



LORENA CAROLINE DUMBÁ SILVA

**ANÁLISE DE IMAGENS COMO FERRAMENTA PARA
AVALIAÇÃO DO DESLINTAMENTO EM SEMENTES DE
ALGODÃO**

**LAVRAS – MG
2019**

LORENA CAROLINE DUMBÁ SILVA

**ANÁLISE DE IMAGENS COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DO
DESLINTAMENTO EM SEMENTES DE ALGODÃO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Curso de Agronomia, para a
obtenção do título de Bacharel.

Professora Dra. Heloisa Oliveira dos Santos
Orientadora

Me. Douglas Pelegrini Vaz-Tostes
Coorientador

**LAVRAS – MG
2019**

LORENA CAROLINE DUMBÁ SILVA

**ANÁLISE DE IMAGENS COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DO
DESLINTAMENTO EM SEMENTES DE ALGODÃO**

**ANALYSIS OF IMAGES AS A TOOL FOR THE EVALUATION OF DISLINTING IN
COTTON SEEDS**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de
Lavras, como parte das
exigências do Curso de
Agronomia, para a obtenção do
título de Bacharel.

APROVADA em 14 de junho de 2019.

Professora Dra. Heloisa Oliveira dos Santos

UFLA

Me. Douglas Pelegrini Vaz-Tostes

UFLA

Professor Dr. Antônio Carlos Fraga

UFLA

Professora Dra. Raquel Maria de Oliveira Pires

UFLA

Professora Dra. Heloisa Oliveira dos Santos
Orientadora

Me. Douglas Pelegrini Vaz-Tostes
Coorientador

**LAVRAS – MG
2019**

Aos meus pais, Wagner e Margarete, que não pouparam esforços para que eu concluísse esta etapa em minha vida, por serem a minha base, abrigo, por todo amor e dedicação.

As minhas irmãs, Izabella e Ana Clara, pelo amor, união, todo carinho e ajuda.

Ao meu namorado, Vinícius Zuppa, pelo companheirismo e apoio, cuidado, dedicação e amor.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura, ao Setor de Sementes e a todos os professores, técnicos e funcionários, por toda estrutura, oportunidade de estudo, aprendizado e crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

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 minha orientadora, a Prof^ª. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos e ao meu coorientador Me. Douglas Pelegrini Vaz-Tostes, pela orientação e atenção, ajuda e confiança, conhecimento e parceria, profissionalismo e dedicação no desenvolvimento deste trabalho.

À banca avaliadora, o Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga e a Prof^ª Dra. Raquel Maria de Oliveira Pires, pela atenção e contribuição no trabalho.

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).

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e em especial a minha supervisora de estágio, Leidiane Queiroz, pela oportunidade e ensinamentos na área de fiscalização de sementes e mudas.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) pelos anos como bolsista e a Vânia, Margarete, Rogério, Cláudia, Júlio, Meline, Helbert, Mayara, Lorena, Luiz, Mateus e Franklin pelo aprendizado e auxílio ao decorrer desses anos.

Ao Departamento de Zootecnia e funcionários, a Prof^ª Raquel Moura e aos meus amigos do Núcleo de Estudos em Equideocultura (NEQUI) Alan Freire, Felipe Amorim, Cristina Souza e Vitória Ferreira por toda ajuda, comprometimento e conquistas juntos.

Ao Centro de Equoterapia de Lavras, a Regilane, Aline, Everaldo, Igor e a todas as crianças que são atendidas na unidade, por me proporcionarem um enorme crescimento pessoal nos anos em que fui voluntária.

Ao Departamento de Fitopatologia, em especial ao Prof. Flávio Medeiros, Rafaela Guimarães, Luísa Reis, Yasmim Figueiredo e todos os membros do Laboratório de Controle Biológico, pelos aprendizados e ajuda.

As minhas colegas de apartamento e hoje amigas, Catharina Dantas, Bárbara Dias e Lorena Dutra.

Ao grupo de Ballet, especialmente Camila Bibiano, Fernanda Oliveira, Renata Marischka e Rodrigo Gonçalves, por todas as piruetas.

Aos meus amigos de vida, Breno Duarte, Hugo Siqueira, Laura Paggy, Lucas Favato, Lucas Góes, Mayara França, Marcos Souza, Pablo Praxedes, Pedro Henrique, Larissa Alves e Samuel Soares, que apesar da distância se fazem presentes e se dedicam para mantermos nossa amizade.

Aos meus amigos de faculdade, que levo para a vida, Camila e Daniela Saad, Jordana Resende, Ivens Henrique, Camila Maciente, Alisson Guerra, Osmar Almeida, Ronnie Pereira, Peterson Nunes, Larissa Santos e Mayra Balduino, por tornarem essa caminhada mais leve e alegre.

Aos meus avós *in memoriam* e a todos os meus familiares, minha avó, tios e primos, pelo carinho.

Aos meus pais, Wagner e Margarete, por serem o meu alicerce, por terem sido os principais responsáveis por este momento em minha vida e por todo esforço, apoio e amor destinados a mim.

À minhas irmãs, Izabella e Ana Clara, pelo amor, ajuda e companheirismo.

Ao meu namorado, Vinícius Zuppa, por todo carinho, ajuda, amizade desde quando nos conhecemos, por toda dedicação, cuidado, paciência, companheirismo e por ser meu anjo e caminhar ao meu lado, por ser um exemplo de estudante, profissional, amigo e por toda nossa história e amor.

À Deus por ter colocado todas essas pessoas no meu caminho e ter me permitido chegar até aqui.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

MUITO OBRIGADA!

“Não existe ser humano sadio se o solo não for sadio e as plantas bem nutridas.” (Ana Primavesi)

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. Sendo a avaliação do deslinteramento algo demorado e subjetivo. Portanto, objetivou-se com o presente trabalho, usar análises de imagens do equipamento GroundEye S800[®] como ferramenta para avaliar o deslinteramento em sementes de algodão, sob os efeitos da aplicação de ácido sulfúrico em diferentes concentrações e por diferentes tempos, na retirada do línter. 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. Aplicaram-se as doses de 40, 50, 60 e 70 mL de ácido sulfúrico 98% em 500 gramas de sementes com línter nos tempos de revolvimento ácido/sementes de 7, 14, 21 e 28 minutos. Após o deslinteramento foi realizada a análise de imagens de todos os tratamentos no equipamento GroundEye S800[®]. A avaliação do deslinteramento foi determinada pelo percentual de cor preta, laranja, brilho e matiz das sementes, e também a área das sementes em cm², o perímetro e os diâmetros máximo e mínimo das mesmas em centímetros. O deslinteramento é constatado com o menor percentual de cor laranja e teor de brilho e maior da cor preta e teor de matiz. A concentração de 70 mL, independentemente do tempo de revolvimento, foi eficiente para a retirada do línter. Da mesma forma, a dose de 60 mL no tempo de 28 minutos também obteve bom deslinteramento, ao contrário dos tempos inferiores. Já as doses de 40 mL e 50 mL, em todos os tempos, não atingiram o deslinteramento esperado. Houve redução da área, dos diâmetros máximo e mínimo e do perímetro das sementes de algodão quando expostas a maior concentração do ácido sulfúrico e maior tempo, em comparação as sementes que foram expostas a menor concentração de ácido e menor tempo de revolvimento. É possível usar o GroundEye S800[®] para inferir o percentual de deslinteramento em sementes de algodão.

Palavra-chave: GroundEye[®]. Línter. Ácido sulfúrico. Tamanho de semente. *Gossypium hirsutum*.

ABSTRACT

In the cotton ginning, when the fibers are separated from the seeds, the portion of short fibers adhered to the seeds, called linter, can not be removed. The linter may impair the quality of the seeds and may also make it difficult to handle them at the time of sowing. The evaluation of the delintation is somewhat time consuming and subjective. Therefore, the aim of this work was to generate data through image analysis using the GroundEye S800[®] equipment as a tool to evaluate the delint of cotton seeds under the effects of the application of sulfuric acid in different concentrations and for different times in the withdrawal of the linter. Cotton seeds with linter of the variety DP 1536 B2RF, produced in the 2018/2019 harvest, were used, provided by Cooperativa de Produtores Rurais de Catuti, located in the city of Catuti, northern region of the state of Minas Gerais. The doses of 40, 50, 60 and 70 mL of 98% sulfuric acid in 500 grams of cotton seeds were used, and the acid / seed turnover times of 7, 14, 21 and 28 minutes. After the delinting, the image analysis of all treatments in the GroundEye S800[®] equipment was carried out. The evaluation of the delint was determined by the percentage of black, orange, brightness and hue of the seeds, as well as the area of the seeds in cm², the perimeter and the maximum and minimum diameters thereof in centimeters. The delint is verified with the lower percentage of orange color and brightness content and higher of black color and hue content. The concentration of 70 mL, regardless of the stirring time, was efficient for the withdrawal of the linter. Likewise, the dose of 60 mL in the time of 28 minutes also obtained good delint, unlike the inferior times. The doses of 40 mL and 50 mL, at all times, did not reach the expected delint. There was a reduction of the area, the maximum and minimum diameters and the perimeter of the cotton seeds when exposed to the higher concentration of sulfuric acid and longer, compared to the smaller concentrations of acid and less time of revolving. GroundEye S800[®] can be used to infer the occurrence of delint on cotton seed.

Keywords: GroundEye[®]. Linter. Sulfuric acid. Seed size. *Gossypium hirsutum*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	A cultura do algodão.....	13
2.2	Deslintamento de sementes de algodão.....	15
2.2.1	Deslintamento mecânico.....	15
2.2.2	Deslintamento por flambagem.....	16
2.2.3	Deslintamento químico concentrado.....	17
2.3	Análise de imagens.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1	Percentual de cor das sementes.....	23
4.2	Tamanho das sementes.....	25
5	CONCLUSÕES.....	27
	REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do algodão é uma prática muito antiga, bem antes de Cristo, tendo sua origem na Ásia, mais especificamente na Índia. Com a sua chegada na Europa e o avanço da indústria têxtil, ele se espalhou pelo mundo, tornando-se uma das culturas mais importantes produzidas na agricultura. Hoje, essa fibra tem relevância econômica para muitos países, sendo inclusive, principal fonte de renda para países do continente africano.

No Brasil, a produção de algodão está concentrada em produtores com grandes extensões de áreas de cultivo e que são responsáveis pela maior porcentagem da produção. Sendo altamente tecnificados, usando todos os recursos da agricultura moderna, inclusive com sementes deslintadas e tratadas, para altas produções e para se manterem a frente no agronegócio da cotonicultura mundial. Uma menor escala da produção de algodão no Brasil se enquadra na agricultura familiar, que não utiliza tantos recursos técnicos e atuais, ainda fazendo o uso de sementes com fibra curta, comprometendo sua produção devido a qualidade fisiológica inferior. Situação que também ocorre em regiões da África em que não se realizam o processo de remoção dessa fibra curta e nem o tratamento das sementes de algodão antes da semeadura.

No beneficiamento do algodão, conhecido como descaroçamento, na qual as fibras são separadas das sementes (caroço), não se consegue remover a porção de fibras curtas aderidas nas sementes, denominada línter. O línter pode prejudicar a qualidade fisiológica das sementes (germinação), e também pode dificultar o manuseio das sementes no momento de semeadura, onde nas semeadoras mais modernas é usado o sistema pneumático, com distribuição de sementes a ar. Além disso, o línter pode ser veículo para doenças e pragas, sendo a comercialização de sementes com línter proibida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os métodos mais conhecidos para retirada do línter das sementes de algodão (deslintamento) são: o mecânico, flambagem e o químico. Dentre estes, o mais utilizado na atualidade é o método de deslintamento químico, onde o ácido sulfúrico é utilizado para degradar o línter, por possuir maior eficiência perante aos outros métodos, e ser capaz de ser reproduzido em escala comercial.

A avaliação do deslintamento é realizada visualmente, sendo algo demorado, oneroso e subjetivo. O que pode levar ao comprometimento dos resultados que estão, muitas vezes, submetidos as condições do avaliador.

A empresa Tbit Tecnologia e Sistemas, desenvolveu o GroundEye[®], um equipamento que permite fazer avaliações de sementes por meio de análise de imagens com alta resolução, que possibilitam extrair informações consistentes de cor, textura e geometria de sementes. Tornando o processo de análise de sementes mais rápido, preciso e menos oneroso.

Por tudo isso, devida a importância da cultura do algodão para a agricultura mundial e principalmente a brasileira, tem-se a necessidade de produzir sementes com qualidade, sadias, elevando produtividades. Assim sendo, o objetivo neste trabalho foi verificar o potencial de utilização da técnica de análise de imagens pelo equipamento GroundEye[®] como ferramenta para avaliação do deslindamento em sementes de algodão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do algodão

O algodoeiro (*Gossypium* sp.), em especial o *G. hirsutum* L., é uma das principais espécies domesticadas pelo ser humano. As primeiras referências sobre essa cultura datam do século VII a.C., na Índia, e sua domesticação ocorreu há mais de 4.000 anos no sul da Arábia. (ABRAPA, 2016; AMPA, 2019).

Nas Américas, há evidências de que civilizações Incas já utilizavam o algodão em 4.500 anos a.C. Os indígenas, no Brasil, antes da colonização já cultivavam o algodoeiro, utilizando a fibra na confecção de tecidos, o caroço amassado e cozido na alimentação, e o extrato das folhas para fins medicinais (COSTA; OLIVEIRA, 1982; RESENDE; MOURA, 1990).

O papel do algodão foi fundamental na história da economia mundial, sendo um dos seus momentos mais importantes já no século XVIII, na Revolução Industrial, quando passou a ser principal matéria-prima para a indústria têxtil na Inglaterra. Atualmente, o algodão é cultivado em mais de 100 países, em todos os continentes, no equivalente a 2,8% das terras aráveis do globo. A fibra do algodão consolidou-se e vem mantendo o posto de mais importante matéria-prima têxtil do planeta, apesar da forte pressão dos sintéticos. (ABRAPA, 2016; ABAPA, 2018).

Além do uso do algodão para produção têxtil, os seus subprodutos 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 pela indústria de gênero alimentício e de combustíveis. Ainda outros usos são possíveis nas indústrias farmacêutica e química, adubos, papel e celulose. (ABAPA, 2018; CONAB, 2018).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), a produção brasileira de algodão em caroço, na safra 2017/18, foi estimada em 5.012,9 mil toneladas, 31% maior do que a ocorrida na safra anterior. Isso ocorreu, principalmente, pelo incremento de área destinada à cotonicultura, cerca de 25,1% a mais do que àquela obtida em 2016/17, chegando a 1.174,1 mil hectares. Além disso, as condições climáticas satisfatórias ao longo do ciclo do algodão, nas principais regiões produtoras, trouxeram uma estimativa de

aumento também para a produtividade média nacional, ficando na ordem de 4.267 kg/ha. Dados podem ser observados na tabela 1 a seguir:

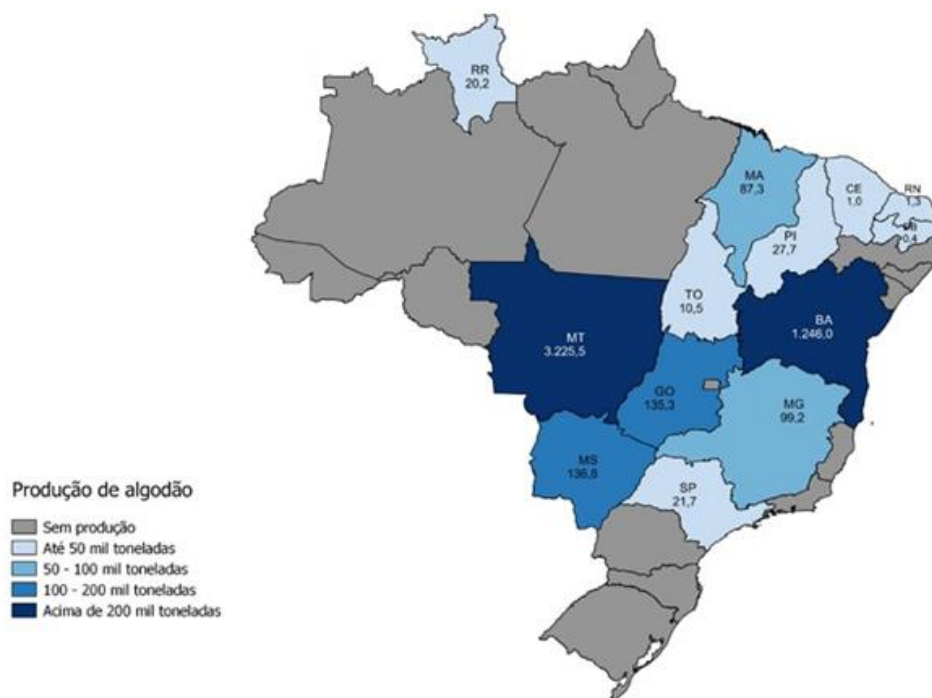
Tabela 1 - Área cultivada, produtividade e produção de algodão em caroço no Brasil.

REGIÃO	Área (mil hectares)		Produtividade (kg/ha)		Produção (mil t)	
	Safra 16/17	Safra 17/18	Safra 16/17	Safra 17/18	Safra 16/17	Safra 17/18
	Norte	7,3	7,6	3.540	4.034	25,8
Nordeste	230,8	295,2	4.226	4.620	975,3	1.363,70
Centro-Oeste	682,6	841,2	4.042	4.158	2.758,90	3.497,60
Sudeste	18,4	30,7	3.684	3.935	67,8	120,9
Brasil	930,1	1.174,70	4.076	4.267	3.827,80	5.012,90

Fonte: (CONAB, 2018).

De acordo com o ranking ordenado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o país assume a 4ª posição entre os maiores produtores, atrás da Índia, da China e dos Estados Unidos da América. Já entre os exportadores, ocupa a 3ª colocação. Sendo que 89% da produção brasileira estão concentradas nos estados do Mato Grosso e Bahia, como é visto na figura 1. (CONAB, 2018).

Figura 1 – Mapa de produção de algodão no Brasil.



Fonte: CONAB (2018).

Segundo dados da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (ABRASEM, 2018), a produção de sementes nacional na safra 2017/2018 foi de 15.474 toneladas, com o Mato Grosso e a Bahia sendo os maiores produtores.

2.2 Deslintamento de sementes de algodão

Durante o processo de beneficiamento de algodão, chamado de descaroçamento, separa-se a fibra das sementes, porém não é possível remover a porção de fibras mais curtas aderidas as sementes, denominado de línter (FRAGA, 2014). Segundo Freire (2015) essas fibras são responsáveis pela redução na absorção de água, prejudicando a germinação das sementes de algodão. Além disso, de acordo com Silva et al. (2015) o línter pode ser veículo de transporte e transmissão de pragas e doenças.

A adoção de um adequado método no processo de deslintamento das sementes de algodão é fundamental para um bom manuseio nas semeadoras, além de aumentar a absorção de água, contribuir para um armazenamento eficiente e a emergência no campo (MEDEIROS FILHO, 1995).

Atualmente, para a comercialização das sementes de algodão a remoção do línter é uma prática obrigatória em todo território nacional (MAPA, 2005).

Segundo Vieira e Beltrão (1999), o deslintamento pode ser realizado por diferentes processos: mecânico, por meio de flambagem, e químico. Atualmente o método de deslintamento químico é o mais usual, por ser mais eficaz e permitir ser reproduzido em larga escala de produção.

2.2.1 Deslintamento mecânico

No deslintamento mecânico, realizado logo após o processo de descaroçamento, são utilizadas deslintadoras formadas por várias serras bem próximas umas das outras e que realizam um movimento rotativo que retira parte do línter (FIGURA 2). Por não haver uma remoção tão eficiente é necessário que seja repetido o processo. (CHITARRA, 1996).

Figura 2 - Protótipo de deslinter mecânico.



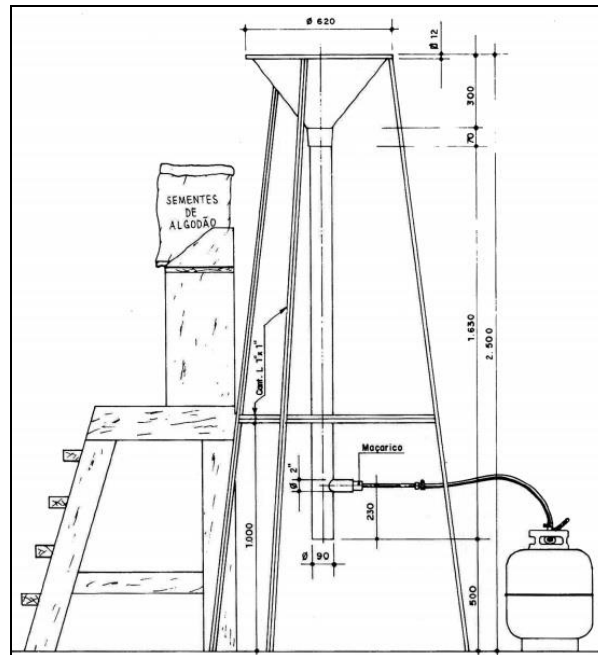
Fonte: Queiroga e Mata (2018).

Além disso, danos mecânicos podem ocorrer à semente, sendo proporcionais aos teores de água. Tornando-se porta de entrada para patógenos, comprometendo o percentual de germinação no campo e o tempo de conservação dessas sementes no armazenamento. (DELOUCHE, 1981).

2.2.2 Deslinteramento por flambagem

O deslinteramento por flambagem é complementar ao deslinteramento mecânico, uma vez que este não retira todo o línter das sementes de algodão. Nesse método as sementes passam em um tubo vertical por gravidade, no qual existe um bico queimador de gás na sua base, que queima grande parte do línter sem causar danos às sementes (FIGURA 3). Essa ação é repetida por duas ou até três vezes, para uma remoção mais eficiente. (QUEIROGA; BEZERRA; CORREIA, 1993).

Figura 3 - Deslintamento por flambagem.



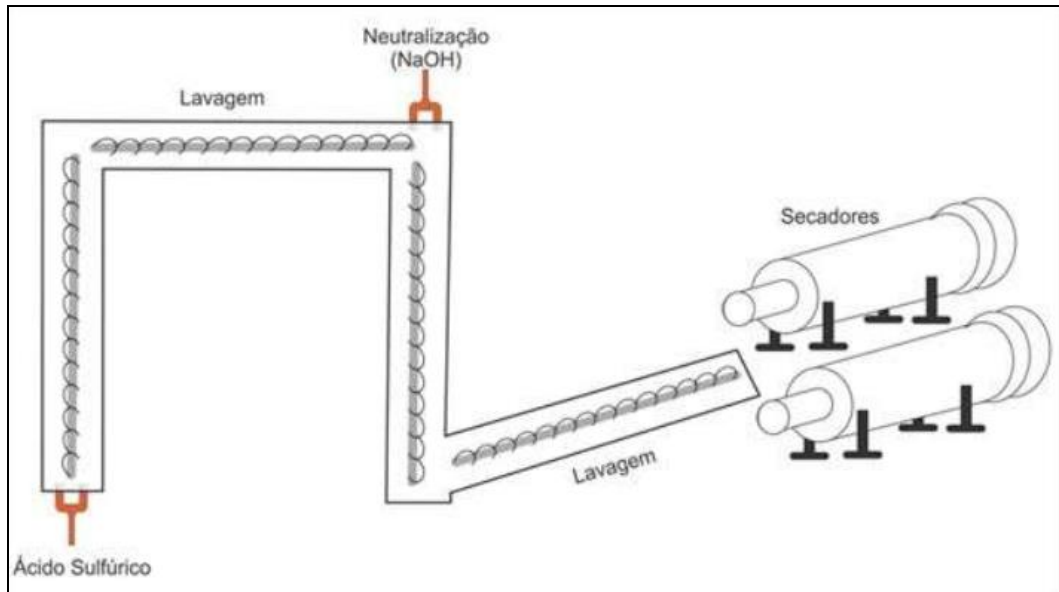
Fonte: Queiroga, Bezerra e Correia (1993).

2.3.3 Deslintamento químico concentrado

Ao longo do deslintamento químico há a degradação do línter aderido a semente de algodão. Esse processo pode ser realizado via úmida (H_2SO_4 – ácido sulfúrico) ou via seca (HCl – ácido clorídrico), ambos eficientes na remoção do línter aderido as sementes (FREIRE, 2015).

No processo por via úmida ocorre a degradação do línter, tendo como produto final, as sementes sem línter, o línter degenerado, ácido e glicose. Após o contato com o ácido a semente deve ser lavada com água, em seguida neutralizada por uma solução básica, para remover o ácido restante nas sementes, depois secadas (FIGURA 4), antes do tratamento químico com fungicidas (BELTRÃO; AZEVEDO, 2008). Segundo, Vaz-Tostes (2017) o deslintamento de sementes de algodão é alcançado com ácido sulfúrico concentrado nas doses de 32 e 36 mL e nos tempos de 7 e 12 minutos. Sendo que na dose de 32 mL, no tempo de 12 minutos propicia a melhor plantabilidade. O tegumento da semente não sofre danos significativos, além de reduzir a incidência de fungos nas sementes e aumentar a qualidade fisiológica.

Figura 4 - Esquema geral de funcionamento do processo de deslintamento químico via úmida.



Fonte: Queiroga e Mata (2018).

No processo por via seca, as sementes com línter são colocadas em um tambor rotativo e hermeticamente fechado. 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).

2.3 Análise de imagens

A análise visual do deslintamento de sementes de algodão está sujeita ao erro humano e é subjetiva, variando de avaliador para avaliador. Além do tempo empregado para realizar as avaliação e os custos necessários.

Técnicas dentro da área de análise de imagens vem sendo estudadas para a avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes visando minimizar as limitações existentes nos testes tradicionais, buscando formas mais rápidas e precisas. No Brasil, a empresa Tbit Tecnologia e Sistemas desenvolveu um sistema semelhante ao *Seed Vigor Imaging System* (SVIS), denominado GroundEye® (BRANDANI, 2017).

O SVIS foi desenvolvido na Ohio State University por Sako et al. (2001) que propuseram um método automatizado para avaliação do vigor de sementes de alfaca, por meio

da captura de imagens de plântulas e determinações simultâneas do comprimento do hipocótilo, da raiz primária, da plântula inteira e da relação raiz/hipocótilo, em plântulas avaliadas aos três dias após a instalação do teste de germinação. E Hoffmaster et al. (2003) modificaram este sistema, adaptando para avaliação do vigor de sementes de soja.

Já o GroundEye®, na versão S800 (FIGURA 5), é composto por uma câmera de captação da imagem, uma esteira 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, 2017; BRANDANI, 2017). Parâmetros que são obtidos após o usuário calibrar o equipamento de acordo com as características do material avaliado e interesses das análises.

Figura 5 - GroundEye® versão S800



Fonte: Site da Tbit Tecnologia S.A. (2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no laboratório Central de Análise de Sementes, do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA) – MG. 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.

Para o processo de deslntamento foi utilizado um protótipo mecânico deslntador de sementes de algodão.

Foram utilizadas as doses de 40, 50, 60 e 70 mL de ácido sulfúrico 98% em 500 gramas de sementes com línter, e os tempos de revolvimento ácido/sementes foram de 7, 14, 21 e 28 minutos.

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 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 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/cm/h, por 18 horas.

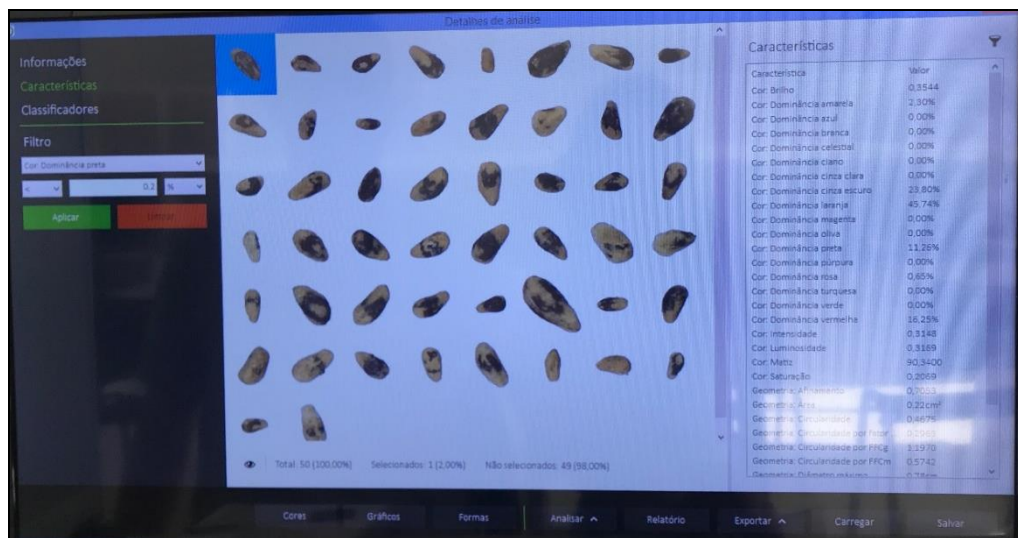
Foi realizado a análise de imagem de todos os tratamentos após o deslntamento no equipamento GroundEye S800® (FIGURAS 6 e 7). Para a análise de imagem foram utilizadas subamostras de 50 sementes de cada tratamento, em três repetições, onde foram analisados o percentual de cor preta, laranja, brilho e matiz, por apresentarem maior relevância na distinção do línter para a cor da semente, e também, a área em cm², o perímetro e os diâmetros máximo e mínimo em cm das sementes.

Figura 6 - Sementes sendo preparadas para análise no GroundEye S800®.



Fonte: Douglas Vaz-Tostes e Lorena Dumbá (2019).

Figura 7 - Sementes sendo avaliadas no GroundEye S800®.



Fonte: Douglas Vaz-Tostes e Lorena Dumbá (2019).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições de 50 sementes para as análises de imagem. Foi utilizado o esquema fatorial 4x4, correspondente a quatro doses de ácido sulfúrico (40, 50, 60 e 70 mL) e quatro tempos de revolvimento ácido/semente (7, 14, 21 e 28 minutos). Os dados foram submetidos à análise de variância e teste Tukey, com a utilização do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Percentual de cor das sementes

Foi possível observar diferenças significativas, para o percentual de cor, entre as doses e tempos de revolvimento de sementes, assim como para a interação dos fatores avaliados ($p < 0,05$).

Para os dados referentes à cor laranja (Tabela 2), foi possível observar que, com o aumento do tempo de revolvimento e aumento da dose de ácido sulfúrico, houve menores valores desta coloração. Ressalta-se que esta cor representa, com base na calibração do equipamento GroundEye®, a presença de línter nas sementes. Logo, maior valor de cor laranja representa maior residual de línter após o processamento. É válido ressaltar ainda, que para a dosagem de 70 mL, independentemente do tempo de revolvimento, estas apresentaram valores de laranja inferiores as demais dosagens.

Tabela 2 - Percentual da cor laranja nas sementes de algodão, obtidas pela análise de imagem após o deslntamento, em função das doses de ácido sulfúrico e tempo de revolvimento ácido/semente.

Ácido sulfúrico (mL)	Tempo de revolvimento (min)			
	7	14	21	28
40	70,16 Cc	63,90 BCc	59,64 Bd	48,67 Ac
50	64,72 Cc	30,31 Bb	35,88 Bc	15,11 Ab
60	38,94 Cb	34,37 Cb	18,31 Bb	3,40 Aa
70	11,80 Ba	7,18 ABa	5,55 ABa	1,37 Aa
CV (%)	8,92			

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.

Já para os dados da tabela 3, com o aumento do tempo de revolvimento e aumento da dose de ácido sulfúrico, houve maiores colorações da cor preta. Ressalta-se que esta cor representa, com base na calibração do equipamento GroundEye®, a ausência de línter nas sementes. Logo, maior valor de cor preta representa menor residual de línter após o processamento. Sendo que na maior dosagem, 70 mL, todos os tempos apresentaram bom deslntamento das sementes.

Tabela 3 - Percentual da cor preta nas sementes de algodão, obtidas pela análise de imagem após o deslntamento, em função das doses de ácido sulfúrico e tempo de revolvimento ácido/semente.

Ácido sulfúrico (mL)	Tempo de revolvimento (min)			
	7	14	21	28
40	12,98 Bc	19,62 Bc	16,44 Bd	37,25 Ac
50	14,56 Dc	60,92 Bb	48,63 Cc	75,92 Ab
60	51,69 Cb	53,23 Cb	74,61 Bb	91,87 Aa
70	85,18 Aa	86,78 Aa	89,08 Aa	91,72 Aa
CV (%)	6,53			

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.

Houve redução do percentual de brilho com o aumento do tempo de revolvimento e aumento da dose de ácido sulfúrico (Tabela 4). Ressalta-se que assim como a cor laranja, este teor representa, com base na calibração do equipamento GroundEye®, a presença de línter nas sementes. Logo, maior valor de brilho representa maior residual de línter após o processamento. É válido ressaltar ainda, que para a dosagem de 70 mL, independentemente do tempo de revolvimento, estas apresentaram valores de brilho, inferiores as demais dosagens.

Tabela 4 - Percentual do brilho nas sementes de algodão, obtidas pela análise de imagem após o deslntamento, em função das doses de ácido sulfúrico e tempo de revolvimento ácido/semente.

Ácido sulfúrico (mL)	Tempo de revolvimento (min)			
	7	14	21	28
40	47,70 Cc	41,84 Bc	45,37 Cc	33,09 Ac
50	47,58 Dc	25,60 Bb	30,28 Cb	22,19 Ab
60	29,76 Cb	28,09 Cb	22,87 Ba	18,00 Aa
70	18,88 Aa	20,99 Aa	20,32 Aa	18,58 Aa
CV (%)	4,36			

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.

E na tabela 5, com o aumento do tempo de revolvimento e aumento da dose de ácido sulfúrico, houve maiores valores do teor de matiz. Assim como na cor preta, este teor representa, com base na calibração do equipamento GroundEye®, a ausência de línter nas sementes. Logo, maior valor de matiz representa menor residual de línter após o processamento. Sendo que na maior dosagem, 70 mL, todos os tempos apresentaram bom deslntamento das sementes.

Tabela 5 - Percentual de matiz nas sementes de algodão, obtidas pela análise de imagem após o deslincamento, em função das doses de ácido sulfúrico e tempo de revolvimento ácido/semente.

Ácido sulfúrico (mL)	Tempo de revolvimento (min)			
	7	14	21	28
40	65,63 Bc	73,32 Bc	72,60 Bc	94,47 Ac
50	69,00 Cc	155,38 Ba	143,82 Bb	208,25 Ab
60	133,75 Bb	110,51 Cb	153,58 Bb	253,35 Aa
70	222,11 Aa	168,45 Ba	186,27 Ba	238,65 Aa
CV (%)	6,41			

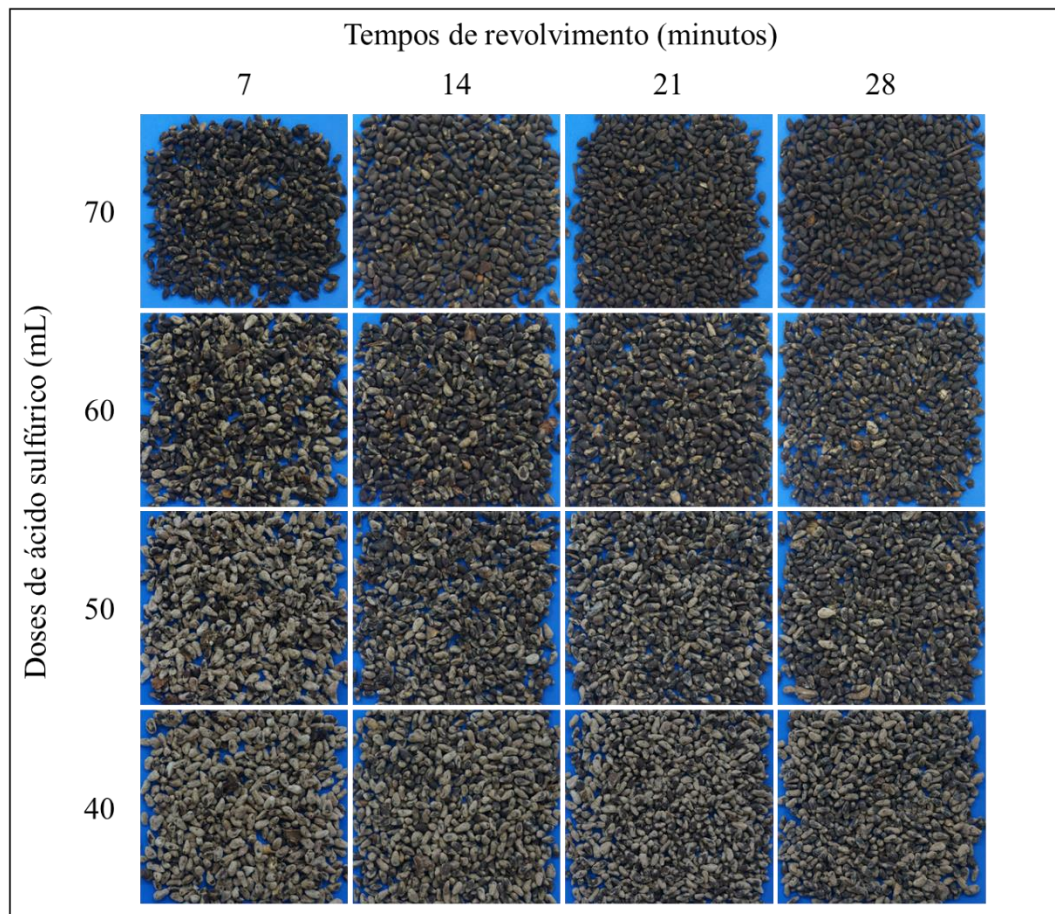
As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Por meio da análise de imagens e os dados estatísticos pode-se observar que as cores laranja e preto e os teores de brilho e matiz apresentaram relevância na constatação de presença e ausência do residual do línter nas sementes de algodão. Os percentuais de cor laranja e preta apresentam-se como bons indicadores para verificar se houve ou não deslincamento. Assim como os teores de brilho e matiz, em que de acordo com Lawless e Heymann (1999) matiz é a cor do objeto e brilho a luminosidade, sendo formas de se distinguir entre cores claras e escuras. Diante disto, infere-se que há relação direta entre estas características, em que a cor laranja e o teor de brilho representam a presença de residual de línter. Já a cor preta e o teor de matiz evidenciam maior deslincamento das sementes de algodão. Podendo-se utilizar esses parâmetros de cor para indicar residual de línter.

A dose de 70 mL foi a que apresentou melhores resultados em todos os tempos. Sendo que a dose de 60 mL no tempo de 28 minutos também obteve resultados significativamente semelhantes a estes, ao contrário dos tempos inferiores. Já as doses de 40 mL e 50 mL, em todos os tempos, não atingiram o deslincamento esperado.

Tais informações são condizentes a análises visuais, como comprovado pela imagem apresentada na figura 8.

Figura 8 - Sementes de algodão submetidas aos tratamentos.



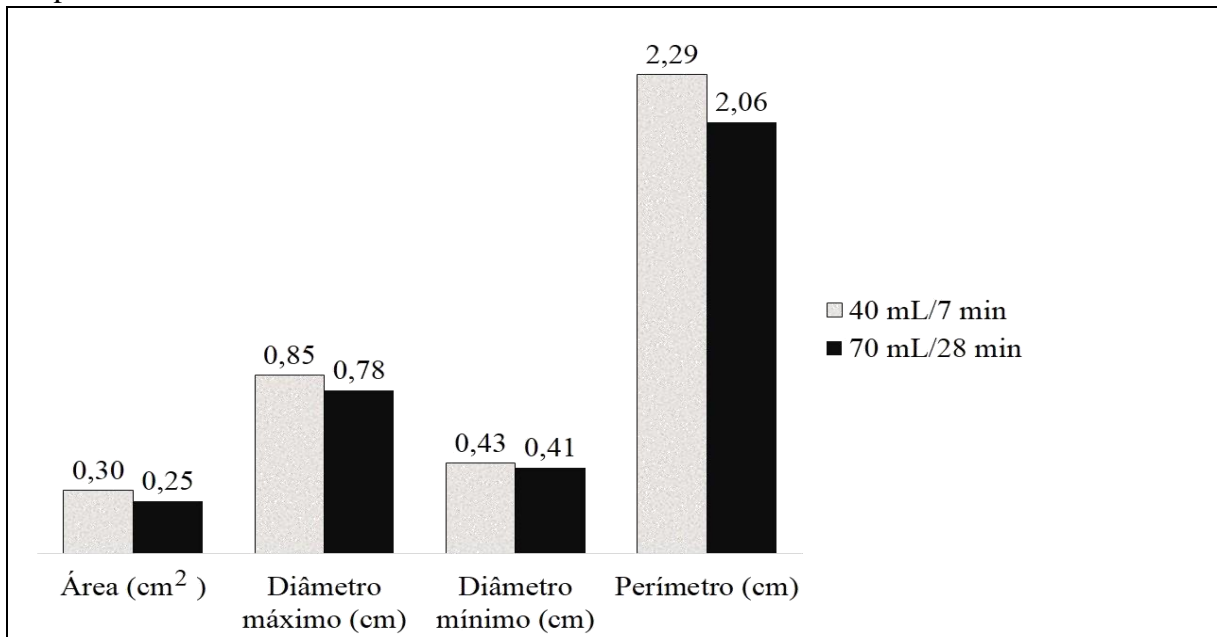
Fonte: Douglas Vaz-Tostes e Lorena Dumbá (2019)

Em todas as doses o deslincamento aumentou com o tempo. Sendo que na maior dose, independentemente do tempo, as sementes foram deslincadas, apresentando sua cor preta.

4.2 Tamanho das sementes

Para as análises morfológicas das sementes, após exposição ao ácido sulfúrico, em diferentes tempos, realizou-se medidas de área, dos diâmetros máximo e mínimo e do perímetro das sementes de algodão com o objetivo de detectar a eficiência dos tratamentos na remoção do línter (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 – Área, diâmetros máximo e mínimo e perímetro das sementes, obtidas pela análise de imagem após o deslntamento, em função da menor e maior dose de ácido sulfúrico e tempo de revolvimento ácido/semente.



Legenda: 40 mL/7 min - Médias das repetições no tratamento de menor dose no menor. 70 mL/ 28 min - Médias das repetições na maior dose no maior tempo.

Em todas as medidas avaliadas houve redução do tamanho das sementes quando expostas a maior concentração do ácido sulfúrico e maior tempo, em comparação as sementes que foram expostas a menor concentração de ácido e menor tempo de revolvimento.

Vaz-Tostes (2017) usando microscopia eletrônica de varredura para avaliar possíveis danos as sementes, com 6 doses de ácido sulfúrico (0, 20, 24, 28, 32 e 36 mL) e três tempos de revolvimento ácido/semente (2, 7 e 12 minutos), constatou o desgaste no deslntamento. Sendo visível somente na epiderme do tegumento, já a camada paliçádica e mesofilo não tiveram comprometimento.

Desta forma, o ácido sulfúrico atua na remoção do línter, mas não chega a penetrar na semente.

5 CONCLUSÕES

Com a utilização da técnica de análise de imagens na avaliação de sementes de algodão com línter, empregando o equipamento GroundEye S800[®], é possível inferir a ocorrência de deslntamento e quantificá-lo.

O GroundEye S800[®] é uma ferramenta eficiente para quantificar o nível de deslntamento.

É preciso avaliar a redução da área, diâmetros máximo e mínimo e o perímetro das sementes, em todos os tratamentos, para obter resultados mais precisos do residual de línter comparados às sementes sem línter e com línter.

São necessárias análises específicas no tegumento das sementes submetidas aos tratamentos deste trabalho para avaliar possíveis danos ao tegumento das sementes.

REFERÊNCIAS

- ABAPA. Associação Baiana dos Produtores de Algodão. **Relatório de Gestão – Biênio 2017-2018**. 1. ed. Bahia: ABAPA, 2019. 164 p.
- ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Relatório de Gestão – Biênio 2015-2016**. 1. ed. Brasília: ABRAPA, 2016. 381 p.
- ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudas. **Estatísticas: Resultado – Ano 2018**. Brasília, 2018. Disponível em: < <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>>. Acesso em: 31 mai. 2019.
- AMPA. Associação Matogrossense dos Produtores de Algodão. **História do Algodão**. Disponível em: < https://www.sincti.com/clientes/ampa/site/qs_historia.php>. Acesso em: 31 mai. 2019.
- 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.
- CHITARRA, L. G. **Aspectos bioquímicos, fisiológicos e sanitários de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) deslindadas 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. 5, n. 12. Brasília: Conab, 2018.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1, n. 3. Brasília: Conab, 2018.
- 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.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistema de Análises de Variância Para Dados Balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.
- FRAGA, C.A. et al. **Capacitação e Transferência de Tecnologia na Cultura do Algodão: Produção e beneficiamento de sementes**. Lavras, 2014. 173 p.

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

HOFFMASTER, A.L. et al. 2003. **An automated system for vigour testing threeday-old soybean seedlings**. *Seed Science and Technology* 31: 701-713 p.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. New York: Springer, 1999.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 25**, de 16 de dezembro de 2005. 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, 2005. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

MEDEIROS FILHO, S. **Avaliação da qualidade de sementes de algodão submetidas ao deslincamento químico, beneficiamento e armazenamento**. 1995. 115 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1995.

QUEIROGA, V. P.; MATA, M. E. R. M. C. Artigo Técnico: Métodos de Deslincamento Apropriados Para Sementes de Algodão Orgânicas e Convencionais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.20, n.1, p.83-101, 2018.

QUEIROGA, V. P.; BEZERRA, J. E. S.; CORREIA, L. J. Deslincamento 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.

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

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

VAZ-TOSTES, D.P. **Avaliação do deslincamento químico na qualidade de sementes de algodão**. 2017. 54 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2017.

VIEIRA, R.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 Informação Tecnológica, 1999. p. 430- 453.