



XXXI Congresso Brasileiro de Custos
20, 21 e 22 de novembro de 2024
- São Paulo / SP -



Influência dos fatores climáticos no comportamento dos custos de produção do algodão em municípios brasileiros

Bruno Barbosa de Souza (UFU) - bruno06bs@gmail.com

Aldagiza Cardoso de Araújo Melo (UFU) - aldagiza.melo@gmail.com

Sérgio Lemos Duarte (UFU) - sergiold@ufu.br

Marcelo Tavares (UFU) - mtavares@ufu.br

Resumo:

No Brasil, a produção de algodão tem alta importância. Fatores climáticos impactam seus custos de produção, sendo necessário compreender especificamente como esses fatores influenciam e quais se destacam. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência dos fatores climáticos nos custos de produção nos principais municípios produtores do Brasil no período de 2013 a 2022. Os dados foram analisados por regressão linear múltipla, com base nas variáveis climáticas disponíveis no INMET e dos custos de produção do algodão divulgados pela CONAB. Como resultados, observou-se relação entre a precipitação com algumas variáveis de custo em diversas fases do crescimento. A umidade relativa do ar, radiação global e velocidade do vento tiveram influência com alguns custos em quase todas as fases de maneira semelhante. As temperaturas mínimas e máximas apresentaram pouca relação com as variáveis de custo analisadas. Todas as variáveis de custo apresentam relações com alguns fatores climáticos em algumas fases de produção, com exceção dos encargos sociais. Assim, a hipótese de que as variáveis de custo de produção do algodão são influenciadas por fatores climáticos foi aceita parcialmente. O estudo contribui para a literatura de custos de produção, reforçando que há fatores externos que muitas vezes não estão sob controle dos produtores e acabam influenciando no custo do produto. Os resultados podem auxiliar os produtores de algodão na tomada de decisões mais informadas, no acompanhamento mais assertivo dos custos de produção e na implementação de práticas agrícolas mais eficientes, considerando as condições climáticas de cada fase de produção.

Palavras-chave: Algodão. Custos de produção. Fatores climáticos.

Área temática: Custos aplicados ao setor privado e terceiro setor

Influência dos fatores climáticos no comportamento dos custos de produção do algodão em municípios brasileiros

RESUMO

No Brasil, a produção de algodão tem alta importância. Fatores climáticos impactam seus custos de produção, sendo necessário compreender especificamente como esses fatores influenciam e quais se destacam. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência dos fatores climáticos nos custos de produção nos principais municípios produtores do Brasil no período de 2013 a 2022. Os dados foram analisados por regressão linear múltipla, com base nas variáveis climáticas disponíveis no INMET e dos custos de produção do algodão divulgados pela CONAB. Como resultados, observou-se relação entre a precipitação com algumas variáveis de custo em diversas fases do crescimento. A umidade relativa do ar, radiação global e velocidade do vento tiveram influência com alguns custos em quase todas as fases de maneira semelhante. As temperaturas mínimas e máximas apresentaram pouca relação com as variáveis de custo analisadas. Todas as variáveis de custo apresentam relações com alguns fatores climáticos em algumas fases de produção, com exceção dos encargos sociais. Assim, a hipótese de que as variáveis de custo de produção do algodão são influenciadas por fatores climáticos foi aceita parcialmente. O estudo contribui para a literatura de custos de produção, reforçando que há fatores externos que muitas vezes não estão sob controle dos produtores e acabam influenciando no custo do produto. Os resultados podem auxiliar os produtores de algodão na tomada de decisões mais informadas, no acompanhamento mais assertivo dos custos de produção e na implementação de práticas agrícolas mais eficientes, considerando as condições climáticas de cada fase de produção.

Palavras-chave: Algodão. Custos de produção. Fatores climáticos.

Área Temática: Custos aplicados ao setor privado e ao terceiro setor

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção e exportação de algodão é considerável, dado que o país é o quarto maior produtor e segundo exportador da fibra (Coelho, 2021; Alcantara et al., 2023). Em 2019, o Brasil produziu cerca de 6,9 milhões de toneladas dessa cultura, o que o consolidou como quarto maior produtor atrás de China, Índia e Estados Unidos (Alcantara et al., 2023). Mesmo durante o início da pandemia, a produção de algodão atingiu uma produção de 3 milhões de toneladas (Coelho, 2021). Ambas a produção e a exportação de algodão no país cresceram constantemente nos últimos anos (Ferreira et al., 2022).

Um elemento importante na cadeia produtiva do algodão são os custos envolvidos. Alguns desses custos se referem a mão de obra e insumos, como sementes e fertilizantes (Richetti, 2008; Alves et al., 2012; Alves et al., 2021), além de custos de operações agrícolas, administrativos e de transporte (Richetti, 2008). Além disso, a cultura de algodão está exposta a riscos, sendo que os fatores climáticos são alguns deles, de forma que impacta diretamente a produção. Os aspectos referentes à temperatura, precipitação, umidade, vento e radiação são

relevantes para o desenvolvimento de todas as culturas e interferem na distribuição e disponibilidade de recursos agropecuários (Chen & Chen, 2013).

As relações entre os fatores climáticos e a produção agrícola são complexas, pois afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas sob diferentes formas durante as fases de crescimento (Camargo, 2010). Esses aspectos também se aplicam à produção de algodão, assim, o produtor deve se atentar ao custo de produção (Richetti, 2008). A literatura vem buscando entender esse fenômeno, em busca de compreender a relação entre variáveis que impactam o cultivo do algodão. Alves et al. (2012) ao analisar a economicidade da produção do algodão em fazendas do estado de Mato Grosso, descobriram que os custos, produtividades e rentabilidade eram diferentes nas fazendas analisadas. Isso demonstra que há fatores que resultam em diferentes custos para produzir algodão. Assad et al. (2013) verificaram que o aumento de temperatura não é benéfico para a produção do algodão no Brasil, concluindo que esse fator climático pode contribuir para que a produção fique em risco.

Muminov et al. (2017) afirmam que as mudanças climáticas afetam diretamente a relação custo-benefício da produção de algodão. A atividade agropecuária está exposta a riscos, sendo que aqueles relativos aos preços e à produção são mais acentuados (Raucci et al., 2020). A dependência climática é um dos aspectos que impacta diretamente a receita do agricultor (Raucci et al., 2020).

Embora seja amplamente reconhecido que os fatores climáticos podem impactar a produção agrícola e seus custos, incluindo a cultura do algodão, poucos estudos exploraram profundamente a análise direta de como esses fatores influenciam os custos de produção. Portanto, é fundamental entender de maneira mais específica como essa relação entre as variáveis de custo e os fatores climáticos se desenvolve, identificando quais fatores se destacam no impacto sobre o comportamento desses custos.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como propósito investigar a influência dos fatores climáticos no comportamento dos custos associados à produção de algodão nas principais regiões produtoras do Brasil. A questão de pesquisa central é: qual é a relação entre os fatores climáticos e os custos de produção de algodão nessas regiões? O objetivo geral é analisar essa influência ao longo do período de 2013 a 2022. Para esta análise, foram utilizados dados coletados da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) relacionados às variáveis de custo, e dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para as variáveis climáticas. Os dados abrangem as safras entre os anos de 2013 e 2022 em municípios produtores de algodão no Brasil.

A justificativa da presente pesquisa reside na análise de uma cultura que possui grande importância econômica para o país. A produção de algodão gera emprego e renda para milhares de famílias, além de ser uma matéria-prima versátil e sustentável, presente em diversos outros produtos (Agroplanning, 2022). Porém, questões climáticas impactam o mercado e a economia de forma geral, pois afetaram a produtividade dos cultivos em várias regiões. Nesse sentido, as contribuições da pesquisa podem ser direcionadas aos produtores de algodão, pois estudos sobre os fatores climáticos possibilitam que os produtores se preparem e se adaptem às novas condições, minimizando os impactos dos fenômenos climáticos nos custos de produção. O estudo também contribui para a literatura de custos de produção no agronegócio, ao investigar com mais especificidade os fatores que afetam o custo de produtos desse mercado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A produção de algodão desempenha um papel fundamental na economia brasileira, contribuindo para o agronegócio do país. Destaca-se o estado do Mato Grosso, que lidera na produção de algodão herbáceo no país, detendo cerca de 60% de toda a produção (Ferreira et al., 2022). O algodão gera matéria-prima para uma variedade de outros setores, incluindo o alimentício, a indústria química, papel e celulose e têxtil (Ferreira et al., 2022). Além disso, a produção de algodão tem impacto nas economias regionais, especialmente nas principais regiões produtoras do Brasil, proporcionando oportunidades de trabalho e desenvolvimento socioeconômico (Agroplanning, 2022).

A produção do algodão costuma ocorrer entre os meses de novembro de um ano a março do ano seguinte, com início pela semeadura, seguida da fase vegetativa. Nesta fase, as plantas desenvolvem folhas e ramos, estabelecendo uma estrutura para suportar o crescimento subsequente e a produção de frutos (Marur & Ruano, 2003). O manejo adequado do solo, irrigação e aplicação de nutrientes são essenciais para garantir um crescimento saudável nesta fase (Bélot & Vilela, 2020).

Quando as plantas de algodão atingem a fase de botões florais, começam a formar os primeiros botões que eventualmente darão origem aos capulhos (Marur & Ruano, 2003). Nessa fase, há o desenvolvimento dos botões florais, que são os precursores das flores e, posteriormente, dos capulhos de algodão (Marur & Ruano, 2003). O monitoramento cuidadoso das condições ambientais e o controle de pragas e doenças são importantes nesta fase para garantir que os botões florais se desenvolvam adequadamente (Bélot & Vilela, 2020).

Durante a fase de florescimento, as plantas de algodão produzem flores, que são fertilizadas, resultando na formação de cápsulas de algodão, também conhecidas como capulhos (Marur & Ruano, 2003). Esta é uma fase crítica para a formação dos capulhos, que contêm as sementes de algodão envoltas em fibras (Marur & Ruano, 2003). Após a fertilização das flores, os capulhos começam a se desenvolver e amadurecer (Marur & Ruano, 2003). Durante esta fase, os capulhos passam por um processo de maturação, em que as fibras de algodão dentro dos capulhos amadurecem e se expandem. Eventualmente, os capulhos começam a se abrir, expondo as fibras de algodão que estão prontas para serem colhidas (Bélot & Vilela, 2020). A colheita é o estágio final da produção, em que os capulhos maduros são colhidos (Marur & Ruano, 2003) com máquinas especializadas que arrancam os capulhos das plantas (Bélot & Vilela, 2020). Os capulhos colhidos são processados para separar as fibras de algodão das sementes, resultando em algodão em bruto pronto para ser beneficiado e comercializado (Ferreira et al., 2022).

Os custos de produção englobam todos os esforços necessários para a obtenção final do produto. Assim, por meio do conhecimento da cadeia produtiva, o produtor pode ir em busca de mensurar todos os custos que envolvem a sua produção. Em relação aos custos do algodão, Richetti (2008) fez uma estimativa do custo de produção de algodão para a safra 2008/2009 considerando os estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Com isso, o produtor pode conhecer e acompanhar o custo de produção para tomar decisões e avaliar se está obtendo lucro ou prejuízo na atividade agrícola (Richetti, 2008). O autor faz um mapeamento dos custos do algodão, que envolvem: recuperação do capital, remuneração da terra, insumos (como sementes, inseticidas, fungicidas, calcário e fertilizantes) e operações agrícolas (como distribuição de calcário, semeadura, adubação, aplicação de herbicidas e colheita) (Richetti, 2008). Já a CONAB (2010) mapeia os seguintes

custos: operação com avião, operação com máquinas (tratores e colheitadeiras), mão de obra (temporária e administrador), sementes, fertilizantes, agrotóxicos, embalagens e utensílios, depreciação (benfeitoria/instalações, máquinas e equipamentos), manutenção periódica de benfeitorias e instalações e encargos sociais. Segundo Alves et al. (2012), o custo do algodão é composto por 17% de fertilizantes, 15% de inseticidas e 9% de herbicidas, enquanto as operações mecânicas, como a colheita, respondem por 14% do custo operacional.

A produção de algodão depende de constantes investimentos em novas tecnologias e capacitação de mão de obra para enfrentar os desafios crescentes, como condições adversas do clima, solo e luminosidade (Viccari et al., 2018). Assim, o produtor deve investir para que não surjam imprevistos durante o cultivo, e não tenha problemas com uma perda de produto em decorrência de fatores climáticos (Viccari et al., 2018). Sem conhecer e se adaptar às mudanças climáticas que estão ocorrendo e ainda ocorrerão, o gestor rural está sujeito a ter prejuízos (Tachie-Obeng et al., 2013).

O setor do agronegócio é propenso a instabilidades e riscos por conta da dependência de processos naturais, como as condições climáticas (Sedláček, 2010). Os fatores climáticos são externos, ou seja, não são possíveis de controle pela ação humana (Viccari et al., 2018). O clima vem mudando constantemente, sendo que alguns motivos são fatores naturais e também a má utilização dos recursos ambientais pelo homem (Bartelmus, 2015). Oliveira et al. (2012) apontam que a alocação dos custos ambientais incorridos durante o processo de produção representa uma das dificuldades do setor rural. Esses custos ambientais envolvem variáveis que afetam o ar, a água, o solo, dentre outras (Oliveira et al., 2012).

Fatores climáticos são variáveis que afetam qualquer cultura. Nesse sentido, alguns estudos se dedicaram a avaliar a influência desses fatores sobre algumas culturas. No caso da soja, tanto no período vegetativo quanto no reprodutivo, foi identificado que alguns fatores climáticos impactaram significativamente alguns dos custos dessa cultura (Oliveira & Tavares, 2017). No caso do café arábica, um estudo relacionando essas variáveis concluiu que cidades com condições climáticas adversas apresentaram o maior custo de produção total ou menores níveis de produtividade (Rodrigues et al., 2014). As variações climáticas são os principais responsáveis pela produtividade de grãos de café no Brasil (Camargo, 2010). Esses estudos mostram que os fatores climáticos afetam os custos de outras culturas, mesmo que de maneiras diferentes.

Na plantação de algodão, fatores climáticos como chuva, temperatura, umidade, duração do dia, velocidade do vento e intensidade da luz devem ser considerados para se avaliar quais deles são condições favoráveis para o plantio na região (Viccari et al., 2018). A temperatura exerce um papel crucial na germinação, frutificação e, conseqüentemente, na produção final do algodão (Voloudakis et al., 2015; Viccari et al., 2018). Porém, desvios para temperaturas abaixo ou acima da média durante a germinação e o desenvolvimento das plantas podem comprometer a reprodução (Viccari et al., 2018). Assim, a manutenção de práticas de irrigação, por exemplo, pode beneficiar a produtividade do algodão (Voloudakis et al., 2015).

Com base nesse contexto, a hipótese levantada no estudo é de que as variáveis de custo de produção do algodão são influenciadas por fatores climáticos. A literatura discute que fatores climáticos influenciam outras culturas agrícolas, como por exemplo o café (Camargo, 2010; Rodrigues et al., 2014) e a soja (Oliveira & Tavares, 2020). Além disso, a literatura já aponta a temperatura como fator climático que pode ser relacionado com a produção do algodão (Voloudakis et al., 2015;

Viccari et al., 2018). Portanto, é plausível hipotetizar que exista uma relação entre as variáveis de custo de produção do algodão e as variáveis climáticas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo tem como objetivo analisar a relação entre variáveis climáticas e os custos de produção do algodão. A pesquisa foi conduzida utilizando uma abordagem quantitativa e documental, com base em dados coletados da CONAB em relação aos custos de produção e dados do INMET para as variáveis climáticas. O contexto da pesquisa abrangeu as safras compreendidas entre os anos de 2013 e 2022. A amostra inclui os municípios de Barreiras/BA, Cristalina/GO, Chapadão/MS, Rondonópolis/MT, Campo Novo do Parecis/MT, Sorriso/MT e Campo Verde/MT.

As variáveis dependentes analisadas foram os custos de produção, conforme o Quadro 1. Esses custos, por se referirem a um horizonte temporal de 10 anos, foram atualizados de acordo com o Índice Geral de Preços - Mercado (IGP-M) considerando o período de abril/2023, referente ao final da safra de 2022.

Código	Descrição
OpAv	Operação com Avião
OpMaq	Operação com Máquinas (Tratores e Colheitadeiras)
MO	Mão de Obra (Temporária e Administrador)
Semet	Sementes
Fertz	Fertilizantes
Agtx	Agrotóxicos
EmUtens	Embalagens e Utensílios
Depre3	Depreciação (Benfeitoria/Instalações, Máquinas e Implementos)
MaBenInst	Manutenção Periódica de Benfeitorias e Instalações
Encsoc	Encargos Sociais

Quadro 1. Descrição das variáveis dependentes

Fonte: CONAB (2010)

A apuração dos custos de produção disponibilizada pela CONAB segue uma metodologia desenvolvida juntamente com produtores, entidades representantes de vários segmentos da agricultura, fábricas de maquinários e implementos agrícolas, universidades e centros de pesquisa especializados e de administração pública (CONAB, 2010). Assim, para a coleta dos dados desse estudo, buscaram-se as séries históricas dos custos de produção do algodão por hectare. A CONAB utiliza a metodologia de custeio pleno, em que são atribuídos ao produto todos os custos e despesas que envolvem a produção. Os dados consideraram os estágios de semeadura, vegetativo, botão floral, florescimento, abertura dos capulhos e colheita.

As variáveis independentes foram as condições climáticas, conforme o Quadro 2. Para a coleta dos dados, foram utilizados os registros do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). O INMET é um órgão vinculado ao Ministério da Agricultura e Pecuária que fornece informações meteorológicas que agreguem valor à produção no Brasil (INMET, s. d.).

Código	Descrição	Código	Descrição
PrecipTt	Precipitação Total	VentoVel	Vento Velocidade Horária
RadGlob	Radiação Global	TempMx	Temperatura Máxima
UmidRel	Umidade Relativa do Ar	TempMn	Temperatura Mínima

Quadro 2. Descrição das variáveis independentes

Fonte: INMET

Foram buscadas as variáveis climáticas correspondentes aos municípios analisados. O Quadro 3 apresenta uma síntese das variáveis consideradas nesse estudo nos períodos da cultura do algodão.

Período da Cultura	Estágio de Desenvolvimento	Mês	Variáveis de Custo	Variáveis Climáticas
Preparo do Solo / Semeadura		Nov/ X0	OpAv, OpMáq MO Semet Fertz Agtx EmUtens Depre3 MaBenInst Encsoc	PrecipTt RadGlob UmidRel VentVel TempMx TempMn
Vegetativa	V0 até Vn	Dez/ X0		
Botão Floral	B1 até Bn	Jan/ X0		
Florescimento	F1 até Fn	Fev/ X1		
Abertura dos Capulhos	C1 até Cn	Mar/ X1		
Colheita	Colheita	Abr/ X1		

Quadro 3. Períodos de análise

Fonte: Dados da pesquisa

O software estatístico Jamovi foi utilizado para a análise das variáveis, por meio de regressão linear múltipla, agrupando os dados em fases fenológicas nos respectivos municípios da amostra. O estudo adotou um intervalo de confiança de 95%, com um nível de significância menor que 0,05 ($p < 0,05$). A análise do coeficiente de determinação (R^2) indicou a proporção da variabilidade na variável dependente (y) explicada pelas variáveis independentes (x). Quanto mais próximo o valor de R^2 estiver de 1, maior é o poder preditivo das variáveis (x) em explicar linearmente as variações na variável (y).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados da análise de regressão múltipla em que buscou prever o custo de produção do algodão em relação os fatores climáticos propostos nas fases de sementeira, vegetativa, botão floral, florescimento, abertura dos capulhos e colheita. Foram evidenciadas, nessas etapas, apenas as variáveis com coeficientes significativos a nível de 5%. A Tabela 1 apresenta os dados para a fase de sementeira.

Tabela 1

Fase de sementeira

	UmidRel		VentVel	
	Coef.	R^2	Coef.	R^2
OpAv	-15,53	0,425		
Fertz			-945,96	0,2218
EmUtens			180,68	0,1992

Legenda: UmidRel: Umidade Relativa do Ar; VentoVel: Vento Velocidade Horária; OpAv: Operação com Avião; Fertz: Fertilizantes; EmUtens: Embalagens e Utensílios

Fonte: Dados da pesquisa

Constatou-se que o custo com operação com avião diminuiu de acordo com o aumento da umidade relativa do ar. Além disso, o custo com embalagens e utensílios aumentou e o de fertilizantes diminuiu conforme aumento da velocidade do vento. A fase de sementeira envolve a aplicação de defensivos para controlar

pragas e doenças que possam afetar as sementes e as plântulas (primeiras fases de crescimento de uma planta após a germinação da semente). Uma possibilidade de diminuir os efeitos da evaporação é a realização de pulverizações aéreas em períodos noturnos em que a umidade relativa do ar é maior e temperatura menor, aumentando a eficácia e reduzindo o custo com as aplicações (Contiero et al., 2018).

Com relação à diminuição do custo com fertilizante, conforme o aumento da velocidade do vento, a literatura aponta que baixas intensidades de vento tendem a ser mais favoráveis na fase de semeadura do algodão. Isso se deve à importância de posicionar o fertilizante ao lado da semente para evitar a queima, como destacado por Zancanaro e Kappes (2020).

A Tabela 2 apresenta dados para a fase vegetativa.

Tabela 2

Fase vegetativa

	PrecipTt		RadGlob		UmidRel	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
OpMaq	-62,66	0,3773				
MO	-73,81	0,1680				
Depre3			0,9965	0,2997	32,95	0,2997

Legenda: PrecipTt: Precipitação Total; RadGlob: Radiação Global; UmidRel: Umidade Relativa do Ar; OpMaq: Operação com Máquinas (Tratores e Colheitadeiras); MO: Mão de Obra (Temporária e Administrador); Depre3: Depreciação (Benfeitoria/Instalações, Máquinas e Implementos)

Fonte: Dados da pesquisa

Na fase vegetativa, o custo com operações com máquinas e com mão de obra diminuíram com o aumento da precipitação. Um aumento na precipitação total pode resultar em um maior suprimento de água disponível no solo. Isso pode reduzir a necessidade de irrigação artificial, diminuindo a frequência e a intensidade das operações realizadas por máquinas e mão de obra (Rosolem, 2001). Quando a quantidade de água fornecida pela chuva é suficiente para atender às necessidades hídricas das plantas, há menos demanda por irrigação adicional (Rosolem, 2001). Nesta fase, é fundamental que a planta desenvolva um número adequado de posições frutíferas, e para isso a exigência de água é significativamente aumentada para não estagnar o seu crescimento (Rosolem, 2001).

O custo com depreciação aumentou de acordo com o aumento de radiação global e também aumentou conforme o aumento da umidade relativa do ar. Essa relação sugere que na fase vegetativa, o aumento da radiação solar global pode resultar em um maior crescimento e desenvolvimento das plantas de algodão. Isso pode implicar em um aumento na demanda por maquinários e equipamentos agrícolas para realizar atividades como aplicação de fertilizantes e controle de ervas daninhas. O uso intensivo desses equipamentos ao longo do tempo pode contribuir para o aumento do custo com depreciação (Monteiro, 2020). Durante a fase vegetativa, é fundamental um manejo adequado do solo e a aplicação de nutrientes para garantir um crescimento saudável nesta etapa (Bélot & Vilela, 2020).

A Tabela 3 apresenta dados para a fase de botão floral.

Tabela 3

Fase de botão floral

	PrecipTt		RadGlob		UmidRel	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
OpAv					-14,43	0,3253
MO	28,73	0,2671	0,2749	0,2671		
Fertz	-170,43	0,3772	-2,938	0,3772	-61,73	0,3772

Agtx	-470,40	0,5359	-3,608	0,5359
-------------	---------	--------	--------	--------

Legenda: PrecipTt: Precipitação Total; RadGlob: Radiação Global; UmidRel: Umidade Relativa do Ar; OpAv: Operação com Avião; MO: Mão de Obra (Temporária e Administrador); Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos

Fonte: Dados da pesquisa

Na fase de botão floral, o custo com operações com avião diminuiu com o aumento da umidade relativa do ar. Isto se justifica quando as pulverizações com agroquímicos são realizadas de acordo com as condições climáticas propícias para a cultura do algodão. As aplicações devem ser realizadas em períodos em que a umidade relativa é maior e temperatura menor, geralmente início da manhã, final da tarde e à noite (Crosariol Netto et al., 2020).

A literatura aponta que é necessário realizar uma aplicação de defensivos agrícolas de forma conjunta quando os primeiros botões florais começam a surgir na planta de algodão, para combate de pragas ocorrentes e/ou predominantes (Crosariol Netto et al., 2020). Conforme mencionado por Bélot e Vilela (2020) o controle de pragas e doenças são importantes nesta fase para garantir que os botões florais se desenvolvam adequadamente. Os resultados confirmam que o gerenciamento das pulverizações aéreas em condições climáticas adequadas reduz custos (Crosariol Netto et al., 2020).

Além disso, os resultados evidenciam um aumento da mão de obra de acordo com o aumento da precipitação total e radiação global, que pode ser justificada pelo aumento das atividades de manejo na lavoura. Com condições climáticas favoráveis, como maior precipitação e radiação solar, há um estímulo ao crescimento da planta e ao desenvolvimento dos botões florais, fase importante para a formação dos frutos (Raphael et al., 2020).

A diminuição dos custos com fertilizantes na fase do botão floral do algodão, com o respectivo aumento da precipitação total, radiação global e umidade relativa do ar pode ser explicada pelo fornecimento adequado de água e energia a planta. A maior disponibilidade de água permite uma melhor absorção e utilização dos nutrientes presentes nos fertilizantes, enquanto uma maior radiação solar favorece a fotossíntese (Rosolem, 2001). A folha alcança sua máxima fotossíntese quando o fruto está em sua fase inicial de desenvolvimento, nessa fase, a exigência em água passa de 4 a mais de 8 mm por dia (Rosolem, 2001).

Os custos com agrotóxicos também diminuiram de acordo com o aumento da precipitação total e radiação global. No entanto, a literatura aponta algumas pragas recorrentes da semeadura ao primeiro botão floral que se proliferam em condições climáticas favoráveis como clima úmido e quente (Crosariol Netto et al., 2020). Neste caso, há a necessidade de mais pulverizações como medidas de controle, acarretando um aumento de agrotóxicos (Crosariol Netto et al., 2020).

A Tabela 4 apresenta dados para a fase de florescimento.

Tabela 4

Fase de florescimento

	PrecipTt		UmidRel		VentVel	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
MO						
Semet	121,31	0,2735	-27,40	0,2511	318,13	0,2735
Fertz					-528,07	0,2619
Agtx			138,34	0,3590		

Legenda: PrecipTt: Precipitação Total; UmidRel: Umidade Relativa do Ar; VentoVel: Vento Velocidade Horária; MO: Mão de Obra (Temporária e Administrador); Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos

Fonte: Dados da pesquisa

Na fase de florescimento os resultados evidenciaram que um aumento na umidade relativa do ar ocasionou uma diminuição no custo com mão de obra e um aumento no custo com agrotóxicos. Na fase de estabelecimento e formação da carga, tem-se uma maior vulnerabilidade do algodoeiro, com o clima úmido, pragas como bicudo, percevejos e lagarta-das-maçãs, tendem a afetar as estruturas reprodutivas da planta. Assim, intervir nesse momento é de fundamental importância. Como houve uma diminuição da mão de obra, há indícios de que as aplicações com agrotóxicos foram realizadas com drones, ferramenta cada vez mais utilizada na agricultura (Brandão et al., 2020).

Observou-se um aumento no custo de sementes de acordo com o aumento da precipitação total e da velocidade do vento. No entanto, era esperado uma diminuição nesse custo, pois somente em situações extremas em que há perdas significativas na fase de florescimento, e que alguns agricultores podem considerar o replantio uma alternativa para tentar recuperar parte da produção.

Os resultados também evidenciaram uma redução nos custos com fertilizantes de acordo com o aumento da velocidade do vento. Entretanto, a literatura aborda que adubações sejam realizadas com ventos amenos, visando ao máximo desempenho com o mínimo de perdas e deriva (Rosolem, 2001; Rosolem, 2020). Durante a fase de florescimento, do primeiro botão ao primeiro capulho, é preciso garantir que a planta tenha a formação do maior número possível de maçãs, e a adubação nitrogenada de cobertura é imprescindível no início do florescimento (Rosolem, 2001; Rosolem, 2020).

A Tabela 5 apresenta dados para a fase de abertura dos capulhos.

Tabela 5

Fase de abertura dos capulhos

	PrecipTt		RadGlob		TempMax		TempMn	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
OpAv			0,2742	0,5584				
OpMaq					-1142,64	0,3061	1189,85	0,3061
MaBenIns	3,38	0,1903						

Legenda: PrecipTt: Precipitação Total; RadGlob: Radiação Global; TempMx: Temperatura Máxima; TempMn: Temperatura Mínima; OpAv: Operação com Avião; OpMaq: Operação com Máquinas (Tratores e Colheitadeiras); MaBenInst: Manutenção Periódica de Benfeitorias e Instalações

Fonte: Dados da pesquisa

Na fase de abertura dos capulhos, identificou-se que o custo com operações com avião aumentou com o aumento da radiação global. Isso se justifica pela necessidade de fazer o combate de pragas que se proliferam com clima quente e seco, como também a aplicação de desfolhantes e herbicidas desseccantes (Campelo Júnior & Amorim, 2020).

Constatou-se também que o custo com operações com máquinas diminuiu à medida que as temperaturas máximas aumentaram, enquanto aumentou com o aumento da temperatura mínima. No entanto, era esperado que um aumento de operações com máquinas em ambas as relações, pois do primeiro capulho à colheita, são as etapas de consolidação da produção e preparo da colheita, sendo necessário o acompanhamento da maturação das maçãs, e controle de pragas tardias. Segundo Rosolem (2020, p. 110), “para temperaturas médias de 30°C, 26°C e 23°C, o tempo para se obter maçãs maduras será, respectivamente, de 40, 50 e 60 dias”. Nesse momento, a planta atinge a maturidade fisiológica, quando o último

fruto da planta finaliza sua maturação (Raphael et al., 2020). E quando atingem a maturidade agrônômica, em que 60% a 70% dos frutos estão abertos, as plantas podem receber a aplicação de produtos para preparação da colheita. Logo, poderá haver um aumento de custos de operações com máquinas na fase de maturidade do algodoeiro (Raphael et al., 2020).

Os resultados também evidenciaram um aumento dos custos com manutenção periódica de benfeitorias e instalações em conformidade com o aumento da precipitação. Entretanto, os achados na literatura apontam que tenderia ser mais evidente este custo nas épocas em o algodoeiro necessita de mais água e cuidados (semeadura, botão floral e florescimento), demandando a realização de operações agrícolas e conseqüentemente a manutenção das mesmas (Campelo Júnior & Amorim, 2020). Nesta conta é evidenciado o custo com benfeitorias e instalações, máquinas, implementos manuais e mecânicos.

A Tabela 6 apresenta dados para a fase de colheita.

Tabela 6
Fase de colheita

	PrecipTt		VentVel		TempMax		TempMn	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
MO			316,82	0,3547			1199,05	0,3547
Semet					2011,61	0,1921	-2056,93	0,1921
Agtx			-1525	0,2733				
Depre3	73,59	0,4728					1184,87	0,4728
MaBenIns	4,51	0,2266						

Legenda: PrecipTt: Precipitação Total; VentoVel: Vento Velocidade Horária; TempMx: Temperatura Máxima; TempMn: Temperatura Mínima; MO: Mão de Obra (Temporária e Administrador); Semet: Sementes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação (Benfeitoria/Instalações, Máquinas e Implementos); MaBenInst: Manutenção Periódica de Benfeitorias e Instalações

Fonte: Dados da pesquisa

Na fase de colheita os resultados demonstraram que a mão de obra aumentou com o aumento da velocidade do vento e com o aumento da temperatura mínima e os custos com agrotóxicos diminuíram com o aumento da velocidade do vento. A literatura aponta que a colheita do algodão deve ser realizada no limpo para evitar contaminação e manchas na pluma, sendo necessário o controle de pragas remanescentes por meio de método mecânico ou capina manual, e que depois da colheita é preciso fazer a destruição dos restos culturais do algodoeiro para redução de pragas em ciclos futuros (Andrade Júnior et al., 2020). Conseqüentemente, poderá haver um aumento da mão de obra e um aumento de custo de agrotóxicos, mas associado a condições secas (Andrade Júnior et al., 2020).

As temperaturas baixas poderão deixar as fibras imaturas e ocasionar abertura dos capulhos (Lima & Bélot, 2020). Temperaturas amenas a quentes são benéficas para a colheita do algodão, pois aceleram o processo de maturação das cápsulas (Lima & Bélot, 2020). O clima favorável é caracterizado por condições secas e ensolaradas, idealmente, a colheita deve ocorrer durante um período de tempo seco, sem chuvas significativas (Lima & Bélot, 2020). Portanto, o algodão produzido e que possui capulhos abrindo em clima quente terá sempre uma qualidade visual superior àquele produzido em clima nublado (Lima & Bélot, 2020).

O custo da depreciação aumentou com o aumento da precipitação e o aumento da temperatura máxima e também diminuiu com ao aumento da temperatura mínima. Nessa fase final, equipamentos agrícolas usados na colheita

estão sujeitos a um maior desgaste durante períodos intensivos de trabalho e as variações sazonais podem acelerar a depreciação das máquinas.

Já quanto à relação do aumento e diminuição do custo de sementes com aumento de temperatura máxima e de temperatura mínima e especificamente na fase de colheita, não foram encontrados relatos na literatura. As evidências desta relação é maior na fase de semeadura, em que a semente para germinação depende de temperatura e umidade adequadas. De acordo com Rosolem (2001) a temperatura média ideal para germinação e emergência do algodoeiro é em torno de 32°C, mas pode variar entre 21°C e 34°C.

Com base em todos resultados apresentados em relação a cada fase do crescimento do algodão, passa-se para um resumo dos resultados do estudo referentes a cada variável de custo de produção do algodão investigada. A iniciar com as operações com avião, observou-se uma diminuição nos custos à medida que a umidade relativa do ar aumenta, tanto na fase de semeadura quanto na fase do botão floral. Por outro lado, na fase de abertura dos capulhos, é evidenciado um aumento com o aumento da radiação global.

Em relação às operações com máquinas, nota-se uma redução nos custos durante a fase vegetativa, com o aumento da precipitação total, e uma diminuição na fase de abertura dos capulhos com o aumento da temperatura máxima, enquanto ocorre um aumento desses custos com o aumento da temperatura mínima.

Quanto à mão de obra, observa-se uma redução nos custos durante a fase vegetativa, com o aumento da precipitação total. Foi evidenciada também uma diminuição dos custos na fase do florescimento, com o aumento da umidade relativa do ar. Além disso, na fase de botão floral, constatou-se um aumento com o aumento da precipitação total e da radiação global. Na fase de colheita, houve um aumento desses custos com o aumento da velocidade do vento e da temperatura mínima.

Observa-se um aumento nos custos com sementes durante a fase de florescimento, à medida que a precipitação total e a velocidade do vento aumentam. Além disso, há um aumento durante a fase de colheita com o aumento da temperatura máxima. Nota-se também uma diminuição nessa fase com o aumento da temperatura mínima.

Quanto aos fertilizantes, seus custos diminuem durante a fase de semeadura com o aumento da velocidade do vento. Além disso, os custos com fertilizantes também diminuem durante a fase do botão floral, à medida que a precipitação total, a radiação global e a umidade relativa do ar aumentam.

No que diz respeito aos agrotóxicos, evidências indicam uma diminuição desses custos durante a fase de botão floral, com o aumento da precipitação e da radiação global. Por outro lado, na fase de florescimento, observa-se um aumento desses custos com o aumento da umidade relativa do ar. Na fase de colheita, novamente há uma diminuição desse custo com o aumento da velocidade do vento. Em relação às embalagens e utensílios, observa-se um aumento nos custos unicamente na fase de semeadura, à medida que a velocidade do vento aumenta.

A depreciação está associada ao aumento dos custos durante a fase vegetativa, à medida que a radiação global e a umidade relativa do ar aumentam. Além disso, observa-se um aumento nos custos de depreciação durante a fase de colheita, com o aumento da precipitação e da temperatura máxima, e diminuição, com o aumento da temperatura mínima.

Por fim, observa-se um aumento nos custos com manutenção periódica de benfeitorias e instalações à medida que a precipitação total aumenta, tanto na fase

de abertura dos capulhos quanto na fase de colheita. Não foram identificadas relações entre os custos com encargos sociais e as variáveis analisadas.

Os resultados indicam que há relações entre os fatores climáticos e os custos de produção do algodão em diferentes fases do seu ciclo de crescimento. A precipitação foi o fator que mais se destacou como influente nos custos, seguido da umidade relativa do ar, radiação global e velocidade do vento.

Todas as variáveis de custo apresentam uma ou outra relação com os fatores climáticos em algumas fases da produção do algodão, com exceção dos encargos sociais. Assim, conforme destacado por Viccari et al. (2018), o produtor deve investir para evitar imprevistos durante o cultivo e prevenir perdas de produto devido aos fatores climáticos. Além disso, conforme observado por Tachie-Obeng et al. (2013), a falta de conhecimento e adaptação às mudanças climáticas pode resultar em prejuízos para o gestor rural.

Dessa forma, em relação objetivo de avaliar o impacto dos fatores climáticos nos custos de produção do algodão nas principais regiões produtoras do Brasil, conclui-se que esse impacto ocorre, mas de forma parcial. Não são todos os fatores que são predominantes para afetar os custos de produção do algodão. Assim, aceita-se parcialmente a hipótese de que as variáveis de custo de produção do algodão são influenciadas por fatores climáticos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou analisar a influência dos fatores climáticos nos custos de produção nos principais municípios produtores do Brasil no período de 2013 a 2022. Para essa análise, foram utilizados dados coletados da CONAB em relação às variáveis de custo e dados no INMET para as variáveis climáticas. Foi utilizada regressão linear múltipla para análise dos dados coletados.

Com base nos resultados obtidos, a hipótese de que existe uma relação significativa entre as variáveis de custo de produção do algodão e as variáveis climáticas foi aceita parcialmente. Esses resultados revelam que há certas relações entre os fatores climáticos e os custos de produção do algodão em diferentes fases do seu ciclo de crescimento. Eles podem auxiliar os produtores na tomada de decisões mais informadas e na implementação de práticas agrícolas mais eficientes, considerando as condições climáticas específicas de cada fase de produção. Ao ter acesso a essas informações, o produtor rural pode otimizar seus recursos, planejar estrategicamente sua produção e se preparar para lidar com questões climáticas, considerando as características de cada fase de produção. Esse trabalho também contribui para a literatura de custos de produção no agronegócio, reforçando que fatores externos, que muitas vezes não estão sob controle dos produtores, influenciam no custo do produto.

As limitações do estudo se referem aos dados utilizados, que foram coletados a partir das bases mais adequadas dentro dos objetivos da pesquisa. Dessa forma, os resultados são específicos para o contexto e período analisados e não podem ser generalizáveis. Entretanto, eles dão indícios de como os custos do algodão se comportam a depender das variáveis climáticas. É importante ressaltar também que outros fatores além dos climáticos contribuem para a variação de custos. Para ampliar a compreensão do tema, propõe-se que futuros estudos façam investigações mais aprofundadas, como por exemplo através de estudos de caso em regiões específicas, a fim de confrontar com os resultados relatados nesse estudo.

REFERÊNCIAS

- Agroplanning. *Cultura do algodão gera cerca de 1,5 milhão de empregos no Brasil*. 2022. Disponível em: <https://www.agroplanning.com.br/2022/07/20/cultura-do-algodao-gera-cerca-de-15-milhao-de-empregos-no-brasil/>. Acesso em 10/03/2024.
- Alcantara, I. R. de, Vedana, R., & Vieira Filho, J. E. R. (2023). O caso emblemático da produção de algodão no Brasil de 1974 a 2019. *Revista Econômica do Nordeste*, 54(2), 139-155.
- Alves, L. R. A., Gottardo, L. C. B., Filho, J. B. de S. F., Osaki, M., Ribeiro, R. G., & Ikeda, V. Y. (2012). Custo de produção de algodão em sistema adensado no Estado de Mato Grosso/Brasil. *Custos e @gronegocio Online*, 8(1), 24-42.
- Alves, L. R. A., Sanches, A. L. R., Osaki, M., Barros, G. S. de C., & Adami, A. C. de O. (2021). Cadeia agroindustrial e transmissão de preços do algodão ao consumidor brasileiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59(3).
- Andrade Junior, E. R. de, Cavenaghi, A. L., & Guimarães, S. C. (2020). Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.
- Assad, E. D., Martins, S. C., Beltrão, N. E. de M., & Pinto, H. S. (2013). Impacts of climate change on the agricultural zoning of climate risk for cotton cultivation in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(1).
- Bartelmus, P. (2015). How bad is climate change? *Environmental Development*, 14, 53-62.
- Beline, H., Megliorini, E., Slomski, V. G., & Pereira, A. C. (2009). Cultura da soja: Receita não realizada das perdas evitáveis durante a colheita. *Custos e @gronegócios Online*, 5(1), 76-93.
- Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). (2020). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.
- Brandão, Z. N., Resende, A. V., Grego, C. R., & Speranza, E. A. (2020). Agricultura de precisão: Tecnologias para o algodoeiro. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.
- Camargo, M. B. P. de. (2010). The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. *Bragantia*, 69(1), 239-247.
- Campelo Júnior, J. H., & Amorim, R. S. S. (2020). Produtividade do cultivo algodoeiro em Mato Grosso - Chuva, solo e época de plantio. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.

- Chen, D., & Chen, H. W. (2013). Using the Koppen classification to quantify climate variation and change: an example for 1901 - 2010. *Environmental Development*, 6, 69-79.
- Coelho, J. D. (2021). Algodão: Produção e mercados. *Caderno Setorial ETENE*, 6(166).
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2010). *Custos de produção agrícola: A metodologia da Conab*. Brasília, Conab. Disponível em: https://www.conab.gov.br/images/arquivos/informacoes_agricolas/metodologia_custo_producao.pdf. Acesso em: 10/03/2024.
- Contiero, R. L., Biffe, D. F., & Catapan, V. (2018). Tecnologia de aplicação. In: Brandão Filho, J. U. T., Freitas, P. S. L., Berian, L. O. S., & Goto, R. *Hortaliças-fruto*. Maringá, EDUEM.
- Crosariol Netto, J., Rolim, G., & Papa, G. (2020). Manejo integrado de pragas no algodoeiro em Mato Grosso. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.
- Ferreira, B. N., Montebello, A. E. S., Santos, J. A. dos, & Maistro, M. C. M. (2022). Cadeia produtiva de algodão no Brasil. *Research, Society and Development*, 11(10).
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (s.d.). *Sobre o INMET*. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre>. Acesso em: 10/03/2024.
- Lima, J. J., & Bélot, J. L. (2020). A fibra de algodão: Qualidade e classificação. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.
- Marur, C. J., & Ruano, O. (2003). Escala do algodão: Um método para determinação de estádios de desenvolvimento do algodoeiro herbáceo. *Informações Agronômicas*, (105).
- Mion, R., & Bélot, J. L. (2020). Uso adequado das colheitadeiras. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.
- Monteiro, M. V. de M. (2020). Sistemas avançados de tecnologia de aplicação na defesa fitossanitária. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.
- Muminov, S., Stulina, G., & Rusiev, I. (2017). Cost effectiveness of growing cotton depending on irrigation source and groundwater salinity in the Ferghana Valley, Uzbekistan. *Agricultural Sciences*, 8, 729-742.
- Oliveira, J. R. de, Rech, I. J., Junior, J. B. A. C., & Niveiros, S. I. (2012). Custo ambiental na cultura do algodão: Um estudo de caso na região sul de Mato Grosso. *Custos e @gronegocio Online*, 8(3).

- Oliveira, K. G. de, & Tavares, M. (2020). Efeito dos fatores climáticos no comportamento dos custos de produção da soja: Um estudo nas principais cidades produtoras brasileiras no período de 2005 a 2015. *Revista Conhecimento Contábil*, 4(1).
- Raphael, J. P. A., Rosolem, C. A., & Echer, F. R. Distribuição da produção no algodoeiro: Conceitos, fatores ecofisiológicos e implicações sobre a produtividade e sobre a qualidade de fibra. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.
- Raucci, G. L., Capitani, D. H. D., & Silveira, R. L. F. da. (2020). Derivativos climáticos na agricultura: Uma revisão de literatura. *Revista de Política Agrícola*, 29(3), 83-99.
- Richetti, A. (2008). *Estimativa do Custo de Produção de Algodão, Safra 2008/09, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso*. Comunicado Técnico 149. Dourados, EMBRAPA.
- Rodrigues, N. A., Reis, E. A. dos, & Tavares, M. (2014). Influências dos fatores climáticos no custo de produção do café arábica. *Custos e @gronegocio Online*, 10(3), 216-255.
- Rosolem, C. A. (2001). Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. *Informações Agronômicas*, (95).
- Rosolem, C. A. (2020). Crescimento do algodoeiro. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.
- Sedláček, J. (2010). The methods of valuation in agricultural accounting. *Agriculture Journals*, 56(2), 59-66.
- Tachie-Obeng, E., Akponikpè, P. B. I., & Adiku, S. (2013). Considering effective adaptation options to impacts of climate change for maize production in Ghana. *Environmental Development*, 5, 131-145.
- Vicari, E. J. S., Santos, G. A. dos, & Silva, J. O. da. (2018). Influência de fatores abióticos na produtividade do algodão. *Revista Interação Interdisciplinar*, 4(1), 130-142.
- Voloudakis, D., Karamanos, A., Economou, G., Kalivas, D., Vahamidis, P., Kotoulas, V., Kapsomenakis, J., & Zerefos, C. (2015). Prediction of climate change impacts on cotton yields in Greece under eight climatic models using the AquaCrop crop simulation model and discriminant function analysis. *Agricultural Water Management*, 147, 116–128.
- Zancanaro, A., & Kappes, C. (2020). Manejo do solo para o cultivo do algodoeiro. In: Bélot, J. L., & Vilela, P. M. C. A. (Org.). *Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso*. 4. ed. Mato Grosso, Casa da Árvore.