

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRÊS CULTIVARES DE
ALGODÃO DURANTE A COLHEITA E BENEFICIAMENTO**

Por

FRANCISCO LEANDRO DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde - GO

Abril de 2024

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRÊS CULTIVARES DE
ALGODÃO DURANTE A COLHEITA E BENEFICIAMENTO**

Por

FRANCISCO LEANDRO DA SILVA

Comitê de Orientação:

Orientador: Prof. Dr. Jacson Zuchi – IF Goiano – Campus Avançado Hidrolândia – GO

Coorientador: Prof. Dr. Pablo Diego Cabral – IF Goiano – Campus Rio Verde - GO

Coorientadora: Profa. Dra. Jôsie Cloviane de O. Freitas – Universidade Estadual de Goiás –
Campus Oeste, Unidade de Palmeiras de Goiás

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRÊS CULTIVARES DE
ALGODÃO DURANTE A COLHEITA E BENEFICIAMENTO**

Por

FRANCISCO LEANDRO DA SILVA

Orientador: _____

Prof. Dr. Jacson Zuchi – IF Goiano
Campus Avançado Hidrolândia – GO

Examinadores: _____

Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos – IF Goiano
Campus Avançado Hidrolândia

Prof. Dr. Marco Antônio Moreira de Freitas – IF Goiano
Campus Avançado Hidrolândia – GO

Profa. Dra. Jôsie Cloviane de O. Freitas Universidade
Estadual de Goiás
Campus Oeste, Unidade de Palmeiras de Goiás



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 5/2024 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOLANO

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRÊS CULTIVARES DE ALGODÃO DURANTE A COLHEITA E BENEFICIAMENTO

Autor: Francisco Leandro da Silva
Orientador: Jacson Zuchi

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADO em 20 de fevereiro de 2024.

Prof. Dr. Marco Antônio Moreira de
Freitas
Avaliador externo - IF Goiano
Campus Avançado Hidrolândia

Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos
Avaliador interno - IF Goiano
Campus Avançado Hidrolândia

Prof. Dra. Josiê Cloviane de O. Freitas
Avaliador externo - Universidade
Estadual de Goiás - Campus Oeste -
Unidade de Palmeiras de Goiás

Prof. Dr. Jacson Zuchi
Presidente da Banca - IF Goiano
Campus Avançado Hidrolândia

Documento assinado eletronicamente por:

- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 17:37:57.
- Marco Antonio Moreira de Freitas, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 17:23:04.
- Josiê Cloviane de Oliveira Freitas, Josiê Cloviane de Oliveira Freitas - Professor Avaliador de Banca - Ueg (01112580000171), em 23/02/2024 17:19:24.
- Jacson Zuchi, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 17:15:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/01/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 565309
Código de Autenticação: cebd7efc67



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S586q Silva, Francisco Leandro da
Qualidade Física e Fisiológica de Três Cultivares
de Algodão Durante a Colheita e Beneficiamento /
Francisco Leandro da Silva; orientador Jacson
Zuchi. -- Rio Verde, 2024.
51 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional Em
Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Rio Verde, 2024.

1. Gossypium hirsutum L.. 2. Dano mecânico. 3.
Processamento. I. Zuchi, Jacson , orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Francisco Leandro Da Silva

Matrícula:

2022102331540013

Título do trabalho:

Qualidade Física de Fisiologia de Sementes de Três Cultivares de Algodão Durante a Colheita e Beneficiamento

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 30 /04 /2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
FRANCISCO LEANDRO DA SILVA
Data: 16/04/2024 21:17:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rio Verde, GO
Local

16 /04 /2024
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
JACSON ZUCHI
Data: 16/04/2024 20:44:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

anner



Ata nº 13/2024 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA Nº 74 (SETENTA E QUATRO)
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e quatro, às 14h30min (quatorze horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada de forma presencial e remota (<https://meet.google.com/gau-qnbr-mps?hs=224>) no auditório da reitoria do Instituto Federal Goiano em Goiânia - GO, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **FRANCISCO LEANDRO DA SILVA**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Jacson Zuchi, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação que, em 30 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos resultados em revista científica de circulação nacional, após a implementação das modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Jacson Zuchi	IF Goiano – Campus Avançado Hidrolândia	Presidente
Leonardo de Castro Santos	IF Goiano – Campus Avançado Hidrolândia	Membro interno
Marco Antônio Moreira de Freitas	IF Goiano - Campus Avançado Hidrolândia	Membro externo
Josiê Cloviane de O. Freitas	Universidade Estadual de Goiás – Campus Oeste - Unidade de Palmeiras de Goiás	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 17:38:17.
- Marco Antonio Moreira de Freitas, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 17:23:16.
- Josié Cloviane de Oliveira Freitas, Josiê Cloviane de Oliveira Freitas - Professor Avaliador de Banca - Ueg {01112580000171}, em 23/02/2024 17:20:48.
- Jacson Zuchi, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 17:15:39.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/01/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 565304
Código de Autenticação: f34a8d6755



DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus avós, que sempre me incentivaram a estudar, buscar conhecimento, o que, de fato, é nosso tesouro e algo que ninguém consegue nos retirar. Ao meu pai, que recentemente foi para morada celestial.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, nosso pai celestial, por suas infinitas misericórdias.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus de Rio Verde - Goiás.

Ao Programa de Pós Graduação em Bioenergia e Grãos e ao seu coordenador, professor Dr. Aurélio Rúbio.

À Universidade Estadual Goiás, Unidade de Posse-GO, que contribui para a minha formação acadêmica.

À empresa Ciaseeds, que me proporcionou todos os recursos necessários para o desenvolvimento deste projeto.

Aos meus colegas de trabalho, que foram meus fiéis escudeiros e andaram ao meu lado nas coletas, instalações e avaliações dos testes.

À professora Dra. Jôsie Cloviane, que por muitas vezes me incentivou a fazer uma pós-graduação. Foi por meio de um simpósio, durante a minha graduação, que pude conhecer sobre o Programa de Pós Graduação Profissional em Bioenergia e Grãos.

Em especial aos professores Doutores Jacson Zuchi e Pablo Diego Cabral, que de imediato se prontificaram a mergulhar neste projeto.

A todos os professores de todas as disciplinas do programa e a todos meus colegas de pós-graduação.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO	5
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
Algodão.....	7
Qualidade fisiológica	8
Colheita e processamento de algodão	9
Dano mecânico	11
Caracterização das cultivares	12
MATERIAL E MÉTODOS	14
Teor de água.....	15
Teste de envelhecimento acelerado	16
Teste de tetrazólio.....	16
Teste de germinação	16
Teste de emergência.....	17
Teste de condutividade elétrica.....	17
Dano mecânico visual.....	17
Peso de mil sementes	17
Análises estatísticas	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
Apêndices.....	32

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRÊS CULTIVARES DE
ALGODÃO DURANTE A COLHEITA E BENEFICIAMENTO.

Por

FRANCISCO LEANDRO DA SILVA

Sob a orientação do professor Dr. Jacson Zuchi – IF Goiano - Campus

Avançado Hidrolândia

RESUMO

A utilização de sementes de algodão com elevada qualidade é essencial para o desempenho da cultura no campo. Sementes de alto vigor garantem a germinação e a emergência, de forma rápida e uniforme. Entretanto, em programas de melhoramento, a tolerância das sementes a danos mecânicos, ao longo do processo de produção, não é levada em consideração. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e a suscetibilidade ao dano mecânico durante a colheita e processamento de sementes de algodão das cultivares: TMG 44 B2RF, TMG 47 B2RF, e TMG 31 B3RF, produzidas no município de Correntina-BA. O experimento foi conduzido no laboratório de análises de sementes da Ciaseeds, localizado na Fazenda Serrana. Foram coletadas 10 amostras simples de sementes de cada ponto, sendo: colheita manual, colheita mecanizada, descaroçamento e beneficiamento. Após a homogeneização das amostras, retirou-se uma amostra de trabalho de 3kg de sementes com linter, para cada ponto. O deslinteramento das sementes foi realizado em laboratório por via úmida de ácido sulfúrico 98% e, posteriormente, neutralizada com hidróxido de cálcio, seca em temperatura ambiente. Depois, elas foram homogeneizadas e reduzidas para 1kg de amostra média. O delineamento experimental utilizado foi o (DIC) no esquema fatorial 3x4, com 4 subamostras de 50 sementes. Determinou-se o teor de água, o peso de mil sementes, a

emergência em areia, a germinação e o vigor pelos testes de tetrazólio, a condutividade elétrica, o envelhecimento acelerado e o dano mecânico visual. Os dados foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade, e teste de correlação simples entre as médias. Existe diferença em relação à tolerância ao dano mecânico em sementes dos genótipos de algodão. As sementes da cultivar TMG 31 B3RF são mais sensíveis ao dano ao longo da colheita e processamento. As sementes da cultivar TMG44 B2RF são mais tolerantes ao dano mecânico. Os níveis de dano mecânico e sementes imaturas, para a cultura do algodão, afetam negativamente a germinação e o vigor das sementes, bem como a qualidade das plântulas.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L., dano mecânico, vigor, processamento.

PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS OF THREE COTTON
CULTIVARS DURING HARVEST AND PROCESSING.

by

FRANCISCO LEANDRO DA SILVA

Under the guidance of Professor Dr. Jacson Zuchi – IF Goiano - Campus

Avançado Hidrolândia

ABSTRACT

The use of high quality cotton seeds is essential for the performance of the crop in the field. High vigor seeds guarantee fast and uniform germination and emergence. However, in breeding programs, the tolerance of seeds to mechanical damage throughout the production process is not taken into consideration. The objective of this work was carried out in order to evaluate the physiological quality and susceptibility to mechanical damage during harvesting and processing of cotton seeds of cultivars, TMG 44 B2RF, TMG 47 B2RF, and TMG 31 B3RF, produced in the municipality of Correntina-BA. The experiment was conducted in the Ciaseeds seed analysis laboratory, located on the Serrana farm. Ten simple seed samples were collected from each point, including: manual harvesting, mechanized harvesting, ginning and processing. After homogenizing the samples, a working sample of 3kg of seeds was removed with linter, for each point. The seeds were delinted in the laboratory using 98% sulfuric acid, then neutralized with calcium hydroxide, dried at room temperature, then homogenized and reduced to 1kg of medium sample. The experimental design used was (DIC) in a 3x4 factorial scheme, with 4 subsamples of 50 seeds. The water content, weight of a thousand seeds, emergence in sand, germination and vigor were determined by tetrazolium, electrical conductivity, accelerated aging, and visual

mechanical damage tests. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test, 5% probability, and simple correlation test between the means. There is a difference in tolerance to mechanical damage in seeds of cotton genotypes. The seeds of the TMG 31 B3RF cultivar are more sensitive to damage during harvest and processing. The seeds of the TMG44 B2RF cultivar are more tolerant to mechanical damage. The levels of mechanical damage and immature seeds for cotton crops negatively affect seed germination and vigor, as well as seedling quality.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L., mechanical damage, vigor, processing

INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é uma cultura de grande valor comercial no cenário nacional e mundial. A integridade do aproveitamento da planta é crucial na cotonicultura, que não considera subprodutos, mas sim coprodutos. Cerca de 65% da produção corresponde às sementes (caroço) que possuem uma alta demanda pelas esmagadoras, pois ela pode ser utilizada na fabricação de subprodutos importantes, tais como a torta para ração animal e o óleo, sendo também usada na indústria de gênero alimentício, de combustíveis, entre outros (Costa 2017). Os outros 35% são representados pela fibra (Richetti e Melo Filho, 2001). Além disso, o setor assume um papel significativo no cenário socioeconômico, contribuindo substancialmente para o Produto Interno Bruto do agronegócio brasileiro, e gerando milhões de empregos diretos e indiretos (ABRAPA, 2023).

No Brasil, a cotonicultura é amplamente difundida no cerrado, com grande destaque para a produção na região conhecida MATOPIBA (ABRAPA 2022), isto é, a junção entre os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. O estado da Bahia é considerado um dos principais produtores de grãos e outros diversos produtos, tendo em vista que a região oeste do estado é considerada um polo de crescimento do agronegócio (Faria *et al.* 2018).

A semente representa o principal insumo dentro de um sistema de produção agrícola, pelo fato de se constituir como a principal forma de propagação da maioria das culturas. E pelo fato de carregar consigo um pacote tecnológico, fruto de diversas pesquisas, o qual propicia resistência e tolerância a fatores bióticos e abióticos, os quais podem acometer a cultura em campo (Marcondes *et al.* 2005)

Assim, torna-se cada vez mais evidente o interesse das empresas produtoras de sementes em demonstrar a qualidade de seu processo de produção e/ou análise, pela percentagem de vigor

dos lotes obtidos e a garantia de altos padrões de germinação, que proporcionam maior grau de confiança aos produtores e contribuem para o marketing da empresa e abertura de novos mercados (Zuchi 2015).

A cada safra, novas cultivares com elevado potencial de produtividade e outras características de interesse comercial são registradas no Cadastro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (MAPA, 2022). Os produtos oriundos dos programas de melhoramento genético, que são as cultivares, necessitam ser multiplicados em unidades beneficiadoras de sementes, para que se tenha material suficiente e de qualidade a ser disponibilizado aos produtores (Trogello *et al.* 2013). Contudo, programas de melhoramento genético, em geral, não levam em consideração a suscetibilidade ou tolerância das sementes aos danos mecânicos durante o beneficiamento.

Diante do exposto, o presente trabalho teve o objetivo avaliar a qualidade física, fisiológica e a suscetibilidade ao dano mecânico de três cultivares de algodão: TMG 44 B2RF, TMG 47 B2RF e TMG 31B3RF, durante a colheita manual e mecanizada, o descaroçamento e durante o beneficiamento das sementes.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Algodão

O cultivo do algodão possui importante contribuição para o agronegócio brasileiro, estando presente tanto em grandes fazendas como em propriedades de pequenos produtores. É um produto que gera emprego e renda. Atualmente, o país encontra-se entre os maiores exportadores e ocupa a posição de quarto maior produtor mundial de algodão, atrás de China, Índia e Estados Unidos. No ano de 2019, o Brasil foi responsável pela produção de, aproximadamente, 6,9 milhões de toneladas de algodão e esteve inserido em um cenário interno bastante promissor, dado que o consumo nacional de plumas de algodão é um dos maiores do mundo (Alcantara *et al.* 2021, ABRAPA 2022).

Algodoeiro é o nome dado a uma variedade de plantas dicotiledôneas pertencentes ao gênero *Gossypium*, da família *Malvaceae* (Melo 2017). Tratam-se de vegetais arbustivos lenhosos, nativos de regiões tropicais e subtropicais, com espécies de grande interesse econômico, devido à sua utilização na produção da fibra têxtil conhecida como algodão. O plantio é realizado nos meses de dezembro e janeiro, sendo que o clima quente e a elevada luminosidade e umidade do solo favorecem seu desenvolvimento. Seu ciclo de vida pode durar de 120 a 150 dias, (EMBRAPA 2022).

Em qualquer cultivo é importante considerar perdas na produção devido a fatores abióticos como temperatura, pluviosidade, tipo de solo e a fatores bióticos como ataques de herbívoros e fitopatógenos (Gopi *et al.* 2019, Silva 2022). Além dos fatores abióticos, a cotonicultura tem sido alvo de muitas doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides (Cia *et al.* 2003). No algodoeiro, os nematóides aparecem como um dos principais causadores da redução na produtividade da cultura, gerando prejuízos e alto custo na produção (Silva *et al.* 2014, Davis & Stetina, 2016). A suscetibilidade a essas doenças é um fator limitante em muitos cultivos de

algodão, o que leva a um baixo rendimento e a prejuízos econômicos (Cia *et al.* 2008).

Várias estratégias de manejo foram elaboradas para diminuir o efeito desses estresses, que vão desde alterações agronômicas até a aplicação exógena de hormônios e pesticidas. Mas a estratégia mais sustentável e econômica é desenvolver, por meio do melhoramento genético, genótipos tolerantes ou resistentes às doenças que mais afetam essas culturas, (Gridi-Papp *et al.* 1994, Jabran *et al.* 2019).

Com o passar dos anos, observou-se um aumento consistente na demanda pela integração de tecnologia na cotonicultura, incluindo a exigência do mercado por sementes de alta qualidade. Em comparação à safra 2021/2022, houve um crescimento de 16,6% e a produção da pluma deverá atingir 2,97 milhões de toneladas, como consequência do aumento da área cultivada (estimado em 2,3%, totalizando 1.638 mil hectares) e do ganho de produtividade (CONAB 2022).

Neste cenário, o Brasil tem grande potencial para continuar alavancando a produção e exportação do algodão, pois possui terras e tecnologias suficientes para acompanhar o aumento da demanda mundial por fibras (Severino *et al.* 2019).

Qualidade fisiológica

A semente é um importante veículo de tecnologia e também fonte de dispersão de pragas e doenças. Dessa forma, em qualquer sistema de produção, o uso de sementes de qualidade é importante para o estabelecimento de um estande uniforme, vigoroso e com baixo risco de infecção por patógenos de grandes áreas durante a emergência das plântulas.

O termo qualidade de sementes representa o somatório dos quatro atributos da qualidade, sendo eles: genética, física, fisiológica e sanitária. Esses atributos influenciam na capacidade das sementes de gerar plantas de alta produtividade. Tais atributos podem ser afetados durante todo o processo produtivo da semente, desde a sua formação no campo até o armazenamento (Marcos Filho, 2015). A qualidade genética está ligada à identidade genética, isto é, à pureza

varietal e ao potencial da cultivar, como tolerância a estresses e à produtividade, por exemplo. A qualidade sanitária representa a presença ou ausência de patógenos na superfície da semente, acompanhando o lote (Marcos Filho, 2015), localizando-se em materiais inertes ou como estruturas de resistência ou no interior das sementes (Dhingra, 1985).

A qualidade física está relacionada a aspectos físicos da semente, como danos mecânicos e presença de contaminantes (sementes de outra espécie ou impurezas inertes). A qualidade fisiológica está relacionada a características como: a capacidade de desenvolver e formar uma plântula normal (germinação) em condições ideais; o tempo que a semente permanece viável em condições ideais de armazenamento (longevidade); a soma dos atributos que lhe conferem o potencial de germinar, emergir e resultar rapidamente plântulas normais em condições adversas (vigor) (Marcos Filho, 2015).

Entre os principais fatores que influenciam na qualidade fisiológica das sementes de algodão está o dano mecânico, que pode ser provocado em diversas etapas, como, por exemplo, durante a colheita mecanizada. O dano pode ser mitigado com a redução de velocidade de colheita; o ajuste de máquinas; a limpeza - desde a colheita até a pós-colheita, como descaroçamento.

Colheita e processamento de algodão

A colheita é uma das últimas etapas do processo de produção no campo; é o momento em que o produtor aguarda o retorno de seus investimentos e trabalho, porém, em muitos casos, não se obtêm os maiores rendimentos, por falta de condições adequadas.

Além disso, deve-se observar alguns cuidados no momento da colheita do algodão. Deve-se seguir alguns critérios técnicos como a escolha da velocidade adequada de operação das máquinas e o horário de colheita (umidade da fibra), pois, no momento da colheita, é desejável que haja insolação total e escassez hídrica, uma vez que a energia solar é um dos componentes principais para a abertura dos frutos (Beltrão *et al.* 1999).

De acordo com a EMBRAPA (2006), existem dois tipos de colhedoras de algodão: as de fusos (“spindles”), que retiram apenas o algodão em caroço, e as 54 colhedoras “stripper”, dotadas de um sistema de roldanas que retiram capulhos inteiros e os invólucros. A colhedora “stripper” possui maior rendimento de colheita, porém, ao mesmo tempo, apresenta maior quantidade de impurezas nas fibras com relação às colhedoras do tipo “spindles” que são as colhedoras atualmente mais usadas no Brasil.

Assim como ocorre em todos os processos de colheita mecanizada, também na cultura do algodão podem ocorrer perdas quantitativas. Vieira (2001) cita como aceitável um índice máximo de 10% de perdas. Para o autor, a faixa ideal de perda encontra-se entre 6 e 8%.

Dentro da indústria há a necessidade da separação da fibra, que é realizada por máquinas dotadas de serras e rolos. Tal processo denomina-se descaroçamento e se inicia com a pesagem e recepção de rolinhos ou fardões na usina de beneficiamento de algodão. Uma vez na usina, o algodão entra para ser desmanchado em uma máquina chamada de “piranha”. Em seguida, ele é sugado via pneumática e conduzido por tubulações. O algodão passa inicialmente pelo catador de pesado de separação gravimétrica para eliminar sujeiras, pedras, ramos, capulhos não abertos, impurezas provindas da colheita mecanizada.

Após a limpeza, o algodão é conduzido por roscas ou esteiras até o batedores e, posteriormente, segue por gravidade aos descaroçadores, os quais realizam a separação da fibra das sementes por meio da ação das serras circulares. O processo de descaroçamento causa danos às sementes de algodão, embora seja o processo mais importante do beneficiamento do algodão e no qual se realiza a separação da fibra do caroço.

Para não ocorrer ou para diminuir a incidência de dano mecânico às sementes básicas ou fiscalizadas do algodoeiro, é indispensável que a rotação dos descaroçadores esteja controlada entre 350 e 550 rpm, a fim de evitar a redução da qualidade fisiológica da semente, (EMBRAPA 2004).

O local de impacto exerce influência, pelo fato de que, em muitas espécies de sementes, o eixo embrionário ocupa uma posição muito exposta, o que facilita a danificação das sementes. (Campos & Peske 1995). Desta forma, definem-se os danos mecânicos por agentes físicos na colheita e beneficiamento, causando-lhes abrasões, trincas, rachaduras e quebraduras, e estão diretamente correlacionadas com a redução da germinação, emergência e vigor, bem como com o potencial de armazenamento das sementes, (Carvalho & Nakagawa 2000).

Tem-se demonstrado, em diversos estudos, que o deslinteramento melhora ou mantém a qualidade das sementes (Silva *et al.* 2003). Além disso, o linter dificulta que as sementes se embebeçam de água (Veira & Beltrão 1999), podendo este efeito influenciar negativamente no processo germinativo da semente de algodão.

Dano mecânico

A depender da intensidade, o dano pode comprometer o vigor ou até inviabilizar a semente. Observa-se que cultivares com características de tegumento menos resistentes e mais propícias ao dano mecânico influenciam diretamente na qualidade das sementes de algodão.

Existem dois tipos de danos mecânicos ocasionados em sementes, os visíveis ou imediatos, e os invisíveis ou latentes. Esses danos geralmente são promovidos ou intensificados durante a colheita mecânica e no processo de beneficiamento (Lopes *et al.* 2011, Amaral *et al.* 2018).

Desta forma, definem-se os danos mecânicos como agentes físicos na colheita e beneficiamento que causam abrasões, trincas, rachaduras e quebraduras. Eles estão diretamente correlacionados com a redução da germinação, emergência e vigor, bem como o potencial de armazenamento das sementes, (Carvalho & Nakagawa 2000).

Os danos mecânicos promovem a perda na qualidade das sementes que, ao germinarem em campo, apresentam plântulas com má formação de parte aérea ou raiz, além de redução da área de reserva do embrião, ocasionadas devido a lesões cotiledonares (Flor *et al.* 2004, Javorski

et al. 2017). Consequentemente, ocorre a redução do estande inicial no campo e perda de vigor, comprometendo, dessa forma, a produtividade final ou elevando o custo de produção, por conta da necessidade de replantio (Silva *et al.* 2010, Henning *et al.* 2010).

Sendo assim, é necessário monitorar o índice de danos ao tegumento em cultivares distintas nas etapas da colheita e pós-colheita e, por isso, ressalta-se a importância de se identificar quais etapas da colheita e ou do beneficiamento provocam maior dano mecânico, gerando dados que contribuirão para o conhecimento técnico-científico.

Por meio dessas informações, é possível propiciar o aperfeiçoamento do processo de produção, aprimorar a colheita e beneficiamento de sementes de algodão com novos estudos e desenvolver máquinas sensíveis a regulagens, além de pessoal técnico qualificado. Isso contribui com toda a cadeia de produção. Em paralelo, as empresas produtoras tendem a ter alto rendimento, melhor aproveitamento durante a produção e inserção de sementes de alto padrão e performance no mercado consumidor.

Caracterização das cultivares

A cultivar TMG 31 B3RF é transgênica com tolerância ao herbicida glifosato. Possui algumas características como: ciclo médio precoce, exigência de alta fertilidade, alto potencial produtivo, rendimento de 42,70% de fibra, resistência à bacteriose, tolerância à ramulária. Seu posicionamento de plantio para o estado da Bahia em área de sequeiro é preferencialmente recomendado a partir da segunda semana de dezembro. Em área de pivô irrigado, é recomendável o plantio entre a última semana de dezembro e a última de janeiro (CIASEEDS, 2023).

A cultivar TMG 44 B2RF é transgênica, com tolerância ao herbicida glifosato. Possui algumas características como ciclo médio precoce, exigência de alta fertilidade, rendimento de 43,10% de fibra; é resistente à bacteriose; é tolerante à ramulária e à ramulose; é suscetível aos nematóides *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis*. Seu posicionamento de plantio

para o estado da Bahia em área de sequeiro é preferencialmente recomendado a partir da última semana de dezembro até a última semana de janeiro. Em área de pivô irrigado, recomenda-se o plantio da segunda à terceira semana de dezembro (CIASEEDS, 2023).

A cultivar TMG 47 B2RF tem seu ciclo médio tardio, rendimento de 43,50% de fibra, sendo resistente à doença azul, tolerante à ramulose e suscetível aos nematóides *M. incognita* e *R. Reniformis*. Seu posicionamento de plantio em área de sequeiro é preferencialmente recomendado durante a terceira e a quarta semana de dezembro e entre a primeira e a última semana de janeiro, em área de pivô irrigado (CIASEEDS, 2023).

Lançada em 2013 pela Monsanto, a tecnologia B2RF (nome popular da Bollgard II RR Flex entre os cotonicultores) é a combinação entre a segunda geração do Algodão Bollgard, que combate lagartas, e a segunda geração do algodão Roundup Ready, tolerante ao glifosato.

O algodão Bollgard II apresenta a expressão das duas proteínas Bt (*Bacillus thuringiensis*), a Cry1Ac e a Cry2Ab2, ambas específicas e tóxicas para as lagartas de alguns lepidópteros. O RR Flex é o algodão tolerante ao glifosato inclusive nas fases mais críticas do crescimento”, conforme descreve a Monsanto em seu site. De acordo com a empresa, a tecnologia Bollgard II RR Flex “promove uma proteção contra as principais lagartas da cultura: *Alabama argillacea*, *Helitoris virescens*, *Pectnophora gossypiella*, *Chrysodeixis includens*, *Helicoverpa* spp e *Spodoptera* spp. Além disso, ela melhora a flexibilidade no manejo de plantas daninhas” porque a variedade é resistente à aplicação do herbicida glifosato.

Entre os benefícios da B2RF estão: a redução no desenvolvimento de resistência aos inseticidas; a maior eficiência no controle de pragas; a maior sobrevivência de insetos benéficos; e o melhor controle biológico de pragas secundárias.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no laboratório de análises de sementes da empresa Ciaseeds, localizado na Fazenda Serrana, durante a safra 2021/2022, com as seguintes coordenadas: Latitude 13° 55' 22.53''S Longitude 46° 11'55.11''W, no município de Correntina, estado da Bahia, (Figura 1).



Figura 1. (a) Laboratório de análises de sementes, (b) Sede da Ciaseeds, Fazenda Serrana.

O delineamento experimental utilizado foi casualizado (DIC), sob esquema fatorial (3 cultivares x 4 pontos de coletas), com 4 subamostras de 50 sementes.

Foram utilizadas sementes de três cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum*), TMG 44 B2RF, TMG 47 B2RF e TMG 31 B3RF, oriundas dos campos de produção de sementes da empresa acima citado, devidamente registrados e cultivados na região recomendada, colhidas de forma manual e mecanizada. A escolha dessas cultivares se deu pelo fato de a empresa multiplicar e comercializar sementes na região. O algodão colhido foi beneficiado na Unidade de Beneficiamento de Algodão “UBA” da Agropecuária São José, localizada na BR 349, município de Correntina-BA, durante o período de 03 de maio a 27 de junho de 2022, onde se originaram os caroços para produção e beneficiamento de sementes de algodão.

Foram coletadas 10 amostras de cada ponto: colheita manual (CMA) “controle”, colheita mecanizada (CMz), durante a operação do transbordo para o “Bass boy”, descaroçamento (D) e beneficiamento (B), conforme esquema na figura 2 abaixo.

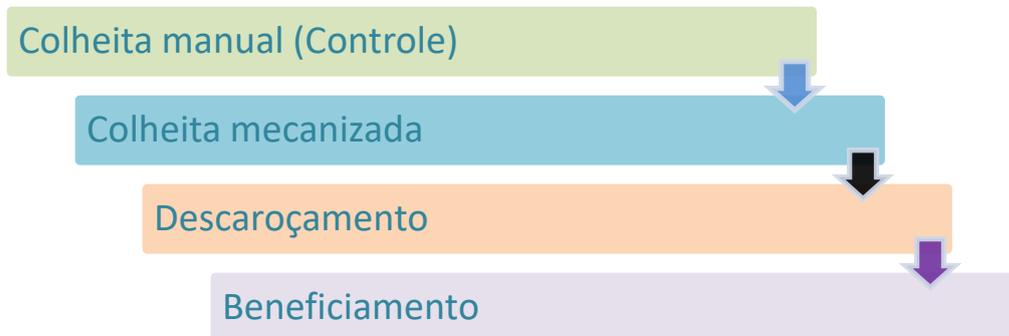


Figura 2. Esquema sequência de coleta.

Em seguida, as sementes foram homogeneizadas obtendo-se, assim, a porção de 3 kg. Para obtenção das sementes sem linter, nos pontos (CMA, CMz e D), as mesmas foram deslinteradas em laboratório por via úmida de ácido sulfúrico 98% (H₂SO₄), na dosagem de 180 ml de ácido para 1 kg de semente, por 3 minutos (exceto a do beneficiamento que já foi coletada sem linter). Posteriormente, foi feita uma lavagem em água corrente para retirada do ácido e, em seguida, procedeu-se com a neutralização do ácido com hidróxido de cálcio (Ca OH 2), a 3%, e ph igual a 13,5, na proporção de uma parte do neutralizador para quatro partes de sementes, submergindo as sementes na solução por 1 minuto.

Após a lavagem das sementes em água corrente por 3 minutos, elas foram postas sobre papel toalha para a secar à sombra e em temperatura ambiente, sob a bancada do laboratório (Douglas P.V. Totes, 2017). Posteriormente, foi realizada a homogeneização e reduzida a amostra média a 1kg. Logo em seguida, foram tomadas ao acaso sementes puras e submetidas aos testes e análises. Também foram realizados os seguintes testes de qualidade.

Teor de água

O teor de água inicial das sementes foi determinado pelo equipamento determinador de umidade da marca Gehaka, modelo GK1850, devidamente calibrado pelo registro de certificado

de calibração nº 9808. Todas as amostras de sementes do trabalho estavam com teor de umidade de 8-9%. Este valor não interferiu nas análises posteriores.

Teste de envelhecimento acelerado

Foi realizado o teste de envelhecimento acelerado (EAc) de cada cultivar e etapa. Nesse teste, 200 sementes de algodão foram dispostas em caixas do tipo gerbox, contendo 40 mL de água destilada e organizadas em camada única sobre tela de aço inox. O ensaio foi mantido em câmara B.O.D (Tecnal, TE-371, Brasil), regulada a 41° C, com acompanhamento diário da temperatura por meio de termo-higrômetros ($\pm 0,3$ de variação).

Para cada ponto de coleta e cultivar analisados foram utilizadas 4 subamostras de 50 sementes. Após esse período, as sementes de cada tratamento foram distribuídas em rolo de papel “germitest”, umedecidas 2,5 vezes a massa seca do papel. Elas foram mantidas em germinador a 25° C por 5 dias, quando foi feita a avaliação do teste.

Teste de tetrazólio

As análises foram realizadas em 2 subamostras de 50 sementes cada. As amostras foram acondicionadas em papel “germitest”, umedecidas com 2,5 vezes sua massa seca, por um período de 16 horas, a 25° C, colocadas em saco plástico para evitar perda de água no germinador.

Após o pré-umedecimento, as sementes tiveram retirado o tegumento e elas foram colocadas em copos plásticos, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio, com concentração de 0,075%, e levadas para estufa a uma temperatura de 40° C por 150 minutos (Krzyzanowski, 1999). Após a coloração, as amostras foram retiradas da estufa e as sementes lavadas em água corrente e avaliadas uma a uma.

Teste de germinação

Quatro subamostras de 50 sementes foram distribuídas de maneira alternada sobre duas folhas de papel “germitest”, umedecido 2,5 vezes a massa seca do papel, e cobertas com uma folha adicional umedecidas nas mesmas condições. Logo em seguida, foram confeccionados os

rolos, os quais foram mantidos em germinador regulado a 25° C. A avaliação da germinação de sementes se deu após 5 dias e os valores de sementes germinadas foram expressos em porcentagem.

Teste de emergência

Quatro subamostras de 50 sementes foram dispostas em canteiros contendo areia lavada como substrato, a uma profundidade de 2cm e 8 cm de espaçamento de entrelinhas. As contagens foram realizadas do 7º ao 10º dia após a semeadura, utilizando-se, como critério, o número de plântulas com o surgimento dos eófilos. Ao final das contagens, foi expresso, em porcentagem, o total de plântulas emergidas, de acordo com Brasil (2009).

Teste de condutividade elétrica

A análise foi realizada utilizando-se 4 repetições de 50 sementes. Cada repetição foi pesada em balança analítica de precisão e, em seguida, foram adicionados 75 ml de água destilada no recipiente, mantido em germinador a 25 °C por 24 h. Após esse período, foi feita a leitura da condutividade elétrica em $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}\text{g}^1$ utilizando-se um condutivímetro de bancada para fazer a mensuração. O resultado obtido no condutivímetro foi dividido pelo peso da amostra de cada repetição (Vieira & Krzyzanowski,2021).

Dano mecânico visual

Foram avaliadas 4 repetições de 100 sementes, de forma visual, com uso de uma lupa 8x de aumento, sendo separadas e anotadas as sementes com danos mecânicos.

Peso de mil sementes

Foram retiradas das amostras coletadas antes e depois do deslincamento, sendo utilizadas oito repetições de 100 sementes, pesadas em balanças com precisão de 0,001g. A condução deste é conduzida de acordo com Brasil (2009) e a média dos dados é expressa em gramas.

Análises estatísticas

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância e normalidade. Os dados obtidos em cada teste foram analisados separadamente e, logo após, submetido ao teste de

comparação de média (Teste de Tukey $p < 0,05$) e de correlação linear simples, programa estatístico utilizado GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que houve diferença significativa entre cultivares para os testes de envelhecimento acelerado (EA) de 72, 48, 24 horas e germinação (GP) (Tabela 1). Para as etapas do processo, houve diferença significativa para as variáveis e testes de vigor (TZ), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado de 72, 48, 24 horas, germinação. Houve diferença significativa na interação entre os cultivares e etapas do processo em todos os testes realizados, exceto para a variável viabilidade (Teste de TZ) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para 1ª contagem de emergência (EC 7D), emergência total (EC 10D), vigor (VG TZ), viabilidade (VB TZ), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado 72h (EA 72), envelhecimento acelerado 48h (EA 48), envelhecimento acelerado 24h (EA 24), germinação (GP) e dano mecânico (DMV) dos cultivares de algodão TMG 31 B3RF, TMG 44 B2RF e TMG 47 B2RF, na colheita manual (C_{Ma}), colheita mecanizada (C_{Mz}), descaroçamento (D) e beneficiamento (B). Correntina-BA, 2023.

FV	G	EC 7D	EC 10D	VG TZ	VB TZ	CE	EA 72	EA 48	EA 24	GP	DMV
C	2	396.64 ^{ns}	502.08 ^{ns}	13.14 ^{ns}	9.52 ^{ns}	7333.93 ^{ns}	2629.52*	2976.27*	5830.58*	6044.1*	2.88 ^{ns}
PC	3	93.07 ^{ns}	100.66 ^{ns}	94.88**	17.90*	101093.54**	750.74**	894.77**	902.96**	668.97**	33.52**
C x PC	6	112.53*	197.41**	51.03*	5.57 ^{ns}	2978.31**	420.07**	502.38**	1052.02**	589.70**	3.83**
Resíduo	36	40.77	40.00	16.81	5.43	301.54	301.54	32.34	31.20	16.06	0.033
Total	47	3215.47	30930.66	2222.66	301.97	346674.13	346674.13	12815.66	21805.47	18211.91	130.53

**p<0,05; ns-não significativo. C= TMG31 B3RF, TMG44 B2RF e TMG47 B2RF; PC= pré-colheita, colheita, descaroçamento e beneficiamento; CxPC= Interação entre TMG31 B3RF, TMG44 B2RF e TMG47 B2RF e pré-colheita, colheita, descaroçamento e beneficiamento; FV= fator de variação; GL= grau de liberdade.

O teste de germinação visa determinar o potencial máximo germinativo da semente em condições ideais de ambiente. Assim, as plântulas normais são aquelas que representam o teste de germinação e mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, quando desenvolvidas sob condições favoráveis (BRASIL, 2009). Normalmente as plântulas normais fortes são aquelas que estão relacionadas diretamente com o vigor da plântula, ou seja, com a capacidade de emergir e produzir plantas normais em condições adversas (Oliveira et al., 2015).

As plântulas anormais são classificadas em: danificadas, deformadas e deterioradas. As plântulas anormais danificadas apresentam alguma de suas estruturas essenciais ausentes ou muito danificadas e que não possibilitam o desenvolvimento proporcional (BRASIL, 2009). O percentual de germinação das sementes do cultivar TMG 47 B2RF foi menor em relação às demais cultivares (Tabela 2), semelhantemente ao resultados apresentados no teste de envelhecimento acelerado para Cma, Cmz e Descarçamento. (Tabela 6).

Observou-se, durante a avaliação, que a cultivar TMG 47 B2RF apresentou maior número de sementes imaturas e amolecidas (Figura 3), em relação às demais cultivares avaliadas, principalmente na etapa de colheita manual. Este fato está ligado ao grupo de maturação médio-tardio, que é em torno de 130 a 135 dias. Isso implica que, no momento da coleta, foram coletados capulhos com sementes imaturas. A colheita realizada em momento inadequado pode proporcionar aumento de sementes imaturas, mal formadas, chochas, reduzindo o rendimento e vigor das sementes (Bittencourt et al., 1991).

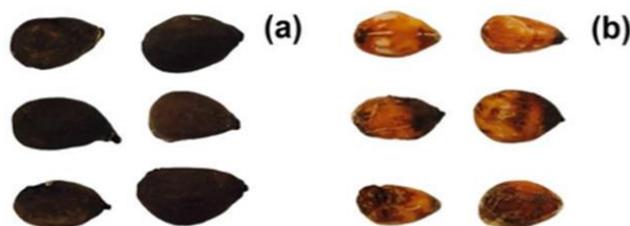


Figura 3. (a) Sementes maduras (b) sementes imaturas.

Desta maneira, sementes colhidas antes ou depois do momento de maturidade fisiológica são de menor potencial de armazenamento, por não terem atingido ainda o máximo de vigor ou por terem iniciado o processo de deterioração (Carvalho & Nakagawa, 2000). As sementes atingem o auge de seu potencial fisiológico quando se encontram no ponto de maturidade fisiológica. A partir daí, o processo de deterioração é iniciado e sua velocidade dependerá das condições a que semente foi exposta no campo, dos métodos de colheita, secagem, beneficiamento e das condições de armazenamento, conforme o mesmo estudo.

Na comparação das etapas do processo, nota-se que a colheita manual possui o percentual de germinação mais baixo (Tabela 2). Isso em função do momento da coleta, haja vista que esta cultivar tem um ciclo de maturação mais longo que as demais, quando as mesmas estavam no ponto ideal de maturação e de coletas das amostras.

Tabela 2. Percentual de germinação de sementes das cultivares de algodão TMG 31 B3RF, TMG 44 B2RF e TMG 47 B2RF na colheita manual (CMa), colheita mecanizada (CMz), descaroçamento (D) e beneficiamento (B). Correntina-BA, 2023.

Cultivares	CMa	CMz	D	B
TMG 31 B3RF	95 A a	95 A a	88 B a	94 A a
TMG 44 B2RF	93 A a	97 A a	84 B a	90 B a
TMG 47 B2RF	31 C b	72 A b	55 B b	76 A b

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha constituem grupo estatisticamente homogêneo, teste de Tukey $p < 0,05\%$.

A primeira contagem de emergência e emergência total foram menores na cultivar TMG 47 B2RF, nas etapas de CMa e CMz, assim como também para a cultivar TMG31 B3RF, (Tabela 3). A germinação de sementes de algodão pode ser afetada pela temperatura, umidade, potencial genético, danos mecânicos, etc. (Mayrinck et al., 2020; Rehman et al., 2020; Souza et al., 2009).

Sabe-se ainda que a exposição a agentes químicos ou biológicos pode alterar o potencial de germinação das sementes. Por exemplo, sementes de algodão submetidas a diferentes tempos de deslincamento com ácido sulfúrico apresentaram diferenças no percentual de germinação (Ferreira, 2020).

Tabela 3. Percentual de 1ª contagem de emergência (EC 7D) e emergência total (EC 10D) de sementes das cultivares de algodão TMG 31 B3RF, TMG 44 B2RF e TMG 47 B2RF, na colheita manual (CMa), colheita mecanizada (CMz), descaroçamento (D) e beneficiamento (B). Correntina-BA.

Cultivares	1ª contagem de emergência			
	CMa	CMz	D	B
TMG 31 B3RF	89 A a	82 A b	82 A a	86 A a
TMG 44 B2RF	87 A a	92 A a	83 A a	87 A a
TMG 47 B2RF	68 B b	81 A b	76 B a	86 A a

Cultivares	Emergência total			
	CMa	CMz	D	B
TMG 31 B3RF	89 A a	82 A b	84 A a	89 A a
TMG 44 B2RF	90 A a	91 A a	82 A a	84 A a
TMG 47 B2RF	64 B b	82 A b	76 A a	86 A a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha constituem grupo estatisticamente homogêneo, teste de Tukey $p < 0,05\%$.

O percentual de vigor (VG TZ), para as cultivares TMG44 B2RF e TMG31B3RF, não apresentou diferença entre si para os pontos de coletas. A cultivar TMG 47 B2RF, no ponto de coleta descaroçamento, apresentou média menor, contudo, a viabilidade destas não se deferiu (Tabela 4).

Tabela 4. Percentual de vigor (VG TZ) e de viabilidade (VB TZ) de sementes das cultivares de algodão TMG 31 B3RF, TMG 44 B2RF e TMG 47 B2RF na colheita manual (CMa), colheita mecanizada (CMz), descaroçamento (D) e beneficiamento (B). Correntina-BA, 2023.

Cultivares	Percentual de vigor (VG TZ)			
	CMa	CMz	D	B
TMG 31 B3RF	92 A a	90 A a	90 A a	91 A a
TMG 44 B2RF	90 A a	94 A a	88 A a	88 A a
TMG 47 B2RF	94 A a	95 A a	82 B b	94 A a

Cultivares	Percentual de viabilidade (VB TZ)			
	CMa	CMz	D	B
TMG 31 B3RF	97 A a	95 A a	95 A a	97 A a
TMG 44 B2RF	96 A a	96 A a	94 A a	96 A a
TMG 47 B2RF	97 A a	99 A a	94 A a	97 A a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo, teste de Tukey $p < 0,05\%$.

Segundo Vieira e Krzyzanowski (1999), o teste de condutividade elétrica é um método rápido e fácil de avaliar o vigor de sementes e com a avaliação da quantidade de lixiviados liberados internamente da semente foi possível inferir sobre o nível de vigor daquela semente ou lote. Os pontos CMa, CMz e D não diferiram entre si, exceto para o B. A condutividade elétrica das sementes, comparando-se as cultivares TMG 44B2RF e TMG47 B2RF, não diferiu. Foi observada alta taxa de condutividade elétrica nas sementes coletadas no beneficiamento; isso deve ser levado em consideração, pois houve a utilização do Hidróxido de cal precipitado, que é utilizado para neutralizar a ação do ácido sulfúrico após o deslntamento do caroço do algodão.

O TMG31 B2RF não se diferenciou entre os pontos de coletas, obtendo assim as maiores medições para os pontos de coleta CMz, D e B, (Tabela 5). Castro *et al.* (2004) citam que as fissuras no tegumento causam danos ao embrião e resultam em lixiviação de solutos e, conseqüentemente, em perda de viabilidade.

Nas sementes de algodoeiro, além da proteção do tegumento, há outro fator que oferece proteção ao embrião que é a pluma e o linter. No entanto, essa proteção é quebrada pela retirada da pluma e do linter por descarçadores e deslntamento, sendo que nessas etapas ocorrem as maiores incidências de danos mecânicos.

Em relação aos danos provocados nas sementes de algodão devido à rotação dos cilindros da descarçadora, estes se apresentam em percentuais distintos com possibilidade de elevado percentual, levando a resultados indesejados de integridade física das sementes. Jerônimo *et al.* (2006) e Lacape *et al.* (2009) argumentam que sementes de algodão severamente danificadas durante a colheita e o beneficiamento sofrem reduções em sua qualidade fisiológica passíveis de serem detectadas pelos testes de vigor e germinação.

Tabela 5. Condutividade elétrica (CE) de sementes dos cultivares de algodão TMG 31 B3RF,

TMG 44 B2RF e TMG 47 B2RF na colheita manual (CMa), colheita mecanizada (CMz), descaroçamento (D) e beneficiamento (B). Correntina-BA, 2023.

Cultivares	Condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}\text{g}^1$)			
	CMa	CMz	D	B
TMG 31 B3RF	70 B a	92 B a	90 B a	321 A a
TMG 44 B2RF	73 B a	54 B b	83 B a	238 A b
TMG 47 B2RF	77 B a	59 B b	67 B a	210 A c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo, teste de Tukey $p < 0,05\%$.

O percentual de germinação das sementes do cultivar TMG 47 B2RF, sob envelhecimento acelerado por 72, 48 e 24 horas, foi menor nas etapas de colheita manual, colheita mecanizada e descaroçamento (Tabela 6). A produção de algodão é complexa desde a sua emergência até a colheita, e depende de fatores vinculados à dinâmica da produção e retenção de estruturas reprodutivas. Para a cultivar em questão, durante a coleta das amostras e acompanhamento em campo, foi percebida a presença de sementes capulhos/sementes imaturas.

Por se tratar de uma cultura com hábito de crescimento indeterminado, a maturação dos frutos possui maior desuniformidade e seu terço inferior, por estar mais tempo exposto, acumula maiores quantidade de reservas quando comparados com os terços médios e superior. Isso reflete diretamente no vigor e desenvolvimento das sementes que se desenvolveram no terço inferior (Beltrão *et al.*, 2008). As chances de um botão floral se tornar um capulho no terço inferior, médio e superior são de 60, 30 e 12,5%, respectivamente, portanto, tendo influenciado diretamente da produtividade, evidenciando que o posicionamento do capulho na planta influencia diretamente na fisiologia das sementes que serão obtidas (Soares *et al.*, 1999).

Na comparação das etapas do processo, notou-se que as sementes da cultivar TMG 44 B2RF apresentou maior percentual de germinação nos 3 períodos de envelhecimento acelerado, em todos os pontos de coletas (Tabela 6). As sementes de algodão apresentaram porcentagem de germinação semelhantes e superiores ao mínimo (75%) estabelecido pelos padrões para comercialização de sementes de algodão no Brasil, segundo a IN45 – Instrução normativa 45

(Brasil, 2013).

No sistema de produção de sementes, na etapa de beneficiamento, as sementes passam por classificações por tamanho (separação por peneiras e por densidade - mesa gravitacional). O beneficiamento de sementes é definido como um conjunto de operações realizadas por máquinas específicas, a fim de aprimorar a qualidade física, fisiológica e, em alguns casos, sanitária dos lotes (Marcos Filho, 2015).

As sementes das cultivares TMG 31 B3RF e TMG 44 B2RF apresentaram percentual de germinação semelhantes, não diferindo entre si, sob envelhecimento acelerado por 24 horas, nas etapas de colheita manual, colheita mecanizada, descaroçamento e beneficiamento (Tabela 6).

Tabela 6. Percentual de germinação de sementes dos cultivares de algodão TMG 31 B3RF, TMG 44 B2RF e TMG 47 B2RF sob envelhecimento acelerado por 72, 48 e 24 horas na colheita manual (CMA), colheita mecanizada (CMz), descaroçamento (D) e beneficiamento (B). Correntina-BA, 2023.

Cultivares	E.A 72h			
	CMA	CMz	D	B
TMG 31 B3RF	90 A a	93 A a	81 B a	92 A a
TMG 44 B2RF	89 A a	96 A a	88 A a	91 A a
TMG 47 B2RF	46 D b	73 B b	61 C b	91 A a

Cultivares	E.A 48 H			
	CMA	CMz	D	B
TMG 31 B3RF	84 B a	86 B a	81 B a	93 A a
TMG 44 B2RF	89 A a	94 A a	88 A a	89 A a
TMG 47 B2RF	42 D b	68 B b	57 C b	92 A a

Cultivares	E.A 24 h			
	CMA	CMz	D	B
TMG 31 B3RF	96 A a	94 A a	92 A a	95 A a
TMG 44 B2RF	94 A a	99 A a	94 A a	92 A a
TMG 47 B2RF	25 C b	65 B b	65 B b	90 A a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo, teste de Tukey $p < 0,05\%$.

O percentual de dano mecânico visual foi maior nas sementes da cultivar TMG 31 B3RF

na etapa de beneficiamento (Tabela 7). Contudo, nas etapas de colheita mecanizada e descaroçamento, este percentual foi maior nas sementes do cultivar TMG 47 B2RF. Danos mecânicos situados superficialmente, como trincas ou rachaduras (Figura 4), são facilmente detectados, ao passo que os danos mecânicos internos exigem exames mais detalhados para sua detecção (Flor *et al.* 2004).



Figura 4. Sementes com trincas e rachaduras

Notou-se também que o percentual foi maior nestas cultivares nas etapas de beneficiamento e descaroçamento, respectivamente (Figura 5). Isto sinaliza ser um indicador da necessidade de ajustes no processamento pós-colheita das sementes dessas cultivares, a fim de reduzir o percentual de danos.

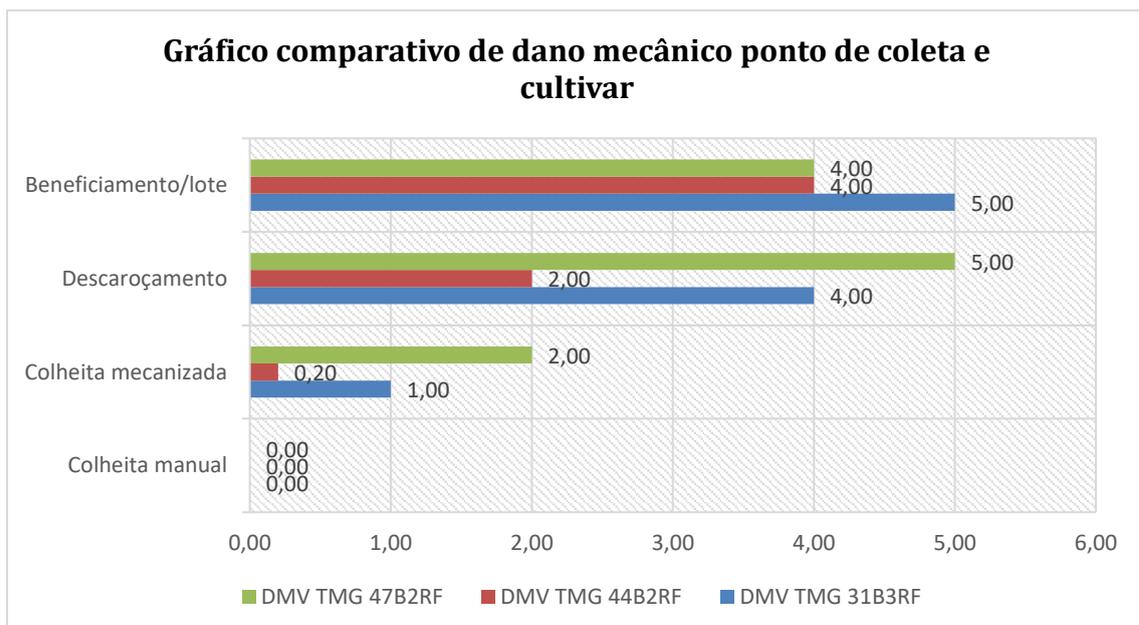


Figura 5. Gráfico comparativo de dano mecânico por ponto de coleta e cultivar.

A danificação mecânica é consequência, na sua maior parte, da mecanização das atividades agrícolas, sendo um problema praticamente inevitável. O conhecimento de como ela ocorre e dos fatores que intervêm na sua intensidade podem facilitar seu controle (Taiz, L.; Zeiger, &. 2017).

Tabela 7. Percentual de dano mecânico visual de sementes dos cultivares de algodão TMG 31 B3RF, TMG 44 B2RF e TMG 47 B2RF na colheita manual (CMa), colheita mecanizada (CMz), descarçamento (D) e beneficiamento. Correntina-BA, 2023.

Cultivares	CMa	CMe	D	B
TMG 31 B3RF	0 D a	1 C b	4 B b	5 A a
TMG 44 B2RF	0 D a	0,2 C c	2 B c	4 A b
TMG 47 B2RF	0 D a	2 C a	5 A a	4 B b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo, teste de Tukey $p < 0,05\%$.

Pode-se, por meio dessas informações, propiciar o melhoramento ou aperfeiçoamento do processo de produção, colheita e beneficiamento de sementes de algodão com novos estudos, desenvolvimento de máquinas sensíveis a regulagens, pessoal técnico qualificado. Isso contribui com toda a cadeia de produção e, em paralelo, as empresas produtoras tendem a ter alto rendimento, melhor aproveitamento durante a produção e a inserção de sementes de alto padrão e performance no mercado consumidor.

CONCLUSÃO

Existe diferença em relação à tolerância ao dano mecânico em sementes dos genótipos de algodão. As sementes da cultivar TMG 31 B3RF são mais sensíveis ao dano ao longo da colheita e processamento. As sementes da cultivar TMG44 B2RF são mais tolerantes ao dano mecânico.

Os níveis de dano mecânico e sementes imaturas para a cultura do algodão afetam negativamente a germinação e o vigor das sementes, bem como a qualidade das plântulas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA. 2022 Relatório de safra: principais indicadores da temporada de algodão 2020/21 e 2021/22. Brasília.

ABRAPA. 2023 Algodão no Brasil. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>; acesso em 18 de janeiro

Alencar, E.R., L.R.D. Faroni, L.A. Peternelli, M.T.C. Silva & A.R. Costa. 2010. Influence of soybean storage conditions on crude oil quality. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* 14:303-308.

Association Of Official Seed Analysts. 2002. Seed vigor testing handbook. Lincoln: AOSA, 105p. (Contribution, 32).

Baudet, L. M. & F. A. Villela. 2012. Armazenamento de sementes, In: S. T. Peske, F. A. Villela, G. E. Meneghello. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos.* Ed. Universitária/UFPel, Pelotas.481-528.

Baskin, C.C & Baskin, J.M. 2014 *Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination.* 2 ed. San Diego: Academic Press, 1586p.

Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: Mapa/ACS. 399p.

Bewley, J. D. 2013 et al. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy.* New York: Springer-Verlag.

Carvalho, C.A., J.B. Silva & C.Z. Alves. 2016. Envelhecimento acelerado em sementes de mogno. *Rev. Ciênc. Agron.* 47:691-699.

Carvalho, N.M. & J. NAKAGAWA. 2012. *Ciência, Tecnologia e Produção. Sementes. Sementes, 5.d.*

Cocco, D.L. 2012. Desempenho fisiológico de sementes de algodão. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

Cruz, C.D. 2006. Programa Genes. Estatística Experimental e Matrizes. 1 st ed. Viçosa: UFV.

Delouche, J.C. 2002. Germinação, deterioração e vigor da semente. *Rev. Seed News.* 6:24-31.

Delouche, J.C. & C. C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. *Seed Science and Technology, Zurich.* v.1, n.2, 427-452p.

Dhingra, O. D. 1985. Importância e perspectivas do tratamento de sementes no Brasil. *Revista Brasileira de Sementes,* v. 7, n. 1, p. 133–138.

Faria, K.M.M., A.T. Santos, E.S.R. Cajavilca & M.M. Assunção. 2018. Agronegócio no Oeste da Bahia: um estudo bibliométrico sobre a soja e o algodão. Cadernos de Prospecção – Salvador, v. 11, n. 2, 688-702p., junho.

França Neto, J.B., F.C. Krzyzanowski & A.A. Henning. 2010. A importância do uso da semente de soja de alta qualidade. EMBRAPA Soja. CGPE 8347. (Folder N°1).

França-Neto, J.B., F.C. Krzyzanowski, A.A. Henning, G.P. Pádua, I. Lorini & F.A. Henning. 2016. Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade. Londrina, Embrapa Soja. (Documento 380).

Freire, E.C. 2007. Algodão no cerrado do Brasil. Campina Grande: EMBRAPA. 918p.

Freire Filho, F.R, J. A. A. Lima, F. M. P. Viana & V. Q. Ribeiro. 2005. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF.

França Neto, J.B. & F.C. Krzyzanowski. 2018. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina, Embrapa Soja. 109P. (Documentos 406)

Hampton, J. G. & D. M. Tekrony. 1995. Handbook of vigor test methods. Zurich: ISTA, 117p.

Kaewnaree, P., S. Vichitphan, P. Klanrit, B. Siri & K. Vichitphan. 2011. Effects of accelerated aging process on seed quality and biochemical changes in sweet pepper (*Capsicum annuum* Linn.) seeds. Biotechnology. 10:175-82.

Krzyzanowski, F.C., J.L. Gilioli, L.C. Miranda, N.E. Arantes & P.I.M. Souza. 1993. Produção de sementes nos cerrados. Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: POTAFOS. 465-513p.

Labbé, L.M.B.F.A., S.T. Villela., G.E. Peske, G.E. Meneghello. 2012. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Universitária/UFPEL, Pelotas, n.3, 481- 528 p.

Marcos Filho, J. 1999. Teste de envelhecimento acelerado. In: **Krzyzanowski, F.C., R.D.Vieira & J.B. França Neto.** Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, cap. 3, 1-24.

Marcos Filho, J. 2015. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. Scientia Agricola. 72:363-374. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>. Acesso em 7 de janeiro de 2023.

Marcos Filho, J. 2015. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 6.ed. Londrina: ABRATES. 659p.

Moraes, C. E., J. C. Lopes, C. C. M. Farias & K. S. Maciel. 2016. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC em função do teste de envelhecimento acelerado. Ciencia Florestal, n.1, v. 26, 213–223 p.

Olivo, F., L.M. Tunes, M. Olivo, I. Bertan & P. Peske. 2011. Espessura do tegumento e qualidade física e fisiológica de sementes de feijão. Revista Verde. 6:89 – 88.

Pereira Neto, L. G. 2016. Longevidade de sementes de *Astronium fraxinifolium* Schott: Estudos Fisiológicos, Bioquímicos e Moleculares. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. Botucatu.

Ribeiro D.M.V. 1999. Adequação do teste de condutividade elétrica de massa e individual para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 105 p.

Richetti, A. & F. G. A. Melo. 2001. Aspectos socioeconômicos do algodoeiro. In: ALGODÃO: tecnologia de produção. Dourados, MS: EMBRAPA Agropecuária Oeste. 296 p.

Silva, M.A.D., R.D. Vieira & J.M. Santos. 2008. Influência do envelhecimento acelerado na anatomia da testa de sementes de soja, cv. Monsoy 8400. Rev. Bras. Sementes. 30:091-099.

Silva, J.B., E. Lazarini & M.E. Sá. 2010. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. Biosci. J. 26: 755-762.

Shu, K. et al. Two faces of one seed: hormonal regulation of dormancy and germination. Molecular Plant, v. 9, n. 1, p. 34–45, 2016.

Taiz, L & E. Zeiger. 2013. Fisiologia Vegetal. 5ª edição.

Tekrony, D.M. 1995. Accelerated ageing test. In: **Hampton, J.G. & D.M. Tekrony.** Handbook of vigor test methods. Zürich: International Seed Testing Association. 35-50.

Vaz-Tostes, D.P. 2017. Avaliação do deslincamento químico na qualidade de sementes de algodão. 54p.

Vieira, R.D. & F.C. Krzyzanowski. 1999. Vigor de sementes: conceitos e testes. ABRATES, Londrina. 218p.

Zuchi, J. 2015. Refinamento da qualidade de sementes de soja na unidade de beneficiamento. Rev. Plantar. 74:22-23.

APÊNDICES



Foto 1. Foto Satélite sede e campos de produção da CiaSeeds.

Fonte: Imagem, print, Google Earth, 2024.



Foto 2. Campo de Sementes algodão.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 3. Coleta manual dos capulho do algodão.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 4. Acompanhando a colheita.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 5. Momento do transbordo dos capulhos do algodão da cesta da colheitadeira para a carretinha transportadora. (Bass boy).

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 5. Descaroador possui serras circulares e trabalha em alta rotação para separar o caroço das fibras do algodão. Etapa importante na produção de sementes e plumas.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 6. Mesa densimétrica, equipamento utilizado para a triagem das sementes separando material inerte, leves e densos; funciona por meio de injeção de ar e movimentos vibratórios.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 7. Peneiras para classificação e separação por tamanho das sementes. Este equipamento foi o ponto de coleta de amostra das sementes no momento do beneficiamento.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 8. Identificação das amostra e seus respectivos pontos de coletas da amostras de sementes para realização deste trabalho.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 9. Preparação das amostras para deslntamento em laboratório.

Fonte: Imagem própria, 2023.

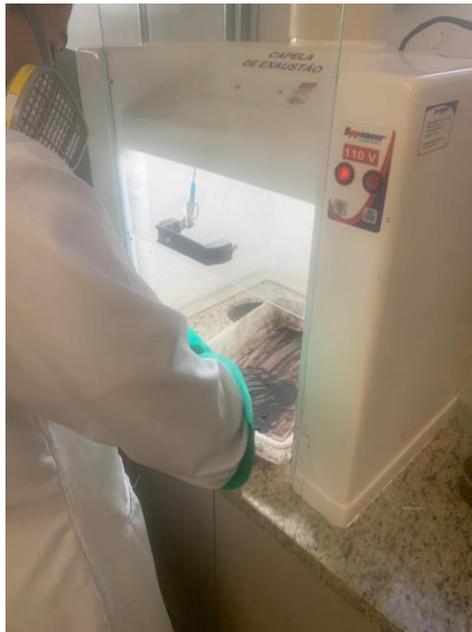


Foto 10. Capela de exaustão sendo utilizada no exato momento de deslintamento das amostras

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 11. Amostras das sementes de algodão já deslintadas e neutralizadas secando em temperatura ambiente.

Fonte: Imagem própria, 2023.

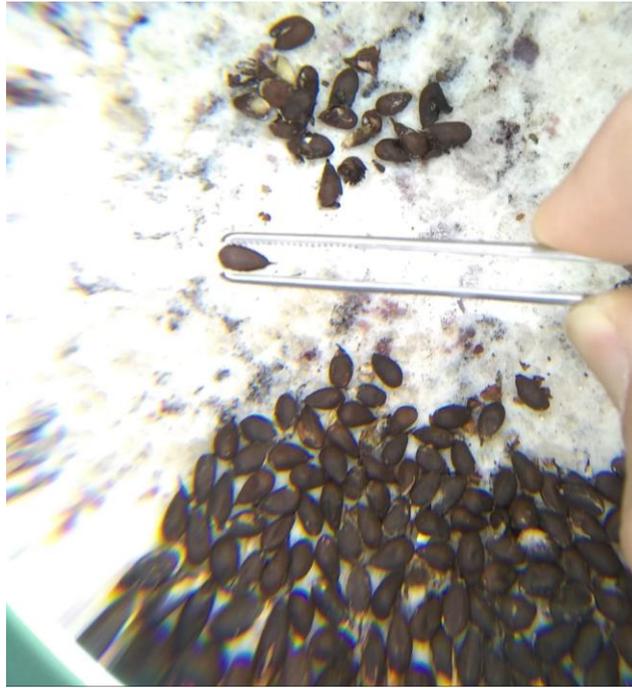


Foto 12. Análises de dano mecânico das sementes, utilizando lupa 8x, com auxílio de uma pinça.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 13. Sementes de algodão com dano mecânico.

Fonte: Imagem própria, 2023.

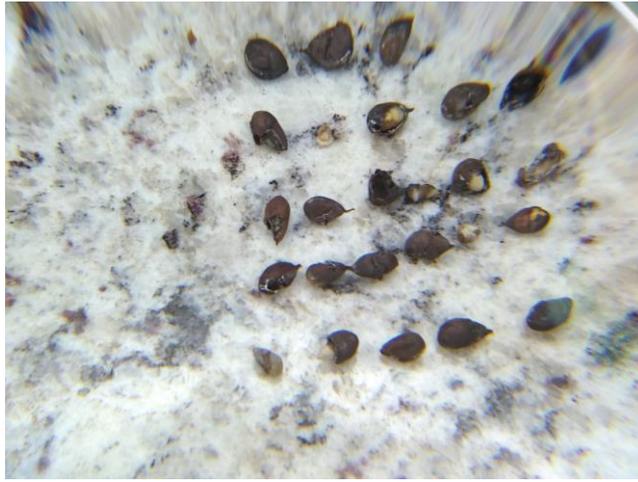


Foto 14. Sementes de algodão com dano mecânico e visíveis rachaduras.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 15. Sala de germinação do laboratório da Ciaseeds.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 16. Plântula de algodão com a folha contiledonal danificada, causada pelo dano mecânico.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 17. Teste de germinação, amostra da colheita, hipocótilo mal desenvolvido e danificado.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 18. Teste do E.A24h, cultivar TMG47B2RF, amostra de colheita manual.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 19. Teste Germinação, cultivar TMG47B2RF, amostra de colheita descarçada.

Fonte: Imagem própria, 2023



Foto 20. Teste Germinação, hipocótilos danificados.

Fonte: Imagem própria, 2023



Foto 21. Teste Germinação, cultivar TMG44B2RF, amostra de colheita manual, plântulas bem desenvolvidas.

Fonte: Imagem própria, 2023

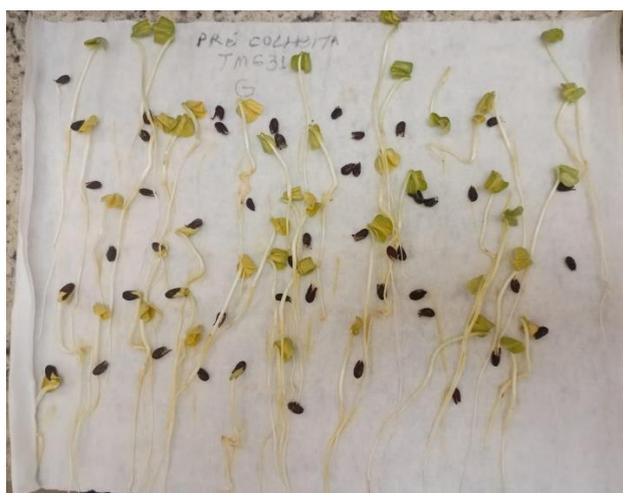


Foto 22. Teste Germinação, cultivar TMG31 B3RF, amostra de colheita manual e plântulas bem desenvolvidas.

Fonte: Imagem própria, 2023



Foto 23. Teste Germinação, cultivar TMG31 B3RF, amostra de colheita mecanizada, plântulas bem desenvolvidas.

Fonte: Imagem própria, 2023.



Foto 24. Teste emergência em areia, cultivar TMG47 B2RF, amostra de colheita manual.

Fonte: Imagem própria, 2023



Foto 25. Teste emergência em areia, cultivar TMG44 B2RF, amostra de colheita manual.

Fonte: Imagem própria, 2023



Foto 26. Teste emergência em areia, cultivar TMG31 B3RF, amostra de colheita manual.

Fonte: Imagem própria, 2023



Foto 25. Teste de tetrazólio, cultivar TMG31 B3RF, embrião danificado.

Fonte: Imagem própria, 2023.