

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

MATHEUS RAMOS

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS CARACTERES DA PLUMA DE ALGODÃO

CHAPADÃO DO SUL – MS

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

MATHEUS RAMOS

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS CARACTERES DA PLUMA DE ALGODÃO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como requisito parcial para a
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Job Teixeira de
Oliveira

CHAPADÃO DO SUL – MS

2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: **MATHEUS RAMOS.**

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Job Teixeira de Oliveira.**

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHAREL EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul.

Prof. Dr. Job Teixeira de Oliveira

Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Eng. Agr. Dr. Fernando França da Cunha

Membro da Banca Examinadora

Eng. Agr. Me. Túlio Russino Castro

Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 05 de julho de 2024.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Job Teixeira de Oliveira, Professor do Magisterio Superior**, em 05/07/2024, às 14:17, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Tulio Russino Castro, Usuário Externo**, em 05/07/2024, às 15:27, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Fernando França da Cunha, Usuário Externo**, em 05/07/2024, às 16:07, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4933077** e o código CRC **7195882A**.

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Câmpus de Chapadão do Sul - Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000335/2024-61

SEI nº 4933077

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a Deus, a minha
família e amigos por todo apoio.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por toda força e discernimento ao longo do curso. À minha família que me apoiou e me guiou em cada passo desta jornada. Ao meu orientador, Professor Dr. Job Teixeira de Oliveira, pela oportunidade concedida, pela orientação e pelos ensinamentos.

Aos meus amigos pelo companheirismo e auxílio ao longo desta trajetória, e a todos que ajudaram na realização deste trabalho e pelo apoio inestimável. À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade e pelo aprendizado. Aos professores que me acompanharam ao longo do curso e transmitiram seus conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Fernando França da Cunha e o Mestre em Agronomia Túlio Russino Castro por aceitarem participar da banca examinadora deste trabalho e a todo ensinamento para o desenvolvimento. E a todos que direta ou indiretamente me auxiliaram para que este trabalho pudesse ser executado.

EPÍGRAFE

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.”

Abraham Lincoln

Variabilidade espacial dos caracteres da pluma de algodão.

Resumo

A qualidade final do algodão produzido é de crucial relevância, sendo influenciada pelas características das fibras. O objetivo do trabalho é realizar o mapeamento e avaliar a correlação existente entre a produtividade do algodão em pluma e análises da qualidade de pluma proveniente de resultados apresentados pelo aparelho High Volume Instruments (HVI) por meio da geoestatística. Foram definidas direções x e y do sistema de coordenadas cartesianas e realizado o estaqueamento de uma malha experimental geoestatística. Os pontos amostrais foram distanciados em 9,9 m, igualmente esquadrejados entre todos os 100 pontos constituintes. Foram analisados: produtividade do algodão em pluma (PA), índice de consistência da fiação (SCI), micronaire (Mic), comprimento médio da metade superior (UHML), índice de fibras curtas (SF), resistência (Str), grau de folha (TrId). Resultados foram apresentados por meio de semivariogramas e mapas de krigagem dos atributos estudados, mostrando zonas com valores encontrados. Resultados também indicam que o algodão cultivado no Mato Grosso do Sul, possui resultados de testes de fibras muito semelhantes aos encontrados em variedades de algodão em diferentes partes do mundo como África, Europa e Ásia. PA, SCI, Mic, UHML e SF apresentaram variabilidade espacial. Os atributos SCI e UHML apresentaram correlação negativa com a produtividade do algodão em pluma, enquanto o SF apresentou correlação positiva com a produtividade do algodão em pluma.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L. HVI. Agricultura de precisão. Produtividade.

Spatial variability of cotton lint traits

Abstract

Final cotton quality is of crucial importance and is influenced by fiber characteristics. The objective of this study is to map and evaluate the correlation between cotton lint productivity and lint quality analyses based on results from the High-Volume Instruments (HVI) using geostatistics. The x and y directions of the Cartesian coordinate system were defined, and a geostatistical experimental grid was staked out. Sample points were spaced 9.9 meters apart, equally squared among all 100 constituent points. The following were analyzed: Cotton lint productivity (PA), Spinning Consistency Index (SCI), Micronaire (Mic), Upper Half Mean Length (UHML), Short Fiber Index (SF), Strength (Str), and Leaf Grade (TrId). Results were presented through semivariograms and kriging maps of the studied attributes, showing zones with the values found. Results also indicate that cotton cultivated in Mato Grosso do Sul has fiber test results very similar to those found in cotton varieties in different parts of the world such as Africa, Europe, and Asia. PA, SCI, Mic, UHML, SF exhibited spatial variability. The attributes (SCI) and (UHML) showed a negative correlation with cotton lint productivity, while the SF showed a positive correlation with cotton lint productivity.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L. HVI. Precision agriculture. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figuras		página
1	Temperatura média mensal do ar e pluviosidade mensal da área de estudo durante a safra 2022/23.	13
2	Malha geoestatística com 100 pontos. Área experimental Fazenda Indaiá II, município de Paraíso das Águas, MS	14

LISTA DE TABELAS

Tabela		página
1	Análise descritiva da produtividade de algodão em pluma e análises referentes a qualidade de pluma do algodão cultivado no município de Paraíso das Águas, MS.	17
2	Parâmetros estimados para o semivariograma simples e cruzados dos componentes em relação as variáveis produtividade do algodão em pluma (PA), Índice de consistência da fiação (SCI), Micronaire (Mic), Comprimento médio da metade superior (UHML), Índice de fibras curtas (SF), Resistência (Str), Grau de folha (TrId) em plantas de algodão cultivadas no município de Paraíso das Águas, MS.	19

Sumário

Variabilidade espacial dos caracteres da pluma de algodão.	7
Resumo	7
Spatial variability of cotton lint traits	8
Abstract.....	8
Introdução:	12
Material e métodos:	13
Produtividade do algodão em pluma (PA).....	15
Índice de consistência da fição (SCI).....	15
Micronaire (Mic).....	15
Comprimento médio da metade superior (UHML)	16
Índice de fibras curtas (SF).....	16
Resistência (Str).....	16
Grau de folha (TrId).....	16
Resultados e Discussão	17
Conclusões	23
Referências bibliográficas	23

Introdução:

A cultura do algodão (*Gossypium hirsutum*) possui grande importância no cenário mundial inclusive para o Brasil. Sua produção fornece matéria prima para o setor têxtil, indústria agropecuária e derivados para o consumo humano (INDEA, 2023). Dias e Santos (2023) defendem que o algodoeiro é a planta com maior aproveitamento agroindustrial.

Dentre as finalidades da cultura, o aproveitamento da pluma é o carro chefe da cultura. Moura et al. (2020) descrevem que as fibras mais longas do algodão em caroço destinam-se, principalmente, à fabricação de fios para a indústria têxtil. Há também outros tipos de fibras de algodão, como o conjunto de fibras curtas que envolvem o caroço (línter), utilizada na fabricação de algodão hidrófilo, tecidos rústicos, estofamentos, filtros e pavios de pólvora.

Mediante ao tipo de fibra e suas características é de extrema importância uma análise laboratorial de todos os componentes da pluma do algodão. A qualidade final do algodão produzido é de crucial relevância, sendo influenciada por uma série de fatores. Essa qualidade é determinada pelas características intrínsecas e extrínsecas da fibra. As características intrínsecas, conhecidas como características tecnológicas da fibra, são geneticamente controladas e podem ser afetadas pelo ambiente. Elas são quantificadas por meio de análises realizadas em High Volume Instruments (HVI) (da Costa et al., 2006).

O HVI além de ser um tipo de análise intrínseca, denomina também o equipamento utilizado nas determinações das características da pluma do algodão. Entende-se como um avanço no estudo e comercialização do algodão aonde tais resultados provenientes dessa tecnologia são de amplo acesso mundial e correspondem ao avanço da cotonicultura no mundo mesmo se tratando de uma cultura milenar. Segundo da Costa et al. (2006), atualmente, a classificação é exigida quando da internacionalização dos produtos (algodão importado), e da compra e venda do produto, pelo Poder Público.

Correspondente ao avanço nos estudos, as técnicas provenientes de agricultura de precisão como a geoestatística conseguem auxiliar na compreensão desses dados gerados a respeito de uma lavoura. A partir de algumas técnicas de variabilidade espacial torna-se possível correlacionar uma variável primária com quaisquer outras. Montanari et al. (2015) e Oliveira et al. (2024) explicam que através da interpolação simples de dados

(krigagem) e a interpolação cruzada (cokrigagem) entre características da planta vs. qualquer outra característica servem de base para estimar a variabilidade espacial de uma determinada variável por meio de outra facilmente mensurável. Variabilidade essa que pode induzir a resultados correlativos entre a produtividade e determinadas características intrínsecas da pluma do algodão.

Assim, o objetivo do trabalho é realizar o mapeamento e avaliar a correlação existente entre a produtividade do algodão em pluma e análises da qualidade de pluma proveniente de resultados apresentados pelo aparelho High Volume Instruments (HVI) por meio da geoestatística. Conseqüentemente a esses resultados comparar os valores e análises com as qualidades de fibra de algodões produzidos em outras partes do mundo.

Material e métodos:

O estudo foi conduzido no Município de Paraíso das Águas, localizado no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. A área de pesquisa estava situada na Fazenda Indaiá II, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 19°1'33" S, longitude 53°0'37" O e altitude de 608 metros. De acordo com a classificação climática de Köppen e Geiger, o clima foi designado como tropical úmido (Cfa), caracterizado por uma temperatura média variando entre 14 e 31 °C (Alvares et al., 2013). A precipitação média anual foi de 1303 mm. Na Figura 1 estão apresentadas a temperatura média mensal do ar e a precipitação mensal durante o período de condução do experimento.

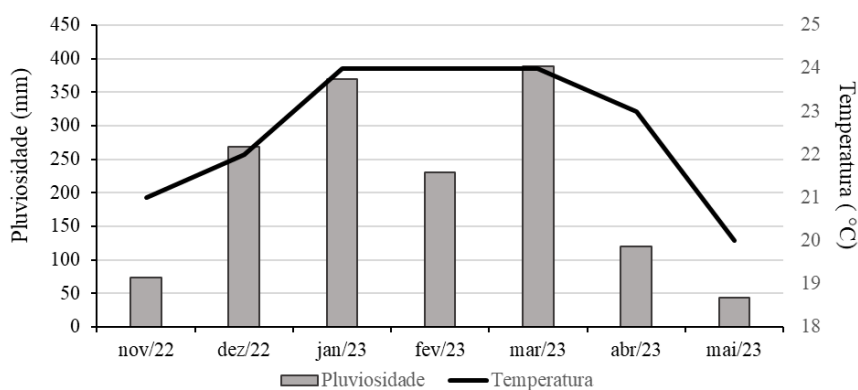


Figura 1. Temperatura média mensal do ar e pluviosidade mensal da área de estudo durante a safra 2022/23.

Na área experimental escolhida foi levada em consideração a parte da área cultivada onde apresentou-se maiores declividades e variações do terreno para que se pudesse obter maiores discrepâncias nos valores coletados sobre um solo classificado,

segundo Santos et al. (2018), como Neossolo Quartzarênico com textura arenosa. O talhão onde realizou a semeadura do algodão da cultivar FM 978 6LTP detinha uma área de 60 ha. A semeadura foi realizada em 20 de novembro de 2022, com espaçamento de 90 cm entre linhas, totalizando uma população de 95 mil plantas ha^{-1} .

Foram definidas direções x e y do sistema de coordenadas cartesianas e realizado o estaqueamento de uma malha experimental geoestatística. Os pontos amostrais foram distanciados em 9,9 m, igualmente esquadrejados entre todos os 100 pontos constituintes (Figura 2). A área referente a malha experimental foi de 0,98 ha.

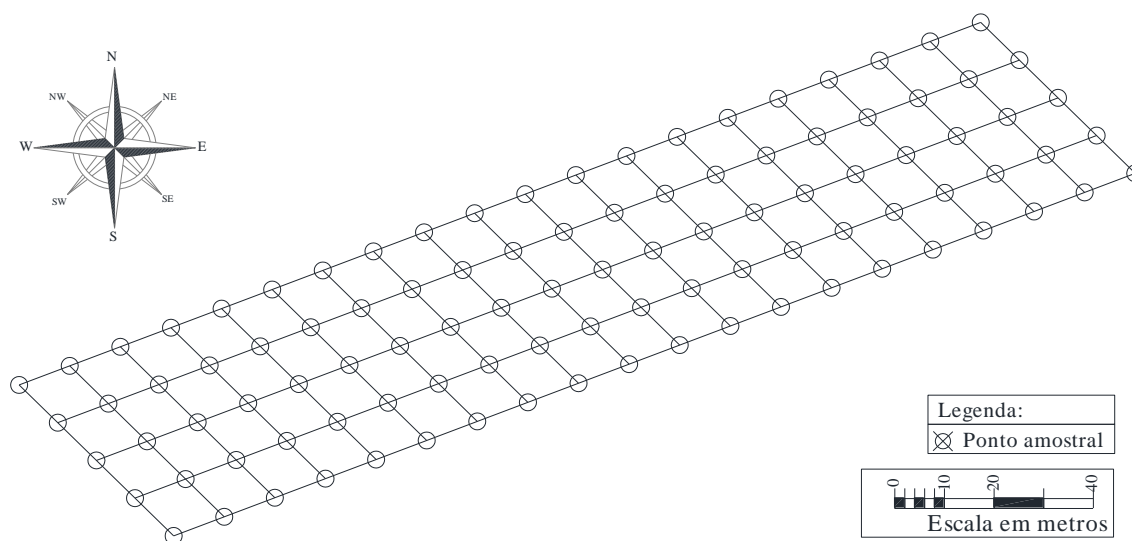


Figura 2. Malha geoestatística com 100 pontos. Área experimental Fazenda Indaiá II, município de Paraíso das Águas, MS.

O ciclo da cultivar analisada se findou com 187 dias, sendo realizada a coleta de três plantas por ponto amostral no dia 26 de maio de 2023 para análises. Todo material constituinte dos botões florais saudáveis foi retirado e seguiu para beneficiamento e pesagem. Em seguida a pluma já beneficiada foi encaminhada para as análises dos padrões de classificação segundo a Normativa nº 24, de 14 de julho de 2016.

As análises da geoestatística foram realizadas no Campus de Chapadão do Sul (CPCS) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e as análises laboratoriais na AMPASUL (Associação Sul-Mato-Grossense do Produtores de Algodão) com sede na cidade de Chapadão do Sul, MS, sendo classificadas amostras, a partir do equipamento Uster (High Volume Instruments) HVI 1000. Agregada a produtividade seis análises foram geradas e totalizaram 7 atributos para o desenvolvimento dessa pesquisa, baseado e referenciados na instrução normativa nº 24, de 14 de julho de 2016 (MAPA, 20216), sendo eles:

Produtividade do algodão em pluma (PA)

A produtividade do algodão foi determinada através da colheita de todos os capulhos (pluma e caroço) de três plantas colhidas aleatoriamente em cada ponto amostral. Após o beneficiamento do material, apenas a quantidade de pluma coletada por ponto foi utilizada. Esta quantidade foi pesada em uma balança de precisão para determinar a média de uma planta, em gramas. Em seguida, esse valor foi convertido de gramas por planta para arrobas (@). Para calcular a produtividade por hectare, multiplicou-se o resultado pelo número de plantas por hectare, obtendo assim a produtividade do algodão em @ ha⁻¹.

Índice de consistência da fiação (SCI)

O valor determinado por uma equação matemática de regressão múltipla, que foi desenvolvida a partir dos inter-relacionamentos e correlações entre as propriedades físicas das fibras e as correlações entre as propriedades físicas das fibras e dos fios têxteis. As fiações podem utilizar o índice de consistência da fiação (SCI - Spinning Consistency Index) para categorização, armazenagem e seleção das misturas entre fardos de algodão, com o objetivo de otimizar a logística, obter homogeneização, estabilização do processo de fiação e dos demais processos subsequentes, atingindo, assim, melhores níveis de produção, qualidade e custo.

Micronaire (Mic)

Micronaire é o índice determinado pelo complexo finura/maturidade da fibra. Os valores micronaire resultantes dos ensaios sofrem influências da finura e da maturidade das fibras, que estão relacionadas com a variedade da cultivar (semente) e as condições ambientais durante o cultivo do algodoeiro.

O índice micronaire pode ser usado para avaliar a espessura e maturidade das fibras de algodão (Matic-Leigh and Cauthen, 1994, Long et al., 2009; Adel et al., 2011; Siddiqui et al., 2020; Sief et al., 2022; Bange et al., 2022). Se o índice micronaire for inferior a 3,0, a fibra é considerada muito fina. Se a espessura for 3,0–3,9, se o a espessura

é 4,0–4,9, se a espessura for 5,0–5,9; 6.0 e superior é considerado muito espesso. O intervalo básico é 3,5 a 4,9 de acordo com Jumaniyazov et al. (2021).

Comprimento médio da metade superior (UHML)

O comprimento médio da metade superior (Upper Half Mean Length - UHML) ou comprimento médio dos 50% (cinquenta por cento) das fibras mais longas é expresso em polegadas com três casas decimais ou em milímetros com duas casas decimais. Este comprimento é utilizado no processo de classificação e comercialização do algodão internacionalmente.

Índice de fibras curtas (SF)

O percentual de fibras menores que 0,50 polegadas ou 12,7 milímetros presentes nos corpos de prova. Este índice pode ser estimado por fórmula matemática ou pela curva fibrograma. O índice de fibra curta (SFI) é um valor que é calculado usando um algoritmo sofisticado. O fibrograma é matematicamente convertido em uma curva de distribuição de comprimento. Este índice de fibra curta (SFI) é uma indicação da quantidade de fibras em porcentagem com menos de 0,5 polegada (12,7 mm) de comprimento.

Resistência (Str)

É a força, em gramas, requerida para romper um feixe de fibras (barbas de fibras) de um tex. Define-se de força máxima ou força de rotura (Max Force) a força necessária para romper o feixe de fibras, expressa em gramas força. Define-se de Tex, a massa em gramas de 1000 metros de material têxtil em forma de fibras, mantas, fitas, pavios e fios. O Tex é um sistema de titulação (título) ou densidade linear, que é massa por unidade de comprimento. No método de ensaio, que determina a tenacidade e o alongamento à força de rotura das fibras de algodão nos instrumentos do tipo HVI.

Grau de folha (TrId)

É o código (L.G.) obtido pela comparação dos corpos de prova com os Padrões Físicos Universais. Parâmetros referenciais da equivalência entre os Padrões Físicos

Universais do Grau de Folha (L.G.) e o percentual de área (% Area) que as impurezas ocupam em relação à área do visor do medidor de impurezas (trashmeter) dos Instrumentos do tipo HVI.

A análise dos dados envolveu a geração de mapas de classes através de técnicas de krigagem e cokrigagem no software GS+ versão 7.0. Posteriormente, foi realizada a correlação entre os mapas ou correlação espacial, após a construção do padrão espacial das variáveis de estudo. Essa análise foi conduzida utilizando o arquivo de saída do software, garantindo a preservação da posição espacial dos dados.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 está apresentada a análise descritiva da produtividade de algodão em pluma e das análises referentes a qualidade de pluma do algodão. A partir destas análises é possível observar uma variação considerável em relação aos atributos estudados.

Tabela 1. Análise descritiva da produtividade de algodão em pluma e análises referentes a qualidade de pluma do algodão cultivado no município de Paraíso das Águas, MS.

Atributos	Médio	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
PA	250,36	87,40	594,91	93,94
SCI	144,73	124	165	7,95
Mic	4,44	3,74	5,03	0,26
UHML	30,51	29,14	31,79	0,58
SF	7,66	5,40	11,20	0,88
Str	31,41	28,60	34,50	1,30
TrID	4,89	2,00	7,00	1,04
Atributos	Variação (%)	Curtose	Assimetria	Pr<w
PA	37,52	0,95	0,86	1,28E-03
SCI	5,49	0,16	0,03	0,769
Mic	6,00	-0,15	-0,30	0,834
UHML	1,91	0,73	0,04	0,626
SF	11,54	3,54	0,32	0,842
Str	4,14	-0,44	-0,08	0,249
TrID	21,33	0,27	-0,25	1,641E-05

Produtividade do algodão em pluma (PA), Índice de consistência da fiação (SCI), Micronaire (Mic), Comprimento médio da metade superior (UHML), Índice de fibras curtas (SF), Resistência (Str), Grau de folha (TrID) em plantas de algodão

Nassar et al. (2021), utilizando o equipamento High Volume Instruments (HVI), obtiveram resultados de fibras de seis variedades de algodão egípcio. Um ponto interessante é que todos os resultados encontrados por estes autores, corroboram com o

presente estudo. O índice UHML, dos autores mencionados, variou de 28,70 a 35,50 e no presente estudo, nos 100 pontos amostrais, a variação ficou entre 29,14 a 31,79. Outro item avaliado foi Índice de fibras curtas (SF) onde autores mencionados, variou de 5,40 a 7,80 e no presente estudo, a variação ficou entre 5,4 a 11,2. Estes resultados indicam que o algodão cultivado no Mato Grosso do Sul, possui resultados de testes de fibras muito semelhantes aos encontrados em variedades de algodão egípcio, plantado na África.

Um ponto que chama a atenção, é que o algodão é considerado a cultura de fibra mais importante do mundo, sendo o algodão egípcio reconhecido como a melhor cultura de fibra a nível mundial e continuando a ser uma cultura significativa no Egito (El-Bary, 2013; Abdel-Aty et al. 2023; Ibrahim et al. 2022).

Kartal e Efe (2021), em estudo com oito variedades de algodão da Turquia, utilizando HVI, encontraram comprimento da fibra (30,21 mm), resistência da fibra (31,76 g tex⁻¹), índice de consistência (SCI) (104,68). Todos estes atributos, corroboram com o presente trabalho, indicando que o algodão cultivado no Mato Grosso do Sul, possui resultados de testes de fibras muito semelhantes aos encontrados em variedades de algodão europeu, da Turquia.

Analisando os resultados dos testes obtidos na determinação dos indicadores de qualidade da fibra, Jumaniyazov et al. (2021), utilizando HVI, concluíram que o índice micronaire da fibra (Mic) obtida do algodão foi de 4,0, e resistência (Str) foi de 32,23 g tex⁻¹. Estes valores estão dentro das faixas encontradas no presente estudo, e muito próximo das médias, indicando que o algodão cultivado no Mato Grosso do Sul, possui resultados de testes de fibras muito semelhantes aos encontrados em variedades de algodão do Centro-Oeste da Ásia, em Uzbequistão.

Na Tabela 2 estão apresentadas as análises geoestatísticas dos semivariogramas simples das características de pluma de algodão e dos semivariogramas cruzados, evidenciando a correlação positiva entre a produtividade do algodão em pluma, em função do Índice de fibras curtas ($PA = f(SF)$) e correlação negativa entre produtividade do algodão em pluma, em função do Índice de consistência da fiação ($PA = f(SCI)$).

Tabela 2. Parâmetros estimados para o semivariograma simples e cruzados dos componentes em relação as variáveis produtividade do algodão em pluma (PA), índice de consistência da fiação (SCI), micronaire (Mic), comprimento médio da metade superior

(UHML), índice de fibras curtas (SF), resistência (Str) e grau de folha (TrId) em plantas de algodão cultivadas no município de Paraíso das Águas, MS.

Atributo	Ajuste	DAL	Intervalo	Efeito Pepita	Patamar	Alcance (m)	r ²
PA	exp	228	22,80	2900	9300	38	0,59
SCI	exp	122,40	12,20	7500	6300	18	0,49
Mic	exp	111,30	11,30	0,01	0,07	19,50	0,66
UHML	exp	124,20	12,40	0,03	0,34	23	0,79
SF	exp	114	11,40	0,10	0,80	22	0,52
Str	epp	x	x	x	x	x	x
TrID	epp	x	x	x	x	x	x
PA = f(SCI)	gau	81,60	10,90	-0,10	-167	35	0,96
PA = f(UHML)	sph	65,40	10,90	-0,01	-15	40	0,96
PA = f(SF)	sph	136,80	13,60	1,30	23,50	38	0,60

Atributo	SQR	ADE (%)	Classe	Número de vizinhos	a	b	r ² (validação cruzada)
PA	2911235	0,68	Moderado	64	52,67	0,78	0,12
SCI	68,70	0,88	Forte	20	0,58	59,73	0,05
Mic	6,98E-05	0,86	Forte	46	0,45	2,42	0,01
UHML	1,31E-03	0,91	Forte	16	0,36	11,08	0,07
SF	0,01	0,87	Forte	20	0,41	4,49	0,02
Str	x	x	x	x	x	x	x
TrID	x	x	x	x	x	x	x
PA = f(SCI)	705	0,99	Forte	42	0,48	129,61	0,10
PA = f(UHML)	3,17	0,99	Forte	24	0,48	129,18	0,10
PA = f(SF)	112	0,94	Forte	24	0,48	129,12	0,10

Observa-se na Tabela 2 que as análises Str e TrId apresentaram efeito pepita puro, ou seja, não apresentaram dependência espacial entre os pontos amostrados.

Na Tabela 2 também são apresentados os resultados das validações cruzadas dos semivariogramas, que são considerados embasamento para validar os semivariogramas e mapas de krigagens (Oliveira et al., 2023).

Os semivariogramas cruzados da PA = f(SCI) e PA = f(UHML), indicaram correlação inversa devido ao sinal negativo do efeito pepita e patamar. Este sinal indica que a curvatura do semivariograma cruzado está virado para baixo, ou seja, locais de maior produtividade foram os que apresentaram os menores SCI e UHML, respectivamente. Já, PA = f(SF) indicaram correlação direta, ou seja, locais de maior produtividade foram os que apresentaram também maiores SF.

Nas Figuras 2 e 3 estão apresentados os semivariogramas simples e cruzados, respectivamente, além dos mapas de krigagem e cokrigagem das variáveis estudadas em relação a produtividade do algodão em pluma.

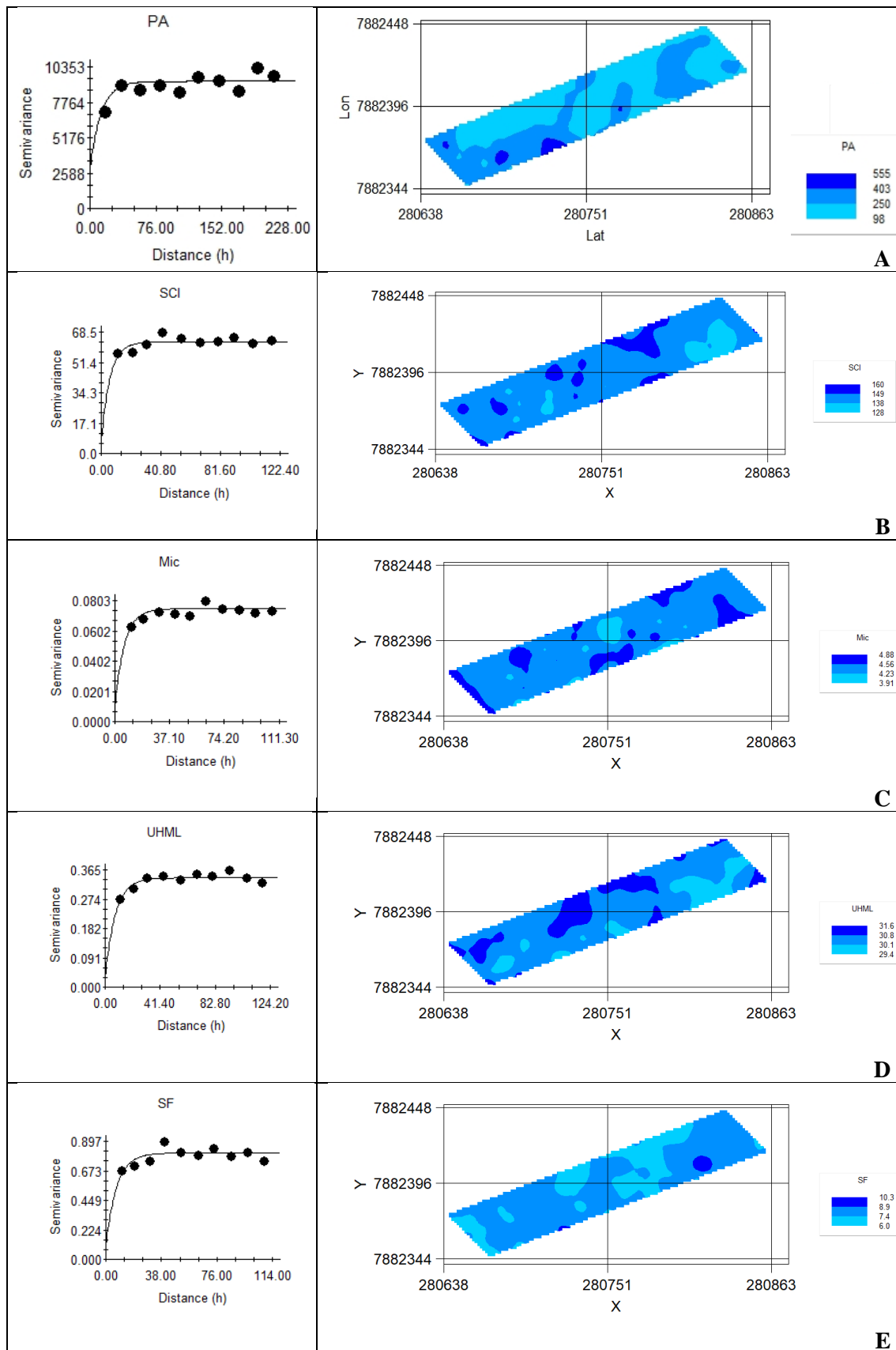


Figura 2. Mapas de krigagem e semivariogramas simples. (A) Produtividade do algodão em pluma (PA), (B) Índice de consistência da fiação (SCI) (cm), (C) Micronaire (Mic),

(D) Comprimento médio da metade superior (UHML), (E) Índice de fibras curtas (SF), em plantas cultivadas no município de Paraíso das Águas, MS.

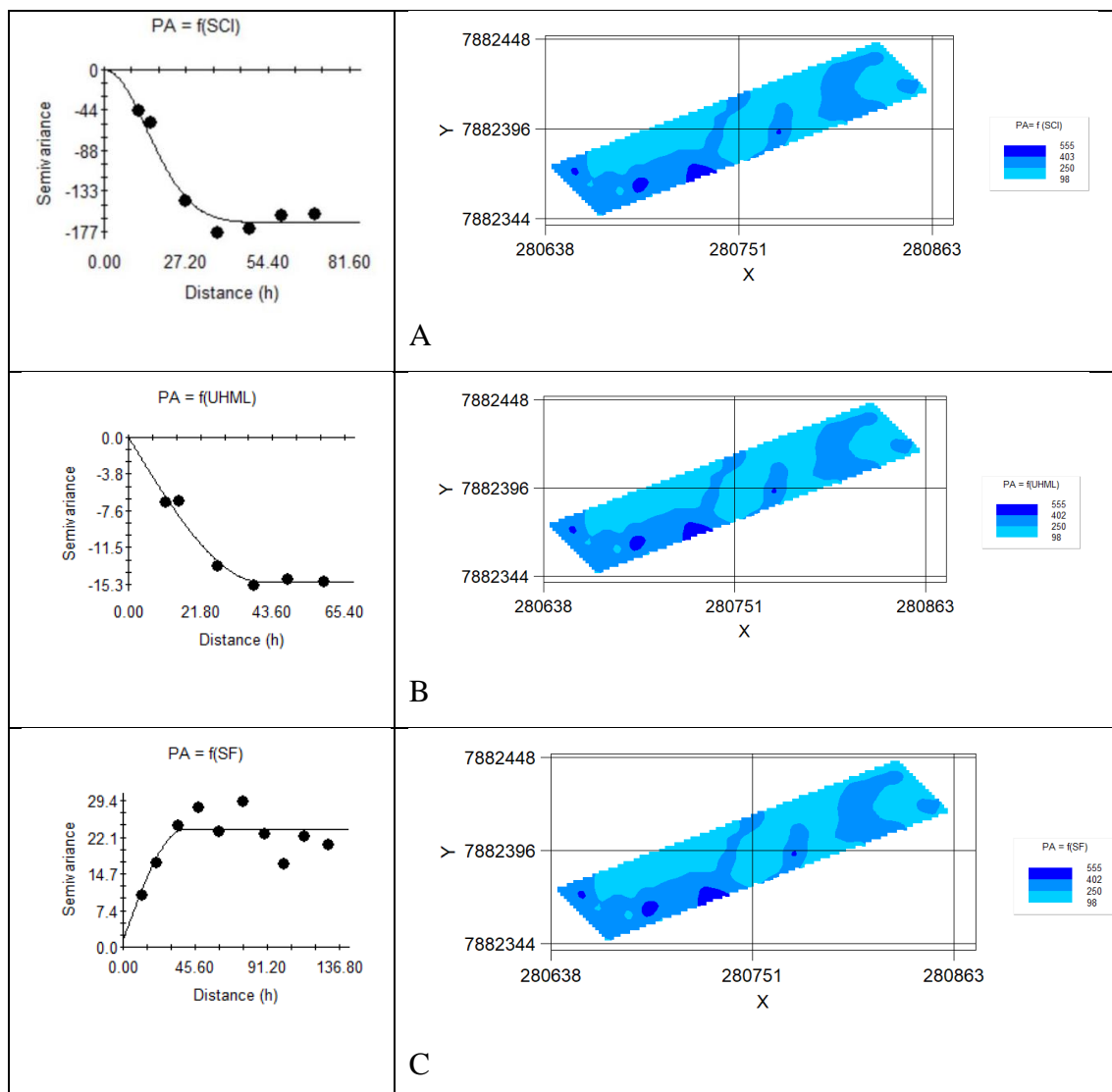


Figura 3. Mapas de cokrigagem e semivariogramas cruzados. (A) Produtividade do algodão em pluma em função do SCI: $PA = f(\text{SCI})$, (B) Produtividade do algodão em pluma em função do UHML: $PA = f(\text{UHML})$ e (C) Produtividade do algodão em pluma em função do SF: $PA = f(\text{SF})$ em plantas cultivadas no município de Paraíso das Águas, MS.

Na Figura 2A, é apresentado a PA, que é altamente influenciada por um adequado manejo dos estádios fenológicos da cultura. O período, situado desde a emergência das plântulas até a emissão da primeira folha verdadeira, considera-se como estágio V0. A partir do limite anterior e até que a segunda folha verdadeira tenha a sua nervura principal com comprimento de 2,5 cm, o estágio será V1. Sucessivamente, aplicando o mesmo critério, V2, V3, V4, V5 etc. Durante a fase reprodutiva, o estágio passa a ser B1, iniciado

a partir da emissão do primeiro botão floral visível e assim, novos botões “Bn”. Em seguida, a indicação “Bn” é substituída pelo termo F1, dado a abertura da flor, proveniente do primeiro botão floral e assim sucessivamente (Fn). Por fim, dado a emissão do primeiro capulho, o estágio de desenvolvimento passará a ser C1 e sucessivamente (Cn) (Dias e Santos, 2023). Nas regiões onde há indicação de zonas de maior produtividade do algodão em pluma, ou seja, região sudoeste do mapa de krigagem, foi justamente a região que houve maior interação entre índices fenológicos da planta, solo, nutrientes, água, etc, indicando maior atividade fotossintética e conseqüentemente, maiores produtividades alcançadas.

A seleção direta baseada apenas no rendimento é difícil e ineficiente (Abdel-Aty et al., 2022; Shah et al., 2022), devido às interações (Lamlom et al., 2024). Desta forma, uma compreensão abrangente dos parâmetros de qualidade do algodão e sua influência no processo de fiação e na qualidade do fio são aspectos muito importantes (Tesema, 2024). Na Figura 2B é apresentado índice de consistência da fiação (SCI), que é um indicador forte no valor agregado da fibra. Os valores encontrados no mapa variaram bastante, porém as regiões do leste foram as que apresentaram menor valor de SCI. Kartal e Efe (2021) relatam que o sistema de descaroçamento influencia no SCI. Já Hughsand Lalor (1990) relatou que o descaroçamento com rolo não tem efeito importante na fiação.

A variável Micronaire (Mic) (Figura 2C) apresenta áreas com menores índices analisados na região central do mapa. O Índice Micronaire indica a finura de uma fibra em termos de maturidade e densidade linear natural (Liu et al., 2014). Este método baseia-se na correlação entre a permeabilidade ao ar da amostra de fibra e a finura da fibra na amostra (Jumaniyazov et al., 2021).

O índice micronaire pode ser usado para avaliar a espessura e maturidade das fibras de algodão (Long et al., 2009; Adel et al., 2011). O preço diminui dependendo do grau de diferença entre valores Mic. O tipo de fibra do algodão não muda com o aumento ou diminuição do índice micronaire (Jumaniyazov et al., 2021).

O comprimento da metade superior (UHML) (Figura 2D) apresenta variabilidade na área estudada, com maior parte dos valores variando entre 30,1 e 31,6 mm. Observa-se ainda que a área de melhores quantificação do comprimento da metade superior não são, áreas mais produtivas quando analisadas a Figura 2A, 2B e 3B. O comprimento da fibra de algodão é expresso em unidades de comprimento médio e comprimento médio da metade superior (UHM). Fibras com menos de 0,5 polegadas (12,7 mm) de comprimento, constituem o Índice de Fibra Curta (SF) que é apresentado no mapa de

krigagem da Figura 2E. Este valor constante no mapa é a porcentagem de fibras curtas no peso total da amostra.

A vantagem de se relacionar atributos, por semivariograma cruzado, é o fato de que se pode estimar um atributo de “fácil” obtenção, em função de outro com grau de dificuldade maior. Na realidade do presente estudo, pode-se coletar plumas de algodão próximas ao dia da colheita, e determinar as características da fibra no HVI. De posse das informações da fibra como SCI, UHML e SF, se torna possível estimar a produtividade da fibra de algodão. Informações de qualidade da fibra são importantes para um possível direcionamento que terá esse produto, seja ele para fabricação de fios para consumo interno ou para exportação.

Os comprimentos são determinados, calculando a curva de transmissão de luz criada pela varredura com luz da seção transversal das fibras comprimidas. Vai desde o ponto de compressão até a extremidade do suporte em forma de grampo em pinças especiais. Dependendo da mudança na intensidade da luz que passa pelo suporte, um comprimento médio alto, um índice de uniformidade longitudinal e a proporção de fibras curtas são determinadas (Jumaniyazov et al., 2021).

Conclusões

Resultados indicam que o algodão cultivado no Mato Grosso do Sul, possui resultados de testes de fibras muito semelhantes aos encontrados em variedades de algodão em diferentes partes do mundo como África, Europa e Ásia.

Produtividade do algodão em pluma (PA), Índice de consistência da fiação (SCI), Micronaire (Mic), Comprimento médio da metade superior (UHML), Índice de fibras curtas (SF), apresentaram variabilidade espacial.

Os atributos Índice de consistência da fiação (SCI) e comprimento médio da metade superior (UHML), apresentaram correlação negativa com a produtividade do algodão em pluma, enquanto o índice de fibras curtas (SF), apresentou correlação positiva com a produtividade do algodão em pluma.

Referências bibliográficas

Abdel-Aty, M. S.; Youssef-Soad, A.; Yehia, W. M. B.; El-Nawsany, R. T. E.; Kotb, H. M. K.; Ahmed, G. A.; ... & Abdelsalam, N. R. Genetic analysis of yield traits in Egyptian cotton crosses (*Gossypium barbdense* L.) under normal conditions. **BMC Plant Biol.** **22**, 462. (2022). <https://doi.org/10.1186/s12870-022-03839-8>

- Abdel-Aty, M. S.; Sorour, F. A.; Yehia, W. M. B.; Kotb, H. M. K.; Abdelghany, A. M.; Lamloom, S. F.; ... & Abdelsalam, N. R. Estimating the combining ability and genetic parameters for growth habit, yield, and fiber quality traits in some Egyptian cotton crosses. **BMC Plant Biol.** **23**, 121. (2023). <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04131-z>
- Adel, G.; Faten, F.; & Radhia, A. Assessing Cotton Fiber Maturity and Fineness by Image Analysis. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* **6** 50-60. (2011). <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/155892501100600206>
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. D. M.; & Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, **22**(6), 711-728. (2013). DOI [10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507)
- Bange, M. P.; Long, R. L.; Caton, S. J.; & Finger, N. Prediction of upland cotton micronaire accounting for the effects of environment and crop demand from fruit growth. **Crop Science**, **62**(1), 397-409. (2022). DOI: <https://doi.org/10.1002/csc2.20679>
- Da Costa, J. N.; de Santana, J. C. F.; Wanderley, M. J. R.; Andrade, J. D. O.; & Estrela Sobrinho, R. **Padrões universais para classificação do algodão**. Documento 151. 24p. (2006). <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/276549/1/DOC151.pdf>
- Dias, A. S.; & Santos, C. C. **O cultivo do algodão de ponta a ponta: manejo fitotécnico, nutricional e fisiológico**. Editora Licuri, p. 73-100, (2023). DOI: <https://doi.org/10.58203/Licuri.20106>
- El-Bary, A. Improving Egyptian cotton using f_2 diallel crosses. **J. Plant Product.** **4**, 943–956 (2013). DOI: [10.21608/jpp.2013.73412](https://doi.org/10.21608/jpp.2013.73412)
- Ibrahim, I. A.; Yehia, W. M.; Saleh, F. H.; Lamloom, S. F.; Ghareeb, R. Y.; El-Banna, A. A.; & Abdelsalam, N. R. Impact of plant spacing and nitrogen rates on growth characteristics and yield attributes of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.). **Front. Plant Sci.** **13**, 916734. (2022). <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.916734>
- INDEA. Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso. **Algodão**. (2023). [https://www.indea.mt.gov.br/-/8523374-
algodao#:~:text=O%20algodoeiro%20%C3%A9%20uma%20planta,cuja%20esp%C3%A9cie%20Gossypium%20hirsutum%20L](https://www.indea.mt.gov.br/-/8523374-algodao#:~:text=O%20algodoeiro%20%C3%A9%20uma%20planta,cuja%20esp%C3%A9cie%20Gossypium%20hirsutum%20L)

- Jumaniyazov, Q.; Ismatova, M.; Abbasov, I.; & Kazakova, D. Study on the influence of the cotton storage process on the quality indicators of fiber and yarn. **In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** (Vol. 939, No. 1, p. 012053). IOP Publishing. (2021). [DOI: 10.1088/1755-1315/939/1/012053](https://doi.org/10.1088/1755-1315/939/1/012053)
- Lamlom, S. F.; Yehia, W. M. B.; Kotb, H. M. K.; Abdelghany, A. M.; Shah, A. N.; Salama, E. A.; ... & Abdelsalam, N. R. Genetic improvement of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.) for high yield and fiber quality properties under semi arid conditions. **Scientific Reports**, 14(1), 7723. (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57676-w>
- Liu, Y.; Thibodeaux, D.; Rodgers, J. Preliminary Study of Linear Density, Tenacity, and Crystallinity of Cotton Fibers. **Fibers** 2(3) 211-220. (2014). Doi: <https://doi.org/10.3390/fib2030211>
- Long R. L.; Bange M. P.; Gordon S. G.; & Constable G. A. Measuring the Maturity of Developing Cotton Fibers using an Automated Polarized Light Microscopy Technique **Textile Research Journal** 80 463-471. (2009). Doi: <https://doi.org/10.1177/0040517509343784>
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. gabinete do ministro. Instrução normativa no 24, de 14 de julho de 2016. **Regulamento técnico do algodão em pluma.** 29 P. (2016). http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/textos/regulamentos/BRA_683.PDFV
- Matic-Leigh, R.; & Cauthen, D. A. Determining Cotton Fiber Maturity by Image Analysis: Part I: Direct Measurement of Cotton Fiber Characteristics **Textile Research Journal** 64 533-544. (1994). Doi: <https://doi.org/10.1177/004051759406400907>
- Montanari, R.; Panachuki, E.; Lovera, L. H.; Correa, A. R.; Oliveira, I. S.; Queiroz, H. A.; & Tomaz, P. K. Variabilidade Espacial da Produtividade de Sorgo e de Atributos do Solo na Região do Ecótono Cerrado-Pantanal, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39: p. 385 – 396, (2015). DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140215>.
- Moura, L.; Landau, E. C.; & Silva, G. A. **Evolução da produção de algodão herbáceo** (*Gossypium hirsutum*, Malvaceae). Embrapa (2020).

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1122628/1/Cap10-EvolucaoProducaoAlgodaoHerbaceo.pdf>

- Santos, H. D.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumbrreras, J. F.; Coelho, M. R.; & Cunha, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., ver. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 355 p. (2018). [ISBN: 13, 978-8570358004](https://doi.org/10.1007/978-981-15-9169-3_6)
- Siddiqui, M.Q.; Wang, H.; & Memon, H. Cotton Fiber Testing. In: Wang, H., Memon, H. (eds) Cotton Science and Processing Technology. Textile Science and Clothing Technology. Springer, Singapore. (2020). https://doi.org/10.1007/978-981-15-9169-3_6
- Sief, M. G.; Shahat, S. A.; & Arafa, H. M. Impact of Fiber Maturity Levels on Fineness, Maturity, Strength and Elongation Measurements in Egyptian Cotton. **IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering**, 9(4), 13-23. (2022). https://www.researchgate.net/profile/Shimaa-Shahat/publication/362931644_Impact_of_fiber_maturity_levels_on_fineness_maturity_strength_and_elongation_measurements_in_Egyptian_cotton/links/6307b91bacd814437fd6e54b/Impact-of-fiber-maturity-levels-on-fineness-maturity-strength-and-elongation-measurements-in-Egyptian-cotton.pdf
- Shah, A. N.; Javed, T.; Singhal, R. K.; Shabbir, R.; Wang, D.; Hussain, S.; ... & Jaremko, M. Nitrogen use efficiency in cotton: Challenges and opportunities against environmental constraints. **Front. Plant Sci.** 13, 970339 (2022). [Doi: 10.3389/fpls.2022.970339](https://doi.org/10.3389/fpls.2022.970339)
- Oliveira, J. T.; Oliveira, R. A.; Plazas, G. M. R.; & Roque, C. G. Spatial variability of physical attributes of a Oxisol related to garlic productivity. **Revista Brasileira De Engenharia De Biosistemas**, 17. (2023). <https://doi.org/10.18011/bioeng.2023.v17.1108>
- Tesema, G. B. Cotton Quality Requirements for Spinning. In Cotton Sector Development in Ethiopia: Challenges and Opportunities . pp. 241-284. Singapore: **Springer Nature Singapore**. (2024). https://doi.org/10.1007/978-981-99-9149-5_10