



MARÍLIA MENDES DOS SANTOS GUARALDO

**DESLINTAMENTO COM ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO
E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES DE
ALGODÃO**

LAVRAS-MG

2019

MARÍLIA MENDES DOS SANTOS GUARALDO

**DESLINTAMENTO COM ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO E SEUS
EFEITOS SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES DE ALGODÃO**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos
Orientadora

Msc. Douglas Pelegrini Vaz-Tostes
Coorientador

**LAVRAS-MG
2019**

MARÍLIA MENDES DOS SANTOS GUARALDO

**DESLINTAMENTO COM ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO E SEUS
EFEITOS SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES DE ALGODÃO**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em: 19 de novembro de 2019

Profa. Heloisa Oliveira dos Santos
Prof. Antonio Carlos Fraga
Msc. Douglas Pelegrini Vaz-Tostes
Dra. Dayliane Bernardes de Andrade

UFLA
UFLA
UFLA
UFLA

Profa. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos
Orientadora

Msc. Douglas Pelegrini Vaz-Tostes
Coorientador

**LAVRAS-MG
2019**

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar, amparar, acalmar e proteger.

Aos meus pais, Marco Aurélio e Maria Christina, por serem minha base e estrutura, por acreditarem em mim e por nunca medirem esforços para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu irmão, Matheus, que mesmo distante nunca deixou de se fazer presente, por todo o apoio, carinho, cuidado e atenção.

Aos moradores e agregados (as) do Cafofo, pela amizade e companhia.

Ao Kelvi, Luis e Chivago pela irmandade construída.

Às amigas que a Agronomia me trouxe, em especial a Jéssica Batista, por ser minha “mãe”, minha amiga e minha irmã, além de ser um exemplo para mim.

Às meninas do 201, pelo apoio e força nos momentos de desespero, pela companhia e parceria nos momentos de calma.

Às minhas amigas, Thalita, Giselle e Marina, que por acaso entraram na minha vida e, não por acaso, nela permaneceram.

À minha orientadora Profa. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos, pela confiança, competência, compreensão e pelo conhecimento compartilhado. Por ir além do âmbito acadêmico, mostrando sua integridade, empatia e humanidade.

Ao meu coorientador, Msc. Douglas Pelegrini Vaz-Tostes, sempre tão solícito, pelo profissionalismo e dedicação no desenvolvimento deste trabalho.

À banca avaliadora, Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga e Dra. Dayliane Bernardes de Andrade, pela atenção e disponibilidade.

À Cooperativa dos Produtores Rurais de Catuti (COOPERCAT), em nome do Sr. José Tibúrcio de Carvalho Filho, pela disponibilização das sementes utilizadas na pesquisa, e à Associação Mineira dos Produtores de Algodão (AMIPA).

Aos amigos, colegas, funcionários e técnicos do Laboratório de Análise de Sementes (LAS) pelo auxílio durante a condução do experimento.

Ao Nesem, G-map e Necoton pelo aprendizado e crescimento pessoal e profissional.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade de estudo, estrutura e investimento, pela postura e acolhimento.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para que eu conseguisse concluir essa importante etapa da minha vida.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

No descaroçamento do algodão, quando as fibras são separadas das sementes, não se consegue remover a porção de fibras curtas aderidas às sementes, denominada línter. O línter pode prejudicar a qualidade das sementes e também pode dificultar o manuseio destas no momento de semeadura. Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação de ácido sulfúrico em diferentes doses e por diferentes tempos, na retirada do línter sob a germinação e desenvolvimento de plântulas de algodão. Foram utilizadas sementes de algodão com línter, da variedade DP 1536 B2RF, produzidas na safra 2018/2019, fornecidas pela Cooperativa de Produtores Rurais de Catuti, localizada no município de Catuti, no Norte do estado de Minas Gerais. O deslntamento químico foi realizado com ácido sulfúrico (98%) nas doses de 60 e 70 mL em 500 g de sementes com línter e com os tempos de revolvimento de 14, 21 e 28 minutos. A qualidade das sementes foi determinada pelos testes de germinação e primeira contagem de germinação. Além dessas análises, foi feita a captura de imagens das plântulas em diferentes dias de leitura no equipamento GroundEye[®] S800 e em seguida as imagens foram trabalhadas com o objetivo de determinar o comprimento de parte aérea, comprimento de raiz primária e relação parte aérea/raiz. Sendo assim, concluiu-se que a dose de ácido sulfúrico e o tempo de revolvimento utilizado para o deslntamento interferem na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de algodão. O deslntamento realizado com a dose de 70 mL de ácido sulfúrico se mostrou mais eficiente sobre a germinação, quando o tempo de revolvimento foi de 14 minutos. O deslntameno realizado com a dose de 60 mL de ácido sulfúrico se mostrou mais eficiente sobre o desenvolvimento de plântulas, quando o tempo de revolvimento foi de 21 minutos.

Palavras-chave: Germinação, Groundeye[®], *Gossypium hirsutum*, línter, plântulas.

ABSTRACT

In cotton ginning, when the fibers are separated from the seeds, the portion of short fibers attached to the seeds, called the linter, cannot be removed. The linter can be prejudicial to the quality of the seeds and seed sowing handling. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the effects of sulfuric acid application at different doses and at different times, on linter fiber removal under germination and development of cotton seedlings. Cotton seeds of the variety DP 1536 B2RF were used, produced in the 2018/2019 harvest, supplied by the Catuti Rural Producers Cooperative, located in the municipality of Catuti, in the north of the state in Minas Gerais. Chemical sliding was performed with sulfuric acid (98%) at doses of 60 and 70 mL in 500 grams of seeds with linter and with 14, 21 and 28 minutes of turnover times. The seed quality was determined by germination tests and first germination count. In addition to these analysis, seedling images were taken on different days of reading in the GroundEye[®] equipment and then these images were used with the objective of determining shoot length, root length, number of adventitious roots and shoot / shoot ratio. Thus, it was concluded that the sulfuric acid dose and the time of disintegration used for the disintegration interfered with seed germination and cotton seedling development. A 70 mL dose of sulfuric acid was more efficient on germination when the turnover time was 14 minutes. A 60 mL dose of sulfuric acid was more efficient on seedling development when the revolving time was 21 minutes.

Keywords: Germination, GroundEye[®], *Gossypium hirsutum*, linter, seedling.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1. A cultura do algodão e sua importância econômica	10
2.2. Qualidade de sementes de algodão	11
2.3. Deslintamento de sementes de algodão	12
2.4. Análise de imagens como ferramenta para monitorar desenvolvimento de plântulas	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Material genético e local de condução	17
3.2. Descrição dos tratamentos	17
3.3. Processo de deslintamento	17
3.4. Teor de água	17
3.5. Qualidade de sementes	18
3.5.1. <i>Teste de Germinação</i>	18
3.5.2. <i>Massa fresca e massa seca de plântulas</i>	18
3.5.3. <i>Imagens de plântulas</i>	19
3.6. Análise estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES	26
6. REFERÊNCIAS	26

1.INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro representa grande importância no setor econômico nacional e internacional. Isso se dá pelo fato da cultura ser uma das poucas a ser utilizada em sua totalidade, podendo-se assim dizer que a cultura não possui subprodutos e sim coprodutos. No âmbito social, a importância é tão grande quanto visto que a cultura se tornou nos últimos anos umas das principais commodities brasileiras, contribuindo na geração de empregos direta e indiretamente. Em lugares como na Índia, atual maior produtor, a cultura é considerada de subsistência.

No Brasil, o cultivo de algodão se concentra em produtores com grandes extensões de áreas de produção que usam da tecnologia como principal aliada. Em menor escala, a produção se dá por agricultores familiares, que não possuem tecnologias disponíveis ao seu alcance. Em ambos os casos, quanto maior a qualidade da semente utilizada, maior o resultado alcançado na linha de produção.

Quando se fala em qualidade de sementes, a análise de imagens tem sido bastante utilizada. Esse é um método não destrutivo, o que permite a realização de testes subsequentes à determinação de propriedades físicas, químicas e fisiológica. Esse tem como vantagem, ainda, agilizar o processo de avaliação, padronizando os resultados de análise entre os laboratórios, diminuindo assim a subjetividade entre eles.

Para qualidade de sementes de algodão especificamente, é preciso levar em consideração as pequenas fibras que ficam aderidas às sementes após a etapa do beneficiamento chamada de descaroçamento. Essas pequenas fibras são chamadas de línter e não conseguem ser retiradas na etapa de separação da fibra do algodão das sementes (descaroçamento), necessitando da etapa chamada de deslinteramento.

Os métodos de deslinteramento mais conhecidos são o mecânico, flambagem e o químico, sendo este último o mais utilizado. O deslinteramento químico é realizado com o uso de ácido sulfúrico que degrada o línter, sendo mais eficiente do que os demais métodos e facilmente reproduzido em escala comercial.

Sendo assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de ácido sulfúrico em diferentes doses e por diferentes tempos, na retirada do línter sob a germinação e desenvolvimento de plântulas de algodão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A cultura do algodão e sua importância econômica

O algodoeiro é uma planta pertencente à família Malvacea, do gênero *Gossypium*. É considerada uma planta semi arbórea, de crescimento indeterminado e perene, porém trabalha de forma anual. Existem mais de 40 espécies, sendo que a *G. hirsutum* L. é a mais cultivada devido sua alta produtividade. Os primeiros registros são datados de muitos séculos antes de Cristo. Acredita-se que, nas Américas, os incas já utilizavam a fibra do algodão para processos artesanais de caráter têxtil, uma vez que foram encontrados indícios de tal prática no Peru. Os índios brasileiros já tinham conhecimento da cultura e produziam com a fibra tecidos, cozinhavam e amassavam o caroço para consumo próprio e utilizavam o sumo das folhas para fins medicinais. (COSTA e OLIVEIRA, 1982; RESENDE e MOURA, 1990).

Dentre as culturas de grande valor comercial, o algodão se destaca tanto no cenário nacional, quanto no mundial. Isso se dá pelo aproveitamento da planta em sua totalidade, principalmente a semente (caroço) e a fibra, que representam aproximadamente 65% e 35% da produção, respectivamente (RICHETTI e MELO FILHO, 2001). Sendo referência também no setor socioeconômico, uma parcela significativa do produto Interno Bruto do agronegócio brasileiro, além da geração de empregos direta e indiretamente de milhões de pessoas no país, advém do cultivo de algodoeiro (EMBRAPA, 2019), tornando-se nos últimos anos uma das principais *commodities* brasileiras

Além do uso do algodão para produção têxtil, os seus coprodutos também têm valor comercial, como é o caso do caroço que representa importante fonte energética, podendo ser utilizado para alimentação animal de forma in natura ou na elaboração da torta, quando esmagado. Já o óleo, pode ser utilizado na indústria de gênero alimentício, para a produção de manteiga vegetal com vários níveis de hidrogenação ou farinha, ou na indústria de combustíveis. Ainda outros usos são possíveis nas indústrias farmacêutica e química, na produção de adubos, papel e celulose. (ABAPA, 2019; CONAB, 2018).

De acordo com estimativa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em seu relatório de julho, a produção mundial de pluma estimada para a safra 2018/19 é de 25,98 milhões de toneladas. A projeção para a safra 2019/20 é de uma produção de 27,39 milhões de toneladas, resultado que significaria um aumento de 5,4% no volume produzido. Quanto ao consumo global de algodão, estima-se para o fechamento da safra 2018/19 um consumo de 26,36 milhões de toneladas. Para 2019/20

a projeção é de um consumo de 27,06 milhões de toneladas, aumento de 2,6% (CONAB, 2019).

No Brasil a cotonicultura sofreu profundas transformações, passando em pouco tempo de cultura familiar, com forte demanda de mão-de-obra, para a produção em grandes áreas com vultosos investimentos em capital e tecnologia (VIEIRA, 1999). Segundo o 11º levantamento de safra da CONAB, a produção brasileira de algodão, estimada para a safra 2018/19, é de 2,69 milhões de toneladas de pluma, isso significa um aumento de 34,2% em relação ao produzido na safra anterior, que foi de 2.005,8 mil toneladas. A queda na produtividade, em relação à safra anterior, é estimada em 2,1%. Já a expansão da área plantada foi de 37,1%, atingindo 1,61 milhão de hectares.

Além do aumento de área em regiões onde ultimamente já se cultivava algodão, ocorreu forte incorporação de áreas ao processo produtivo. Diante do bom desempenho das cotações da pluma, os produtores nacionais investiram no cultivo de algodão nesta safra. Quase todos os estados produtores de algodão no país (exceção de Ceará e Rio Grande do Norte) apresentaram incremento em área plantada nesta safra, comparada à temporada anterior. Nesse crescimento se destacam o Mato Grosso e a Bahia que, juntos, dispõem de mais de 88% da área estimada para a cotonicultura em 2018/2019 (CONAB, 2019).

De acordo com a Associação Brasileira de Sementes e mudas (ABRASEM, 2019), nas safras 2017/2018 houve uma produção de 15.474 toneladas de sementes de algodão, tendo 1.174.100 há de área plantada para grãos.

Visto a importância econômica do setor, é imprescindível que se invista em estratégias que otimize o processo de produção, sendo a qualidade de sementes uma delas.

2.2. Qualidade de sementes de algodão

A qualidade é de fundamental importância para o sucesso do cultivo comercial, principalmente pelo fato da semente ser responsável por grande parte do rendimento da cultura, produzindo plantas com alto vigor, de maneira uniforme, aumentando assim a produção e representando um baixo custo em relação ao custo total do processo (MEDEIROS FILHO et al., 2006).

A qualidade de sementes pode ser dividida em física, fisiológica, genética e sanitária. A qualidade física é determinada pelo grau de umidade, tamanho, cor, densidade, aparência, danos mecânicos, danos causados por insetos e infecções por doenças (MARCOS FILHO, 2015). A qualidade fisiológica, por sua vez, diz respeito à

viabilidade, que significa a capacidade da semente germinar e gerar uma plântula normal, sob condições de temperatura e umidade favoráveis, sendo avaliada pelo teste de germinação. O vigor é a capacidade de a semente germinar e gerar plântulas normais, porém quando expostas a condições adversas. (MARCOS FILHO, 1999). A qualidade genética refere-se a sementes geneticamente puras, enquanto a qualidade sanitária refere-se a sementes livres de patógenos e livres de sementes de plantas daninhas.

Um dos fatores limitantes para o sucesso da cultura do algodoeiro tem sido a dificuldade de se obter sementes com tais atributos (KIKUTI et al., 2002).

De acordo com Beltrão e colaboradores (2008), o algodoeiro possui, por si só, um potencial muito grande para diferenças na qualidade entre as sementes, dentro da própria planta, por possuir hábito de crescimento indeterminado com desenvolvimento sequencial e ordenado dos frutos.

Plantas de algodão originadas de sementes com vigor e germinação altos podem produzir de 10 a 20 % a mais que aquelas de sementes de baixa qualidade fisiológica, utilizando-se da mesma cultivar e população por área (DELOUCHE, 1981), visto que o desempenho de sementes no campo é proporcional ao vigor das sementes.

Nos campos de produção de algodão, mecanizados ou não, a necessidade de se estabelecer um stand uniforme e sadio não deve ser subestimada. As plântulas do algodoeiro são biologicamente muito frágeis, para enfrentar as incertezas e os distúrbios ambientais, que certamente, encontrarão durante as primeiras semanas de vida. (BELTRÃO, 2008)

2.3. Deslintamento de sementes de algodão

O processo de beneficiamento das sementes de algodão inicia-se com o descaroçamento, que consiste na separação da fibra através de máquinas dotadas de serra e rolos. As sementes resultantes deste processo de separação ainda contêm certa quantidade de fibras curtas, com aproximadamente 3 a 12 mm de comprimento, que é denominado línter (CHITARRA, 1996).

Segundo Beltrão (2008), o línter dificulta a embebição de água pelas sementes, retardando sua germinação, ainda que não a prejudique de fato. Além disso, as sementes com línter se agregam umas às outras, dificultando a semeadura, podendo resultar, muitas

vezes, em uma quantidade muito grande de sementes por área, necessitando o desbaste ou raleio, que aumenta o custo de produção.

O línter pode ainda trazer outros entraves aos cotonicultores, uma vez que serve de abrigo para pragas e agentes fitopatogênicos. (SILVA et al.; FREIRE, 2015.). O línter dificulta ainda a seleção de sementes, o que resulta no uso de sementes chochas ou danificadas.

Sendo o línter uma variável que não agrega vantagens na cadeia produtiva, ocorre, na sequência do processo de beneficiamento, o deslinteramento das sementes de algodão. O deslinteramento consiste na retirada dessa camada de pequenas fibras que fica disposto ao redor da semente. (FREIRE, 2015). De acordo com a Instrução normativa nº 45 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) de 2013, que complementa a lei nº 10.711 de agosto de 2003, proíbe-se a comercialização de sementes de algodão com línter em todo território nacional.

Segundo Vieira e Beltrão (1999), o deslinteramento pode ser realizado mecanicamente, por meio de flambagem ou quimicamente.

O deslinteramento mecânico é a forma mais simples e barata de se reduzir a quantidade de línter das sementes, para um nível aceitável ao manuseio e plantio. As máquinas usadas nesse tipo de deslinteramento possuem serras dispostas perto uma das outras que, através de um movimento rotativo, cortam o línter, separando-o da semente (BELTRÃO e AZEVEDO, 2008).

De acordo com Beltrão e Azevedo (2008), o línter retirado por esse método, não tem qualidade tecnológica para ser usado no processo de fiação, mas é usado na fabricação de outros produtos como algodão cirúrgico, embalagens de diversos tipos e ainda é uma fonte muito rica de celulose natural.

Ainda que seja simples e barato, além de possibilitar o uso do línter para outras finalidades, esse tipo de deslinteramento apresenta empecilhos como: a necessidade de repetir o processo já que a remoção não é tão eficiente (CHITARRA, 1996), danos mecânicos que se tornam porta de entrada para patógenos, comprometendo o percentual de germinação no campo e o tempo de conservação dessas sementes no armazenamento (DELOUCHE, 1981).

O método de deslinteramento químico é o mais usual, por ser mais eficaz. O ácido elimina grande parte dos microrganismos patogênicos existentes na superfície das sementes, além das mesmas ficarem extremamente fáceis de serem trabalhadas por

máquinas, permitindo tratamento com fungicidas e melhor precisão de semeadura (BELTRÃO e AZEVEDO, 2008).

O deslincamento químico pode ser realizado por via úmida com o uso de ácido sulfúrico, ou por via seca com o uso de ácido clorídrico gasoso (BELTRÃO e AZEVEDO, 2008). De acordo com Freire (2015), ambos os meios são eficientes na remoção do línter, que é degradado por esses ácidos utilizados no processo.

O processo via úmida é o mais utilizado comercialmente por permitir ser reproduzido em larga escala de produção sendo que com 1L de ácido, é possível se tratar até 12 kg de sementes. A semente e o ácido são misturados e mantidos em movimento constante até que o línter seja totalmente removido da semente (BELTRÃO e AZEVEDO, 2008). Após o contato com o ácido a semente deve ser lavada com água, em seguida banhada por uma solução básica, para neutralizar algum resíduo do ácido que, por ventura, possa ter ficado aderido ao tegumento da semente, depois secadas (BELTRÃO e AZEVEDO, 2008).

Segundo Beltrão e Azevedo (2008), durante a lavagem, as sementes leves emergem para a superfície, podendo, assim, ser separadas. A retirada das sementes chochas e danificadas, durante a lavagem, aumenta o valor cultural do lote de semente.

No processo por via seca, as sementes com línter são colocadas em um tambor rotativo e vedado, sendo usado o ácido clorídrico na forma de gás, que tem sua eficiência aumentada com a temperatura. A ação do gás sobre o línter, à temperatura de 48°C, provoca sua cristalização e eliminação na forma de pó. Após esse processo as sementes apresentam um pH muito baixo, sendo necessário neutralizar a acidez com amônia anidra (FREIRE, 2015).

2.4. Análise de imagens como ferramenta para monitorar desenvolvimento de plântulas

Muitos dos testes utilizados em pesquisas com sementes e plântulas são realizados a partir de avaliações manuais de suas partes, apresentando limitações como a variação de resultados entre laboratórios, por causa da subjetividade da análise e consumo excessivo de tempo para a obtenção dos resultados. (SILVA, 2014)

Tecnologias que aumentem a segurança e eficiência de procedimentos analíticos, além de facilitar e agilizar o trabalho são cada vez mais solicitados pelo setor sementeiro (RIBEIRO et al., 2017). Nos últimos anos tem crescido o interesse por métodos não destrutivos e não invasivos, como análise de imagens de sementes e plântulas, com a

vantagem de permitir a realização de testes subsequentes à determinação de suas propriedades físicas, químicas e fisiológicas (GOMES JUNIOR, 2017).

O processo para análise de imagens é composto por 4 etapas: a aquisição da imagem, pré-processamento, segmentação e a análise. A aquisição da imagem pode ser realizada por meio de uma câmera fotográfica, scanner ou outro sensor que produza uma imagem digital. A etapa de pré-processamento consiste em realizar melhorias na imagem, como fazer realces de contraste e remoção de ruído, afim de garantir sucesso nas próximas etapas (GONZALEZ e WOODS, 2000; ANDRADE, 2014). Segundo Marques Filho e Vieira Neto (1999), a segmentação consiste na etapa do processo que divide a imagem em suas partes constituintes. A limiarização é uma das ferramentas de grande importância que constitui a segmentação de imagens, ela se caracteriza por reconhecer e distinguir uma imagem do seu fundo (GONZALEZ e WOODS, 2000; ANDRADE, 2014). A análise de imagem, por sua vez, é caracterizada pelo arquivamento de dados e ou comparação de padrões (CÍCERO et al., 1998), que permitem extrair informações de cor, textura e geometria, servindo como parâmetro para o fornecimento dos índices de crescimento, uniformidade e vigor de plântulas (BRANDANI, 2017).

Várias são as aplicações da análise de imagens em sementes como a verificação da morfologia interna e externa, detecção de danos provocados por patógenos, lesões causadas por insetos, avaliação do crescimento de plântulas, vigor de lotes, identificação de cultivares, avaliação da pureza física, estudos de genética e melhoramento (CARVALHO, 2017). De acordo com Gomes Junior (2010), essa tecnologia pode ainda auxiliar no estudo de germinação, classificação, identificação de sementes malformadas, estudos de maturação e secagem.

Dentre os sistemas de análise de imagens disponíveis, o GroundEye[®] se destaca por ser o 1^o equipamento nacional disponível no comércio, desenvolvido pela empresa Tbit Tecnologia e Sistemas. Várias são as versões do equipamento. A versão S800, é composto por uma câmera de captação da imagem, uma bandeja de coloração azul, na qual é disposto o objeto em estudo e um software de análise. O GroundEye[®] possui diversas utilidades, dentre elas a avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes. Tal avaliação é feita por meio da análise de imagens de alta resolução obtidas pelo equipamento, que permitem extrair informações de cor, textura e geometria (ÁVILA;

BRANDANI, 2017). Parâmetros que são obtidos após o usuário calibrar o equipamento de acordo com as características do material avaliado e interesses das análises.

De acordo com Ávila (2017), com a utilização da técnica de análise de imagens na avaliação de plântulas com quatro dias de germinação empregando o equipamento GroundEye® L 800 é possível distinguir lotes de soja de diferentes níveis de vigor. Segundo Andrade (2017), utilização da análise de imagens de plântulas com o GroundEye® é uma alternativa promissora para a avaliação do vigor em sementes de tabaco, ainda que alguns testes sejam mais sensíveis em detectar pequenas diferenças no vigor dos lotes.

Muitos são os trabalhos que utilizam e comprovam a análise de imagens como uma eficiente ferramenta para avaliações de qualidade de plântulas. Porém, na cultura do algodão, os trabalhos são escassos, não só na parte de análise de imagens, mas também nas demais áreas, como no deslincamento das sementes, o que justifica a importância deste estudo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material genético e local de condução

Foram utilizadas sementes de algodão com línter da variedade DP 1536 B2RF, produzidas na safra 2018/2019, fornecidas pela Cooperativa de Produtores Rurais de Catuti, localizada na cidade de Catuti, região norte do estado de Minas Gerais. Os ensaios foram conduzidos no laboratório Central de Análise de Sementes, do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA) – MG.

3.2. Descrição dos tratamentos

Foram utilizadas as doses de 60 e 70 mL de ácido sulfúrico 98% P.A. em 500 gramas de sementes com línter, e os tempos de revolvimento ácido/sementes foram de 14, 21 e 28 minutos. Sementes sem a retirada do línter foram utilizadas como tratamento controle.

3.3. Processo de deslntamento

Para o processo de deslntamento foi utilizado um protótipo mecânico deslntador de sementes de algodão. As sementes foram pesadas e colocadas dentro do deslntador, e logo foi adicionado o ácido sulfúrico. A mistura ácido/sementes foi revolvida por diferentes tempos, em sistema rotativo automatizado. Depois, foi adicionado 1 litro de solução concentrada de hidróxido de cálcio $[Ca(OH)_2]$ a 3% e pH igual a 13,5 para paralisar a reação ácida do deslntamento, com revolvimento durante 1 minuto.

Em sequência, foi adicionado 1 litro de água para efetuar a lavagem das sementes. Ao final, as sementes foram retiradas do deslntador e dispostas sobre peneira para retirada do excesso de água, ao sol, durante 20 minutos, e em seguida foram colocadas em secador estacionário com temperatura controlada de 36° C, com fluxo de ar de 36 m³/min/ton, por 18 horas.

3.4. Teor de água

O Teor de água das sementes foi determinado conforme metodologia descrita pela RAS - Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), pelo método de estufa a 105°C. Para isso a estufa foi regulada nessa temperatura, onde os recipientes de metal com tampa foram colocados para secar, em seguida foram resfriados no dessecador e pesados em balança com sensibilidade de 0,001g.

As amostras de sementes inteiras foram distribuídas uniformemente nos recipientes que novamente foram pesados e colocados, sobre as respectivas tampas, na estufa durante 24 horas, depois o estabelecimento da temperatura em 105°C. Após o período de secagem, as amostras foram tiradas da estufa, tampadas rapidamente, colocadas em dessecador até esfriar e pesadas novamente.

A porcentagem de umidade foi calculada na base do peso úmido, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P-p)}{P-t}$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

3.5. Qualidade de sementes

3.5.1. Teste de Germinação

Para o teste de germinação foram utilizadas 8 repetições contendo 25 sementes, semeadas em rolo de papel germitest, umedecidos com 2,5 vezes o peso do papel em água destilada, e mantidas em germinador a 25° C (BRASIL, 2009). A primeira contagem foi realizada no quarto dia e a última aos sete dias após a semeadura. Os resultados são expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.5.2. Massa fresca e massa seca de plântulas

Para cada um dos tratamentos foi retirado aleatoriamente um rolo de papel dentre as 8 repetições existentes, no sétimo dia após a semeadura. Cada rolo foi subdividido em cinco repetições com cinco plântulas cada uma, que foram pesadas obtendo-se assim o valor da massa fresca. Em seguida essas amostras foram colocadas na estufa de circulação

de ar a uma temperatura de 60°C durante 48 horas. Ao final desse período as amostras foram novamente pesadas, obtendo-se então o valor de massa seca.

3.5.3. Imagens de plântulas

Após a primeira contagem, foi retirado aleatoriamente 1 rolo de papel de cada tratamento dentre as 8 repetições existentes. Foram feitas capturas de imagens das 25 plântulas do rolo em questão, no equipamento GroundEye S800®. Das imagens, foram analisadas características como comprimento de parte aérea, comprimento de raiz primária e relação parte aérea/raiz.

3.6. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 8 repetições para as determinações da qualidade fisiológica das sementes. Foi utilizado o esquema fatorial (2x3) + 1, correspondente a 2 doses de ácido sulfúrico (60 e 70 mL), 3 tempos de revolvimento ácido/semente (14, 21 e 28 minutos) e o controle (sementes com línter). Os dados foram submetidos à análise de variância com a utilização do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de umidade de sementes de algodão obtidos pelo método de estufa a 105° C, após serem submetidas ao deslincamento com ácido sulfúrico nas doses de 60 e 70 mL, são apresentados na Tabela 1. Foi possível observar que a umidade das sementes deslincadas, independentemente da dose de ácido utilizada e do tempo de revolvimento, se manteve praticamente a mesma. Tanto a umidade obtida no controle, quanto a umidade média das sementes deslincadas, encontram-se dentro do padrão, que vai de 8 a 13% de umidade.

Tabela 1: Valores de porcentagem médios de umidade de sementes de algodão submetidas ao deslincamento em diferentes doses de ácido sulfúrico e tempos de revolvimento.

Tempo de revolvimento (Min)	Dose de ácido sulfúrico (mL/500g)	
	60	70
14	10,23	10,12
21	10,70	10,28
28	10,84	10,94
Controle	9,26	
Média geral	10,34	

De acordo com os valores obtidos na primeira contagem do teste de germinação (Tabela 2), realizado no quarto dia após a semeadura, foi possível observar que na dose de 60 mL de ácido sulfúrico quanto menor o tempo de revolvimento, maior a porcentagem de germinação das sementes. Ao aumentar a dose para 70 mL de ácido sulfúrico, no tempo de 14 minutos, a porcentagem de germinação foi superior em relação aos tempos de 21 e 28 minutos de revolvimento, sendo estas estatisticamente iguais entre si. Provavelmente, maiores tempos de revolvimento resultam em menores porcentagens de germinação devido ao efeito do ácido sobre a fisiologia da semente, afetando assim a sua capacidade de desenvolvimento. É possível ainda observar que, independente do tempo de revolvimento, a porcentagem de germinação quando usado 70 mL de ácido sulfúrico foi superior do que quando usado 60 mL de ácido sulfúrico para o deslincamento das sementes de algodão. De acordo com Silva (2019), a dose de 70 mL de ácido sulfúrico resulta em um maior deslincamento, o que pode justificar a porcentagem de germinação ter sido superior quando comparada com a dose de 60 mL.

Tabela 2: Valores de porcentagem médios da primeira contagem do teste de germinação de sementes de algodão submetidas ao deslincamento em diferentes doses de ácido sulfúrico e tempos de revolvimento.

Tempo de revolvimento (Min)	Dose de ácido sulfúrico (mL/500g)	
	60	70
14	67 Ba	70 Aa
21	63 Bb	84 Ab
28	49 Bc	60 Ab
Controle	56	
CV (%)	7,61	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Na última contagem do teste de germinação (Tabela 3), realizada ao sétimo dia após a semeadura, foi possível observar que ao usar o volume de 60 mL de ácido sulfúrico para o deslincamento das sementes de algodão nos tempos de 14 e 28 minutos de revolvimento a porcentagem de germinação foi a mesma entre os tratamentos, sendo estas estatisticamente superiores à porcentagem de germinação no tempo de 21 minutos de revolvimento. Quando o volume de ácido sulfúrico utilizado para o deslincamento foi aumentado para 70 mL, com 14 minutos de revolvimento a porcentagem de germinação foi superior quando comparada aos tempos de 21 e 28 minutos, sendo estas estatisticamente iguais entre si. Concomitantemente a isso, com 14 minutos de revolvimento a porcentagem de germinação apresenta-se maior quando usado 70 mL de ácido sulfúrico em comparação ao uso de 60 mL do mesmo ácido para o deslincamento das sementes. Ao aumentar o tempo de revolvimento para 21 minutos, as porcentagens de germinação não diferem entre si, independentemente da dose de ácido utilizado. O que não acontece quando o revolvimento foi realizado durante 28 minutos, sendo a porcentagem de germinação superior quando utilizada a dose de 60 mL ao invés de 70 mL de ácido. Silva (2019), através de análise de imagens, obteve um maior deslincamento quando utilizado 60 mL de ácido com o tempo de revolvimento de 28 minutos, o que condiz com a alta porcentagem de germinação nessa condição.

Tabela 3: Valores de porcentagem médios da última contagem do teste de germinação de sementes de algodão submetidas ao deslincamento em diferentes doses de ácido sulfúrico e tempos de revolvimento.

Tempo de revolvimento (Min)	Dose de ácido sulfúrico (mL/500g)	
	60	70

14	77 Ba	83 Aa
21	68 Ab	69 Ab
28	78 Aa	69 Bb
Controle	68	
CV (%)	8,06	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Vale ressaltar que, no Brasil, para a comercialização de sementes de algodão, é exigido uma germinação mínima de 75%, segundo a IN 45 - Instrução Normativa 45 (BRASIL, 2013). No presente trabalho, o tratamento que se mostrou mais efetivos para a germinação (14 minutos de revolvimento em 70 mL de ácido), apresentou percentual em torno de 80% na última contagem do teste para esse parâmetro, enquadrando-se nas exigências da IN. É preciso destacar ainda que os resultados obtidos foram satisfatórios ainda que o processo de beneficiamento não tenha ocorrido até o final, indicando que a porcentagem de germinação pode aumentar ainda mais.

Ao analisar a porcentagem de massa fresca de plântulas de algodão que foram submetidas ao deslincamento com ácido sulfúrico (Tabela 4), nota-se que quando usado o volume de 60 mL de ácido, o revolvimento realizado por 21 minutos resultou em uma maior porcentagem de massa fresca das plântulas. O revolvimento realizado por 28 minutos no mesmo volume de ácido, apresentou menor porcentagem de massa fresca quando comparado com o tempo de revolvimento de 21 minutos, e maior porcentagem de massa fresca quando comparado com o tempo de 14 minutos. Quando se aumentou o volume de ácido utilizado no deslincamento para 70 mL, os três tratamentos também diferiram entre si. A maior porcentagem de massa fresca se deu no tempo de 28 minutos, seguido dos tempos de 21 e 14 minutos, respectivamente. É possível notar ainda que, quando comparados os tempos, apenas o revolvimento realizado por 21 minutos na dose de 70 mL diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, sendo esse inferior aos demais.

Tabela 4: Valores de porcentagem médios de massa fresca de plântulas de algodão submetidas ao deslincamento em diferentes doses de ácido sulfúrico e tempos de revolvimento.

Dose de ácido sulfúrico (mL/500g)

Tempo de revolvimento (Min)	Dose de ácido sulfúrico (mL/500g)	
	60	70
14	10,23 Ac	10,18 Ac
21	10,92 Aa	10,34 Bb
28	10,67 Ab	10,63 Aa
Controle	12,79	
CV (%)	1,24	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados para porcentagem de massa seca de plântulas de algodão submetidas ao deslincamento com ácido sulfúrico (Tabela 5), mostraram que, quando o volume de ácido utilizado foi de 60 mL e o tempo de revolvimento, 28 minutos, a porcentagem de massa seca das plântulas foi menor quando comparadas às porcentagens obtidas nos tempos de revolvimento de 14 e 21 minutos, sendo que nesses dois últimos, as porcentagens não diferiram entre si. Já quando foi utilizado 70 mL de ácido para o deslincamento, a porcentagem de massa seca de plântulas nos tempos de revolvimento de 21 e 28 minutos foram estatisticamente iguais entre si e superiores ao tempo de revolvimento de 14 minutos. Quando comparados os diferentes tempos de revolvimento, não houve diferença entre as porcentagens de massa seca das plântulas, independente da dose de ácido utilizada.

Tabela 5: Valores de porcentagem médios de massa seca de plântulas de algodão submetidas ao deslincamento em diferentes doses de ácido sulfúrico e tempos de revolvimento.

Tempo de revolvimento (Min)	Dose de ácido sulfúrico (mL/500g)	
	60	70
14	3,84 Aa	3,79 Ab
21	3,95 Aa	3,84 Aa
28	3,76 Ab	3,83 Aa
Controle	4,29	
CV (%)	1,31	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Para tamanho de parte aérea (Tabela 6) foi verificado que na dose de 60 mL de ácido sulfúrico utilizada para o deslincamento das sementes de algodão, os valores

diferiram-se todos entre si, sendo que no tempo de revolvimento de 21 minutos o tamanho da parte aérea foi maior do que no revolvimento realizado durante 14 minutos, sendo esse maior do que no tempo de 28 minutos. Aumentando-se a dose de ácido sulfúrico para 70 mL notou-se um maior tamanho de parte aérea no tempo de 14 minutos, em relação aos tempos de 21 e 28 minutos, sendo que estes apresentaram estatisticamente o mesmo tamanho de parte aérea. Em relação aos diferentes tempos de revolvimento, foi possível notar que, independentemente do tempo, as plântulas submetidas a 60 mL de ácido apresentaram maior tamanho de parte aérea, quando comparadas àquelas que foram submetidas a 70 mL de ácido.

Tabela 6: Valores médios de tamanho (cm) de parte aérea de plântulas de algodão submetidas ao deslincamento em diferentes doses de ácido sulfúrico e tempos de revolvimento.

Tempo de revolvimento (Min)	Dose de ácido sulfúrico (mL/500g)	
	60	70
14	6,82 Ab	6,56 Ba
21	6,97 Aa	6,18 Bb
28	6,73 Ac	6,16 Bb
Controle	6,46	
CV (%)	1,46	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

De acordo com os valores apresentados na Tabela 7, as plântulas que tiveram o revolvimento realizado durante 28 minutos, independentemente da dose de ácido, apresentaram maior tamanho de raiz. Assim como, foi possível observar também que, na dose de 60 mL, durante 21 minutos de revolvimento, as plântulas apresentaram os menores tamanho de raiz dentre todos os tratamentos. Com 14 minutos de revolvimento, independentemente da dose, os valores obtidos foram iguais entre si e iguais também aos valores obtidos no tempo de revolvimento de 21 minutos na dose de 70 mL. Foi observado também que ao realizar o revolvimento durante 14 minutos, o tamanho de raiz foi maior na dose de 60 mL, do que na dose de 70 mL, resultado esse que também foi observado no tempo de 28 minutos de revolvimento.

Tabela 7: Valores médios de tamanho (cm) de raiz de plântulas de algodão submetidas ao deslincamento em diferentes doses de ácido sulfúrico e tempos de revolvimento.

Tempo de revolvimento (Min)	Dose de ácido sulfúrico (mL/500g)	
	60	70
14	10,51 Ab	8,15 Bb
21	8,32 Ac	8,24 Ab
28	10,90 Aa	9,72 Ba
Controle	11,07	
CV (%)	2,11	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Com base nos resultados é possível inferir que o deslincamento com ácido sulfúrico concentrado interfere significativamente na germinação das sementes e no desenvolvimento de plântulas de algodão, justificando a importância deste estudo.

Considerando a importância socioeconômica da cotonicultura e os grandes investimentos realizados na área, a definição das doses e tempos adequados para o deslincamento das sementes de algodão, sem que prejudique a germinação e o desenvolvimento das plântulas, é de grande valia para o produtor, uma vez que a redução no tempo de beneficiamento das sementes implica diretamente na otimização do processo e o uso de doses corretas de ácido diminui desperdícios, diminuindo ainda gastos e rejeitos químicos.

É preciso destacar ainda que os resultados satisfatórios obtidos foram em condições de laboratório, o que sugere a continuidade das pesquisas e estudos na área.

5. CONCLUSÕES

A dose de ácido sulfúrico e o tempo de revolvimento utilizado para o deslincamento interferem na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de algodão.

A tecnologia de análise de imagens, com a utilização do equipamento GroundEye®, permite avaliar de forma eficiente a qualidade de plântulas de algodão.

A dose de 70 mL de ácido sulfúrico se mostrou mais eficiente sobre a germinação, quando o tempo de revolvimento foi de 14 minutos.

A dose de 60 mL de ácido sulfúrico se mostrou mais eficiente sobre o desenvolvimento de plântulas, quando o tempo de revolvimento foi de 21 minutos.

Ambas as doses apresentam um deslincamento adequado, que não prejudica a germinação nem o desenvolvimento de plântulas, o que dá ao agricultor a possibilidade de escolha.

6. REFERÊNCIAS

ABAPA. Associação Baiana dos Produtores de Algodão. **Relatório de Gestão – Biênio 2017-2018**. 1. ed. Bahia: ABAPA, 2019. 164 p.

ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Estatísticas: Resultado – Ano 2018**. Brasília, 2018. Disponível em: < <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>>. Acesso em: 09 nov. 2019.

ANDRADE, D. B. de. **Sistema de análise de sementes (SAS) na detecção de misturas varietais e de sementes esverdeadas em soja**. 2014. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia - Sementes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

ANDRADE, D. B. de. **Evaluation of the physiological quality of tobacco seeds through image analysis**. 2017. 48 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

ÁVILA, M. A. B. **Análise de imagem na avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja**. 2017. 42 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2017.

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2008. 309 p.

BRANDANI, E.B. **Análise de imagens na avaliação do vigor de sementes de soja**. 2017. 54 p. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Publicação: D.O.U. 20/09/2013, seção 1.

CARVALHO, M.L.M. **Análise de imagens e sua aplicação na avaliação da qualidade da semente**. Universidade Federal de Lavras - Informativo ABRATES, Londrina, v.27, n.2, 2017.

CHITARRA, L. G. **Aspectos bioquímicos, fisiológicos e sanitários de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) deslintadas quimicamente**. 1996. 113 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1996.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1, n. 3. Brasília: Conab, 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento – **Histórico Mensal Algodão – Análise Mensal – Setembro/2019**

COSTA, M.T.P.M.; OLIVEIRA, A.C.S. **Aspectos econômicos da cultura do algodão**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 8, n. 92, p. 3-7, 1982.

DELOUCHE, J. C. **Harvest and post-harvest factors affecting the quality of cotton planting seed and seed quality evaluation**. In: BELWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH. **Anais...** New Orleans. 1981. p. 289-305.

EMBRAPA ALGODÃO. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – ALGODÃO - **Portal Embrapa** (Versão 3.73.1) p02, 2019.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.

FREIRE, E.C. **Algodão no cerrado do Brasil**. 3. ed. Brasília, 2015. 956 p.

GOMES JUNIOR, F. G. **Aplicação da análise de imagens para avaliação da morfologia interna de sementes.** Informativo Abrates, v. 20, n. 3, p. 33-39, 2010.

GOMES JUNIOR, F. G. **Microtomografia de raios-X e imagem por ressonância magnética para análise não destrutiva de sementes.** Departamento de Produção Vegetal, USP/ESALQ, Informativo ABRATES, Londrina, v.27, n.2, 2017.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital image processing.** 3rd. Reading: Addison-Wesley, 2000.

KIKUTI, A.L.P.; OLIVEIRA, J.A.; MEDEIROS FILHO. S.; FRAGA. A.C. **Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico.** Revista Ciência e Agrotecnologia, v. 26, n. 2, p. 439-443, 2002.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 45**, de 17 de dezembro de 2013. Estabelecer normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de algodão, arroz, aveia, azevém, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trevo vermelho, trigo, trigo duro, triticale e feijão caupi. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 03 out 2019.

MARCOS FILHO, J. **Teste de vigor: importância e utilização.** In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 1, p. 1-21.

MARCOS FILHO, J. **Sistema computadorizado de análise de imagens de plântulas (SVIS[®]) para avaliação do vigor de sementes,** Informativo ABRATES, vol. 20, no.3, 2010. 660 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** 2. ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 660 p.

MARQUES FILHO, O.; VIEIRA NETO, H. **Processamento digital de imagens.** Rio de Janeiro: Brasport, 1999.

MCCORMAC, A.C.; KEFFE, P.D.; DRAPER, R.S. **Automated vigour testing of field vegetables using image analysis.** Seed Science and Technology, v.18, n.1, p. 103- 112, 1990.

MEDEIROS FILHO, S.; SILVAS, S. O. da; DUTRA, A.S.; TORRES, S. B. **Metodologia do teste de germinação em sementes de algodão, com línter e deslinterada.** Revista Caatinga, vol. 19, núm. 1, enero-marzo, 2006, pp. 56-60, Universidade Federal Rural do Semi-Árido Brasil.

QUEIROGA, V. P.; BEZERRA, J. E. S.; CORREIA, L. J. **Deslinteramento à flama da semente de algodão (*Gossypium hirsutum* L.).** Revista Brasileira de Sementes, v. 15, n. 1, 7-12 p., 1993.

RESENDE, L.M.A.; MOURA, P.A.M. **Aspectos econômicos da cultura do algodoeiro.** Informe Agropecuário, v. 15, n. 166, p. 5-12, 1990.

RIBEIRO, A.M.P.; LEITE, E.R.; SOUZA, C.M.; JESUS, V.A.M.; CARVALHO, M.L.M. **Determinação de sementes de milho infestadas por *Sitophilus zeamais*, pela técnica de raios-X com e sem contraste.** (UFLA, Lavras - Minas Gerais, Brasil). – Informativo ABRATES, Londrina, v.27, n.2, 2017.

RICHETTI, A; MELO FILHO, G. A., 2001. **Aspectos socioeconômicos do Algodoeiro. In: Algodão: Tecnologia de Produção.** EMBRAPA Agropecuária Oeste; EMBRAPA Algodão, Dourados. P. 13-34.

SAKO, Y.; McDONALD, M.B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A.F.; BENNETT, M.A. **A system for automated seed vigour assessment.** Seed Science and Technology, v. 29, n. 3, p. 625-636, 2001.

SILVA, L. C. D. **Análise de imagem como ferramenta para avaliação do deslintamento em sementes de algodão.** 2019. 29p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2019.

SILVA, O. R. R. F. et al. **Qualidade sanitária de sementes de algodão submetidas a diferentes métodos de deslintamento.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 10., 2015, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Brasília, DF: ABRAPA, 2015.

SILVA VN; CICERO SM. 2014. **Análise de imagens de plântulas para avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela.** Horticultura Brasileira 32: 145-151.

VIEIRA, R. de M. & BELTRÃO, N. E. de M. **Produção de sementes do algodão.** In: BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio do algodão no Brasil.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. v. 1, cap. 17, p. 429-453.