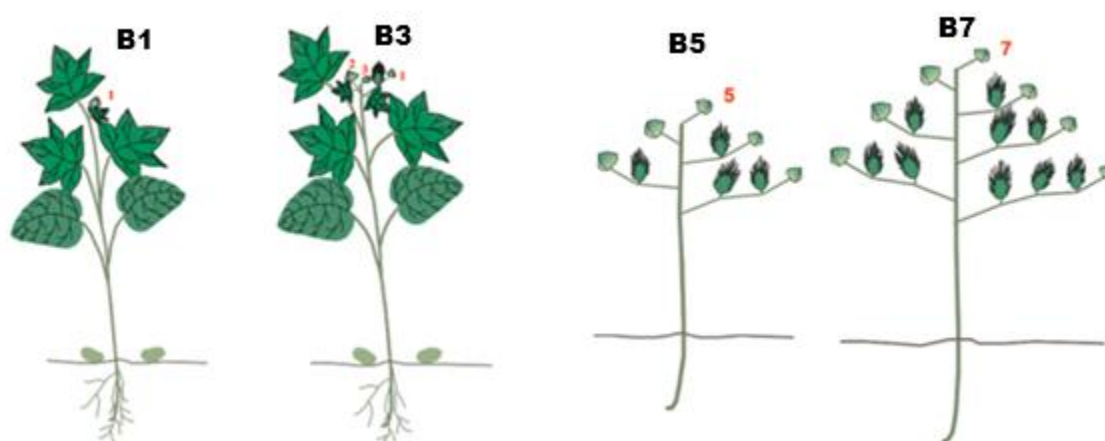
O algodoeiro, sendo uma planta de crescimento indeterminado, possui uma das morfologias mais complexas entre as espécies cultivadas. Suas cultivares apresentam ciclos variados, podendo ser precoces ou tardias; algumas completam o ciclo produtivo em aproximadamente 130 dias, enquanto outras podem ultrapassar 180 dias. Os estádios de crescimento e desenvolvimento do algodoeiro são caracterizados com base em suas fases fenológicas. A fase vegetativa (V) corresponde à formação de folhas e ramos (Figura 1). O surgimento dos botões florais (B), representado na Figura 2, indica o início da fase reprodutiva, que é seguida pela abertura das flores (F), momento em que ocorre a polinização ativa (Figura 3). O desenvolvimento do capulho (C), ilustrado na Figura 4, caracteriza o estágio em que os frutos (capulhos) amadurecem e se abrem, liberando fibras e sementes (Marur; Ruano, 2001).

Figura 1 — Desenvolvimento vegetativo do algodoeiro



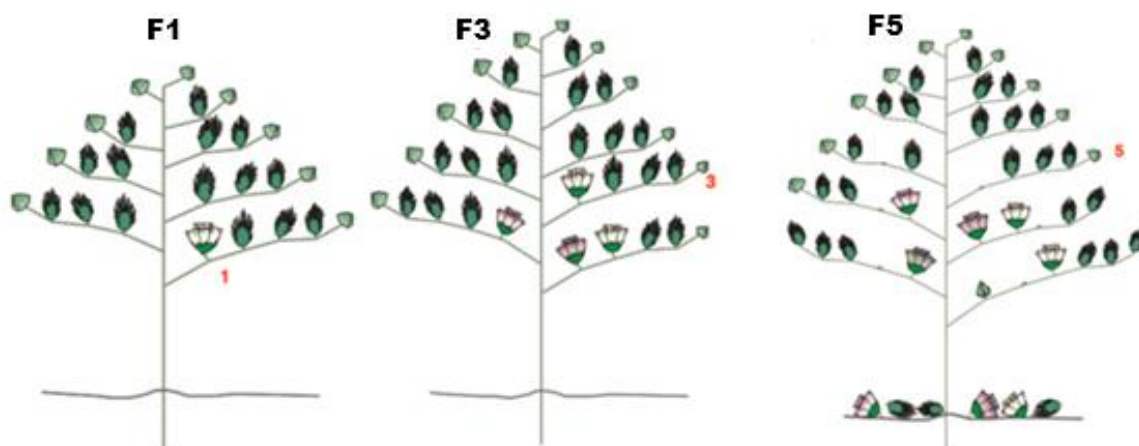
Fonte: Adaptado de Marur e Ruano (2001).

Figura 2 — Fases reprodutivas do algodoeiro, formação de botões florais (B1 a Bn)



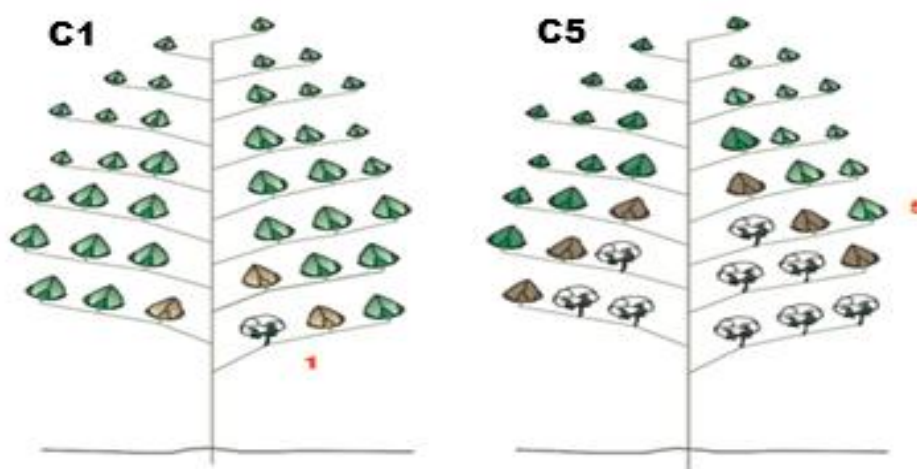
Fonte: Adaptado de Marur e Ruano (2001).

Figura 3 — Fases reprodutivas do algodoeiro, formação de flores (F1 a Fn).



Fonte: Adaptado de Marur e Ruano (2001).

Figura 4 — Formação e desenvolvimentos de frutos (C1 a CN).



Fonte: Adaptado de Marur e Ruano, 2001.

O ciclo do algodoeiro compreende três fases fisiológicas distintas. Na fase inicial, após a emergência, o crescimento da parte aérea é lento e o desenvolvimento radicular predomina, sendo a planta mais sensível às variações de temperatura a partir da terceira semana (Echer; Rosolem, 2022). A fase seguinte começa com o surgimento do primeiro botão floral, quando há crescimento linear da planta, aumento na demanda por água e assimilados, e predomínio do desenvolvimento vegetativo, que sustenta a capacidade fotossintética (Rosolem *et al.*, 2001). A fase reprodutiva inicia-se com a abertura da primeira flor, marcando intensa competição por fotoassimilados entre órgãos vegetativos e reprodutivos. Essa etapa é a mais sensível ao estresse térmico, sendo que temperaturas acima de 35 °C reduzem a fotossíntese, aumentam a fotorrespiração e afetam a formação e viabilidade do pólen, além do fornecimento de carboidratos aos tecidos reprodutivos (Snider *et al.*, 2022).

2.2. Efeito do estresse térmico na fisiologia do algodoeiro

Pequenos aumentos de temperatura podem impactar negativamente a produtividade do algodoeiro, especialmente ao limitar a produção de sementes. Como o sucesso da fertilização é crucial para a formação das sementes, qualquer comprometimento dessa etapa afeta diretamente o rendimento, podendo reduzir até 10-17% a cada aumento de 1°C na temperatura. Além disso, a quantidade de fibras por semente é um fator determinante para a produtividade, o que torna o algodoeiro particularmente sensível às variações térmicas nas fases mais críticas de seu ciclo (Pettigrew, 2008).

Segundo Snider *et al.* (2022), o estresse térmico afeta principalmente o desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro. Durante a fase de floração, altamente sensível ao calor, problemas como a queda de flores, o desenvolvimento limitado da planta e a redução no número e peso dos capulhos são comuns, resultando em significativa perda de produtividade (Xu *et al.*, 2020). Temperaturas elevadas (32–40°C) prejudicam o desenvolvimento das raízes, reduzem a condutância estomática e diminuem o peso dos capulhos. Além disso, o estresse térmico compromete tanto o rendimento quanto a qualidade da fibra, com aumento de fibras curtas e redução no diâmetro e na uniformidade das fibras (Zafar *et al.*, 2021).

A regulação da taxa de acúmulo de fitomassa e do desenvolvimento fenológico do algodoeiro é diretamente influenciada pela temperatura, um fator ambiental de grande importância. O estresse térmico, resultante do aumento das temperaturas, tem se tornado cada vez mais frequente, especialmente no início do desenvolvimento vegetativo. Durante essa fase, o estresse térmico pode levar à diminuição da área foliar do cultivo (Reddy; Reddy; Hodges, 1992; Reddy; Hodges; McKinion, 1995), redução da produção total de matéria seca (Reddy; BaKer; Hodges, 1991; Reddy; Hodges; McKinion 1995) e ao aumento da proporção de ramos vegetativos em relação aos reprodutivos (Hodges *et al.*, 1993). Já na fase reprodutiva, é importante destacar que, mesmo quando as plantas possuem um número satisfatório ou até maior de posições frutíferas, o estresse térmico pode reduzir a produtividade devido ao aumento da taxa de aborto de botões florais e maçãs jovens (Hodges *et al.*, 1993; Zhao *et al.*, 2005).

Loka e Oosterhuis (2010) relataram que temperaturas noturnas elevadas aumentam a respiração foliar, resultando na redução dos níveis de ATP e carboidratos. No entanto, seu estudo se concentrou apenas na fase vegetativa do algodoeiro, sem investigar os impactos na fase reprodutiva. Como os carboidratos são essenciais para o crescimento, fornecendo carbono aos tecidos não fotossintetizantes, sua deficiência pode comprometer a viabilidade do grão de pólen e provocar a queda das estruturas reprodutivas, especialmente nos estágios de botão floral e florescimento (Echer *et al.*, 2014).

O aumento da temperatura noturna acelera a taxa de respiração, limitando o suprimento de carboidratos para os tecidos não fotossintetizantes, o que resulta em menor produção de fibra por semente (Soliz *et al.*, 2008). Snider; Oosterhuis. (2012) também observaram que altas temperaturas diurnas durante a floração prejudicam a disponibilidade de carboidratos.

O estresse térmico afeta diversos processos fisiológicos e bioquímicos essenciais, incluindo a produção de espécies reativas de oxigênio (EROS) e a desnaturação de proteínas, ácidos nucleicos, lipídios e outras moléculas essenciais para o funcionamento celular (Qu *et al.*, 2013). A exposição ao calor intensifica a geração de EROS (Mishra *et al.*, 2008), que são neutralizadas por enzimas antioxidantes, como catalase (CAT), peroxidase (POX) e superóxido dismutase (SOD), além de compostos antioxidantes não enzimáticos, como a prolina, a

glutathiona, os compostos fenólicos e o ácido ascórbico, entre outros outros (Phung; Ha; Jung, 2015).

Além de causar estresse térmico, temperaturas elevadas também induzem estresse hídrico, ambos representando desafios emergentes que ameaçam a sustentabilidade da produção de algodão no futuro (Rehman *et al.*, 2018; Zhan *et al.*, 2014). Dada a crescente ocorrência de estresse térmico, torna-se fundamental avaliar a variabilidade genética entre genótipos para identificar aqueles mais resistentes ao calor.

Recentemente, Kaur *et al.* (2023), ao avaliar genótipos e temperatura, observaram alterações significativas na fase de desenvolvimento vegetativo da cultura do algodão, com respostas diferentes de cada genótipo em relação à temperatura. Esse estudo confirma a necessidade de identificar genótipos tolerantes ao calor, capazes de se adaptar às condições de elevada temperatura.

2.2.1 Estresse hídrico associado ao térmico

A combinação de déficit hídrico e altas temperaturas provoca uma redução expressiva no rendimento e na qualidade das culturas, afetando diretamente processos fisiológicos fundamentais. A fotossíntese, em especial, é altamente sensível a essas condições adversas (Chaves; Flexas; Pinheiro, 2009).

No caso do algodoeiro, aproximadamente 95% da água absorvida é direcionada à transpiração, mecanismo crucial para o resfriamento das folhas e a manutenção da temperatura foliar dentro de uma faixa ideal (23,5°C a 30°C), que favorece a atividade enzimática. Quando a taxa de transpiração não é suficiente para dissipar o calor, especialmente no dossel da planta, ocorre o acúmulo de energia térmica nos tecidos vegetais, elevando a temperatura foliar e comprometendo a eficiência fotossintética (Yeates, 2014).

O déficit hídrico pode também ocorrer concomitantemente com eventos de altas temperaturas, dificultando a interpretação isolada do efeito de cada fator de estresse. Por exemplo, altas temperaturas podem aumentar a demanda evaporativa das plantas através do efeito sobre o déficit da pressão de vapor, aumentando a taxa de evapotranspiração da cultura (Hall, 2001).

As respostas celulares ao estresse hídrico envolvem alterações no ciclo celular e na divisão das células, mudanças no sistema de endomembranas e na

vacuolização, além de modificações na arquitetura da parede celular. No âmbito metabólico, ocorre a produção de substâncias osmorreguladoras e antioxidantes, auxiliando a planta na adaptação à escassez de água (Taiz; Zeiger, 2002). As limitações não estomáticas são devido à diminuição metabólica e geralmente ocorrem sob condições de estresse severo de seca. Adicionalmente, a alta temperatura da folha produz inibição térmica da Rubisco e outras enzimas, o que é mais provável de acontecer em climas quentes e secos (Carmo-Silva *et al.*, 2012).

A maioria dos estudos indica que déficits hídricos leves são benéficos para o alongamento da fibra, mas à medida que o estresse da seca se intensifica, o alongamento da fibra é afetado negativamente (Tang *et al.*, 2017; Yagmur *et al.*, 2014). Entretanto, de acordo com estudos anteriores (Pettigrew, 2001; Booker *et al.*, 2006; Dagdelen *et al.*, 2009;), as relações entre umidade do solo e resistência da fibra e micronaire não são consistentes (Mert, 2005; Basal *et al.*, 2009).

2.2.2 Efeito do calor na qualidade da fibra

A qualidade da fibra de algodão é resultado de fatores como comprimento, resistência, elasticidade e uniformidade, que são essenciais para a eficiência da produção e para o desempenho final dos produtos têxteis (Baytar *et al.*, 2018). O desenvolvimento adequado das fibras do algodoeiro ocorre sob temperaturas amenas, enquanto o estresse térmico prejudica a alocação de carboidratos para sua formação, resultando em fibras mais curtas e menos uniformes, dificultando sua processabilidade (Chiavegato; Salvatierra; Gottardo, 2009). Embora a resistência da fibra possa aumentar com a elevação gradual da temperatura, condições prolongadas acima de 30°C afetam negativamente essa propriedade e o micronaire (Lokhande; Reddy, 2014; Gao *et al.*, 2021).

O calor elevado também encurta o período de alongamento das fibras, limitando seu comprimento (Ruan, 2007). Além disso, afeta o crescimento vegetativo e reprodutivo do algodoeiro, incluindo floração e maturação dos capulhos, comprometendo a produtividade e a qualidade das fibras (Singh *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2011). Singh *et al.* (2007) observaram que um aumento de 1°C acima da temperatura ideal pode reduzir o rendimento em até 110 kg/ha.

Segundo Zeng *et al.* (2014), o calor excessivo interfere na deposição de celulose, tornando as fibras mais rígidas e menos elásticas, o que compromete sua

aplicação industrial. Curiosamente, Pettigrew (2008) observou que, apesar de as fibras mais curtas gerarem menor rendimento, isso pode redistribuir assimilados, aumentando a resistência e o micronaire das fibras.

2.3 Uso de bioestimulantes para atenuação do estresse térmico

Os bioestimulantes são compostos que desempenham um papel importante no aumento da eficiência do crescimento e resistência das plantas, sendo compostos por diversos elementos bioativos, como aminoácidos livres, peptídeos, extratos de algas, hormônios vegetais, micronutrientes quelatados e vitaminas. Esses componentes atuam como reguladores do crescimento vegetal, promovendo a homeostase hormonal, induzindo respostas fisiológicas e ativando mecanismos de defesa contra estresses abióticos (Silva, 2018).

Além disso, os bioestimulantes melhoram a eficiência no uso de nutrientes e fortalecem a resistência das plantas a diversos tipos de estresses abióticos, favorecendo sua adaptação a condições climáticas extremas (Rouphael; Colla, 2020).

Esse potencial se torna particularmente relevante na expansão da cultura do algodão em regiões tropicais, onde o estresse térmico pode impactar significativamente a produção. Contudo, ainda há uma lacuna de informações sobre os efeitos específicos dos bioestimulantes no algodoeiro. Embora os benefícios sejam amplamente documentados em outras culturas, como vegetais e cereais, a aplicação e eficácia desses extratos em plantas de algodão exigem mais investigação para determinar seus impactos, métodos ideais de aplicação e doses recomendadas.

Portanto, é essencial realizar mais estudos para entender melhor como esses compostos podem beneficiar o algodoeiro e potencializar sua produtividade em condições adversas.

2.4 O bioestimulante Megafol®

O Megafol® é um bioestimulante de origem vegetal, cuja composição exata não é divulgada, mas sabe-se que contém uma combinação de aminoácidos, glicosídeos, polissacarídeos, além de nitrogênio orgânico e carbono. Esses

componentes desempenham um papel essencial na resposta fisiológica das plantas a condições de estresse, auxiliando sua adaptação e recuperação (Petrozza *et al.*, 2014).

Os benefícios do Megafol® em plantas submetidas ao estresse hídrico foram comprovados em nível molecular. Estudos com plantas de tomate mostraram que aquelas previamente tratadas com o bioestimulante apresentaram menor expressão de genes marcadores de estresse por seca, mesmo sob condições severas de déficit hídrico. Esses genes, incluindo membros da família das proteínas LEA, estão associados à tolerância ao estresse e geralmente apresentam maior expressão em situações de seca (Ismail; Hall; Close, 1999). A relação entre o acúmulo dessas proteínas e a resistência ao estresse hídrico já foi demonstrada em diversas espécies vegetais (Cellier *et al.*, 1998; Lopez *et al.*, 2003). Dessa forma, a menor ativação desses genes nas plantas tratadas sugere que o Megafol® contribui para mitigar os efeitos negativos da seca, reduzindo o impacto do estresse hídrico.

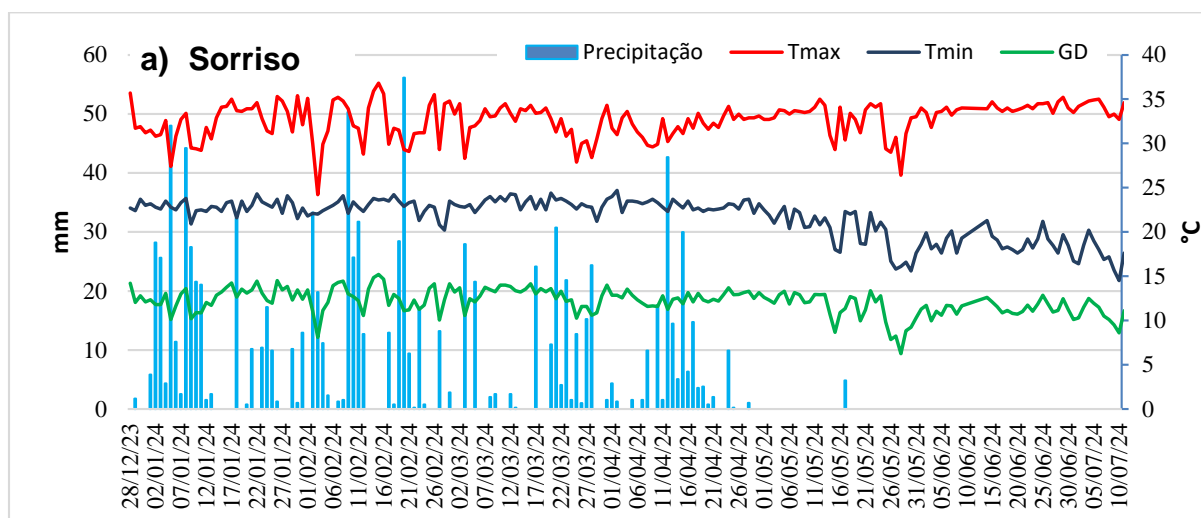
Uma possível justificativa para a resposta positiva observada pode ser a presença de betaínas na composição do Megafol®. Essas moléculas são amplamente reconhecidas por seu papel na adaptação das plantas a estresses abióticos, contribuindo diretamente para o aumento da tolerância a condições adversas (Rhodes; Hanson, 1993). O estresse térmico, por exemplo, afeta negativamente o metabolismo das plantas, resultando na redução tanto da quantidade quanto da qualidade da colheita. Nesse contexto, a aplicação de aminoácidos antes e após o estresse térmico auxilia na prevenção e recuperação das plantas. Além disso, os bioestimulantes favorecem o crescimento das plantas em condições de altas temperaturas, melhorando a produtividade sem causar impactos negativos ao meio ambiente (García-García *et al.*, 2020).

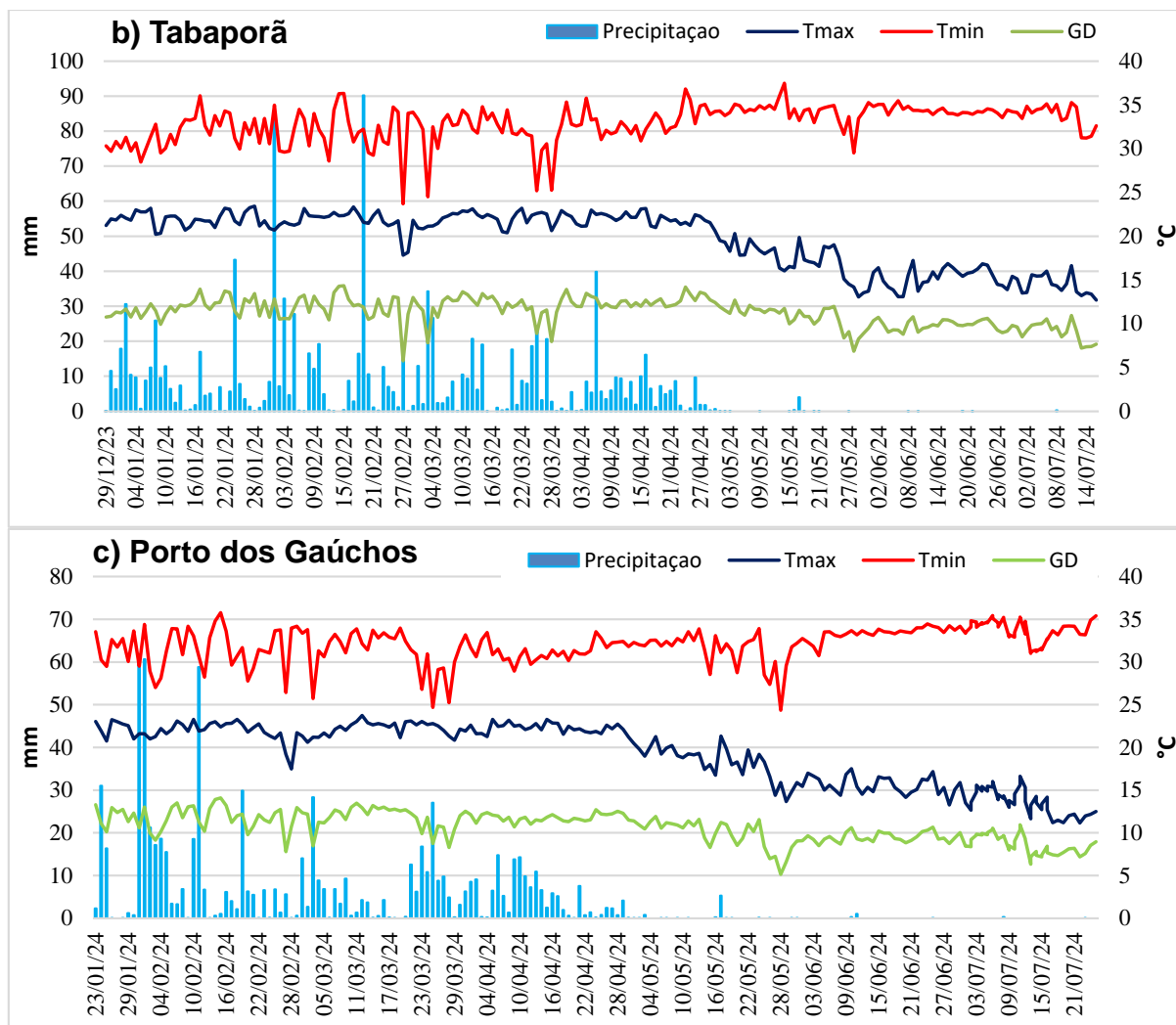
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os experimentos foram conduzidos em três locais: na área experimental do IMAmt, em Sorriso - MT ($12^{\circ}45'44''$ S, $55^{\circ}50'20''$ O), a 397 m de altitude; na Fazenda Vale do Verde, no município de Tabaporã, MT ($11^{\circ}37'49''$ S, $56^{\circ}03'05''$ O), a 369 m de altitude; e na Fazenda Agrovera, localizada no município de Porto dos Gaúchos, MT ($11^{\circ}53'27''$ S, $56^{\circ}14'00''$ O), a 380 m de altitude. O período de cultivo, desde a semeadura até a colheita, foi de dezembro de 2023 a agosto de 2024. As distribuições térmica e pluviométrica, nesse período, foram monitoradas por estações meteorológicas presentes em cada fazenda; os respectivos dados estão apresentados na Figura 5.

Figura 5 — Distribuição pluviométrica, térmica (máximas e mínimas) e graus dias acumulados durante o ciclo de crescimento do algodoeiro, registrados em: a) Sorriso, b) Tabaporã e c) Porto dos Gaúchos - Mato Grosso, 2023/2024.





Fonte: A autora.

Os dias necessários para alcançar cada etapa fenológica (E – emergência; B1 – 1º botão floral; F1 – 1ª flor; Ench – formação das maçãs; Mat – maturação dos capulhos) foram correlacionados com os dados obtidos pela estação meteorológica, incluindo a temperatura máxima ($T^{a\max}$), temperatura mínima ($T^{a\min}$) e os graus-dia (GD) acumulados durante o mesmo período (Tabela 1). A variável graus-dia é uma medida utilizada para quantificar a quantidade de calor acumulado ao longo de um período, com base na média das temperaturas diárias, subtraída da temperatura base de 15°C para o algodão.

Tabela 1 — Número de dias com temperatura máxima (T_{\max}) acima de 29°C, temperatura máxima média, precipitação acumulada da semeadura até a colheita (Prec.) e duração do ciclo.

Locais	T_{\max} acima de 29°C	T_{\max} média	Prec.	Ciclo
	dias	°C	mm	dias
Sorriso	179	32,9	1065,4	189

Tabaporã	189	33,2	1124,5	197
Porto dos Gaúchos	162	32,6	742,3	177

Fonte: A autora.

Tabela 2 — Precipitação acumulada (Prc.), Temperaturas máximas e mínimas (T^amax; T^amim) e graus dias (GD) acumulados, registrados ao longo do ciclo fenológico, nas localidades de cultivo nos municípios de Sorriso (SRS) Tabaporã (TAB) e Porto do Gaúchos (PG).

DAE	Estádio	Prc. (mm)			T ^a max (°C)			T ^a min (°C)			GD		
		SRS	TAB	PG	SRS	TAB	PG	SRS	TAB	PG	SRS	TAB	PG
0-33	E-B1	381	362	338	32	32	32	23	22	22	411	402	402
34-55	B1-F1	251	210	91	33	32	32	23	22	22	270	258	248
56-90	F1-Fn	219	286	34	32	32	31	23	22	22	433	400	397
91-130	Ench.	174	185	7,0	32	33	33	23	21	17	491	482	352
131-190	Mat.	4,8	4,9	0,0	33	34	34	19	15	14	652	668	381

Fonte: A autora.

Legenda: DAE – dias após emergência; E – emergência; B1 – 1º botão floral; F1 – 1º Flor; Fn – floração pleno; Ench. – enchimento; Mat. – maturação. GD – Graus dias.

Nas 3 localidades de cultivo, a semeadura foi realizada manualmente. Em Sorriso, no dia 28/12/2023, adotando espaçamento entre linhas de 0,76 m; em Tabaporã e Porto dos Gaúchos nos dias 29/12/2023 e 26/01/2024, respectivamente, tendo sido adotado, nessas duas localidades, espaçamento entre linhas de 0,90 m.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 4 repetições, em esquema de parcela subdividida. Nas parcelas foram alocadas as 12 cultivares de algodoeiro (DP1949B3RF, IMA243B2RF, IMA5801B2RF, IMA5901B2RF, FM 911GLTP, FM 944GL, FM 974GLT FM 978GLTP, FM 985 GLTP, TMG 22GLTP, TMG 31B3RF e TMG 44B2RF), e na sub-parcela a aplicação ou não do bioestimulante. O experimento foi realizado em 3 localidades (Sorriso, Tabaporã e Porto dos Gaúchos). A escolha das cultivares foi realizada com base nas informações sobre a área plantada no estado de Mato Grosso, de acordo com levantamento do Instituto Mato-grossense de Algodão para a safra 2022/2023 (Tabela 3).

Em cada uma das 3 localidades, a unidade experimental correspondeu a quatro linhas com 7 metros de comprimento, perfazendo área total de 21,3m² para

a localidade da semeadura no município de Sorriso, e 25,6m² para as localidades de semeadura nos municípios de Tabaporã e Porto dos Gaúchos.

A semeadura foi manual, com cada parcela composta de quatro linhas com 7 metros de comprimento, resultando em área de 21,3 m² (espaçamento 0,76m) e 25,6m² (espaçamento 0,90m).

Tabela 3 — Informações técnicas das cultivares de algodão relacionadas à duração do ciclo (Precoce-P, Medio-M; Tardio-T), exigência por regulador (Reg), fertilidade (Fert, media-A, Alta-A), rendimento de pluma (%F), resistência a ramulária raças I e II (RR) e resistência ou tolerância (R/T) ao nematoide das galhas (*Meloydogine incógnita*).

Cultivar	Empresa	Ciclo	Reg.	Fert.	%F	R	M. I
DP 1949B3RF	Deltapine	M/P	M	M/A	43%	I	
TMG 31B3RF	TMG	M/P	M	M/A	43%		
IMA 243B2RF	IMA	M/P	M	A	41%		
TMG 44 B2RF	TMG	M/P	M	A	43%		
IMA 5801B2RF	IMA	M/P	M	M	38%	I/II	R/T
IMA 5901B2RF	IMA	M/P	A	M	39%	I/II	R/T
FM 911GLTP	BASF	P	M	A	40%		
FM 978GLTP	BASF	T	A	M	42%	I	
TMG 22GLTP	TMG	M	A	A	43%		
FM 944GL	BASF	M	A	M	41%		
FM 974GLT	BASF	M/P	M	M	42%		
FM 985GLTP	BASF	T	A	M	41%		

Fonte: A autora.

O bioestimulante utilizado foi à base de um complexo de extratos vegetais (Megafol®, Syngenta Biologicals). A primeira aplicação foi realizada na fase fenológica B1 (1º botão floral), utilizando a dose de 250 mL.ha⁻¹ na vazão de 120 mL.ha⁻¹. Posteriormente, foram efetuadas mais cinco aplicações com intervalos de 15 dias entre cada uma delas, adotando-se a mesma dose.

Tabela 4 — Especificações químicas do bioestimulante presentes no extrato líquido comercial Megafol®

Garantias	Concentração
Nitrogênio solúvel (N)	3,00%
Óxido de potássio (K ₂ O)	8,00%
Carbono orgânico total	9,00%

Fonte: A autora.

O monitoramento de pragas / doenças, o respectivo manejo fitossanitário, o controle químico de plantas daninhas, as aplicações de reguladores de crescimento, assim como os demais tratamentos de cultivo, incluído suprimento mineral em cobertura, seguiram os mesmos procedimentos adotados numa lavoura comercial de algodão.

3.3 Avaliações

Nas três localidades de cultivo, a colheita foi realizada manualmente; no município de Sorriso foi efetuada no dia 11/07/2024 e, em Tabaporã e Porto dos Gaúchos, nos dias 17/07/24 e 25/07/2024 respectivamente. Se retiraram e quantificaram os capulhos que estavam presentes nas plantas de cada uma das unidades experimentais (3 m de cada uma das duas linhas centrais), para posteriormente proceder à determinação do peso médio de capulho, e produtividade. As amostras de algodão em caroço (pluma + semente) foram pesadas e enviadas para a beneficiadora, onde ocorreu a separação da semente e da pluma, para, assim, obter o rendimento de fibra. As amostras de fibra foram enviadas ao laboratório da Unicotton, em Primavera do Leste-MT, para proceder à análise da qualidade intrínseca: finura (Micronaire), comprimento (LEN), resistência (STR), uniformidade do comprimento (UI), alongação (ELG), maturidade (MAT) e índice de fibras curtas (IFC), pelo método HVI (High Volume Instrument).

A determinação do número de sementes por loja e do total de sementes por capulho, em cada unidade experimental, foram obtidas mediante descaroçamento manual de 30 capulhos da 1ª posição, localizados no terço médio da planta.

3.4 Análise dos dados

Os componentes de produção e de qualidade foram submetidos à análise de variância e, na detecção de efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (5%) usando o software AgroEstat, considerando o esquema fatorial triplo (cultivares, locais e bioestimulante).

4 RESULTADOS

4.1 Ambiente de cultivo safra 2023/2024, Sorriso – MT

4.1.1 Componentes de produção e produtividade, Sorriso-MT

As análises de variância indicaram efeitos significativos da interação entre cultivares e a aplicação do bioestimulante sobre o número de sementes por loja, número de sementes por capulho, peso médio de capulhos (PMC) e produtividade de fibra por hectare, evidenciando a influência conjunta desses fatores sobre essas características produtivas. (Tabela 5).

Tabela 5 — Valores médios de número de sementes por loja (S.L-1) e capulho (S.C.-1), número de capulhos por m-2 (NC), peso médio de capulho (PMC), rendimento de fibra (RF) e produtividade de algodão fibra por hectare (Prod), obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso - MT, com diferentes cultivares de algodão submetidas ou não à aplicação de bioestimulante.

Cultivar (C)	S.L ⁻¹	S.C ⁻¹	NC	PMC (g)	RF (%)	Prod(kg.ha ¹)
DP 1949B3RF	6,99 a	31,75 a	127,2 a	4,45 c	43,62 a	2469 a
TMG 22GLTP	7,48 a	32,21 a	109,4 b	5,50 b	40,58 b	2453 a
FM 978GLTP	6,51 b	26,85 b	108,0 b	4,31 c	42,75 a	2002 b
TMG 44B2RF	7,11 a	33,66 a	104,9 b	4,54 c	40,51 b	1934 b
TMG 31B3RF	6,92 a	30,67 a	102,7 b	4,50 c	42,02 a	1958 b
FM 944GL	7,25 a	31,72 a	102,0 b	5,16 b	40,37 b	2126 b
FM 985GLTP	6,95 a	29,77 b	94,43 c	4,49 c	40,23 b	1807 b
FM 974GLT	6,50 b	29,36 b	94,95 c	4,44 c	43,37 a	1831 b
IMA 243B2RF	7,56 a	32,69 a	94,83 c	5,75 a	39,95 b	2184 b
FM 911GLTP	6,50 b	28,60 b	92,92 c	5,49 b	40,02 b	2051 b
IMA 5801B2RF	7,01 a	29,70 b	85,37 c	5,89 a	38,63 c	1937 b
IMA 5901B2RF	7,22 a	31,18 a	84,38 c	6,05 a	39,00 c	1974 b
Bioestimulante (Bioest.)						
Sem	7,29 a	30,84 a	101,6 a	5,13 a	40,82 a	2102 a
Com	7,39 a	30,52 a	99,44 a	4,97 a	41,02 a	2019 a
P valor						
Blocos	0,0389	0,0157	0,0977	0,8728	0,4328	0,0802
C	0,0039	0,0007	< 0,001	< 0,001	<0,0001	< 0,0001
B	0,6569	0,5448	0,3460	0,0988	0,5287	0,0759
CxB	0,0140	0,0478	0,1773	0,0404	0,5585	0,0146
CV% P	8,02	8,67	12,7	8,56	3,11	12,81
CV% SP	9,76	8,32	11,1	8,89	3,92	10,90

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

A interação entre cultivares e bioestimulantes influenciou a produção de sementes por loja, impactando as cultivares IMA 5801B2RF, IMA 243B2RF, IMA 5901B2RF e FM 944GL. Já para a produção de sementes por capulho, o efeito foi observado nas cultivares TMG 31B3RF, FM 974GLT e IMA 5801B2RF. No que se refere ao número de sementes por capulho, o efeito da interação foi evidente nas cultivares TMG 31B3RF, FM 974GLT e IMA 5801B2RF. Entre essas, a cultivar IMA 5801B2RF apresentou o melhor desempenho, com um aumento de 18,28% no número de sementes por loja e 10,82% no número de sementes por capulho, quando submetida à aplicação do bioestimulante Megafol (Tabela 6). Os efeitos isolados demonstram significância para as cultivares.

Tabela 6 — Valores médios do número sementes por loja e capulho obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, em diferentes cultivares de algodão em resposta à aplicação ou não de bioestimulante.

Cultivar	Sementes por loja		Sementes por capulho	
	Bioestimulante		Bioestimulante	
	Com	Sem	Com	Sem
DP 1949B3RF	6,95 Aa	7,02 Ca	31,75 Aa	31,75 Aa
TMG 31B3RF	6,97 Aa	6,87 Ca	31,02 Aa	30,32 Ba
IMA 243B2RF	7,60 Aa	7,52 Ba	32,52 Aa	32,85 Aa
TMG 44B2RF	7,17 Aa	7,05 Ca	33,75 Aa	33,57 Aa
IMA 5801B2RF	7,60 Aa	6,42 Cb	31,22 Aa	28,17 Ba
IMA 5901B2RF	7,35 Aa	7,10 Ca	30,75 Aa	31,62 Aa
FM 944GL	7,40 Aa	7,10 Ca	32,27 Aa	31,17 Aa
FM 974GLT	6,97 Aa	6,02 Ca	31,32 Ab	27,40 Ba
FM 911GLTP	6,32 Ba	6,67 Ca	27,65 Ba	29,55 Ba
FM 978GLTP	6,12 Ba	6,90 Ca	26,67 Ba	27,02 Ba
FM 985GLTP	6,55 Ba	7,35 Ba	27,00 Bb	32,55 Aa
TMG 22GLTP	6,62 Bb	8,35 Aa	30,32 Aa	34,10 Aa

Fonte: A autora.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

A relação significativa entre as cultivares e a aplicação do bioestimulante influenciou de maneira distinta o peso médio de capulho (PMC). Observou-se que as cultivares IMA 243B2RF e IMA 5801B2RF apresentaram maiores valores de PMC na ausência do bioestimulante, sofrendo reduções significativas quando submetidas à sua aplicação. Em contraste, cultivares como FM 944GL e FM 911GLTP mantiveram valores elevados e estáveis de PMC em ambos os tratamentos, demonstrando menor sensibilidade ao bioestimulante. Já a cultivar IMA 5901B2RF apresentou PMC elevado independentemente da aplicação, evidenciando um desempenho

consistente e estável. Dentre as cultivares testadas, destacam-se a IMA 243B2RF, a IMA 5801B2RF e a IMA 5901B2RF, que apresentaram os maiores valores de PMC, indicando a importância da cultivar para as diferenças observadas (Tabela 7).

Tabela 7 — Valores médios PMC (g) para diferentes cultivares de algodão obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, em resposta à aplicação ou não de bioestimulante.

Cultivar	PMC (g)	
	Com Bioestimulante	Sem Bioestimulante
	4,68 Ba	4,22 Ca
DP 1949B3RF	4,72 Ba	4,28 Ca
TMG 31B3RF	5,43 Aa	6,07 Aa
IMA 243B2RF	4,42 Ba	4,66 Ca
TMG 44B2RF	5,46 Ab	6,33 Aa
IMA 5801B2RF	5,85 Aa	6,25 Aa
IMA 5901B2RF	5,38 Aa	4,93 Ca
FM 944GL	4,31 Ba	4,56 Ca
FM 974GLT	5,55 Aa	5,44 Ba
FM 911GLTP	4,19 Ba	4,43 Ca
FM 978GLTP	4,12 Bb	4,86 Ca
FM 985GLTP	5,23 Aa	5,47 Ba
TMG 22GLTP		

Fonte: A autora.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

A interação entre cultivares e a aplicação do bioestimulante foi significativa para a produtividade de fibra. As cultivares DP 1949B3RF e TMG 22GLTP apresentaram comportamento estável nos dois tratamentos, sem variações significativas entre as condições com e sem aplicação do bioestimulante, indicando baixa sensibilidade à sua utilização. Em contrapartida, as cultivares FM 978GLTP e FM 985GLTP demonstraram decréscimos significativos na produtividade sob aplicação do bioestimulante. Destaca-se a cultivar TMG 31B3RF, que apresentou incremento na produtividade com o uso do Megafol, evidenciando um efeito positivo da aplicação (Tabela 8).

Tabela 8 — Valores médios de produtividade de algodão em fibra (kg/ha) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares de algodão em resposta à aplicação ou não de bioestimulante.

Cultivar	Produtividade de fibra (kg ha ⁻¹)	
	Bioestimulante Com	Bioestimulante Sem
DP 1949B3RF	2566 Aa	2732 Aa
TMG 31B3RF	2135 Ba	1780 Bb
IMA 243B2RF	2166 Ba	2201 Aa
TMG 44B2RF	1868 Ca	2000 Ba
TMG 44B2RF	1853 Ca	2019 Ba
IMA 5801B2RF	1877 Ca	2070 Ba
IMA 5901B2RF	1979 Ca	2272 Aa
FM 944GL	1805 Ca	1856 Ba
FM 974GLT	2060 Ba	2041 Ba
FM 911GLTP	1762 Ca	2242 Aa
FM 978GLTP	1585 Cb	2028 Ba
FM 985GLTP	2566 Ab	2343 Aa
TMG 22GLTP		

Fonte: A autora.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

Não foi observada interação significativa entre os fatores cultivares e bioestimulante para o número de capulhos. No entanto, de forma isolada, a cultivar DP 1949B3RF apresentou maior número de capulhos, destacando-se em relação às demais. A aplicação do bioestimulante, por sua vez, não promoveu diferenças significativas nessa variável, indicando que seu uso não influenciou o desenvolvimento dessa característica nas condições avaliadas (Tabela 9).

Tabela 9 — Valores médios número de capulhos por metro quadrado (NC) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.

Cultivares (C)	NC
DP 1949B3RF	127,26 a
TMG 22GLTP	109,48 b
FM 978GLTP	108,02 b
TMG 44B2RF	104,93 b
TMG 31B3RF	102,76 b
FM 944GL	102,00 b
FM 985GLTP	94,43 c
FM 974GLT	94,95 c
IMA 243B3RF	94,83 c
FM 911GLTP	92,92 c
IMA 5801B2RF	85,37 c
IMA 5901B2RF	84,38 c
Bioestimulante (Bioest.)	
Sem	101,62 a

Com	99,44 a
-----	---------

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

Para o rendimento de fibra (RF) não houve interação significativa entre os fatores analisados. No entanto, os efeitos individuais de cada fator foram relevantes para a variável. As cultivares DP 1949B3RF, FM 974GLT, FM 978GLTP e TMG 31B3RF apresentaram os maiores rendimentos de fibra. A aplicação do bioestimulante não teve efeito significativo sobre o rendimento de fibra (Tabela 10).

Tabela 10 — Valores médios de rendimento de fibra (RF) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.

Cultivares (C)	RF %
FM 974 GLT	43,37 a
DP 1949B3RF	43,62 a
FM 978GLTP	42,75 a
TMG 31B3RF	42,02 a
TMG 22GLTP	40,59 b
TMG 44B2RF	40,51 b
FM 944GL	40,37 b
FM 985GLTP	40,24 b
FM 911GLTP	40,02 b
IMA 243B2RF	39,95 b
IMA 5901B2RF	39,00 c
IMA 5801B2RF	38,64 c
Bioestimulante (Bioest.)	
Sem	40,82 a
Com	41,02 a

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

4.1.2 Qualidade de Fibra, Sorriso – MT

As análises de variância não indicaram interação significativa entre cultivares e a aplicação do bioestimulante para a maioria dos atributos qualitativos da fibra avaliados. Contudo, foram observadas interações significativas para as variáveis alongamento da fibra (ELG) e maturidade (MAT), evidenciando uma resposta conjunta positiva entre os fatores cultivar e bioestimulante para essas variáveis (Tabela 11).

Tabela 11 — Valores médios de micronaire (MIC), comprimento (LEN), resistência (STR), uniformidade (UI), alongamento (ELG), maturidade (MAT) e índice de fibras curtas (IFC) de diferentes cultivares de algodoeiro submetidas à aplicação de bioestimulante, no município de Sorriso – MT.

	MIC	LEN	STR	UI	ELG	MAT	IFC
Cultivar(C)		(mm)	(g.tex ⁻¹)	(%)	(%)		%
DP 1949B3RF	4,26 c	31,15 b	33,92 a	86,49 a	5,41 b	0,87 b	6,05 a
TMG 31B3RF	4,23 c	32,07 a	34,45 a	86,97 a	5,20 b	0,87 b	5,45 b
IMA 243B2RF	4,81 b	31,21 b	31,81 b	85,37 b	5,02 b	0,88 a	6,72 a
TMG 44B2RF	4,28 c	31,56 b	32,62 b	85,04 b	5,22 b	0,87 b	6,27 a
IMA 5801B2RF	4,97 a	31,21 b	32,26 b	85,47 b	5,26 b	0,88 a	6,25 a
IMA 5901B2RF	4,70 b	30,97 b	31,61 b	84,84 b	5,27 b	0,88 a	6,61 a
FM 911GLTP	4,80 b	30,19 b	34,27 a	85,47 b	5,20 b	0,88 a	6,82 a
FM 978GLTP	4,21 c	31,37 b	35,00 a	85,71 b	5,65 a	0,86 b	6,15 a
TMG 22GLTP	5,11 a	30,72 b	34,19 a	84,55 b	5,74 a	0,88 a	6,55 a
FM 944GL	4,81 b	31,79 a	33,57 a	85,33 b	5,52 a	0,88 a	6,32 a
FM 974GLT	4,57 b	32,17 a	34,42 a	85,70 b	5,71 a	0,87 b	5,65 b
FM 985GLTP	4,60 c	32,56 a	33,09 b	85,05 b	5,29 b	0,87 b	5,44 b
Bioestimulante (Bioest.)							
Sem	4,66 a	31,40 a	33,46 a	85,51 a	5,38 a	0,87 a	6,23 a
Com	4,56 a	31,42 a	33,58 a	85,50 a	5,37 a	0,87 a	6,15 a
P valor							
Blocos	0,0131	0,1834	0,3181	0,1162	0,5220	0,1951	0,3633
C	<0,0001	0,0002	0,0025	0,0025	<0,0001	<0,0001	0,0154
B	0,0700	0,8961	0,6840	0,9758	0,8851	0,1576	0,6217
CxB	0,1203	0,0974	0,2381	0,3920	0,0257	0,0261	0,6130
CV% P	5,49	2,66	4,65	1,18	4,03	0,85	13,28
CV% Subp	5,70	1,97	4,23	1,17	3,91	0,81	12,58

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

A análise dos valores médios de alongamento da fibra (ELG) apresentados na Tabela 12 revelou interação significativa entre as cultivares e a aplicação do bioestimulante. A cultivar TMG 22GLTP apresentou o maior valor de alongamento com aplicação (5,90%), diferindo do tratamento sem bioestimulante, o que demonstra efeito positivo do produto sobre a elasticidade da fibra. Em contrapartida, cultivares como DP 1949B3RF e FM 911GLTP apresentaram reduções significativas nos valores de ELG quando submetidas à aplicação, sugerindo resposta negativa ao tratamento. Já a maior parte das cultivares avaliadas não apresentou variação significativa entre os tratamentos, indicando estabilidade desse atributo frente ao uso do bioestimulante.

Tabela 12 — Valores médios de alongamento da fibra (em %) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares de algodoeiro avaliadas com e sem aplicação de bioestimulante.

Cultivar	ELG (%)	
	Bioestimulante Com	Bioestimulante Sem
DP 1949B3RF	5,27 Ca	5,55 Aa
TMG 31B3RF	5,25 Ca	5,15 Ba
IMA 243B2RF	5,02 Ca	5,02 Ba
TMG 44B2RF	5,02 Cb	5,42 Aa
IMA 5801B2RF	5,30 Ca	5,22 Ba
IMA 5901B2RF	5,20 Ca	5,35 Ba
FM 944GL	5,47 Ca	5,57 Aa
FM 974GLT	5,90 Aa	5,52 Ab
FM 911GLTP	5,27 Ca	5,12 Ba
FM 978GLTP	5,57 Ba	5,72 Aa
FM 985GLTP	5,27 Ca	5,30 Ba
TMG 22GLTP	5,90 Aa	5,57 Ab

Fonte: A autora.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

A maturidade da fibra (MAT) foi influenciada pela interação entre os fatores cultivares e aplicação de bioestimulante. As cultivares IMA 5801B2RF, FM 911GLTP, IMA243B2RF e IMA5901B2RF apresentaram os maiores índices de maturidade, com boa estabilidade nos dois tratamentos (com e sem bioestimulante). A cultivar TMG 22GLTP, embora tenha mantido desempenho equilibrado entre os tratamentos, apresentou redução no índice de maturidade quando submetida à aplicação do Megafol, caracterizando um efeito negativo. De forma semelhante, as cultivares TMG 44B2RF e FM 974GLT também apresentaram queda na maturidade da fibra sob influência do bioestimulante (Tabela 13).

Tabela 13 — Valores médios de maturidade da fibra (MAT) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares de algodoeiro avaliadas com e sem aplicação de bioestimulante.

Cultivar	MAT	
	Bioestimulante Com	Bioestimulante Sem
TMG 22GLT	0,88 Ab	0,89 Aa
IMA 5801B2RF	0,88 Aa	0,89 Aa
FM 911GLTP	0,88 Aa	0,88 Aa
IMA 243B2RF	0,88 Aa	0,88 Aa
IMA 5901B2RF	0,88 Aa	0,88 Aa
FM 974GLT	0,87 Bb	0,88 Aa
FM 944GL	0,88 Aa	0,87 Ba
TMG 44B2RF	0,86 Bb	0,87 Ba

FM 985GLTP	0,88 Aa	0,87 Ba
TMG 31B3RF	0,87 Ba	0,87 Ba
DP 1949B3RF	0,87 Ba	0,86 Ba
FM 978GLTP	0,87 Ba	0,86 Ba

Fonte: A autora.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

Para o índice Micronaire (MIC), não se constatou interação significativa entre os fatores estudados. No entanto, os efeitos isolados das cultivares foram relevantes. Para a cultivar TMG 22GLTP e IMA 5801B2RF se registrou maiores valores de MIC, diferenciando-se do restante das cultivares avaliadas. Para essa variável não houve efeitos significativos com a utilização do bioestimulante (Tabela 14).

Tabela 14 — Valores médios de alongamento da Micronaire (MIC) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.

Cultivares (C)	MIC
TMG 22GLTP	5,11 a
IMA 5801B2RF	4,98 a
IMA 243B2RF	4,81 b
FM 944GL	4,81 b
FM 911GLTP	4,80 b
IMA 5901B2RF	4,70 b
FM 985GLTP	4,59 b
FM 974GLT	4,57 b
TMG 44B2RF	4,29 c
DP 1949B3RF	4,26 c
TMG 31B3RF	4,24 c
FM 978GLTP	4,21 c
Bioestimulante (Bioest.)	
Sem	4,66 a
Com	4,56 a

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

Em relação ao comprimento de fibra (LEN), não foi observada interação significativa entre os fatores cultivar e aplicação de bioestimulante. Na análise dos efeitos isolados, as cultivares FM 985GLTP, FM 974GLT, TMG 31B3RF e FM 944GL destacaram-se por apresentarem os maiores valores médios para essa variável. A aplicação do bioestimulante, por sua vez, não promoveu variação estatisticamente significativa no comprimento das fibras (Tabela 15).

Tabela 15 — Valores médios de comprimento de fibra (LEN) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.

LEN	
Cultivares (C)	mm
FM 985GLTP	32,56 a
FM 974GLT	31,17 a
TMG 31B3RF	32,07 a
FM 944GL	31,79 a
TMG 44B2RF	31,56 a
FM 978GLTP	31,37 b
IMA 243B2RF	31,21 b
IMA 5801B2RF	31,21 b
DP 1949B3RF	31,15 b
IMA 5901B2RF	30,98 b
TMG 22GLTP	30,72 b
FM 911GLTP	30,20 b
Bioestimulante	
Sem	31,41 a
Com	31,42 a

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

A resistência de fibra (STR) não apresentou interação positiva entre cultivares e aplicação do bioestimulante. Observou-se diferença significativa entre cultivares, com destaque para FM 978GLTP, TMG 31B3RF, FM 974GLT, FM 911GLTP, TMG 22GLTP, DP 1949B3RF e FM 944GL, que exibiram maiores valores de resistência, enquanto as demais apresentaram desempenho inferior. Não houve efeito do bioestimulante sobre essa variável. (Tabela 16).

Tabela 16 — Valores médios de resistência de fibra (STR) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.

STR	
Cultivares (C)	(g.tex ⁻¹)
FM 978GLTP	35,00 a
TMG 31B3RF	34,45 a
FM 974GLT	34,42 a
FM 911GLTP	34,27 a
TMG 22GLTP	34,19 a
DP 1949B3RF	33,92 a
FM 944GL	33,57 a
FM 985GLTP	33,09 b
IMA 243B2RF	32,81 b
TMG 44B2RF	32,62 b
IMA 5801B2RF	32,26 b
IMA 5901B2RF	31,61 b

Bioestimulante	
Sem	33,46 a
Com	33,58 a

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

Para a uniformidade do comprimento (UI), não foram encontradas diferenças significativas nas interações entre os fatores. No entanto, os efeitos isolados indicaram variações entre cultivares. As cultivares TMG 31B3RF e DP 1949B3RF apresentaram as maiores médias. No entanto a aplicação do bioestimulante não exerceu efeito significativo sobre essa variável (Tabela 17).

Tabela 17 — Valores médios de uniformidade do comprimento (UI) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante ..

Cultivares (C)	UI
	%
TMG 31B3RF	86,97 a
DP 1949B3RF	86,79 a
FM 978GLTP	85,71 b
FM 974GLT	85,70 b
IMA 5801B2RF	85,47 b
FM 911GLTP	85,47 b
IMA 243B2RF	85,37 b
FM 944GL	85,34 b
FM 985GLTP	85,05 b
TMG 44B2RF	85,04 b
IMA 5901B2RF	84,94 b
TMG 22GLTP	84,55 b
Bioestimulante	
Sem	85,51 a
Com	85,51 a

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

A interação de cultivares com bioestimulante não foi significativa para o índice de fibras curtas (IFC), mas com diferença entre as cultivares. As cultivares FM 911GLTP, IMA 243B2RF, IMA 5901B2RF, TMG 22GLTP, FM 944GL, TMG 44B2RF, IMA 5801B2RF, FM 978GLTP e DP 1949B3RF obtiveram melhores respostas comparadas as demais em estudo. Não foi obtido resultados significativos com a utilização do Megafol sobre o IFC (Tabela 18).

Tabela 18 — Valores médios de índice de fibras curtas (IFC) obtidos em experimento conduzido no município de Sorriso – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.

	IFC
Cultivares (C)	%
FM 911GLTP	6,82 a
IMA 243B2RF	6,72 a
IMA 5901B2RF	6,61 a
TMG 22GLTP	6,55 a
FM 944GL	6,32 a
TMG 44B2RF	6,27 a
IMA 5801B2RF	6,25 a
FM 978GLTP	6,15 a
DP 1949B3RF	6,05 a
FM 974GLT	5,65 b
TMG 31B3RF	5,45 b
FM 985GLTP	5,44 b
Bioestimulante (Bioest.)	
Sem	6,23 a
Com	6,15 a

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

4.2 Ambiente de cultivo safra 2023/2024, Tabaporã – MT

4.2.1 Componentes de produção e produtividade, Tabaporã-MT

As análises de variância não evidenciaram efeitos significativos da interação entre cultivares e a aplicação do bioestimulante para todas as variáveis analisadas, relacionadas aos componentes de produção e à produtividade. Por outro lado, efeitos significativos foram observados de forma isolada para o fator cultivar, indicando influência do material genético nas variáveis avaliadas (Tabela 19).

Tabela 19 — Valores médios de número de sementes por loja (S.L-1) e capulho (S.C. -1), número de capulhos por m-2 (NC), peso médio de capulho (PMC), rendimento de fibra (RF) e produtividade de algodão fibra por hectare (Prod), obtidos em experimento conduzido no município de Tabaporã - MT, com diferentes cultivares de algodão submetido ou não à aplicação de bioestimulante.

Cultivar (C)	S.L ⁻¹	S.C ⁻¹	NC (m ⁻²)	PMC (g)	RF (%)	Prod(kg ha ¹)
DP 1949B3RF	7,09 b	32,15 a	110,06 a	4,34 b	44,05 a	2093 a
TMG 22GLTP	8,03 a	33,73 a	95,89 b	4,66 b	41,13 c	1834 a
FM 978GLTP	6,91 b	28,84 b	109,57 a	3,78 c	42,63 b	1743 a
TMG 44B2RF	7,08 b	31,79 a	115,98 a	3,92 c	42,35 b	1924 a
TMG 31B3RF	7,23 b	32,94 a	124,14 a	3,83 c	42,24 b	1971 a

FM 944GL	7,61 a	33,25 a	100,33 b	4,69 b	39,98 c	1869 a
FM 985GLTP	7,65 a	31,99 a	87,23 b	3,89 c	41,60 b	1406 b
FM 974GLT	6,96 b	30,74 b	80,79 b	4,53 b	45,26 a	1647 b
IMA 243B2RF	7,64 a	31,41 a	91,51 b	5,04 a	40,39 c	1856 a
FM 911GLTP	6,60 b	30,10 b	87,93 b	5,45 a	40,09 c	1921 a
IMA 5801B2RF	7,25 b	29,35 b	79,71 b	5,38 a	37,35 d	1600 b
IMA 5901B2RF	7,84 a	31,86 a	82,40 b	5,53 a	38,55 d	1758 a
Bioestimulante						
Sem	7,28 a	31,32 a	96,98 a	4,65 a	41,49 a	1831 a
Com	7,38 a	31,70 a	97,27 a	4,52 a	41,11 a	1771 a
P valor						
Blocos	0,3159	0,7207	0,12371	0,1744	0,0632	0,1742
C	0,0051	0,0416	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	<0,0001
B	0,4271	0,4366	0,8984	0,1177	0,0691	0,0902
CxB	0,2198	0,1665	0,3457	0,5162	0,7119	0,2971
CV% P	9,24	9,21	15,31	9,05	2,94	12,96
CV% Subp	7,98	7,53	11,11	8,91	2,35	9,31

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

Não houve efeito significativo da aplicação do bioestimulante sobre as variáveis avaliadas, número de sementes por lóculo ($S.L^{-1}$) e por capulho ($S.C^{-1}$) (Tabela 19). Por outro lado, foram observadas diferenças significativas entre as cultivares, indicando que esse fator influenciou os componentes de produção. Para $S.L^{-1}$ e $S.C^{-1}$, a cultivar TMG 31B3RF apresentou os maiores valores médios (8,03 e 33,73, respectivamente), embora não tenha diferido estatisticamente de outras cultivares, como IMA 5901B2RF, FM 911GLTP, TMG 22GLTP e FM985 GLTP. Já a cultivar FM 944GL apresentou o menor valor para $S.L^{-1}$ (6,60), enquanto a IMA 243B2RF teve o menor valor médio para $S.C^{-1}$ (28,84).

Para o número de capulhos por planta (NC), observa-se efeito significativo apenas entre as cultivares, uma vez que não houve diferença estatística entre os tratamentos com e sem bioestimulante. As cultivares IMA 5801B2RF, TMG 44B2RF, IMA 243B2RF e DP 1949B3RF apresentaram os maiores valores médios de capulhos por planta, formando um grupo estatisticamente superior, com médias variando entre 109,57 e 124,14. As demais cultivares compõem o grupo inferior, com médias entre 79,71 e 100,33 capulhos por planta, estatisticamente distintas do primeiro grupo. Esses resultados indicam que as variações observadas no número de capulhos estão relacionadas predominantemente ao fator genético das cultivares, sem influência significativa do bioestimulante nas condições avaliadas (Tabela 19).

A partir dos dados apresentados na Tabela 19, constata-se que a aplicação do bioestimulante não exerceu efeito significativo sobre o peso médio do capulho (PMC), o rendimento de fibra (RF%) e a produtividade de fibra por hectare. Em contrapartida, foram observadas diferenças significativas entre as cultivares para todas as variáveis analisadas. A cultivar DP 1949B3RF apresentou a maior produtividade (2093,8 kg.ha⁻¹), seguida por FM 911GLTP e IMA 243B2RF, enquanto FM 978GLTP obteve o menor valor (1734,0 kg.ha⁻¹). Quanto ao PMC, IMA 243B2RF obteve o maior valor médio (5,45 g), destacando-se estatisticamente das demais, enquanto no rendimento de fibra, as cultivares TMG 22GLTP e FM 974GLT apresentaram os maiores percentuais.

4.2.2 Qualidade de Fibra, Tabaporã – MT

A análise dos dados apresentados revela a presença de interação significativa entre cultivares e aplicação do bioestimulante para os atributos de qualidade da fibra: comprimento de fibra (LEN). Para as demais características avaliadas (MIC, ELG, MAT, STR, UI e IFC), não foram observadas interações significativas, o que implica que os efeitos do bioestimulante e das cultivares ocorreram de forma independente (Tabela 20).

Tabela 20 — Valores médios de micronaire (MIC), comprimento (LEN), resistência (STR), uniformidade (UI), alongamento (ELG), maturidade (MAT) e índice de fibras curtas (IFC) obtidos em experimento conduzido no município de Tabaporã – MT, em diferentes cultivares de algodoeiro submetidas à aplicação de bioestimulante.

	MIC	LEN	STR	UI	ELG	MAT	IFC
Cultivar(C)		(mm)	(g.tex ⁻¹)	(%)	(%)		%
DP 1949B3RF	4,16 c	30,04 a	33,11 a	84,4 a	5,31 a	0,86 c	7,50 a
TMG 31B3RF	4,26 c	30,84 a	34,38 a	84,7 a	5,29 a	0,87 b	7,11 a
IMA 243B2RF	4,79 a	30,66 a	31,65 b	84,5 a	5,19 a	0,88 a	7,78 a
TMG 44B2RF	4,31 c	29,46 a	32,55 a	83,5 a	5,30 a	0,87 b	8,96 a
IMA 5801B2RF	4,47 b	30,51 a	31,44 b	83,9 a	5,49 a	0,87 b	8,21 a
IMA 5901B2RF	4,52 b	30,45 a	30,91 b	83,8 a	5,34 a	0,87 b	8,11 a
FM 911GLTP	4,68 a	29,86 a	30,36 b	84,1 a	5,31 a	0,88 a	7,98 a
FM 978GLTP	4,12 c	29,96 a	32,56 a	83,2 a	5,48 a	0,86 c	8,75 a
TMG 22GLTP	4,85 a	30,05 a	34,00 a	83,9 a	5,59 a	0,88 a	8,25 a
FM 944GL	4,47 b	30,44 a	33,10 a	84,1 a	5,40 a	0,87 b	8,21 a
FM 974GLT	4,89 a	30,46 a	33,55 a	83,1 a	5,36 a	0,89 a	8,76 a
FM 985GLTP	4,45 b	29,45 a	32,26 a	82,6 a	5,39 a	0,87 b	9,29 a

Bioestimulante (Bioest.)							
Sem	4,51 a	30,22 a	32,66 a	84,0 a	5,38 a	0,87 a	8,07 a
Com	4,48 a	30,19 a	32,32 a	83,6 a	5,36 a	0,87 a	8,41 a
P valor							
Blocos	0,0131	0,7043	0,5668	0,3453	0,7530	0,0224	0,6074
C	<0,0001	0,2094	<0,0001	0,4216	0,1725	<0,0001	0,7089
B	0,5591	0,8600	0,3405	0,1622	0,8383	0,2568	0,2764
CxB	0,5630	0,0231	0,7451	0,3703	0,3127	0,2882	0,1642
CV% P	6,52	3,25	4,59	2,11	4,58	0,79	25,16
CV% Subp	7,05	2,66	5,33	1,72	4,62	0,91	18,48

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

Houve interação significativa entre as cultivares e a aplicação do bioestimulante para o comprimento da fibra (LEN). Algumas cultivares apresentaram redução no comprimento da fibra com o uso do bioestimulante, como observado na DP 1949B3RF, cujo valor diminuiu de 30,95 mm (sem bioestimulante) para 29,13 mm (com bioestimulante). Em contrapartida, a cultivar IMA 5801B2RF apresentou aumento de 6,26% no comprimento da fibra com a aplicação do produto, demonstrando resposta positiva ao tratamento. Já as cultivares IMA 243B2RF, IMA 5901B2RF, TMG 44B2RF, FM 974GLT e FM 985GLTP mantiveram valores estáveis entre os tratamentos, indicando que o efeito do bioestimulante sobre essa variável é dependente do material genético utilizado (Tabela 21).

Tabela 21 — Valores médios de comprimento de fibra (LEN) obtidos em experimento conduzido no município de Tabaporã – MT, das diferentes cultivares e os efeitos das aplicações do bioestimulante.

LEN (mm)		
Cultivar	Bioestimulante Com	Bioestimulante Sem
DP 1949B3RF	29,13 Ab	30,95 Aa
TMG 31B3RF	30,62 Aa	31,05 Aa
IMA 243B2RF	30,59 Aa	30,71 Aa
TMG 44B2RF	29,46 Aa	29,45 Ba
IMA 5801B2RF	31,43 Aa	29,58 Bb
IMA 5901B2RF	30,49 Aa	30,41 Aa
FM 944GL	30,06 Aa	30,83 Aa
FM 974GLT	30,43 Aa	30,50 Aa
FM 911GLTP	30,28 Aa	29,43 Ba
FM 978GLTP	30,11 Aa	29,78 Ba
FM 985GLTP	29,84 Aa	29,66 Ba
TMG 22GLTP	29,85 Aa	30,25 Aa

Fonte: A autora.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

A análise dos efeitos isolados não revelou significância para os fatores cultivar e aplicação do bioestimulante sobre o comprimento da fibra (LEN), indicando que, de forma independente, esses fatores isolados não influenciaram significativamente essa característica nas condições avaliadas.

Os valores médios de micronaire (MIC) apresentados na Tabela 20 indicam que não houve interação significativa entre cultivares e aplicação do bioestimulante, bem como nenhum efeito isolado significativo do bioestimulante sobre essa variável. Os valores médios nos tratamentos com (4,48) e sem (4,51) aplicação não apresentaram diferença significativa. Em contrapartida, observou-se diferença entre as cultivares, evidenciando que o MIC foi influenciado predominantemente pelo fator genético. As cultivares TMG 22GLTP (4,85), FM 974GLT (4,89), IMA 243B2RF (4,79) e FM 911GLTP (4,68) apresentaram os maiores valores de MIC, enquanto DP 1949B3RF (4,16), FM 978GLTP (4,11), TMG 31B3RF (4,26) e TMG 44B2RF (4,30) se destacaram com os menores valores. Esses resultados reforçam que o micronaire é uma característica fortemente determinada pela variabilidade genética entre as cultivares, e que, nas condições avaliadas, o uso do bioestimulante não promoveu alterações significativas nesse atributo da fibra.

Os dados referentes à resistência da fibra (STR) demonstram que não houve interação significativa entre cultivares e aplicação do bioestimulante, tampouco efeito isolado significativo do bioestimulante. Os valores médios de resistência foram semelhantes entre os tratamentos com (32,32 g Tex⁻¹) e sem (32,66 g Tex⁻¹) aplicação do bioestimulante.

Por outro lado, foi identificada diferença significativa entre as cultivares, evidenciando que a resistência da fibra é influenciada principalmente pelo fator genético. As cultivares TMG 31B3RF (34,37 g Tex⁻¹) e TMG 22GLTP (34,00 g Tex⁻¹) apresentaram os maiores valores médios, enquanto as cultivares FM 911GLTP (30,36 g Tex⁻¹) e IMA 5901B2RF (30,91 g Tex⁻¹) apresentaram as menores médias de resistência. Esses resultados indicam que, nas condições do experimento, a resistência da fibra depende mais da cultivar utilizada do que da aplicação do bioestimulante, não havendo efeito benéfico significativo do produto para esse atributo da qualidade da fibra.

A partir dos resultados na Tabela 20, verifica-se que não houve interação significativa entre as cultivares e o uso do bioestimulante, assim como a aplicação isolada do bioestimulante não influenciou significativamente a maturidade da fibra, já que os valores médios foram iguais (0,87) nos dois tratamentos. No entanto, foi possível identificar diferença entre as cultivares. As cultivares DP 1949B3RF, TMG 44B2RF e FM 978GLTP apresentaram os menores índices de maturidade (0,86), enquanto FM 974GLT, IMA 243B2RF e TMG 22GLTP obteve o maior valor (0,88). As demais cultivares apresentaram resultados intermediários.

Para a uniformidade da fibra (UI), alongamento (ELG) e índice de fibras curtas (IFC) não houve diferença significativa entre cultivares, aplicação de bioestimulante, nem a interação entre esses fatores. Embora sejam observadas variações numéricas entre as cultivares, essas não foram significativas, indicando que os parâmetros UI, ELG e IFC se mantêm estáveis independentemente do material genético ou do uso do bioestimulante neste experimento.

4.3 Ambiente de cultivo safrinha 2024/2024, Porto dos Gaúchos – MT

4.3.1 Componentes de produção e produtividade, Porto dos Gaúchos – MT

A análise estatística revelou interação significativa entre cultivares e aplicação do bioestimulante para o número de sementes por loja ($S.L^{-1}$) e por capulho ($S.C^{-1}$), evidenciando que a resposta ao produto varia conforme a cultivar. Além disso, o bioestimulante apresentou efeito isolado, indicando que sua aplicação influenciou positivamente essas variáveis, independentemente do genótipo. O fator cultivar também foi significativo, demonstrando a forte influência genética sobre o desempenho reprodutivo das plantas (Tabela 22).

Tabela 22 — Valores médios de número de sementes por loja ($S.L^{-1}$) e capulho ($S.C^{-1}$), número de capulhos por m^{-2} (NC), peso médio de capulho (PMC), rendimento de fibra (RF) e produtividade de algodão fibra por hectare (Prod), obtidos em experimento conduzido no município de Porto do Gaúchos - MT, com diferentes cultivares de algodão submetido ou não à aplicação de bioestimulante

Cultivar (C)	$S.L^{-1}$	$S.C^{-1}$	NC (m^{-2})	PMC (g)	RF (%)	Prod(kg ha^{-1})
DP 1949	7,40 c	33,61 c	128,5 a	4,15 d	42,88 a	2288 a
TMG 22	8,53 a	37,91 a	109,46 b	4,67 c	39,08 b	1989 a
FM 978	6,93 c	30,90 d	102,11 b	3,63 e	41,98 a	1563 c
TMG 44	7,90 b	36,30 b	110,29 b	4,14 d	41,28 a	1869 b

TMG 31	7,40 c	34,13 c	123,00 a	3,91 e	41,09 a	1969 a
FM 944	7,98 b	35,78 b	119,91 a	4,61 c	38,56 b	2125 a
FM 985	7,86 b	34,98 b	103,68 b	4,14 d	38,95 b	1671 c
FM 974	7,36 c	33,53 c	114,76 a	4,27 d	43,34 a	2096 a
IMA 243	7,83 b	33,90 c	101,33 b	5,25 a	38,95 b	2079 a
FM 911	7,46 c	34,11 c	103,49 b	4,96 b	39,40 b	2015 a
IMA 5801	7,75 b	32,40 d	100,06 b	5,21 a	40,65 a	2116 a
IMA 5901	7,89 b	33,76 c	87,73 c	5,45 a	38,16 b	1817 b
Bioestimulante (Bioest.)						
Sem	7,55 b	33,71 b	105,59 b	4,69 a	40,16 a	1965 a
Com	7,83 a	34,84 a	111,79 a	4,38 a	40,56 a	1968 a
P valor						
Blocos	0,3706	0,3049	0,0198	0,1240	0,1085	0,0021
C	< 0,0001	< 0,0001	<0,0001	< 0,001	0,0040	< 0,0001
B	0,0045	0,0212	0,0011	0,0004	0,5171	0,9373
CxB	0,0002	0,0209	0,0222	0,7062	0,7266	0,1661
CV% P	5,84	5,50	9,79	6,59	6,78	11,17
CV% Subp	5,86	6,69	7,87	8,56	7,30	10,20

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

Algumas cultivares apresentaram incremento significativo (tabela 23) com o uso do bioestimulante, como a TMG 22GLTP, que aumentou de 7,72 para 9,32 sementes por loja e de 34,80 para 41,02 sementes por capulho. Por outro lado, algumas cultivares apresentaram redução ou estabilidade, como a FM 911GLTP, que teve uma leve diminuição de 7,67 para 7,25 (S.L⁻¹), sem diferença para S.C⁻¹. O destaque também vai para a FM 944GL, que apresentou incremento significativo em ambas as variáveis com a aplicação do bioestimulante (S.L⁻¹: de 6,47 para 9,47; S.C⁻¹: de 29,50 para 39,43), evidenciando uma resposta altamente positiva ao tratamento.

Tabela 23 — Valores médios do número sementes por loja (S.L-1) e capulho (S.C-1) obtidos em experimento conduzido no município de Porto dos Gaúchos – MT, para diferentes cultivares de algodão em resposta à aplicação ou não de bioestimulante ..

Cultivar	S.L ⁻¹		S.C ⁻¹	
	Bioestimulante		Bioestimulante	
	Com	Sem	Com	Sem

DP 1949B3RF	7,27 Da	7,52 Aa	32,95 Ca	34,27 Aa
TMG 31B3RF	7,52 Da	7,27 Aa	34,75 Ca	33,50 Aa
IMA 243B2RF	8,00 Ca	7,65 Aa	33,67 Ca	34,12 Aa
TMG 44B2RF	8,07 Ca	7,72 Aa	37,32 Ba	35,27 Aa
IMA 5801B2RF	8,02 Ca	7,47 Ab	33,40 Ca	31,40 Ba
IMA 5901B2RF	7,80 Ca	7,97 Aa	33,87 Ca	33,65 Aa
FM 944GL	8,47 Ba	7,47 Ab	38,15 Ba	33,40 Ab
FM 974GLT	6,97 Db	7,75 Aa	32,35 Ca	34,70 Aa
FM 911GLTP	7,25 Da	7,67 Aa	33,80 Ca	34,42 Aa
FM 978GLTP	7,45 Da	6,40 Bb	32,20 Ca	29,60 Ba
FM 985GLTP	7,77 Ca	7,95 Aa	34,57 Ca	35,37 Aa
TMG 22GLTP	9,32 Aa	7,72 Ab	41,02 Aa	34,80 Ab

Fonte: A autora.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

A variável número de capulhos (NC) apresentou diferença significativa para a cultivar, aplicação do bioestimulante e para a interação desses fatores (Cx B).

Tabela 24 — Valores médios do número de capulhos (NC) obtidos em experimento conduzido no município de Porto dos Gaúchos – MT, para diferentes cultivares de algodão em resposta à aplicação ou não de bioestimulante ..

Cultivar	NC (m ⁻²)	
	Bioestimulante Com	Bioestimulante Sem
DP 1949B3RF	134,07 Aa	122,92 Aa
TMG 31B3RF	125,82 Aa	120,17 Aa
IMA 243B2RF	101,25 Ba	101,40 Ba
TMG 44B2RF	111,50 Ba	109,07 Ba
IMA 5801B2RF	94,40 Ca	105,72 Ba
IMA 5901B2RF	91,22 Ca	84,22 Ca
FM 944GL	121,67 Aa	118,15 Aa
FM 974GLT	129,52 Aa	100,00 Bb
FM 911GLTP	108,97 Ba	98,00 Ba
FM 978GLTP	103,37 Ba	100,85 Ba
FM 985GLTP	107,30 Ba	100,05 Ba
TMG 22GLTP	112,40 Ba	106,52 Ba

Fonte: A autora.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

Observou-se interação significativa da cultivar e aplicação do bioestimulante para NC, evidenciando que o efeito do tratamento foi dependente do material genético utilizado. A cultivar DP 1949B3RF apresentou o maior número de capulhos sob aplicação do bioestimulante (134,07), destacando-se significativamente das

demais juntamente com a cultivar FM 974GLT que também respondeu positivamente ao tratamento, com um aumento expressivo de NC, passando de 100,00 para 129,52. Em contraste, a cultivar IMA 5801B2RF apresentou redução no número médio de capulhos com a aplicação do bioestimulante (91,40), sugerindo baixa eficiência de resposta ou possível sensibilidade negativa ao bioestimulante (Tabela 24).

Houve efeito significativo da cultivar sobre o peso médio de capulhos (PMC), enquanto a aplicação do bioestimulante não proporcionou incremento na variável analisada. Pelo contrário, o tratamento controle (sem bioestimulante) apresentou média superior (4,69 g) em relação ao tratamento com bioestimulante (4,38 g), evidenciando que, neste caso, a aplicação do produto não favoreceu o incremento em peso dos capulhos. Entre as cultivares, destacaram-se IMA 5901B2RF, IMA 243B2RF e IMA 5801B2RF, que apresentaram os maiores valores médios de PMC (5,44 g, 5,25 g e 5,21 g, respectivamente), diferindo das demais. Isso demonstra que o peso médio dos capulhos está fortemente relacionado à base genética, sendo essas cultivares mais eficientes no enchimento dos frutos. A cultivar FM 978GLTP apresentou o menor valor de PMC (3,63 g).

Os resultados apresentados indicaram efeito significativo para o fator cultivar em ambas as variáveis avaliadas, reforçando a influência do componente genético no desempenho produtivo da cultura.

Em relação ao rendimento de fibra (RF), as cultivares FM 974GLT (43,34%), seguida por DP 1949B3RF (42,87%), FM 978GLTP (41,37%), TMG 44B2RF (41,27%), TMG 31B3RF e IMA 5801B2RF (40,65%) tiveram maiores valores que as demais. Por outro lado, a cultivar IMA 5901B2RF apresentou o menor rendimento (38,16%), compondo o grupo de menor desempenho para essa variável.

Quanto à produtividade de fibra, a cultivar DP 1949B3RF foi a mais produtiva (2284 kg.ha⁻¹), diferenciando-se estatisticamente das demais, seguida pelas cultivares FM 944GL (2125 kg.ha⁻¹) IMA 5801B2RF (2115 kg.ha⁻¹), FM 974GLT (2096 kg.ha⁻¹) e IMA 243B2RF (2095,6 kg.ha⁻¹). A menor produtividade foi registrada para a cultivar FM 978GLTP, com 1563,26 kg ha⁻¹, mesmo apresentando bom rendimento de fibra.

Considerando a aplicação do bioestimulante, não foi observado efeito significativo sobre o rendimento de fibra nem sobre a produtividade de fibra, uma vez que os valores médios obtidos com a utilização do bioestimulante (40,55% para

Blocos	0,1972	0,3833	0,6763	0,2471	0,0862	0,1949	0,6245
C	0,0035	0,0009	0,2485	0,5264	<0,0001	0,1170	0,0639
B	0,4908	0,1380	0,0728	0,8780	0,1875	0,5491	0,7560
CxB	0,2538	0,0792	0,6658	0,2052	0,9692	0,0442	0,0568
CV% P	8,56	2,51	4,54	1,38	4,20	1,14	15,60
CV% Subp	8,69	2,17	4,33	1,32	4,23	0,97	14,35

Fonte: A autora.

Legenda: Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott com 5% de significância.

A interação da cultivar e aplicação do bioestimulante foi significativa para a maturidade da fibra (MAT). A cultivar DP 1949B3RF apresentou aumento significativo no valor de MAT com a aplicação do bioestimulante (0,86 com vs. 0,85 sem), sugerindo um efeito positivo do produto sobre a maturação da fibra. Em contrapartida, as cultivares FM 985GLTP e IMA 5901B2RF mostraram reduções significativas nesse atributo (de 0,87 para 0,85 em ambas), indicando uma resposta negativa ao tratamento. (Tabela 26)

Tabela 26 — Valores médios de maturidade da fibra (MAT) obtidos em experimento conduzido no município de Porto dos Gaúchos – MT das diferentes cultivares de algodoeiro avaliadas com e sem aplicação de bioestimulante.

Cultivar	MAT	
	Bioestimulante Com	Bioestimulante Sem
TMG 22GLTP	0,87 Aa	0,87 Aa
FM 974GLT	0,87 Aa	0,87 Aa
IMA 5801B2RF	0,87 Aa	0,86 Aa
DP 1949B3RF	0,86 Aa	0,85 Bb
FM 911GLTP	0,86 Aa	0,87 Aa
FM 944GL	0,86 Aa	0,86 Ba
TMG 44B2RF	0,86 Aa	0,86 Ba
IMA 243B2RF	0,86 Aa	0,87 Aa
TMA 31B3RF	0,86 Aa	0,86 Aa
FM 978GLTP	0,86 Aa	0,85 Ba
IMA 5901B2RF	0,86 Ab	0,87 Aa
FM 985GLTP	0,85 Ab	0,87 Aa

Fonte: A autora.

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, estatisticamente não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

Não foi observado efeito significativo do bioestimulante para nenhuma das variáveis avaliadas MIC, LEN e ELG, indicando que a aplicação do produto não interferiu nos parâmetros de qualidade da fibra nas condições em que o experimento foi conduzido. Por outro lado, o fator cultivar apresentou efeito significativo para

todas as variáveis (MIC, LEN e ELG), demonstrando que as diferenças observadas são atribuídas ao material genético.

Para o micronaire (MIC), os valores variaram entre 3,84 e 4,54, permitindo o agrupamento das cultivares em diferentes classes quanto à espessura da fibra. As cultivares TMG 22GLTP, FM 974GLT, FM 911GLTP, IMA 5801B2RF e IMA 5901B2RF apresentaram os maiores valores de MIC, sem diferença entre si, enquanto a FM 978GLTP registrou o menor índice, destacando-se negativamente nesse parâmetro.

Em relação ao comprimento de fibra (LEN), também foram observadas diferenças estatísticas entre grupos de cultivares. A cultivar FM 974GLT apresentou o maior comprimento médio (32,26 mm), enquanto DP 1949B3RF e FM 911GLTP exibiram os menores valores, com 30,45 mm e 30,26 mm, respectivamente.

No que se refere ao alongamento da fibra (ELG), os maiores valores foram observados na cultivar TMG 22GLTP (5,90%), que diferiu das demais, evidenciando maior capacidade de deformação antes da ruptura. Por outro lado, a cultivar IMA 243B2RF apresentou o menor valor de ELG (5,02%), indicando menor elasticidade da fibra.

Não houve variação da uniformidade (UI), resistência da fibra (STR) e índice de fibras curtas (IFC) em diferentes cultivares de algodoeiro submetidas ou não à aplicação de bioestimulante para a interação entre os fatores.

5 DISCUSSÃO

5.1 Variações dos componentes de produção do algodoeiro em função do local de cultivo, cultivares e da aplicação do bioestimulante

Variações significativas foram observadas entre as cultivares de algodão em condições de temperaturas elevadas, com impactos negativos no sistema reprodutivo, redução no número de botões florais e menor retenção de capulhos. Segundo Zhao *et al.*, (2005), o aumento da temperatura reduz os níveis de carboidratos nos botões florais, acelerando sua abscisão. Esse resultado corrobora os achados de Reddy, Reddy e Hodges (1992), que observaram menor retenção de frutos sob altas temperaturas, e de Reddy *et al.*, (2002), que destacaram que a eficiência na produção de frutos é máxima até 29 °C, diminuindo significativamente em temperaturas superiores.

O uso do bioestimulante, na localidade de Porto dos Gaúchos, teve efeito positivo na retenção de capulhos, sugerindo sua eficácia sob condições de estresse térmico. Estudos anteriores também demonstraram que bioestimulantes podem atenuar estresses térmicos e hídricos em culturas como tomateiro (Petrozza *et al.*, 2014) e espinafre (Xu; Leskovar, 2015), reforçando seu potencial em diferentes espécies.

A variável genética foi determinante em todas as localidades de cultivo para os principais atributos agrônômicos avaliados, como número de capulhos, rendimento de fibra, produção de sementes por lóculo e por capulho, e peso médio de capulho. As cultivares DP 1949B3RF e TMG 31B3RF se destacaram por sua maior resiliência ao estresse térmico. Em Sorriso, registrou-se o maior número de capulhos, o que pode estar relacionado ao menor número de dias com temperaturas acima de 29 °C (179 dias, média de 32,9 °C), quando comparado a Tabaporã (189 dias, média de 33,2 °C). Em Porto dos Gaúchos, onde houve o menor número de dias com temperaturas elevadas (162 dias, média de 32,6 °C), observou-se a maior média de capulhos entre as localidades.

Nas cultivares que apresentaram menor número de capulhos, como IMA 5801B2RF e IMA 5901B2RF, foi registrado um maior peso médio por capulho (PMC). De acordo com Snider *et al.*, (2022), a seca e as altas temperaturas afetam negativamente a formação de capulhos e sementes, especialmente quando ocorrem

em fases críticas, como o florescimento. Esse tipo de estresse pode resultar em menor número de capulhos, mas com maior peso individual, como forma de compensação fisiológica. No município de Sorriso, as condições térmicas mais amenas e a época de plantio mais favorável resultaram em maior retenção de capulhos e, conseqüentemente, em menores valores de PMC, quando comparado a Porto dos Gaúchos. Por outro lado, o bioestimulante não apresentou efeito significativo sobre o PMC em nenhuma das duas localidades.

A produtividade de algodão em fibra foi influenciada tanto por fatores genéticos quanto ambientais, com destaque para a cultivar DP 1949B3RF, que apresentou os maiores tetos produtivos nas três localidades, especialmente em Sorriso. Esse desempenho superior está associado ao maior número de capulhos por área e à elevação na porcentagem de fibra, ainda que, em alguns casos, isso ocorra à custa da redução no tamanho das sementes (May, 2001). Em contrapartida, as cultivares FM 985GLTP e FM 978GLTP apresentaram as menores produtividades, devido à maior suscetibilidade ao fungo *Corynespora cassiicola*, responsável por desfolha intensa e queda prematura de frutos, conforme observado na safra avaliada.

O rendimento de fibra foi influenciado principalmente pelo fator genético, evidenciando que a produtividade está diretamente ligada à formação e ao desenvolvimento das estruturas reprodutivas, determinadas pela cultivar. Entre os materiais avaliados, FM 974GLTP e DP 1949B3RF se destacaram pelos maiores rendimentos, refletindo seu alto potencial produtivo e adaptação às condições ambientais.

A elevação da temperatura média do ar aumenta a demanda evapotranspiratória, intensificando a deficiência hídrica, mesmo em cenários com maior precipitação (Assad *et al.*, 2004). Além disso, o calor excessivo favorece o abortamento floral, limitando o desenvolvimento das estruturas reprodutivas (Silva *et al.*, 2011). Segundo Pettigrew (2008), um aumento de apenas 1 °C na temperatura média pode resultar em até 10% de redução na produtividade de fibra, o que reforça a necessidade de estratégias de adaptação climática e seleção de cultivares mais tolerantes ao estresse térmico.

A produção de sementes por lóculo e por capulho também foi influenciada tanto pela genética quanto pelas condições climáticas ao longo do ciclo. A cultivar TMG 22GLTP apresentou os maiores valores, destacando-se pela sua

adaptabilidade ao ambiente. Um fator decisivo nesse processo é a viabilidade do grão de pólen, essencial para a fecundação e formação das maçãs. Esse fator é altamente sensível ao estresse térmico, podendo resultar em esterilidade polínica sob altas temperaturas (Zhao *et al.*, 2005; Echer *et al.*, 2014). Em Porto dos Gaúchos, as cultivares menos expostas a picos térmicos apresentaram melhor viabilidade polínica e, conseqüentemente, maior produção de sementes, evidenciando a influência direta das condições térmicas sobre o desempenho reprodutivo.

Adicionalmente, a aplicação do bioestimulante afetou significativamente a formação de sementes por lóculo e capulho, especialmente no cultivo mais tardio em Porto dos Gaúchos. Houve interação significativa entre cultivares e bioestimulante para TMG 22GLTP, FM 944GL e FM 978GLTP nessa localidade, e para a cultivar IMA 5801B2RF em Sorriso, demonstrando que a resposta ao bioestimulante varia conforme o genótipo e as condições ambientais.

5.2 Variações dos componentes de qualidade de fibra do algodão em função do local de cultivo e da aplicação do bioestimulante

Os fatores genéticos e ambientais são determinantes para a expressão das características da qualidade da fibra de algodão, enquanto o uso do bioestimulante, em sua maioria, não apresentou efeitos significativos. Cada cultivar possui um padrão de qualidade de fibra intrínseco, determinado geneticamente, mas que pode ser alterado por condições ambientais e de manejo (Freire, 2015). O estresse térmico, especialmente decorrente de temperaturas elevadas, afeta diretamente essas características, destacando a importância da seleção de cultivares mais resistentes ao calor.

A maturidade da fibra (MAT) foi influenciada por fatores ambientais e, pontualmente, pelo fator genético. Diferenças entre cultivares foram observadas apenas nos municípios de Tabaporã e Sorriso, indicando que a expressão da maturidade depende das condições ambientais específicas de cada local. Nas três localidades avaliadas, as cultivares TMG 22GLTP, FM 911GLTP e IMA 243B2RF apresentaram elevados índices de maturidade, demonstrando boa adaptabilidade. Quanto à interação entre cultivar e bioestimulante, o efeito significativo foi observado apenas para a cultivar DP 1949B3RF em Porto dos Gaúchos, sugerindo que a

resposta ao bioestimulante pode variar conforme o genótipo, sendo necessária compatibilidade entre o bioestimulante e a cultivar para se obter ganhos qualitativos.

As principais características da fibra, índice de fibras curtas, comprimento, uniformidade, resistência e micronaire são fundamentais para a comercialização e, por isso, foco do melhoramento genético do algodoeiro (Resende *et al.*, 2014). Temperaturas acima de 35 °C têm efeito negativo sobre a qualidade da fibra (Pettigrew, 2001; 2008).

Em relação ao índice micronaire (MIC), valores entre 3,5 e 4,9 são considerados aceitáveis, com intervalo ótimo entre 3,7 e 4,2 (Bradow; Davidonis, 2010). A cultivar TMG 22GLTP apresentou o maior valor de MIC, sendo classificada como portadora de fibra grossa. Além disso, observou-se que os valores de MIC diminuíram com o atraso na semeadura. Nas localidades de Sorriso e Tabaporã foram registrados, respectivamente, os maiores e menores valores de MIC. Esses resultados estão de acordo com Bradow *et al.* (1997), que associam valores elevados de micronaire ao acúmulo de calor durante o desenvolvimento da fibra, especialmente sob estresse térmico severo.

O presente estudo corrobora essas observações, já que Sorriso e Tabaporã apresentaram maior acúmulo de graus-dias, enquanto Porto dos Gaúchos, onde a semeadura foi mais tardia, apresentou valores inferiores. O MIC está fortemente associado ao estresse térmico e é influenciado por fatores como radiação solar e elevação da temperatura (Pettigrew, 1995; Bange *et al.*, 2010).

Altas temperaturas também intensificam a respiração e o consumo de fotoassimilados (Hake *et al.*, 1990). Temperaturas superiores a 35 °C reduzem a taxa fotossintética, limitando a produção de sacarose, componente essencial para a síntese de celulose e o alongamento das fibras (Crafts-Brandner; Salvucci, 2000; Ding *et al.*, 2021). Por outro lado, variedades com maior teor de açúcares nas fibras podem apresentar comprimento reduzido, devido à formação de espécies reativas de oxigênio (EROs), que aceleram a iniciação, mas interrompem o alongamento, resultando em fibras mais curtas e finas (Ding *et al.*, 2021).

Neste contexto, as cultivares FM 974GLTP, TMG 31B3RF e FM 944GL mostraram maior estabilidade no comprimento da fibra, mesmo sob condições ambientais adversas. Já no município de Tabaporã, a cultivar IMA 5801B2RF apresentou melhor desempenho de comprimento apenas quando associada ao uso do bioestimulante, indicando que o efeito positivo sobre essa característica depende

da interação entre genótipo e produto. Segundo Ruan (2007), o encurtamento das fibras sob altas temperaturas está relacionado à redução do período de alongamento, enquanto o estresse hídrico afeta a pressão de turgor, resultando em fibras mais curtas.

Estudos de Chen *et al.* (2014) e Lv *et al.* (2013) indicam que a manutenção da comunicação via plasmodesmos durante o desenvolvimento favorece o alongamento da fibra, ao permitir maior fluxo de nutrientes e metabólitos. Em contrapartida, temperaturas mais baixas podem prejudicar a atividade enzimática e o transporte de sacarose, comprometendo tanto o crescimento quanto a qualidade das fibras. No entanto, apesar das variações de temperatura e precipitação entre as localidades, o comprimento das fibras permaneceram dentro dos padrões exigidos pela indústria têxtil.

A resistência da fibra (STR) também foi influenciada por fatores genéticos e ambientais, sendo Sorriso a localidade com os maiores valores médios. Pettigrew (2008) e Gao *et al.* (2021) relatam que temperaturas elevadas podem aumentar a resistência da fibra em função da menor retenção de capulhos e da alteração na relação fonte-dreno. No entanto, períodos prolongados de calor extremo podem causar efeitos negativos tanto na resistência quanto no micronaire. Em Porto dos Gaúchos, onde a precipitação foi menor, a STR não apresentou diferenças significativas nem pelo fator genético nem pelo uso do bioestimulante, o que evidencia a influência do balanço hídrico sobre essa variável.

Todas as amostras analisadas neste estudo apresentaram resistência superior a 31 gF Tex⁻¹, sendo, portanto, classificadas como fibras muito resistentes (Bachelier; Gourlot, 2018; Fonseca; Farias, 2002).

A alongação da fibra (%ELG) foi influenciada pela interação entre cultivar e local de cultivo, com destaque para a TMG 22GLTP. Contudo, não foram observados efeitos significativos do uso de bioestimulante sobre essa característica.

A uniformidade do comprimento da fibra (UI) e o índice de fibras curtas (IFC) foram influenciados pelas condições locais de cultivo. Em Sorriso, registrou-se a maior uniformidade de comprimento, enquanto nas localidades de Porto dos Gaúchos e Tabaporã não houve diferenças significativas atribuídas nem ao fator genético nem ao ambiental. Valores elevados de IFC e baixa uniformidade prejudicam a processabilidade da fibra na indústria têxtil (Fonseca; Farias, 2002).

Por fim, o índice de fibras curtas (IFC) foi determinado principalmente pelo local de plantio, com destaque positivo para Sorriso, que apresentou os menores índices. Esse resultado reforça o papel do ambiente na redução do IFC, conforme relatado por Bradow e Davidonis (2010).

6 CONCLUSÕES

As cultivares DP 1949B3RF e FM 974GLTP foram as que apresentaram melhor desempenho produtivo e estabilidade sob estresse térmico, evidenciando maior adaptabilidade. O bioestimulante apresentou efeito pontual e variável, com ganhos mais consistentes em Porto dos Gaúchos, especialmente na retenção de capulhos e formação de sementes, mas não foi determinante para produtividade ou qualidade da fibra. Quanto à qualidade, os principais atributos (comprimento, resistência, uniformidade, micronaire) foram influenciados principalmente por fatores genéticos e ambientais, mantendo-se dentro dos padrões exigidos pela indústria têxtil, ainda que o calor excessivo tenha representado o maior desafio fisiológico.

REFERÊNCIAS

- ABRAPA. Algodão no Brasil. Brasília, 28 abr. 2023. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- ABDELRAHEEM, A.; ESMAEILI, N.; O'CONNELL, M.; ZHANG, J. Progress and perspective on drought and salt stress tolerance in cotton. **Industrial Crops and Products**, v. 130, p. 118-129, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.070>.
- AQUINO, L. A.; AQUINO, R. F. B. A.; SILVA, T. C.; SANTOS, D. F.; BERGER, P. G. Aplicação do fósforo e da irrigação na absorção e exportação de nutrientes pelo algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 355-361, 2012.
- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100001>.
- BACHELIER, B.; GOURLOT, J. P. A fibra de algodão: origem, estrutura, composição e caracterização. In: BÉLOT, Jean-Louis (ed.). **Manual de qualidade da fibra da AMPA**. Cuiabá: IMAmt-Ampa, 2018. p. 28-57.
- BANGE, M.; CONSTABLE, G. A.; JOHNSTON, D.; KELLY, D. A method to estimate the effects of temperature on cotton micronaire. **Journal of Cotton Science**, v. 14, n. 14, p. 164-172, 2010.
- BASAL, H.; DAGDELEN, N.; UNAY, A.; YILMAZ, E. Effects of deficit drip irrigation ratios on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fibre quality. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 195, n. 1, p. 19–29, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2008.00340.x>.
- BATTACHARYYA, D.; MAHBOBEH, Z.B.; PRAMOD, R.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 39-48, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>.
- BAYTAR, A. A.; PEYNIRCIOĞLU, C.; SEZENER, V.; BASAL, H.; FRARY, A.; FRARY, A.; DOĞANLAR, S. Identification of stable QTLs for fiber quality and plant structure in Upland cotton (*G. hirsutum* L.) under drought stress. **Industrial Crops and Products**, v. 124, p. 776-786, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.08.054>.
- BOOKER, J. D.; BORDOVSKY, J.; LASCANO, R. J.; SEGARRA, E. Variable rate irrigation on cotton lint yield and fiber quality. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2006, San Antonio. **Anais**. San Antonio: The cotton foundation, 2006. p. 1768-1776.

BRADOW, J. M.; BAUER, P. J.; HINOJOSA, O.; SASSENATH-COLE, G. F. Quantification of variations in cotton fiber quality resulting from boll and plant growth environments. **European Journal of Agronomy**, v. 6, p. 191-204, 1997.

BRADOW, J. M.; DAVIDONIS, G. H. Effects of environment on fiber quality. *In*: STEWART, J. M.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. (eds.). **Physiology of cotton**. Dordrecht: Springer, 2010. p. 227-245. DOI: https://doi-org.ez259.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-90-481-3195-2_21.

BURKE, J. J.; WANJURA, D. F. Plant responses to temperature extremes. *In*: STEWART, J. M.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. (eds.). **Physiology of cotton**. Dordrecht: Springer, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/978-90-481-3195-2_12.

CARMO-SILVA, A. E.; GORE, M. A.; ANDRADE-SHANCHEZ, P.; FRENCH, A. N.; HUNSAKER, D. J.; SALVUCCI, M. E. Decreased CO₂ availability and inactivation of Rubisco limit photosynthesis in cotton plants under heat and drought stress in the field. **Environmental and Experimental Botany**, v. 83, p. 1-11, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.04.001>.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, v. 383, p. 3-41, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>.

CELLIER, F.; CONÉJÉRO, G.; BREITLER, J. C.; CASSE, F. Molecular and physiological responses to water deficit in drought-tolerant and drought-sensitive lines of sunflower: accumulation of dehydrin transcripts correlates with tolerance. **Plant Physiology**, v. 116, n. 1, p. 319-328, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.116.1.319>.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcn125>.

CHEN, J.; LV, F.; LIU, J.; MA, Y.; WANG, Y.; CHEN, B.; MENG, Y.; ZHOU, Z. Effects of different planting dates and low light on cotton fibre length formation. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 36, p. 2581-2595, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1629-2>.

CHIAVEGATO, E. J.; SALVATIERRA, D. K.; GOTTARDO, I. C. B. **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola: algodão. 1. ed. Brasília, DF: INMET, 2009.

CONAB. **12º Levantamento da Safra de Grãos 2023/2024**. Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 nov. 2024.

CRAFTS-BRANDNER, S. J.; SALVUCCI, M. E. Rubisco activase restricts the photosynthetic potential of leaves at high temperatures and CO₂. **Proceedings of**

the National Academy of Sciences, v. 97, n. 24, p. 13430-13435, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.230451497>.

CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, n. 3, p. 371-393, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>

DAĞDELEN, N.; BAŞAL, H.; YILMAZ, E.; GÜRBÜZ, T.; AKÇAY, S. Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 1, p. 111-120, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.07.003>.

DING, X.; LI, X.; WANG, L.; ZENG, J.; HUANG, L.; XIONG, L.; SONG, S.; ZHAO, J.; HOU, L.; WANG, F.; PEI, Y. Sucrose enhanced reactive oxygen species generation promotes cotton fibre initiation and secondary cell wall deposition. **Plant Biotechnology Journal**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/pbi.13594>.

ECHER, F. R.; OOSTERHUIS, D. M.; LOKA, D. ROSOLEM, C.A. High night temperatures during the floral bud and flowering stages increase the abscission of reproductive structures in cotton. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 200, n. 3, p.191-198, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12056>.

FONSECA, R. G.; SANTANA, J. C. F. **Resultados de ensaio HVI e suas interpretações (ASTM D-4605)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. (Circular Técnica, 66).

FREIRE, E. C. (ed.). Algodão no cerrado do Brasil. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Gráfica e Editora Positiva, 2015. 942 p.

HAKE, K.; BRAGG, K.; MAUNEY, J.; METZER, B. Causes of high and low micronaire. **Cotton Physiology Today**, v. 1, n. 12, p. 4, 1990. Disponível em: <https://www.cotton.org/tech/physiology/cpt/fiberquality/upload/CPT-Sep90-REPOP.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2025.

GAO, M.; XU, B.; WANG, Y.; ZHOU, Z.; HU, W. Quantifying individual and interactive effects of elevated temperature and drought stress on cotton yield and fibre quality. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 207, n. 3, p. 422-436, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12462>.

GARCÍA-GARCÍA, A. L.; GARCÍA-MACHADO, F. J.; BORGES, A. A.; MORALES-SIERRA, S.; BOTOA, A.; JIMENEZ-ARIAS, D. Pure organic active compounds against abiotic stress: a biostimulant overview. **Fronteiras em Ciência Vegetal**, v. 11, p. 575829, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.575829>.

HALL, A. E. **Crop responses to environment**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. p. 232.

HODGES, H. F.; REDDY, K. R.; MCKINION, J. M.; REDDY, V. R. **Temperature effects on cotton**. Memphis: Mississippi State University, 1993. (Bull. 990, Mississippi Agricultural Experiment Station).

IBGE. **Indicadores da produção agrícola no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2024.

ISMAIL, A. M.; HALL, A. E.; CLOSE, T. J. Allelic variation of a dehydrin gene cosegregates with chilling tolerance during seedling emergence. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 96, n. 23, p. 13566-13570, 1999. DOI: 10.1073/pnas.96.23.13566.

KAUR, N.; SNIDER, J.L.; PARKASH, V.; PATERSON, A.H.; GRAY, T.L.; TISHCHENKO, V. Genotypic variation in growth, single leaf physiology, and acclimation potential of thylakoid processes in cotton exposed to high temperature extremes. **Environmental and Experimental Botany**, v. 215, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105512>.

LOPEZ, C. G.; BANOWETZ, G. M.; PETERSON, C. J.; KRONSTAD, W. E. Dehydrin: expression and drought tolerance in seven wheat cultivars. **Crop Science**, v. 43, n. 2, p. 577-582, 2003. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.5770>.

LOKA, D. A.; OOSTERHUIS, D. M. Effect of high night temperatures on cotton respiration, ATP levels and carbohydrate content. **Environmental and Experimental Botany**, v. 68, n. 3, p. 258-263, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.01.006>.

LOKHANDE, S.; REDDY, K. R. Quantifying temperature effects on cotton reproductive efficiency and fiber quality. **Agronomy Journal**, v. 106, n. 4, p. 1275-1282, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj13.0531>.

LV, F.; LIU, J.; MA, Y.; CHEN, J.; ABUDUREZIKEKEY, A.; WANG, Y.; CHEN, B.; MENG, Y.; ZHOU, Z. Effect of shading on cotton yield and quality on different fruiting branches. **Crop Science**, v. 53, n. 6, p. 2670-2678, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.03.0170>

MARUR, C. J.; RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, n. 2, p. 313-317, 2001.

MAY, O. L. Breeding improvements – what does the future hold. *In*: **ANNUAL ENGINEERED FIBER SELECTION SYSTEM CONFERENCE**, 14., 2001, Greenville. Proceedings. Raleigh: Cotton Inc., 2001. p. 129-148. Disponível em: <http://www.cottoninc.com/2001ConferencePresentations/BreedingImprovements/BreedingImprovements.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2024.

MERT, Mehmet. Irrigation of cotton cultivars improves seed cotton yield, yield components and fibre properties in the Hatay region, Turkey. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science**, v. 55, n. 1, p. 44-50, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710510008658>.

MISHRA, A.; KHARE, S.; TRIVEDI, P. K.; NATH, P. Effect of ethylene, 1-MCP, ABA and IAA on break strength, cellulase and polygalacturonase activities during cotton

leaf abscission. **South African Journal of Botany**, v. 74, n. 2, p. 282-287, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2007.12.001>.

PETROZZA, A.; SANTANIELLO, A.; SUMMERER, S.; DI TOMMASO, G.; DI TOMMASO, D.; PAPARELLI, E.; PIAGGESI, A.; PERATA, P.; CELLINI, F. Physiological responses to Megafol® treatments in tomato plants under drought stress: a phenomic and molecular approach. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p. 185-192, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.05.023>.

PETTIGREW, W. T. Effects of source-to-sink manipulation on cotton fiber quality. **Agronomy Journal**, v. 87, p. 947-952, 1995.

PETTIGREW, W. T. Environmental effects on cotton fiber carbohydrate concentration and quality. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 4, p. 1108-1113, 2001.

PETTIGREW, W. T. The effect of higher temperatures on cotton lint yield production and fiber quality. **Crop Science**, v. 48, p. 278-285, 2008. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.05.0261>.

PHUNG, T. H.; JUNG, S. Alterations in the porphyrin biosynthesis and antioxidant responses to chilling and heat stresses in *Oryza sativa*. **Biologia Plantarum**, v. 59, p. 341–349, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10535-015-0505-2>.

QU, A.-L.; DING, Y.-F.; JIANG, Q.; ZHU, C. Mecanismos moleculares da resposta ao estresse térmico da planta. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 432, p. 203-207, 2013.

RAPHAEL, J P A; ROSOLEM, C; ECHER, F. R. Mapeamento da produção no algodoeiro: Embasamentos e realização a campo. **Instituto Mato-grossense do Algodão**: Cuiabá (MT), 2019.193 p.

ROSOLEM, C; ECHER, F. R. Fisiologia aplicada ao manejo do algodoeiro: Clima e Fenologia do algodoeiro em diferentes regiões produtoras do Brasil. **Instituto Mato-grossense do Algodão**: Cuiabá (MT), 2022a. 262 p.

REDDY, V. R.; BAKER, D. N.; HODGES, H. F. Temperature effects on cotton canopy growth, photosynthesis, and respiration. **Agronomy Journal**, v. 83, n. 4, p. 699-704, 1991. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj1991.00021962008300040010x>.

REDDY, K. R.; REDDY, V. R.; HODGES, H. F. Temperature effects on early season cotton growth and development. **Agronomy Journal**, v. 84, n. 2, p. 229-237, 1992. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj1992.00021962008400020021x>

REDDY, K. Raja; HODGES, Harry F.; MCKINION, James M. Carbon dioxide and temperature effects on pima cotton development. **Agronomy Journal**, v. 87, n. 5, p. 820-826, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj1995.00021962008700050007x>

REDDY, K.; DOMA, P. R.; MEARNES, L.; BOONE, M. Y. L.; HODGES, H. F.; RICHARDSON, A. G.; KAKANI, V. Simulating the impacts of climate change on

cotton production in the Mississippi Delta. **Climate Research**, v. 22, p. 271-281, 2002. DOI: <https://doi.org/10.3354/cr02227>.

REHMAN, M. U.; TAK, Z. A.; PARRAY, E. A.; QAYOOM, S.; GULL, Y.; KUMAR, A. Effect of some plant bioregulators on fruit yield and quality characteristics of apple cv. Red Delicious. **International Journal of Minor Fruits, Medicinal and Aromatic Plants**, v. 4, n. 1, p. 33-39, 2018.

RESENDE, M. A. V.; FREITAS, J. A.; LIMA, M. A.; RESENDE, M. D. V.; AZEVEDO, C. F. Divergência genética e índice de seleção via BLUP em acessos de algodoeiro para características tecnológicas da fibra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 3, p. 334–340, 2014. Disponível em: <https://www.agro.ufg.br/pat>. Acesso em: 10 mar. 2025.

RHODES, D.; HANSON, A. D. Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 44, p. 357-384, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.44.060193.002041>.

ROSOLEM, C.A.; KAWAKAMI, E.M.; CHIAVEGATO, E.J.; ECHER, F.R.; BRITO, G.G.; CARVALHO, H.R.; SNIDER, J.L.; BOGIANI, J.C.; BERNARDES, M.S.; **Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 2001. 9 p. (Informações agronômicas, n. 95).

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G. Editorial: biostimulants in agriculture. **Frontiers In Plant Science**, v. 11, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>.

RUAN, Y. L. Rapid cell expansion and cellulose synthesis regulated by plasmodesmata and sugar: insights from the single-celled cotton fibre. **Functional Plant Biology**, v. 34, p. 1-10, 2007. DOI: 10.1071/FP06234.

SILVA, I. P. F.; JUNIOR, J. F. S.; ARALDI, R.; TANAKA, A. A.; GIROTTO, M.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. Estudo das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 10, n. 20, p. 1-10, 2011.

SILVA, T. A. P. **Uso de biofertilizantes (extrato de algas – *Ascophyllum nodosum*) na cultura do milho**. Informativo Técnico Nortox, edição 5, p. 1-4, 2018.

SINGH R.P.; VARA, P. P. V.; SUNITA, K.; GIRI, S. N.; REDDY, K. R. Influence of high temperature and breeding for heat tolerance in cotton: a review. **Advances in Agronomy**, v. 93, p. 313-386. 2007. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(06\)93006-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(06)93006-5).

SNIDER, J. L.; VIRK, G.; PARKASH V.; KAUR, N. Efeitos de altas temperaturas e da seca na fisiologia, produtividade e qualidade das fibras do algodão. In: ECHER, F. R. (ed.). **Fisiologia aplicada ao manejo do algodoeiro**. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2022. p. 17-43.

SOLIZ, L. M. A.; OOSTERHUIS, D. M.; COKER, D. L.; BROWN, R. S. Physiological response of cotton to high night temperature. **American Journal of Plant Science and Biotechnology**, v. 2, p. 63-68, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 3. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2002. 690 p.

TANG, F., ZHU, J., WANG, T. SHAO, D. Water deficit effects on carbon metabolism in cotton fibers during fiber elongation phase. **Scientific Reports**, v. 39, n. 69, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep40357>.

VASCONCELOS, U. A. A.; VASCONCELOS-CALVALCANTI, J. J.; FARIAS, F. J. C.; VASCONCELOS, W. S.; SANTOS, R. C. Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for water stress tolerance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18, n. 1, p. 24-30, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1a4..>

WELLS, R.; STEWART, A. M. Morphological alterations in response to management and environment. In: STEWART, J. M.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. (ed.). **Physiology of Cotton**. Dordrecht: Springer, 2010. p. 24-32. DOI: https://doi-org.ez259.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-90-481-3195-2_3.

XU, W., ZHOU, Z., ZHAN, D., ZHAO, W., MENG, Y., CHEN, B., LIU, W.; WANG, Y. The difference in the formation of thermotolerance of two cotton cultivars with different heat tolerance. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 66, p. 58-69, 2020. DOI: 10.1080/03650340.2019.1593967.

XU, C.; LESKOVAR, D. I. Efeitos de extratos de algas marinhas *Ascophyllum nodosum* no crescimento, fisiologia e valor nutricional do espinafre sob estresse de seca. **Scientia Horticulturae**, v. 12, n. 183, p. 39–47, 2015.

YAGMUR, E.; GUREL, A.; OREN, Y.; IZCI, B.; EDREVA, A.; HAKERLERLER, H.; YILDIZ-AKTAS, L. Effects of different drought applications and potassium doses on cotton yield and fiber quality. **Research Journal of Agricultural and Environmental Management**, v. 3, n. 1, p. 60-67, 2014.

YEATES, S. Efeitos do estresse hídrico na fisiologia do algodoeiro. In: ECHER, F. R. (ed.). **O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes**. Cuiabá: Instituto Mato Grossense do Algodão - IMAmt, 2014. chapter 3, p. 63-79. 2014.

ZAFAR, M.M.; JIA, X.; SHAKEEL, A.; SARFRAZ, ZA.; MANAN, A.; IMRAN, A.; MO, H.; ALI, A.; YOULU, Y.; RAZZAQ, A.; IQBAL, M.; REN, M. Unraveling heat tolerance in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using univariate and multivariate analysis. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.727835>.

ZENG, L.; MEREDITH, W. R., Jr.; CAMPBELL, B. T.; DEVER, J. K.; ZHANG, J.; GLASS, K. M.; JONES, A. S.; MYERS, G. O.; BOURLAND, F. M. Genotype-by-environment interaction effects on lint yield of cotton cultivars across major regions in

the U.S. Cotton Belt. **The Journal of Cotton Science**, v. 18, p. 75–84, 2014. DOI: 10.56454/XTVQ9437.

ZHAN, D.; YANG, Y.; HU, Y.; ZHANG, Y.; LUO, H.; ZHANG, W. Contributions of nonleaf organs to the yield of cotton grown with different water supply. **Scientific World Journal**, v. 2014, p. 602747, 2014. DOI: 10.1155/2014/602747.

ZHAO, D.; REDDY, K. R.; KAKANI, V. G.; KOTI, S.; GAO, W. Physiological causes of cotton fruit abscission under conditions of high temperature and enhanced ultraviolet-B radiation. **Physiologia Plantarum**, v. 124, p. 189-199, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2005.00491.x>.