



DOUGLAS PELEGRINI VAZ-TOSTES

**AVALIAÇÃO DO DESLINTAMENTO QUÍMICO NA
QUALIDADE DE SEMENTES DE ALGODÃO**

**LAVRAS-MG
2017**

DOUGLAS PELEGRINI VAZ-TOSTES

**AVALIAÇÃO DO DESLINTAMENTO QUÍMICO NA QUALIDADE DE SEMENTES
DE ALGODÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães
Orientador

Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga
Coorientador

**LAVRAS-MG
2017**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Vaz-Tostes, Douglas Pelegrini.

Avaliação do deslindamento químico na qualidade de sementes
de algodão / Douglas Pelegrini Vaz-Tostes. - 2017.

54 p. : il.

Orientador(a): Renato Mendes Guimarães.

Coorientador(a): Antônio Carlos Fraga.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Beneficiamento de sementes. 2. Línter. 3. Ácido sulfúrico. I.
Guimarães, Renato Mendes. II. Fraga, Antônio Carlos. III. Título.

DOUGLAS PELEGRINI VAZ-TOSTES

**AVALIAÇÃO DO DESLINTAMENTO QUÍMICO NA QUALIDADE DE SEMENTES
DE ALGODÃO**

**EVALUATION OF CHEMICAL DELINTING IN THE QUALITY OF COTTON
SEEDS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 4 de setembro de 2017.

Dr. Antônio Carlos Fraga UFLA

Dr. Antônio Rodrigues Vieira EPAMIG

Dr. Pedro Castro Neto UFLA

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães
Orientador

Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga
Coorientador

**LAVRAS-MG
2017**

A Deus, pela vida, saúde e força, nessa etapa tão importante.
Aos meus queridos e exemplares pais, Varne e Amélia, pelos conselhos, pelo
carinho, amor e dedicação.
A minha noiva e companheira Gabriela, pelo amor, carinho e apoio incondicional
em todos os momentos.
Aos meus irmãos Cassiano, Israel e Pedro, e aos meus sogros Plínio e Juliana, pelo
apoio e atenção nos momentos importantes.
A todos os meus amigos e familiares.
Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela honra de participar desta instituição, referência em ensino, pesquisa e extensão, onde pude desenvolver minha dissertação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo e apoio na execução da pesquisa, e às agências de fomento a pesquisa, CNPq, Fapemig e Finep, pelo apoio.

Ao meu orientador, prof. Renato Mendes Guimarães, e ao meu coorientador prof. Antônio Carlos Fraga, pela confiança, orientação, conhecimentos, companheirismo e profissionalismo.

Aos professores Pedro Castro Neto (UFLA) e Lucas Ambrosano (UEM), pelo apoio, dedicação, amizade, conhecimentos e profissionalismo.

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 Seed Care Institute – Syngenta, e ao Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultraestrutural da Universidade Federal de Lavras, no auxílio e disponibilidade do equipamento utilizado na pesquisa.

Aos pós-graduandos, Denilson, Diego, Geovani, Heloisa, Juliana, Leandro, Rucyan e Richard, e aos alunos de iniciação científica do setor de sementes da UFLA, pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e membros do Núcleo de Pesquisas em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel (G-óleo), à Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, à Olea, e a todos os professores e funcionários do Laboratório Central de Sementes da UFLA.

À secretária do programa de pós-graduação em Fitotecnia da UFLA, Marli, pela dedicação, paciência e comprometimento.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

“O homem nasceu para aprender, aprender tanto quanto a vida lhe permita.” (Guimarães Rosa)

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 o presente trabalho, avaliar os efeitos da aplicação de ácido sulfúrico em diferentes concentrações e por diferentes tempos, na retirada do línter, plantabilidade, danos no tegumento, sanidade e qualidade de sementes de algodão. Foram utilizadas sementes de algodão com línter, da variedade DP 1536 B2RF, produzidas na safra 2016/2017, fornecidas pela Cooperativa de Produtores Rurais de Catuti, localizada no município de Catuti, no Norte do estado e Minas Gerais. O lote de sementes foi caracterizado fisicamente antes do deslntamento pelas determinações de pureza física, porcentual de línter, peso de mil sementes e peso hectolítrico. O deslntamento químico foi realizado com ácido sulfúrico (98%) nas doses de 0, 20, 24, 28, 32 e 36 mL em 200 g de sementes com línter e com os tempos de revolvimento de 2, 7 e 12 minutos. Após o deslntamento foi realizado o teste de plantabilidade e microscopia eletrônica de varredura nas sementes. A qualidade das sementes foi determinada pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de emergência, condutividade elétrica, teste de sanidade e atividade isoenzimática. O deslntamento é alcançado com as doses de 32 e 36 mL nos tempos de 7 e 12 minutos. A dose de 32 mL no tempo de 12 minutos propicia melhor plantabilidade. Não houve danos significativos no tegumento das sementes. A incidência de fungos é alterada com o deslntamento. A qualidade das sementes é melhorada com o deslntamento.

Palavras-chave: Ácido sulfúrico. Beneficiamento de sementes. Línter. Agricultura Familiar.

ABSTRACT

In cotton ginning, where the fibers are separated from the seeds, it is not possible to remove the portion of short fibers adhered to the seeds, called linter. The linter may impair the quality of the seeds, and may also make it difficult to handle the seeds at the time of sowing. The objective of this work was to evaluate the effects of the application of sulfuric acid in different concentrations and by different times in linter removal, plantability, tegument damage, sanity and quality of cotton seeds. Were used cotton seeds with linter of the variety DP 1536 B2RF, produced in the 2016/2017 crop, provided by the Cooperativa de Produtores Rurais de Catuti, located in the municipality of Catuti, in the north of the state and Minas Gerais. The seed lot was physically characterized prior to delinting by determinations of physical purity, linter percentage, thousand seed weight and hectoliter weight. The chemical delinting was done with sulfuric acid (98%) at the doses of 0, 20, 24, 28, 32 and 36 mL in 200 g of seeds with linter and with the stirring times of 2, 7 and 12 minutes. After the delinting was performed the test of plantability and scanning electron microscopy in the seeds. Seed quality was determined by germination, first germination count, emergency speed index, electrical conductivity, sanity test and isoenzymatic activity. The delinting is achieved with the doses of 32 and 36 mL in the times of 7 and 12 minutes. The dose of 32 mL in the time of 12 minutes provides better plantability. There was no significant damage to seed coat. The incidence of fungi is altered with the delinting. The quality of the seeds is improved with the delinting.

Keywords: Sulfuric acid. Seed processing. Linter. Family agriculture

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Mapa de produção de algodão no Brasil.....	16
Figura 2 -	Mecanismo de deslntamento por flambagem.	19
Figura 3 -	Equipamento utilizado para o teste de plantabilidade.....	24
Figura 4 -	Gráfico de percentual de sementeira correta em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.	28
Figura 5 -	Imagens obtidas por meio de microscópio eletrônico de varredura (46X) de sementes de algodão.	29
Figura 6 -	Imagens do tegumento (parte superior) obtidas por meio de microscópio eletrônico de varredura (250X) de sementes de algodão.	30
Figura 7 -	Imagens do tegumento (parte direita) obtidas por meio de microscópio eletrônico de varredura (250X) de sementes de algodão.	30
Figura 8 -	Imagens do tegumento (parte inferior) obtidas por meio de microscópio eletrônico de varredura (250X) de sementes de algodão.	31
Figura 9 -	Imagens do tegumento (parte esquerda) obtidas por meio de microscópio eletrônico de varredura (250X) de sementes de algodão.	31
Figura 10 -	Imagem do tegumento do tratamento sem deslntamento, obtida por meio de microscópio eletrônico de varredura (250X) de semente de algodão.....	32
Figura 11 -	Imagem do tegumento do tempo de revolvimento ácido/semente de 2 minutos, obtida por meio de microscópio eletrônico de varredura (250X) de semente de algodão.....	33
Figura 12 -	Imagem do tegumento do tempo de revolvimento ácido/semente de 7 minutos, obtida por meio de microscópio eletrônico de varredura (250X) de semente de algodão.....	33
Figura 13 -	Imagem do tegumento do tempo de revolvimento ácido/semente de 12 minutos, obtida por meio de microscópio eletrônico de varredura (250X) de semente de algodão.....	34
Figura 14 -	Equação de regressão para condutividade elétrica em função das doses de ácido sulfúrico utilizadas no deslntamento das sementes.....	36
Figura 15 -	Equação de regressão para condutividade elétrica em função dos tempos de revolvimento ácido/semente utilizados no deslntamento.	36

Figura 16 - Equação de regressão para primeira contagem de germinação em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.....	38
Figura 17 - Equação de regressão para porcentagem de germinação em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.....	39
Figura 18 - Equação de regressão para o índice de velocidade de emergência (IVE) em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.	40
Figura 19 - Gráfico de incidência dos fungos encontrados no teste de sanidade de sementes de algodão	41
Figura 20 - Equação de regressão para porcentagem de incidência de <i>Penicillium</i> sp. em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.	42
Figura 21 - Equação de regressão para porcentagem de incidência de <i>Botryodiplodia theobromae</i> em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.....	42
Figura 22 - Atividade enzimática da esterase (EST) em sementes de algodão	44
Figura 23 - Atividade enzimática da superóxido dismutase (SOD) em sementes de algodão.	45
Figura 24 - Atividade enzimática da catalase (CAT) em sementes de algodão.	45
Figura 25 - Atividade enzimática da álcool desidrogenase (ADH) em sementes de algodão.	46
Figura 26 - Atividade enzimática da malato desidrogenase (MDH) em sementes de algodão.	47
Figura 27 - Atividade enzimática da isocitrato-liase em sementes de algodão.	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Área cultivada, produtividade e produção de algodão em caroço no Brasil..	15
Tabela 2 -	Resultados da caracterização física das sementes antes do processo de deslintamento.....	27
Tabela 3 -	Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) da condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), incidência de <i>Botryodiplodia theobromae</i> (I. BOT) e incidência de <i>Penicillium</i> sp. (I. PEN).	35
Tabela 4 -	Coeficiente de correlação linear simples (r) entre as variáveis nos testes de qualidade fisiológica, vigor e sanidade de sementes de algodão.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	A cadeia produtiva do algodão	14
2.2	Qualidade de sementes	16
2.3	Deslintamento de sementes de algodão	17
2.3.1	Deslintamento mecânico	18
2.3.2	Deslintamento por flambagem	19
2.3.3	Deslintamento químico	19
2.4	Deterioração de sementes	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	Caracterização física	22
3.2	Deslintamento químico	22
3.3	Plantabilidade	23
3.3	Microscopia eletrônica de varredura	24
3.4	Qualidade fisiológica	25
3.5	Qualidade sanitária	25
3.6	Atividade de isoenzimas	26
3.7	Delineamento experimental e estatística	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Caracterização física	27
4.2	Plantabilidade	28
4.3	Microscopia eletrônica de varredura	29
4.4	Qualidade fisiológica e vigor	34
4.5	Qualidade sanitária	40
4.6	Atividade de isoenzimas	44
5	CONCLUSÕES	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro representa uma das atividades agrícolas mais importantes para o Brasil, não somente no âmbito da produção de matéria-prima para a indústria têxtil, como também pela utilização de seus subprodutos que possuem outras importantes finalidades.

O sistema de produção de algodão no Brasil é caracterizado, principalmente, pelo sistema do agronegócio, ou seja, por produtores com grandes extensões de áreas de cultivo e que são responsáveis pela maior parcela da produção e se utilizam das principais tecnologias disponíveis na atualidade, inclusive com sementes deslindadas e tratadas. Outro sistema de produção de algodão existente no Brasil, em menor escala, é o de agricultura familiar, que não possui todas as tecnologias disponíveis, e se utiliza ainda, de sementes com línter (brancas), que geralmente são de qualidade fisiológica inferior, o que é decisivo para o pequeno agricultor não atingir níveis de produtividade satisfatórios.

O desenvolvimento de novas tecnologias tem contribuído para o aumento da produtividade da cultura do algodão e para a produção de sementes com padrões mínimos de qualidade. Diversos fatores podem influenciar na qualidade das sementes de algodão, que podem ocorrer no campo, antes e durante a colheita, e por outros fatores que podem ocorrer no período de pós-colheita, podendo assim, se estender pelas etapas de beneficiamento, deslindamento e armazenamento.

No descaroçamento do algodão, quando as fibras são separadas das sementes, não se consegue remover toda a fibra, e uma porção fica aderida nas sementes, que se denomina línter. O línter pode prejudicar a qualidade fisiológica das sementes, e também pode dificultar o manuseio das sementes no momento de semeadura.

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

Diante do exposto e da importância da cultura do algodão para a agricultura familiar, e a necessidade de se produzir sementes com qualidade, que possui ação direta sobre a produtividade, é que se propôs o presente trabalho, com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de ácido sulfúrico em diferentes concentrações e por diferentes tempos na retirada do línter, plantabilidade, danos no tegumento, sanidade e qualidade de sementes de algodão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cadeia produtiva do algodão

O algodoeiro (*Gossypium* sp.), em especial o *G. hirsutum* L., é uma das principais espécies domesticadas pelo ser humano, dentre as mais de 230 mil espécies de plantas superiores denominadas de espermatófitas. Dentre as espécies domesticadas é a única tida como trina em termos econômicos, sendo capaz de produzir fibra, que nos dias de hoje ainda veste quase metade da humanidade, óleo que se destina a alimentação humana, para produção de energia, e para o aproveitamento da torta na nutrição animal (ABRAPA, 2016).

As primeiras referências da cultura do algodoeiro datam de muitos séculos antes de Cristo. Nas Américas, há evidências de que civilizações incas utilizavam o algodão para o artesanato têxtil, em virtude de vestígios milenares encontrados no Peru. No cenário brasileiro, os indígenas 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).

A cotonicultura é uma das principais atividades, destacando-se tanto na geração de renda, na ocupação de mão de obra e na geração de empregos em todo o mundo. No cenário atual brasileiro, o agronegócio do algodão movimenta um valor global de mais de 120 bilhões de reais. Anualmente, em todo mundo, são plantados mais de 33 milhões de hectares de algodão, sendo a maioria destas áreas em regime de irrigação e com uma produção estimada em torno de 25 milhões de toneladas de pluma (ABRAPA, 2016).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017), nas últimas safras, esta atividade apresenta grande destaque na agricultura brasileira, conforme Tabela 1.

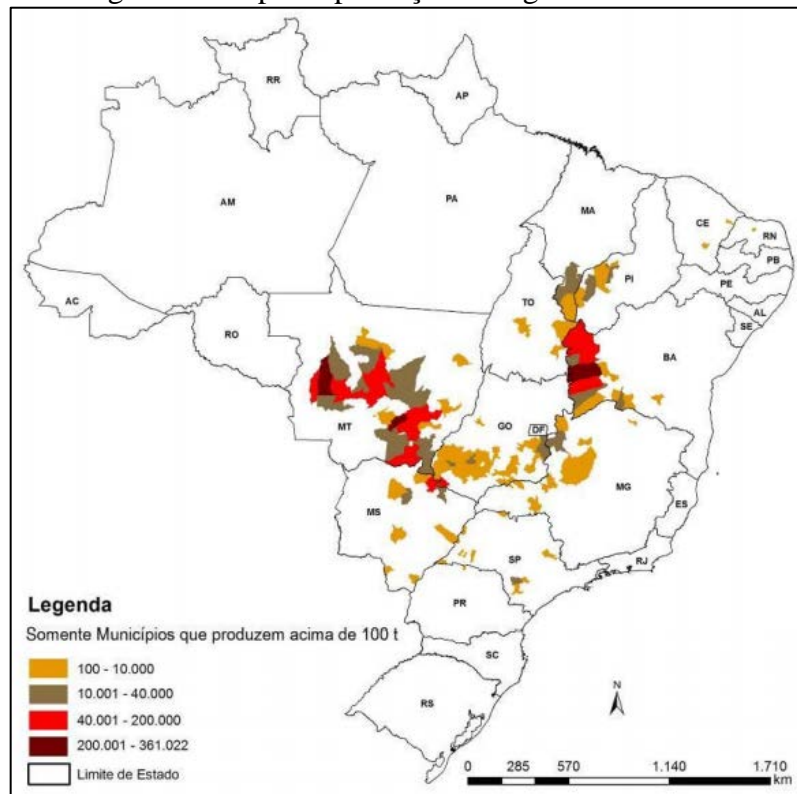
Tabela 1 - Área cultivada, produtividade e produção de algodão em caroço no Brasil.

REGIÃO	ÁREA (mil hectares)			PRODUTIVIDADE (kg/ha)		PRODUÇÃO (mil t)	
	Safra 15/16	Safra 16/17	% área	Safra 15/16	Safra 16/17	Safra 15/16	Safra 16/17
NORTE	7,3	4,8	0,4	2831	3724	20,7	17,9
NORDESTE	262,3	229,2	25	2703	3675	709	842,2
CENTRO- OESTE	660,4	669	72	3653	3986	2412,7	2666,6
SUDESTE	23,8	22,8	2,5	3400	3695	80,9	84,2
SUL	0,9	0,9	0,1	2179	2179	2	2
BRASIL	954,7	925,8	100	3378	3900	3225,3	3610,9

Fonte: (CONAB, 2017).

Atualmente, a cotonicultura brasileira é amplamente dominada por grandes plantações no cerrado da região centro-oeste (ABRAPA, 2016), mas também, com grande destaque para a produção localizada na região denominada Matopiba, que é a junção fronteira dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Outras regiões também se destacam na produção de algodão (FIGURA 1).

Figura 1 - Mapa de produção de algodão no Brasil.



Fonte: (CONAB, 2017).

Segundo dados da Associação Brasileira de Sementes e Mudas (ABRASEM, 2016), a produção de sementes nacional na safra 2013/2014 foi de 20.224 toneladas, com uma demanda na safra 2014/2015 de 10.171 toneladas, apresentando uma taxa de utilização de 57%. Os maiores estados produtores e consumidores de sementes de algodão foram: Mato Grosso com uma produção de 8.406 toneladas de sementes na safra 2013/2014 e uma demanda de 5,627 toneladas de sementes na safra 2014/2015, apresentando uma taxa de utilização de 60%; e Bahia com uma produção de 10,435 toneladas de sementes na safra 2013/2014 e uma demanda de 3,188 toneladas de sementes na safra 2014/2015, apresentando uma taxa de utilização de 55%.

2.2 Qualidade de sementes

A semente é o principal insumo dentro de um sistema de produção agrícola, pelo fato de se constituir na principal forma de propagação da maioria das culturas e, carregar consigo um pacote tecnológico, fruto de diversas pesquisas, capaz de proporcionar o surgimento de sementes de alta qualidade (MARCONDES; MIGLIORANZA; FONSECA, 2005).

A cultura do algodão, não diferentemente das demais, possui como fator principal de garantia de sucesso, uma semeadura realizada com sementes de alta qualidade, com potencial

de produzir plantas vigorosas e produtivas, de maneira uniforme e no menor tempo possível (NAKAGAWA, 1999).

A qualidade de sementes de algodão consiste basicamente no somatório dos atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários, que afetam diretamente a capacidade de se obter plantas de alta produtividade. Estes atributos podem influenciar a qualidade durante o processo de produção no campo, antes e durante a colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2004).

Dentro da qualidade de sementes, o atributo físico é caracterizado pela proporção de componentes físicos presentes no lote, são eles: sementes puras, sementes silvestres, outras sementes cultivadas e materiais inertes. A condição 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 da semente é avaliada por dois aspectos fundamentais: viabilidade e vigor. A viabilidade é avaliada principalmente pelo teste de germinação, que objetiva determinar a máxima germinação da semente sob condições de temperatura e umidade favoráveis. O vigor é um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico da semente, ou seja, é a capacidade de uma semente germinar e gerar plântula normal, exposta em diferentes e adversas condições de ambiente (MARCOS FILHO, 1999).

Um dos principais fatores para o sucesso da cultura do algodoeiro é a obtenção de sementes com qualidade física, fisiológica e sanitária, capazes de proporcionar o estabelecimento de campos produtivos, com população ideal e plântulas uniformes e vigorosas (KIKUTI et al., 2002).

2.3 Deslintamento de sementes de algodão

Como resultado da colheita da cultura do algodão, tem-se o algodão em caroço, que é composto por sementes que estão ligadas às fibras, estas que são comercializadas principalmente para a indústria têxtil (FREIRE, 2015).

Dentro da indústria há a necessidade da separação da fibra, que é realizada por máquinas dotadas de serras e rolos, e este processo denomina-se descaroçamento. 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).

O deslintamento da semente de algodão consiste na retirada do línter que está disposto ao redor da semente. Essas fibras são responsáveis pela diminuição de absorção de água, prejudicando assim, a germinação das sementes de algodão (FREIRE, 2015).

Para a obtenção de sementes com alto padrão de qualidade e vigor, o processo de deslintamento é de fundamental importância para aumentar a absorção de água, facilitar o manuseio da semente nas semeadoras, contribuir para um armazenamento eficiente, facilitar seu beneficiamento e, logo, sua emergência no campo (MEDEIROS FILHO, 1995).

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.

2.3.1 Deslintamento mecânico

O deslintamento mecânico é realizado logo após o processo de descaroçamento. As deslintadoras mecânicas utilizadas nessa operação são formadas por várias serras bem próximas umas das outras e que realizam um movimento rotativo que retira parte do línter. Para Chitarra (1996), é necessário que esse processo se repita por mais de uma vez, para que seja eficiente a retirada do línter. Porém, após o deslintamento mecânico, por ainda haver um residual de línter, as sementes se aglomeram e podem dificultar futuramente no processo de semeadura no campo, por não escoar corretamente nos dutos das máquinas semeadoras, impossibilitando assim, a regulagem correta da semeadora, e acarretando em uma operação de semeadura indesejada (BALTIERI, 1993).

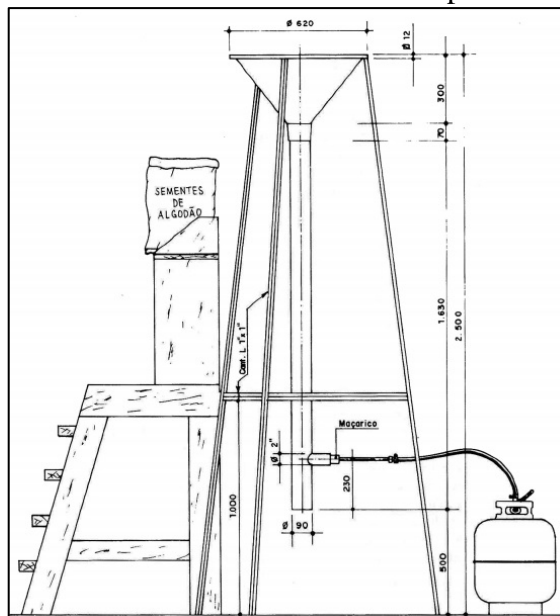
Durante este método de deslintamento, podem ocorrer danos mecânicos nas sementes, como rachaduras e cortes profundos, sendo estes pontos de entrada de microrganismos. Para Delouche (1981), a probabilidade de ocorrer danos mecânicos neste processo é proporcional ao teor de água presente nas sementes no momento do deslintamento, ou seja, quanto maior a umidade das sementes, maior a chance da ocorrência de danos e, conseqüentemente, menor deverá ser o percentual de germinação no campo e o tempo de conservação dessas sementes no armazenamento.

No processo de deslintamento pelo método mecânico não é possível a retirada total do línter que envolve a semente. Assim, para uma maior eficiência na retirada do línter, novos métodos foram desenvolvidos, como o método de deslintamento por flambagem e o químico.

2.3.2 Deslintamento por flambagem

O método de deslintamento por flambagem é um processo complementar ao deslintamento mecânico, pois o método mecânico não retira na sua totalidade o línter das sementes de algodão. O processo consiste na passagem das sementes por 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 2). De acordo com o nível desejado de retirada do línter, faz-se necessário repetir a passada das sementes no flambador por duas ou até três vezes, para uma remoção mais eficiente (QUEIROGA; BEZERRA; CORREIA, 1993).

Figura 2 - Mecanismo de deslintamento por flambagem.



Fonte: Queiroga, Bezerra e Correia (1993).

Segundo Patrício (1991), além da retirada do línter, esse método de deslintamento aumenta a qualidade fitossanitária das sementes, por eliminar microrganismos aderidos ao línter. Porém, não é o método mais usual devido à sua dificuldade de reprodução industrial, alto risco de incêndio na unidade de beneficiamento de sementes, e também por causar danos na qualidade fisiológica das sementes.

2.3.3 Deslintamento químico

O processo de deslntamento químico é realizado com a utilização de ácido para degradar o lnter aderido na semente de algodão. Esse processo pode ser feito por via úmida (H_2SO_4 – ácido sulfúrico) ou por via seca (HCl – ácido clorídrico) e ambos são eficientes na remoção do lnter aderido as sementes (FREIRE, 2015).

No processo por via úmida, o mais eficiente e usual na atualidade, a semente de algodão revestida com lnter é colocada em um tanque ou reator, onde é adicionado o ácido sulfúrico e faz-se a agitação. Nesse tempo ocorre a degradação do lnter, tendo como produto final, as sementes sem lnter, o lnter degenerado, ácido e glicose. Após o contato com o ácido a semente deve ser lavada com água corrente em abundância e, em seguida, neutralizada por uma solução de hidróxido de cálcio, para remover o ácido remanescente nas sementes, e finalmente devem ser secadas naturalmente à sombra antes do tratamento químico com fungicidas (BELTRÃO; AZEVEDO, 2008).

Queiroga et al. (2013) constataram que o deslntamento das sementes de algodoeiro com ácido sulfúrico tem poder desinfestante, pois em seus ensaios, as sementes deslntadas foram menos infectadas por microrganismos.

No processo por via seca, as sementes com lnter são colocadas em um tambor rotativo e hermeticamente fechado. O agente deslntador é o ácido clorídrico na forma de gás, cuja eficiência neste método aumenta com a temperatura. A ação do gás sobre o lnter, à temperatura de $48^\circ C$, provoca sua cristalização e eliminação na forma de pó. Após o deslntamento as sementes apresentam-se com pH muito baixo, sendo necessário a neutralização desta acidez com amônia anidra (FREIRE, 2015).

2.4 Deterioração de sementes

A deterioração de sementes é um processo degenerativo, irreversível e contínuo, que envolve vários eventos físicos, bioquímicos e fisiológicos, resultando em uma queda progressiva na qualidade de sementes e fatalmente na perda da viabilidade (VIEIRA et al., 2002).

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, cuja velocidade deste processo dependerá das condições em que a semente foi exposta no campo, dos métodos de colheita, secagem, beneficiamento e das condições de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Especificamente em sementes de algodão, além dos fatores mencionados anteriormente que podem influenciar no processo de deterioração, o descarçamento, deslincamento e também o armazenamento temporário dos fardos no campo, podem causar efeitos na qualidade, acelerando assim, a deterioração (SILVA et al., 2006).

A deterioração nas sementes ocorre de forma gradativa, em uma sequência de eventos de ordem física, bioquímica e fisiológica, onde se destacam o esgotamento de reservas; diminuição da atividade enzimática; peroxidação de lipídeos e reações não enzimáticas (PRIESTLEY; WARNER; LEOPOLD, 1986); quebra parcial das proteínas; danificação dos sistemas de permeabilidade de membranas celulares, com aumento da permeabilidade e desorganização das membranas celulares, queda da atividade respiratória e produção de energia celular, diminuição da velocidade e da capacidade de germinação e redução de plântulas normais.

A perda de integridade e desestruturação de membranas é o primeiro sinal de deterioração de sementes para muitos autores, contudo, outros indicam que antes do processo de deterioração atingir as membranas, ocorre um aumento da atividade ou inativação de algumas enzimas, que nesse caso, pode ser um indicativo do início do processo deteriorativo das sementes. As isoenzimas são grupos enzimáticos que possuem afinidade pelo mesmo substrato, e a técnica de determinação da atividade isoenzimática tem sido utilizada em várias pesquisas como uma ferramenta para verificação da deterioração, pois é possível identificar onde ocorrem alterações em nível celular, e obter afirmações mais seguras sobre as reais causas dos eventos deteriorativos e suas responsabilidades na redução da qualidade das sementes (CAMARGO, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes e no Laboratório de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras – MG, nos anos de 2016 e 2017. Foram utilizadas sementes de algodão com línter da variedade DP 1536 B2RF, produzidas na safra 2016/2017, fornecidas pela Cooperativa de Produtores Rurais de Catuti, localizada na cidade de Catuti, região norte do estado de Minas Gerais.

3.1 Caracterização física

A caracterização física do lote de sementes foi avaliada antes do processo de deslntamento químico pelas seguintes determinações:

- a) Peso de mil sementes e peso hectolítrico – foi determinado conforme metodologia descrita pela RAS - Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em gramas e em kg/hL, respectivamente;
- b) Pureza física – a análise foi realizada com amostras de 1000 g, em cinco repetições. As impurezas foram separadas manualmente em sementes puras, outras sementes, e material inerte e pesadas em uma balança de precisão com uso de uma casa decimal, conforme metodologia descrita pela RAS (BRASIL, 2009). O resultado foi expresso em percentual de sementes puras;
- c) Percentual de línter – foram separadas quatro amostras de dez sementes, que foram pesadas em balança com uso de duas casas decimais. As sementes foram raspadas com o auxílio de uma lâmina para a retirada manual do línter e pesadas novamente. Pela diferença de peso antes e após a retirada do línter, foi calculada a percentagem de línter do lote de sementes.

3.2 Deslntamento químico

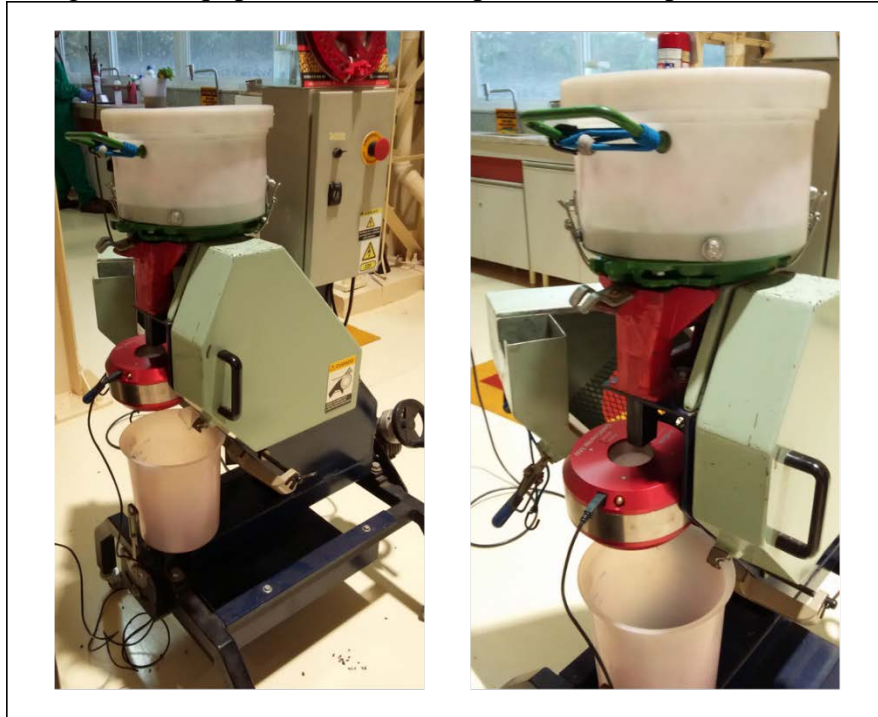
Para a determinação das doses de ácido sulfúrico e os tempos de revolvimento que foram utilizados no ensaio de deslntamento, foi realizado um pré-teste. Assim, definiu-se que as doses de ácido sulfúrico e os tempos de revolvimento seriam: Ácido sulfúrico 98% em 200 gramas de sementes com línter: 20, 24, 28, 32 e 36 mL. Os tempos de revolvimento ácido/sementes: 2, 7 e 12 minutos.

As sementes foram pesadas em amostras de duzentos gramas e colocadas em copo Becker de vidro, com capacidade de 1 litro, logo foi adicionado o ácido sulfúrico. A mistura ácido-sementes foi revolvida com auxílio de uma espátula de plástico por respectivos tempos. Após, as sementes foram lavadas em água corrente, sobre uma peneira por 1 minuto, a fim de retirar o excesso de ácido. Em seguida, foram neutralizadas em uma solução concentrada de hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 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. Novamente as sementes foram colocadas em um copo Becker de vidro de 1 litro contendo água por 1 minuto, para efetuar a última lavagem e também onde foram retiradas as sementes chochas e mal granadas que sobrenadaram no recipiente. Finalmente as sementes foram colocadas em camada única sobre papel toalha para secar à sombra, sobre a bancada do laboratório, em temperatura ambiente, durante 24 horas.

3.3 Plantabilidade

O teste de plantabilidade das sementes foi realizado no *Seed Care Institute* – Syngenta, na cidade de Holambra - SP. Para a realização do teste foi utilizada uma semeadora de provas a disco provida de um sensor eletrônico chamado *CornCounter* (FIGURA 3). O *CornCounter* é um equipamento desenvolvido em parceria entre a Syngenta e a Syneltro, sendo utilizado na empresa em todos os lotes comercializados para determinar a porcentagem de semeadura correta, em simulação de semeadura de campo. Foram utilizadas 1000 sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem de semeadura correta.

Figura 3 - Equipamento utilizado para o teste de plantabilidade.



Fonte: Do autor (2016).

3.3 Microscopia eletrônica de varredura

Com o intuito de verificar algum tipo de degradação no tegumento das sementes após o deslntamento, foi realizada uma análise com uso de um microscópio eletrônico de varredura. Foram realizados cortes transversais na parte central de uma semente dos tratamentos de 36 mL de ácido sulfúrico nos tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente, e no controle que não houve deslntamento. As sementes de cada tratamento foram imersas em solução fixativa (Karnovsky's modificado), pH 7,2 por 24 horas. Em seguida, foram lavadas em tampão cacodilato por três vezes. A pós-fixação foi feita em tetróxido de ósmio 1%, por uma hora. Após esse período, foram realizadas lavagens com água destilada por três vezes e desidratação em gradiente de acetona (25, 50, 75, 90 e 100%) durante 10 minutos. As amostras foram levadas para o aparelho de ponto crítico, onde se eliminou todo o resíduo de acetona para posterior montagem em stubs para revestimento com ouro. As imagens foram obtidas em quatro partes no tegumento (superior, direita, inferior e esquerda) em microscópio eletrônico de varredura LEO Evo 40.

3.4 Qualidade fisiológica

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada após o deslincamento e com um tratamento controle com a presença de linter, pelas seguintes determinações:

- a) Germinação – foram utilizadas 4 amostras contendo 25 sementes, semeadas em rolo de papel germitest, umedecidos com 2,5 vezes o peso do substrato em água destilada, e mantidas em germinador a 25° C, realizando-se a primeira contagem ao quarto dia e a última aos doze dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009);
- b) Índice de velocidade de emergência (IVE) – foram utilizadas 4 amostras de 25 sementes. A semeadura foi realizada em canteiro com substrato terra-areia na proporção 1:1, e foram realizadas contagens diárias, no mesmo horário, de plântulas emergidas do solo, até 14 dias após a semeadura. O IVE foi cálculo usando a metodologia proposta por Maguire (1962);
- c) Condutividade elétrica – foi realizada com 4 repetições de 25 sementes. Após serem contadas, as sementes foram previamente pesadas e colocadas para embeber em 75 mL de água deionizada, contida em copos plásticos. Em seguida foram mantidas em BOD, à temperatura constante de 25 °C, permanecendo por 24 horas (BRANDÃO JUNIOR et al., 1997). A condutividade elétrica da solução foi medida por meio de condutivímetro da marca Gehaka, modelo CG 1800, com os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

3.5 Qualidade sanitária

A qualidade sanitária das sementes foi verificada pelo teste de sanidade, utilizando o método do papel de filtro ou *Blotter test*, com 4 repetições de 25 sementes, dispostas em placa de Petri com 15 cm de diâmetro, contendo duas folhas de papel filtro umedecido com água + 2,4-D (2,4-diclorofenoxyacetato de sódio) a 0,02%. As placas foram mantidas em câmara de incubação a 20 °C e fotoperíodo de 12 horas por sete dias e, posteriormente, foi avaliada a incidência de fungos nas sementes, com o auxílio de microscópio estereoscópio.

3.6 Atividade de isoenzimas

Primeiramente foram separadas 50 sementes de cada tratamento, que foram maceradas com o auxílio de um almofariz e pistilo, em presença de PVP e nitrogênio líquido e armazenadas a -86°C .

Foi realizada a lavagem do macerado, ou seja, a retirada do óleo do material, onde 100 mg do macerado de sementes foi colocado em um microtubo de 1,5 mL. As amostras foram colocadas em uma capela onde foi aplicado 300 μL de éter etílico e 300 μL de água destilada, logo foram homogeneizadas e ficaram em repouso por 1 hora. Após, o material foi centrifugado a 14.000 rpm, em 4°C por 30 minutos e foi retirado o sobrenadante com o auxílio de uma espátula.

Para a extração das isoenzimas, foi utilizado o tampão Tris HCl (Tris Hidroximetilamino), 0,2M pH 8, mais 0,1% de β mercaptoetanol, na proporção de 250 μL por 100 mg de sementes, homogeneizado e mantido por 12 horas a 4°C , seguido de centrifugação a 14.000 rpm por 30 minutos a 4°C .

A corrida eletroforética foi realizada em sistema de géis de poliacrilamida a 7,5% (gel separador) e 4,5% (gel concentrador). O sistema gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina pH 8,9. Foram aplicados 50 μL do sobrenadante da amostra e a corrida efetuada a 120 V por 6 horas (ALFENAS, 2006). Terminada a corrida, os géis foram revelados para os sistemas isocitrato liase, esterase, superóxido dismutase, catalase, malato desidrogenase e álcool desidrogenase, conforme Kitamura (1984).

3.7 Delineamento experimental e estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições para as determinações da qualidade fisiológica e sanitária das sementes. Foi utilizado o esquema fatorial 6×3 , correspondente a 6 doses de ácido sulfúrico (0, 20, 24, 28, 32 e 36 mL) e 3 tempos de revolvimento ácido/semente (2, 7 e 12 minutos). Os dados foram submetidos à análise de variância, regressão e correlação, com a utilização do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização física

As sementes de algodão variedade DP 1536 B2RF utilizadas no trabalho foram caracterizadas fisicamente antes do procedimento de deslinteramento, conforme resultados expressos na Tabela 2. Esta análise foi importante do ponto de vista de caracterização das sementes, pois o processo de deslinteramento pode ser afetado por vários fatores, dentre eles, a pureza do material e o percentual de línter da semente.

Tabela 2 - Resultados da caracterização física das sementes antes do processo de deslinteramento.

Caracterização física			
Pureza física	Percentual de línter	Peso médio 1000 sementes	Peso hectolítrico
95,4%	21,04%	82,85 g	21,5 kg/hL

Vale ressaltar, que a pureza física de 95,4% foi inferior à exigida para comercialização de sementes sem línter, que é de 98% (BRASIL, 2013). Contudo, esta análise foi realizada antes do processo de deslinteramento e beneficiamento. Se realizado um beneficiamento, que não foi o objetivo deste trabalho, este valor possivelmente seria ampliado. Medeiros Filho (1995) encontrou resultados de 98,3% de pureza quando avaliou sementes de algodão com línter.

O resultado de 21,04% de línter na semente utilizada no trabalho foi importante para caracterizar o material utilizado, pois após passarem pelo descaroçamento, as sementes podem variar essa porcentagem de línter devido a regulagem da máquina descaroçadora. Este resultado demonstrou que a usina de beneficiamento da cooperativa de Catuti, ainda deixou muito línter nas sementes.

Na análise do peso médio de mil sementes, o resultado foi de 82,85 g. Cocco (2012) encontrou resultado de 94,60 g quando analisou sementes deslinteradas. Já Santos et al. (2001) relataram em seu trabalho, peso de mil sementes de 103,52 g em sementes provenientes dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás, que foram deslinteradas quimicamente com ácido sulfúrico.

O resultado do peso hectolítrico é importante, pois permite planejar ações para armazenamento do lote. Segundo a RAS, Brasil (2009), o peso hectolítrico é uma característica

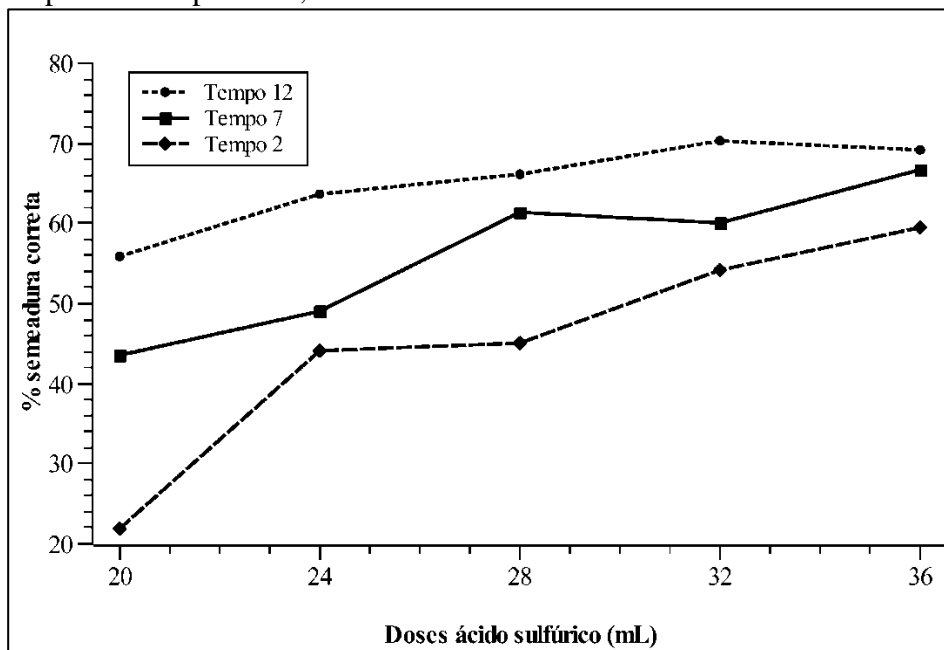
varietal influenciada por vários fatores, dentre eles, o clima, a adubação, o beneficiamento e o tratamento químico da semente.

4.2 Plantabilidade

Foi realizado o teste de plantabilidade para determinação da porcentagem de semeadura correta, que com os ajustes prévios de estande final de plantas desejável e espaçamentos entre linhas, o equipamento realiza uma simulação de uma semeadora de campo.

Os resultados demonstraram que em todos os tempos de revolvimento ácido/semente, o percentual de semeadura correta foi crescente, com o aumento das doses de ácido sulfúrico utilizadas no deslincamento das sementes (FIGURA 4). Porém, o tempo de 12 minutos para as doses de 20, 24 e 32 ml obteve os melhores resultados comparados aos demais tempos, para a dose de 36 mL não ficou tão evidente. No tempo de 12 minutos as sementes tiveram maior fluidez no equipamento de plantabilidade. Portanto, em situação de campo, resultará em uma semeadura com menos falhas e com um estande de plantas mais uniforme.

Figura 4 - Gráfico de percentual de semeadura correta em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.



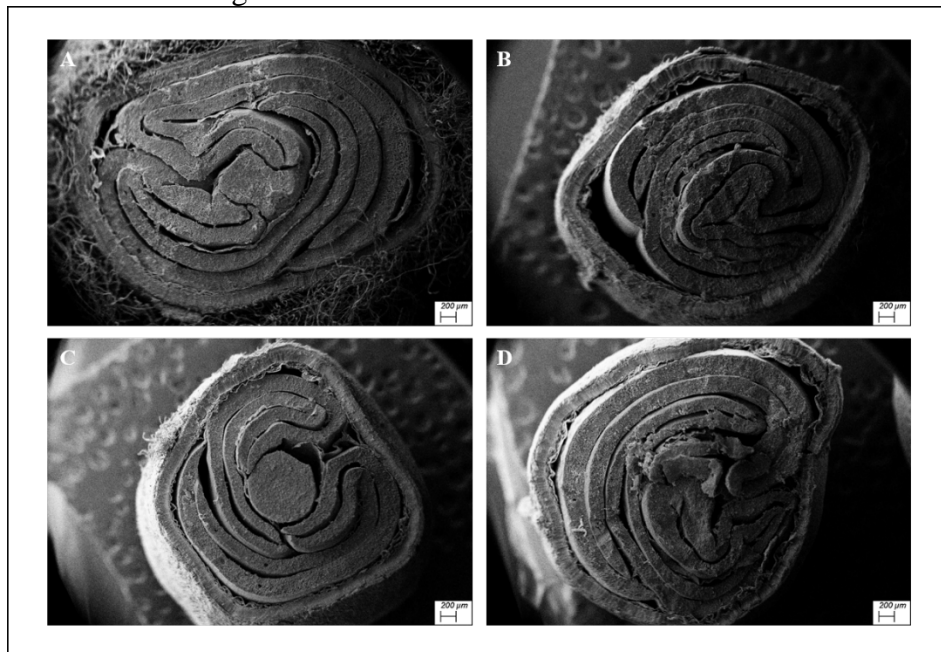
Em qualquer tempo de revolvimento, à medida que aumentou a dosagem de ácido, aumentou a plantabilidade, e nas doses de 24 a 32 mL os ganhos foram melhores, sendo que os ganhos a partir de 32 mL foram mínimos.

É importante destacar, que as sementes após o deslntamento não passaram por nenhum tipo de tratamento, que normalmente as empresas produtoras de sementes utilizam para facilitar a sementeira, como por exemplo, o uso de pó de grafite, revestimento, dentre outros, assim, estes valores de sementeira correta, correspondem à realidade deste trabalho. Lagôa (2011), em sua pesquisa com sementes de milho superdoce, afirma que o revestimento das sementes é eficiente na redução das falhas e de sementes duplas, melhorando a eficiência do processo de sementeira.

4.3 Microscopia eletrônica de varredura

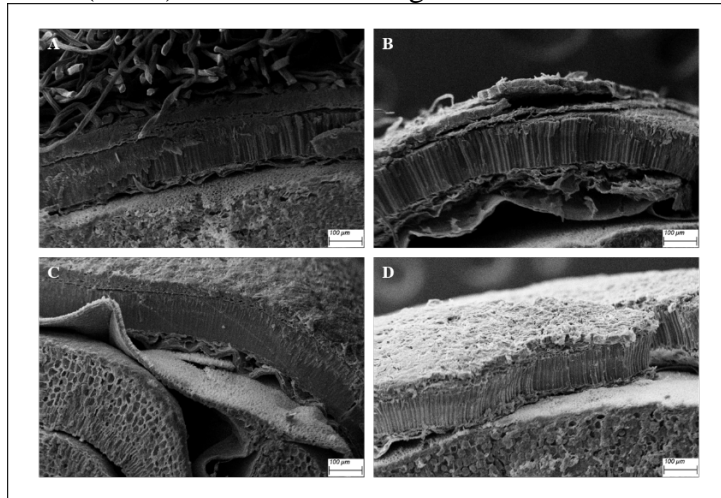
As imagens obtidas com o uso do microscópio eletrônico de varredura estão apresentadas nas Figuras 5, 6, 7, 8 e 9 respectivamente.

Figura 5 - Imagens obtidas com o uso de microscópio eletrônico de varredura (46X) de sementes de algodão.



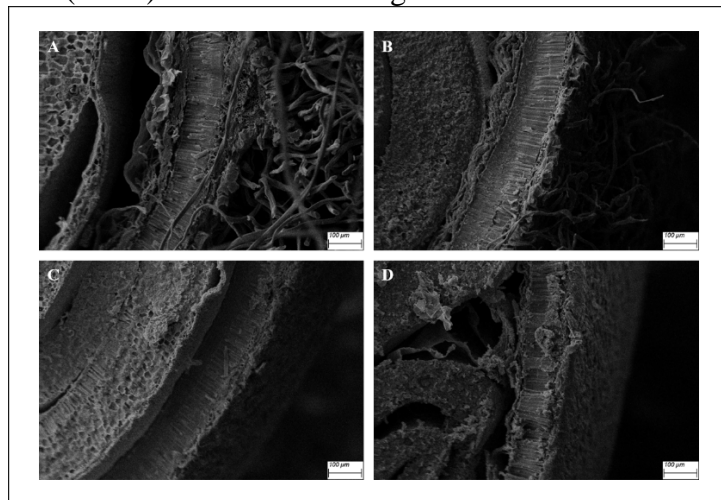
Legenda: corte transversal realizado na porção central da semente; A – sem deslntamento; B – tempo de 2 minutos; C – tempo de 7 minutos e D – tempo de 12 minutos.

Figura 6 - Imagens do tegumento (parte superior) obtidas com o uso de microscópio eletrônico de varredura (250X) de sementes de algodão.



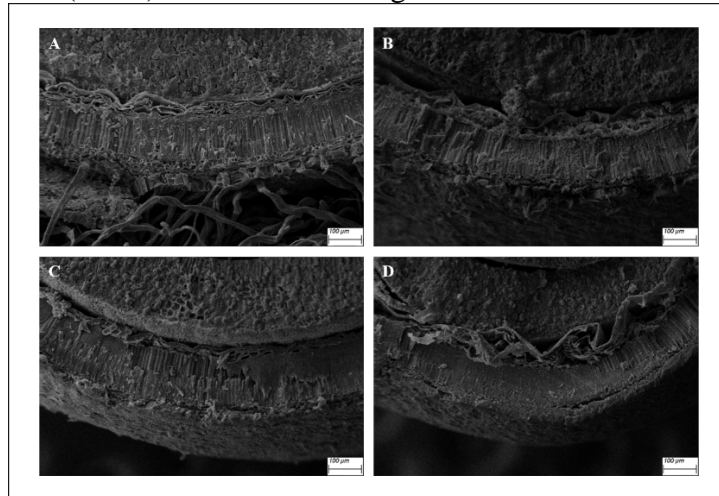
Legenda: corte transversal realizado na porção central da semente, com foco na parte superior do tegumento; A – sem deslignificação; B – tempo de 2 minutos; C – tempo de 7 minutos e D – tempo de 12 minutos.

Figura 7 - Imagens do tegumento (parte direita) obtidas com o uso de microscópio eletrônico de varredura (250X) de sementes de algodão.



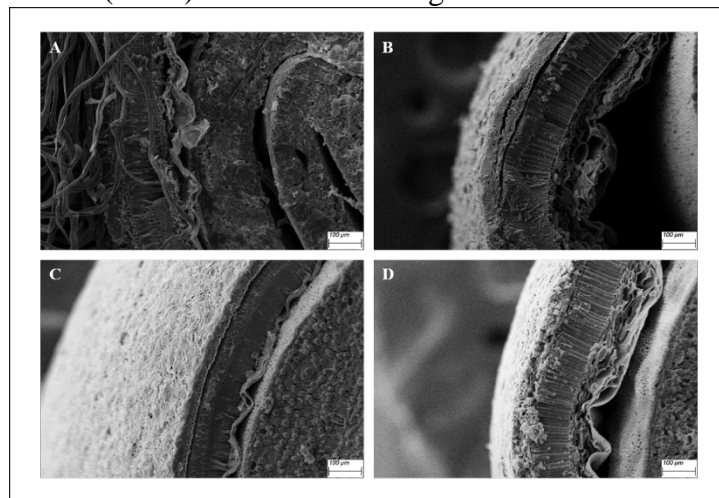
Legenda: corte transversal realizado na porção central da semente, com foco na parte direita do tegumento; A – sem deslignificação; B – tempo de 2 minutos; C – tempo de 7 minutos e D – tempo de 12 minutos.

Figura 8 - Imagens do tegumento (parte inferior) obtidas com o uso de microscópio eletrônico de varredura (250X) de sementes de algodão.



Legenda: corte transversal realizado na porção central da semente, com foco na parte inferior do tegumento; A – sem deslitemento; B – tempo de 2 minutos; C – tempo de 7 minutos e D – tempo de 12 minutos.

Figura 9 - Imagens do tegumento (parte esquerda) obtidas com o uso de microscópio eletrônico de varredura (250X) de sementes de algodão.



Legenda: corte transversal realizado na porção central da semente, com foco na parte esquerda do tegumento; A – sem deslitemento; B – tempo de 2 minutos; C – tempo de 7 minutos e D – tempo de 12 minutos.

Foi realizada a medição da espessura do tegumento de cada tratamento (FIGURAS 10, 11, 12 e 13) com o objetivo de detectar possível efeito degradante do ácido sulfúrico no processo de deslitemento. A unidade de medida utilizada foi μm . A espessura do tegumento foi reduzida de acordo com o aumento dos tempos de revolvimento ácido/semente, exceto no tempo de 2 minutos onde a espessura foi de $195,5 \mu\text{m}$, portanto, superior ao tratamento sem deslitemento

que foi de 192,8 μm . Nos demais tempos de revolvimento de 7 e 12 minutos, as espessuras foram de 182,7 μm e 161,8 μm , respectivamente.

Figura 10 - Imagem do tegumento do tratamento sem deslincamento, obtida com o uso de microscópio eletrônico de varredura (250X) de semente de algodão.

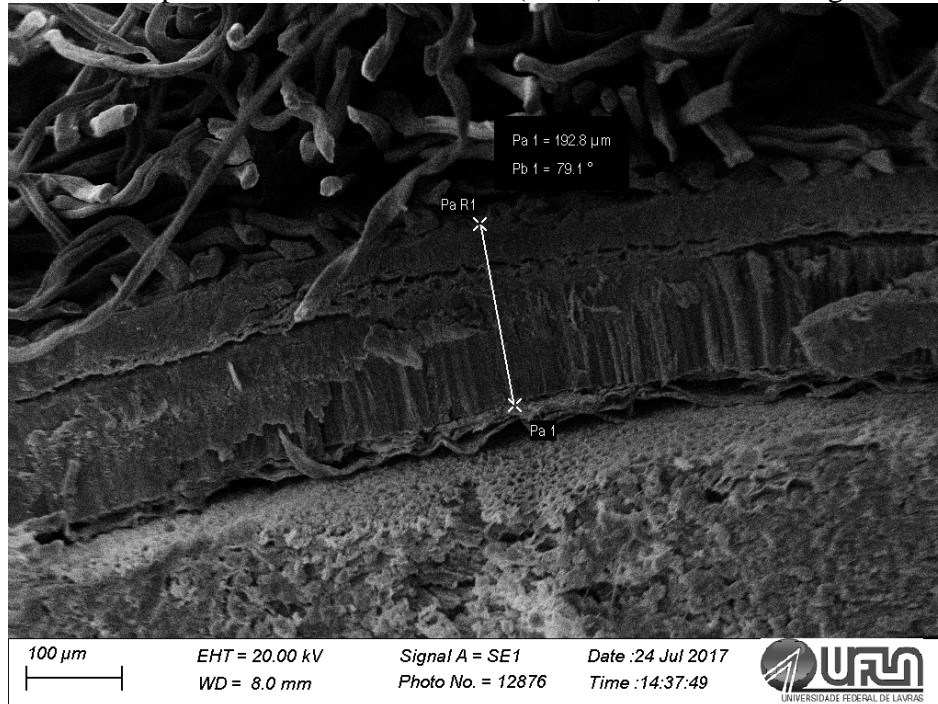


Figura 11 - Imagem do tegumento do tempo de revolvimento ácido/semente de 2 minutos, obtida com o uso de microscópio eletrônico de varredura (250X) de semente de algodão.

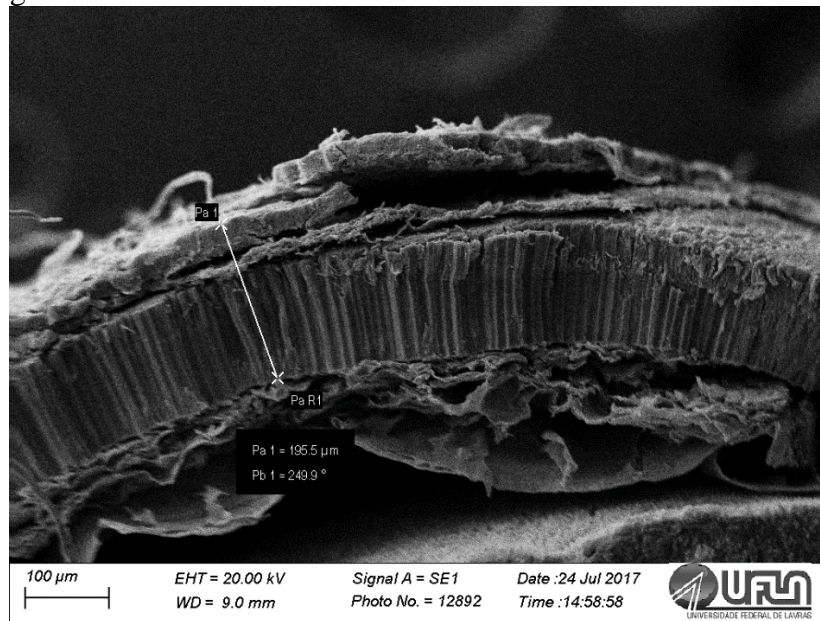


Figura 12 - Imagem do tegumento do tempo de revolvimento ácido/semente de 7 minutos, obtida com o uso de microscópio eletrônico de varredura (250X) de semente de algodão.

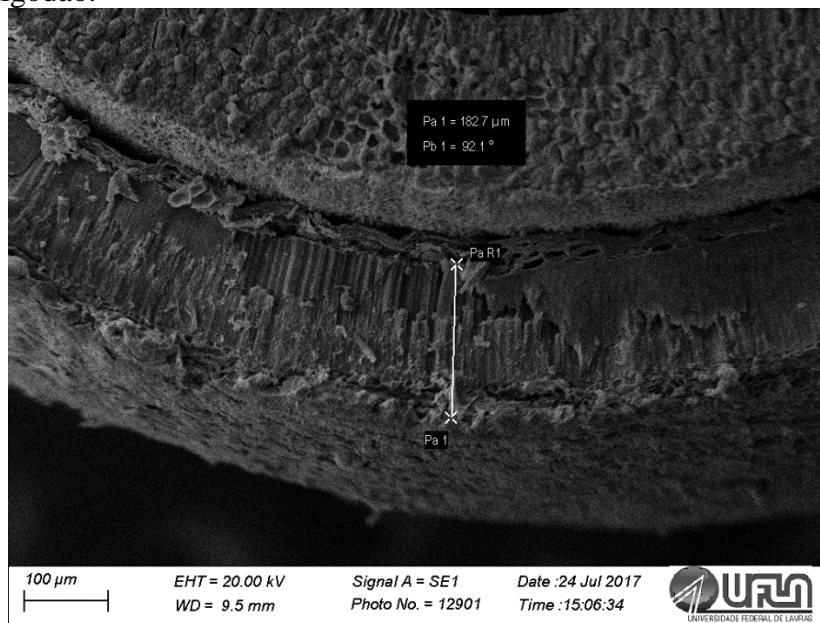
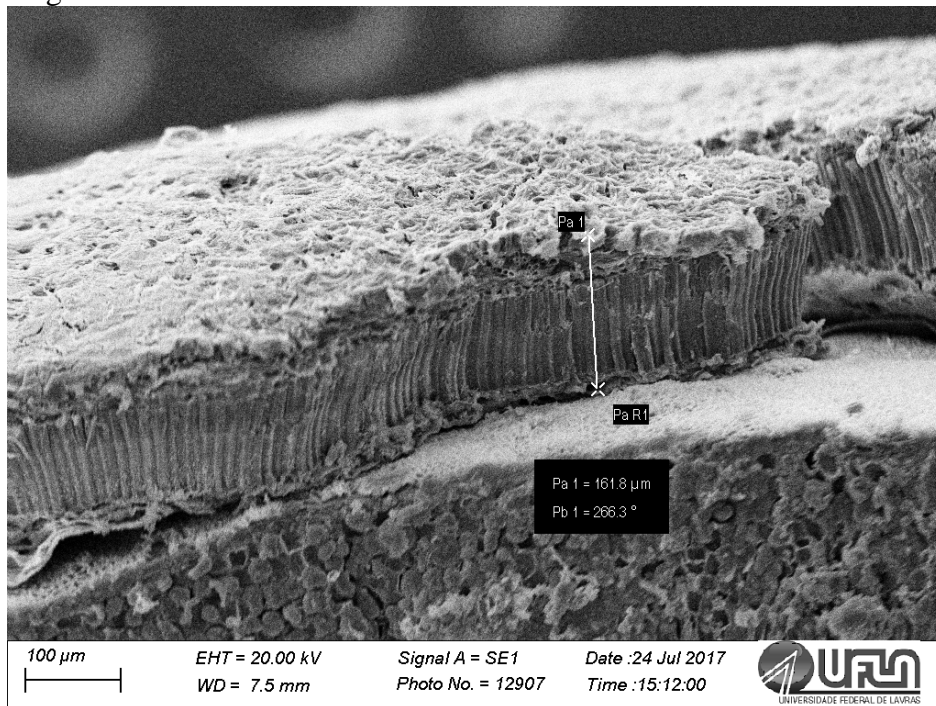


Figura 13 - Imagem do tegumento do tempo de revolvimento ácido/semente de 12 minutos, obtida com o uso de microscópio eletrônico de varredura (250X) de semente de algodão.



O tegumento da semente de algodão é composto pela epiderme externa e interna, onde tem origem a fibra do algodão, camada paliçádica e mesofilo (RYSER, et. al, 1988).

O desgaste causado pelo ácido sulfúrico utilizado no deslincamento foi visível somente na epiderme do tegumento, a camada paliçádica e mesofilo não foram afetados.

4.4 Qualidade fisiológica

Na Tabela 3 encontra-se o resumo da análise de variância para a qualidade fisiológica, vigor, e sanidade das sementes de algodão após o deslincamento, podendo-se constatar efeitos significativos para a interação doses e tempos para todas as variáveis estudadas, exceto para a condutividade elétrica cujos fatores foram estudados isoladamente.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) da condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), incidência de *Botryodiplodia theobromae* (I. BOT) e incidência de *Penicillium* sp. (I. PEN).

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio					
		CE	IVE	G	PCG	I. BOT	I. PEN
Doses (D)	5	8462,09*	2,30*	566,94*	598,28*	3782,37*	4711,43*
Tempos (T)	2	1040,33*	0,22 ^{ns}	24,00 ^{ns}	108,60*	3201,17*	1119,50*
D x T	10	290,06 ^{ns}	0,35*	62,93*	72,36*	478,63*	1065,23*
Erro	54	192,67	0,09	28,00	29,40	119,91	64,72
CV%		13,74	8,33	5,75	6,07	39,46	25,47

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, ^{ns} não significativo pelo teste F.

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, ou pelo menos, sobre o possível uso e manejo.

Os resultados da lixiviação de solutos das sementes, mensuradas pela condutividade elétrica da água de embebição das sementes de algodão, constam nas Figuras 14 e 15. Para análise da condutividade elétrica, a interação doses e tempos foi não significativa, portanto, os fatores foram estudados separadamente. Os valores de condutividade elétrica foram crescentes de forma quadrática em função do aumento das doses de ácido sulfúrico (FIGURA 14), e de forma linear em função do aumento do tempo de revolvimento ácido/semente (FIGURA 15).

Figura 14 - Equação de regressão para condutividade elétrica em função das doses de ácido sulfúrico utilizadas no deslntamento das sementes.

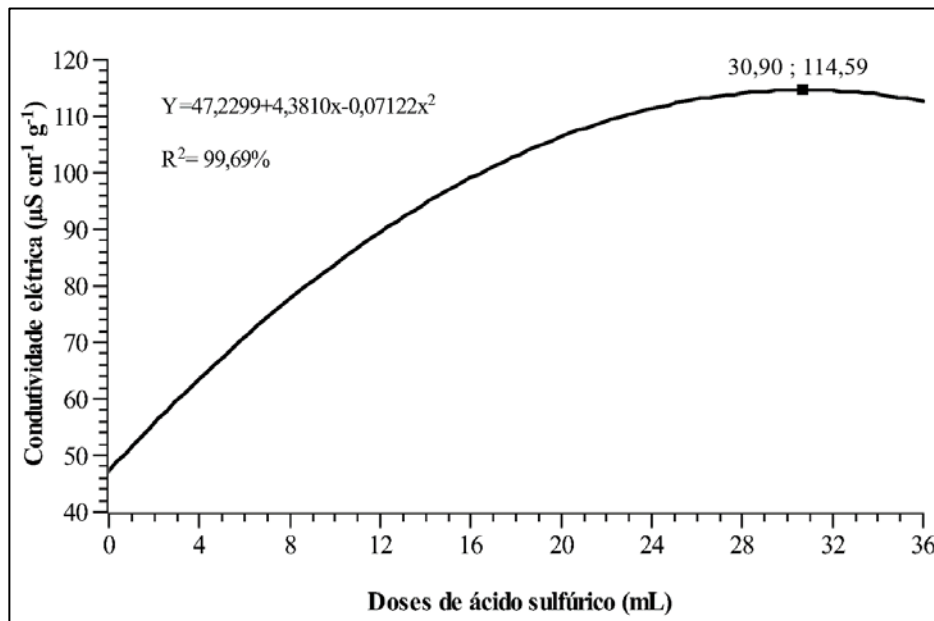
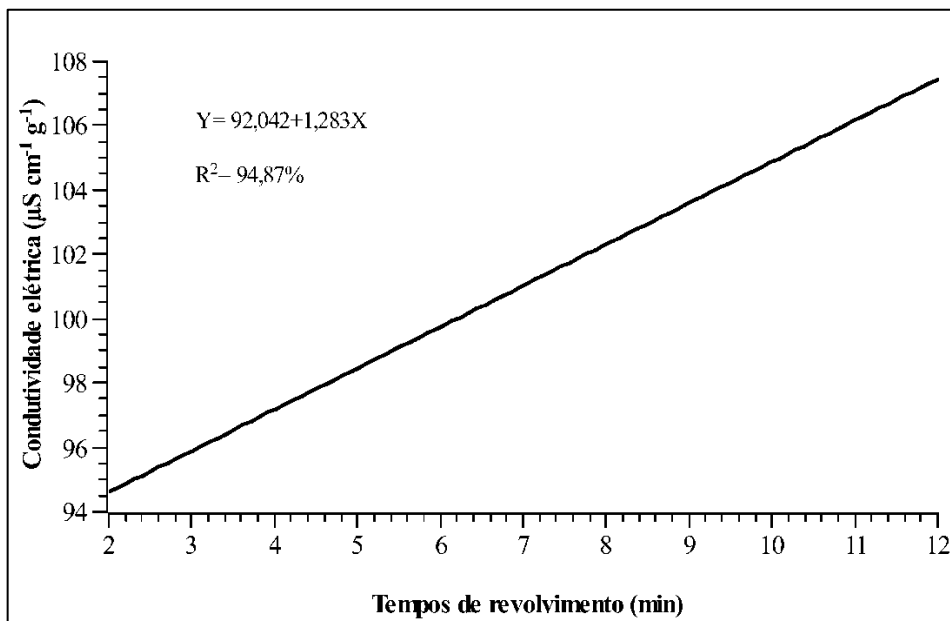


Figura 15 - Equação de regressão para condutividade elétrica em função dos tempos de revolvimento ácido/semente utilizados no deslntamento.



Resultados semelhantes foram encontrados por Queiroga et al. (2009), onde no teste de condutividade elétrica as sementes de algodão com línter apresentaram maior vigor que as sementes deslntadas, ou seja, com valores menores de lixiviação de solutos das sementes. O desempenho inicial e reprodutivo de plantas de algodão no campo é dependente do nível de

vigor das sementes, onde plantas com maior vigor apresentam maior rendimento de fibras e caroço (MATTIONI et al., 2012).

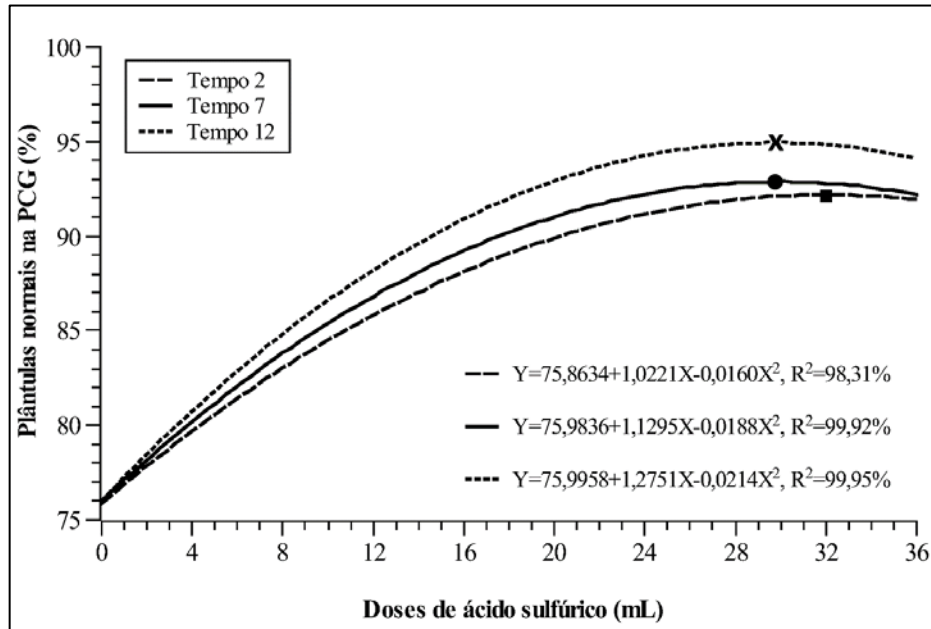
O deslincamento com ácido sulfúrico aumentou a condutividade elétrica, provavelmente pelo aumento da velocidade de embebição das sementes.

A deterioração da semente está associada com a perda da integridade das membranas celulares. No início do processo germinativo, há a absorção de água, reorganização das membranas celulares e a liberação de substâncias necessárias para a germinação da semente. Se as sementes estão deteriorando, as substâncias essenciais à germinação são perdidas, devido ao fato do sistema de membranas não estar totalmente organizado, conseqüentemente aumentando assim, a condutividade elétrica do exudato.

O teste de primeira contagem de germinação baseia-se no vigor relativo do lote de sementes, avaliando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas na primeira contagem, ao quarto dia para sementes de algodão, do teste de germinação estabelecido pela RAS - Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

A porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de primeira contagem de germinação foi crescente, de forma quadrática para todos os tempos de revolvimento ácido/semente, em função das doses de ácido sulfúrico utilizadas no deslincamento, sendo o tempo de 12 minutos superior aos demais tempos (FIGURA 16). Portanto, o aumento do vigor das sementes foi relativo ao aumento das doses e tempo de revolvimento.

Figura 16 - Equação de regressão para primeira contagem de germinação em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.



Legenda: pontos máximos; X: (30;95); ●: (30;93) e ■: (32;92).

Queiroga et al. (2009) avaliaram o vigor de sementes de algodão deslindadas e com a presença de línter, e obteve resultados semelhantes, quando concluíram que as sementes deslindadas foram superiores a não deslindadas em relação a qualidade fisiológica, e que o teste de primeira contagem de germinação representou melhor o vigor das sementes em estudo.

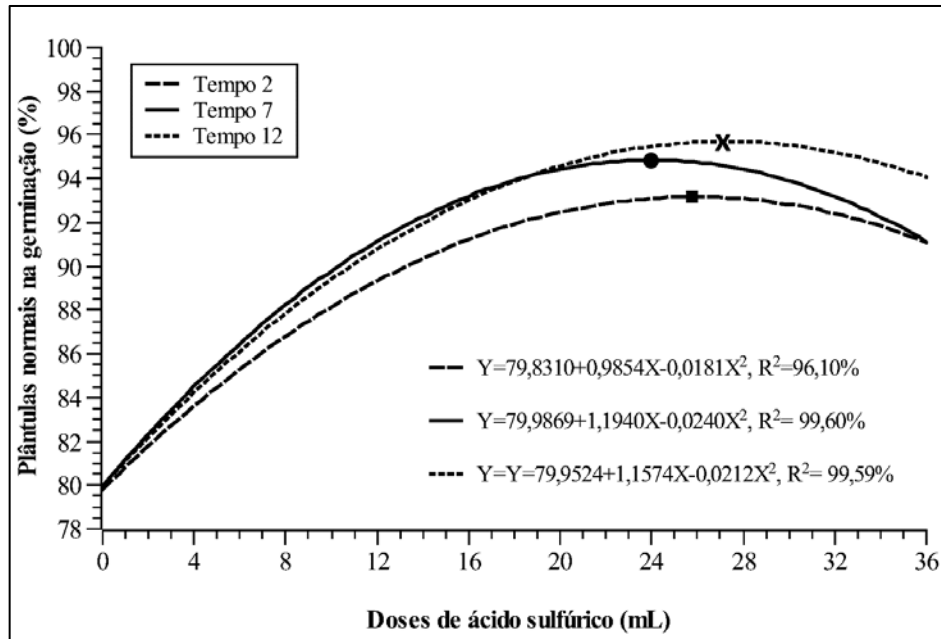
O teste de germinação visa determinar o potencial máximo germinativo da semente em condições ideais de ambiente. O resultado é expresso em porcentagem de plântulas normais, ou seja, aquelas que mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais.

Segundo a RAS (BRASIL, 2009), para serem classificadas como normais, as plântulas devem estar de acordo com uma das seguintes categorias: plântulas intactas, plântulas com pequenos defeitos ou plântulas com infecção secundária. 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).

Os resultados obtidos no teste de germinação (FIGURA 17) expressam um aumento da porcentagem de germinação das sementes de acordo com o aumento das doses de ácido sulfúrico e do tempo de revolvimento, e a partir da dose de 28 ml começa a haver um declínio na germinação. Importante destacar que as sementes utilizadas na pesquisa, mesmo na dose

zero, ou seja, sem deslinter, atingiram níveis em torno de 80% de germinação, portanto, acima dos 75% necessários para comercialização, segundo IN 45 (BRASIL, 2013).

Figura 17 - Equação de regressão para porcentagem de germinação em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.

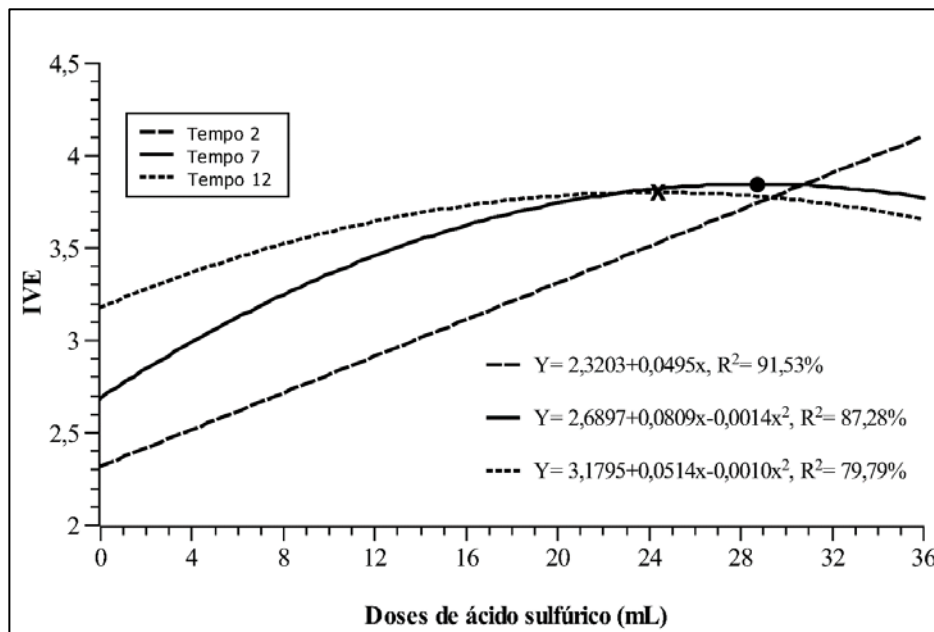


Legenda: pontos máximos; X: (27;96); ●: (24;95) e ■: (26;93).

Comparando as sementes de algodão com línter e sem línter, Queiroga et al. (2009) concluíram que as sementes deslinteradas atingiram melhores porcentuais de germinação e, conseqüente, melhor qualidade fisiológica, o que coincide com este trabalho, onde as sementes passaram de em torno de 80% de germinação para níveis entre 90 e 96%.

No IVE – índice de velocidade de emergência, o vigor do lote de sementes é determinado avaliando-se a velocidade de emergência de plântulas em condições de campo, e tanto mais vigoroso será um lote de sementes quanto mais rápida for a emergência das plântulas. Neste teste, o resultado foi expresso em índice, ou seja, quanto maior o índice maior a velocidade de emergência e, conseqüentemente, maior o vigor das sementes (FIGURA 18).

Figura 18 - Equação de regressão para o índice de velocidade de emergência (IVE) em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.



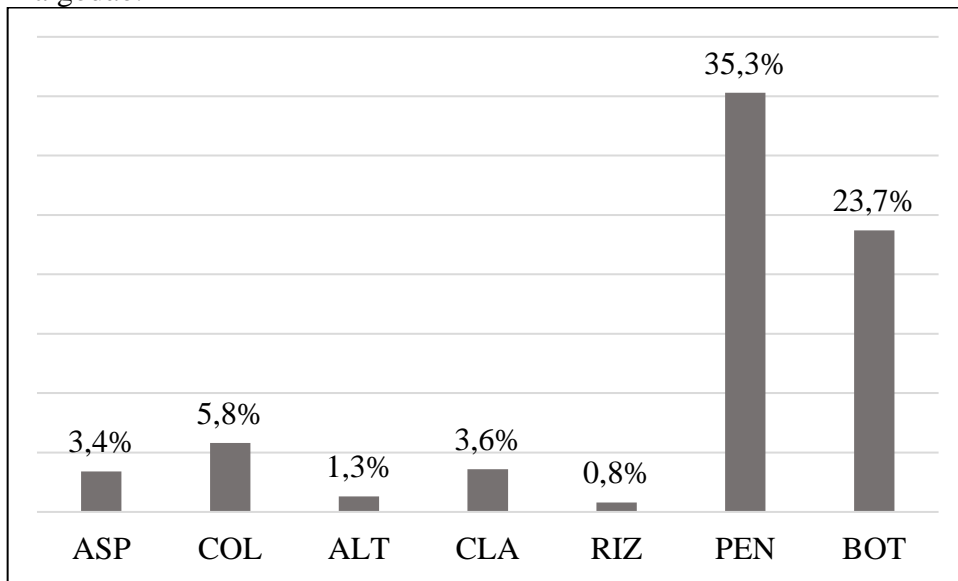
Legenda: pontos máximos; X: (24;3,80); ●: (29;3,84).

Nesse teste, fica evidenciado também, como nos testes anteriores de plantabilidade, condutividade elétrica, primeira contagem de germinação e germinação, que a melhora na qualidade das sementes está condicionada ao aumento das doses de ácido utilizadas no deslincamento e dos tempos de revolvimento ácido/semente.

4.5 Qualidade sanitária

Os fungos identificados durante a análise sanitária apresentaram as seguintes porcentagens de incidência (FIGURA 19).

Figura 19 - Gráfico de incidência dos fungos encontrados no teste de sanidade de sementes de algodão.



Legenda: ASP – *Aspergillus* sp.; COL – *Colletotrichum* sp.; ALT – *Alternaria alternata*; CLA – *Cladosporium* sp.; RIZ – *Rizopus* sp.; PEN – *Penicillium* sp. e BOT – *Botryodiplodia theobromae*.

É válido ressaltar, que para as análises, foram estudados os fungos de maior importância e incidência, que podem vir a afetar a qualidade de sementes.

Os valores médios relativos à análise sanitária em função dos diferentes tratamentos foram estudados para os fungos *Penicillium* sp. e *Botryodiplodia theobromae*, que apresentaram maiores porcentagens de incidência. Os resultados de ambos estão representados no estudo de regressão da Figura 20 e 21, respectivamente.

Figura 20 - Equação de regressão para porcentagem de incidência de *Penicillium* sp. em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.

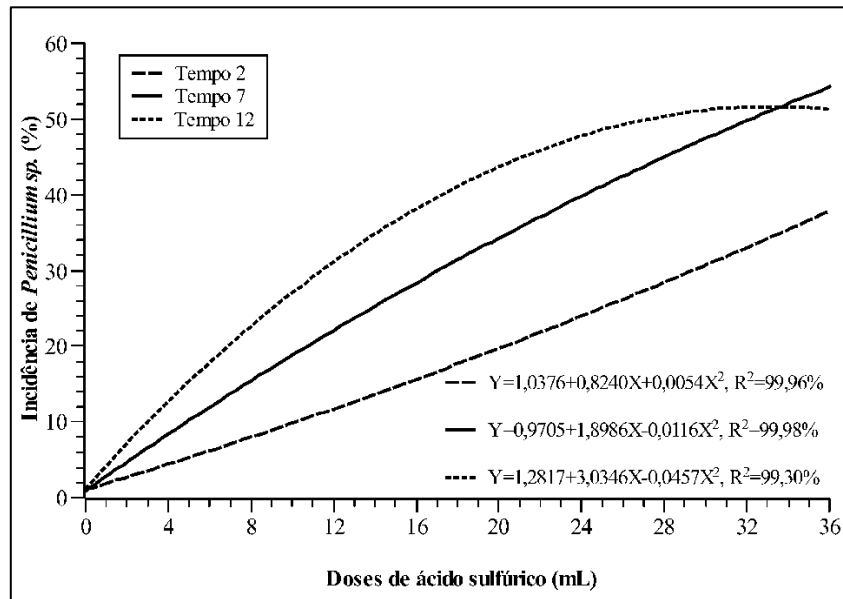
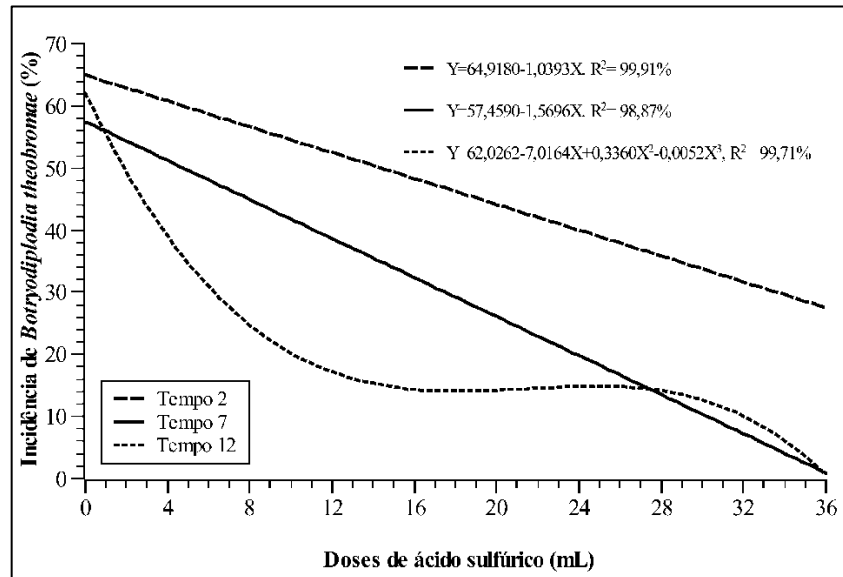


Figura 21 - Equação de regressão para porcentagem de incidência de *Botryodiplodia theobromae* em função das doses de ácido sulfúrico, para os tempos de 2, 7 e 12 minutos de revolvimento ácido/semente.



Estes dois fungos reagiram de maneira antagônica, sendo que o *Penicillium* sp. teve sua incidência elevada em função do aumento das doses de ácido sulfúrico, e o *Botryodiplodia theobromae* teve sua incidência reduzida.

A presença do línter aderido à semente pode comprometer a capacidade germinativa e, conseqüentemente, influenciar a incidência de fungos (MARTINS et al., 2009). Porém,

segundo Giachini et al. (2009), o deslincamento químico pode reduzir o inoculo de microrganismo que se encontra na superfície da semente, evidenciando a detecção dos patógenos localizados internamente. Fato este encontrado nesta análise, onde quando do aumento da dose de ácido sulfúrico, a incidência de *Penicillium* sp. foi crescendo gradativamente.

Juliatti, Bianco Junior e Martins (2011), em trabalho com qualidade sanitária de sementes de algodão, observaram que a incidência de *Botryodiplodia theobromae* influencia negativamente na germinação e vigor, diminuindo a porcentagem de plântulas normais. Machado et al. (2004) afirmam que este fungo é altamente patogênico ao algodoeiro, podendo causar a morte das sementes e também o tombamento das plântulas recém-germinadas.

Em relação ao aumento da incidência de *Penicillium* sp. em função do aumento das doses de ácido sulfúrico, para Bueno (1986), a alta incidência deste fungo em sementes, indica baixa incidência de fungos de campo, com conseqüente maior capacidade de germinação, o que coincide com os resultados deste trabalho.

Deve-se destacar que a incidência de fungos pode estar associada a procedência das sementes, pois os fungos podem sobreviver no solo por longos períodos e colonizar as sementes, como foi observado em sementes de acácia-negra (SANTOS et al., 2001).

Os dados da análise de correlação linear simples mostraram significância ao nível de 1%, entre os resultados de todos os testes de qualidade fisiológica, vigor e sanidade estudados (TABELA 3). Além disso, todos os testes apresentaram alta correlação entre eles.

Tabela 4 - Coeficiente de correlação linear simples (r) entre as variáveis nos testes de qualidade fisiológica, vigor e sanidade de sementes de algodão.

	G	CE	IVE	PCG	I. Bot	I. Pen	PLANT
G	1						
CE	0,93354	1					
IVE	0,85538	0,84678	1				
PCG	0,98412	0,95219	0,88128	1			
I. Bot	-0,82886	-0,86975	-0,78562	-0,86654	1		
I. Pen	0,85934	0,89756	0,81951	0,90401	-0,99048	1	
PLANT	0,89465	0,91520	0,86938	0,94151	-0,94304	0,97168	1

Germinação (G), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE), primeira contagem de germinação (PCG), incidência de *B. theobromae* (I. Bot), incidência de *Penicillium* sp. (I. Pen) e plantabilidade (PLANT), todos os coeficientes foram significativos ao nível de 1% pelo teste t.

De acordo com Marcos Filho et al. (1984), a correlação significativa indica apenas tendências de variações semelhantes entre duas características, de modo que os resultados desta análise não devem ser interpretados isoladamente.

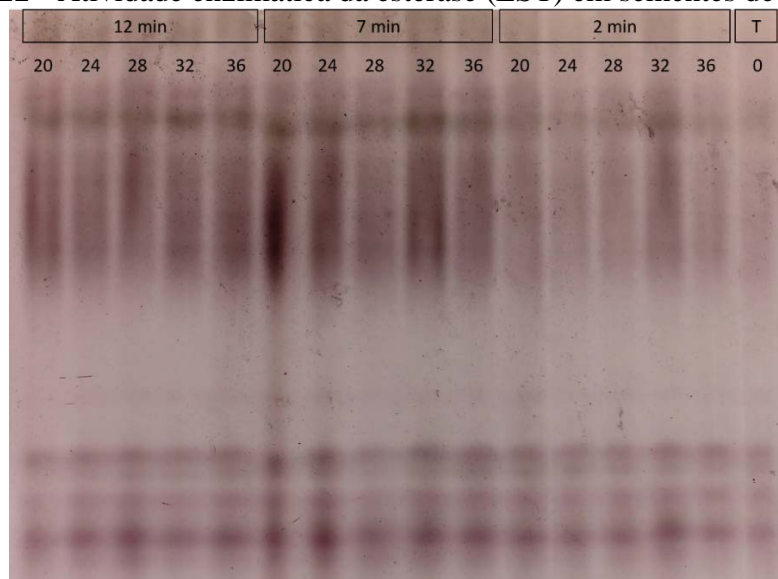
4.6 Atividade de isoenzimas

As sementes de algodão especificamente passam por processos que podem prejudicar sua qualidade final, como por exemplo, o descaroçamento, que utilizam máquinas dotadas de rolos e serras, e o deslincamento que é realizado com ácido sulfúrico, e ambos os processos se não forem realizados de forma adequada, podem resultar em um lote de sementes de baixa qualidade. Nesse sentido, as mudanças ocorridas nos padrões eletroforéticos de isoenzimas podem ser uma ferramenta importante para elucidar as modificações relacionadas à deterioração das sementes em nível celular.

A enzima esterase participa da hidrólise de ésteres de membrana, estando diretamente ligada ao metabolismo de lipídios, como os fosfolipídios totais de membrana. A maioria desses lipídios é constituinte de membranas, cuja degradação aumenta com a desestruturação do sistema de membranas (SANTOS; MENEZES; VILELA, 2005). Assim, a perda de lipídios de membrana contribui para o processo de deterioração das sementes, aumentando assim a atividade dessa enzima.

O padrão eletroforético observado da enzima esterase, encontra-se na Figura 22.

Figura 22 - Atividade enzimática da esterase (EST) em sementes de algodão.



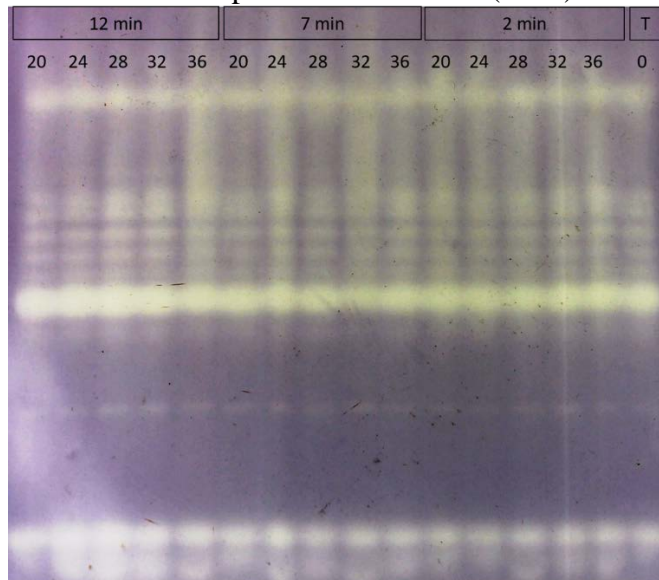
Legenda: Tempos de revolvimento ácido/sementes (12, 7 e 2 minutos); doses de ácido sulfúrico (20, 24, 28, 32 e 36 mL); T: testemunha, dose zero de ácido sulfúrico.

A atividade da esterase foi mais intensa nas sementes submetidas ao deslincamento com ácido sulfúrico do que na testemunha. Observou-se também que a intensidade foi maior nos tempos superiores a 2 minutos. Entretanto, as micrografias referentes aos mesmos tratamentos não revelaram danos internos nas sementes devido a aplicação do ácido sulfúrico, por isso, considera-se que a maior hidrólise dos ésteres indicada no gel de eletroforese ocorreu nos tecidos dos tegumentos.

As células das sementes possuem mecanismos protetores que são capazes de prevenir a formação de radicais livres e promovem a remoção das formas reativas produzidas (ALSCHER; ERTUK; HEALTH, 2002), dentre esses mecanismos destaca-se a atividade das enzimas superóxido dismutase e catalase.

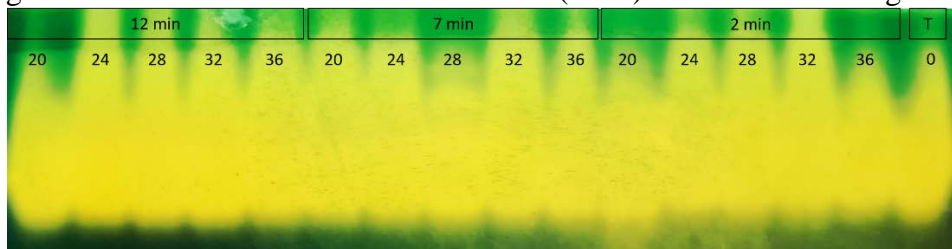
As atividades enzimáticas da superóxido dismutase e catalase encontram-se nas Figuras 23 e 24, respectivamente.

Figura 23 - Atividade enzimática da superóxido dismutase (SOD) em sementes de algodão.



Legenda: Tempos de revolvimento ácido/sementes (12, 7 e 2 minutos); doses de ácido sulfúrico (20, 24, 28, 32 e 36 mL); T: testemunha, dose zero de ácido sulfúrico.

Figura 24 - Atividade enzimática da catalase (CAT) em sementes de algodão.



Legenda: Tempos de revolvimento ácido/sementes (12, 7 e 2 minutos); doses de ácido sulfúrico (20, 24, 28, 32 e 36 mL); T: testemunha, dose zero de ácido sulfúrico.

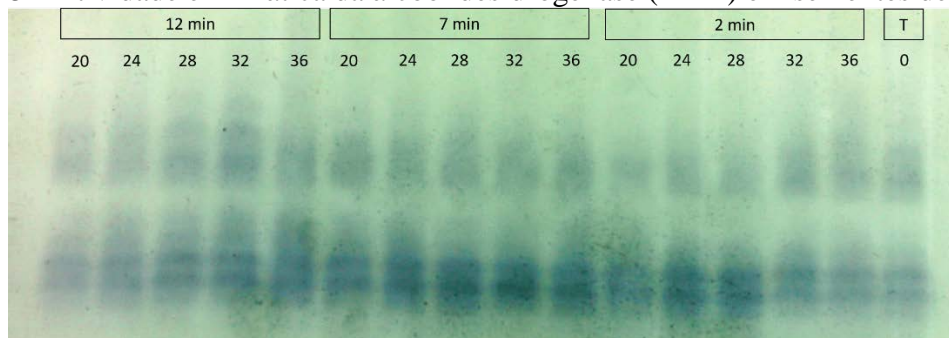
As sementes oleaginosas, dentro do processo deteriorativo, são afetadas pela peroxidação de lipídios, ocasionando a formação de radicais livres. Assim, a atuação de enzimas removedoras de radicais livres como a superóxido dismutase (SOD) e a catalase (CAT) podem indicar os avanços na perda da qualidade das sementes após o processo de beneficiamento.

Em relação à atividade da superóxido dismutase e catalase, não houve diferenças devido ao ácido não ter penetrado nas sementes. Portanto, as enzimas removedoras do superóxido não tiveram sua atividade alterada nos diversos tratamentos.

A enzima álcool desidrogenase (ADH) atua no metabolismo anaeróbico de plantas, participando nas reações de oxireductase, reduzindo acetaldeído a etanol (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2005). Para Zhang et al. (1994) o acetaldeído pode ser um importante fator que acelera a deterioração de sementes, enquanto o etanol causa deterioração somente sob umidade relativa elevada.

Na Figura 25, na atividade da enzima ADH, verificou-se que não houve diferenças na atividade dessa enzima nos diversos tratamentos.

Figura 25 - Atividade enzimática da álcool desidrogenase (ADH) em sementes de algodão.



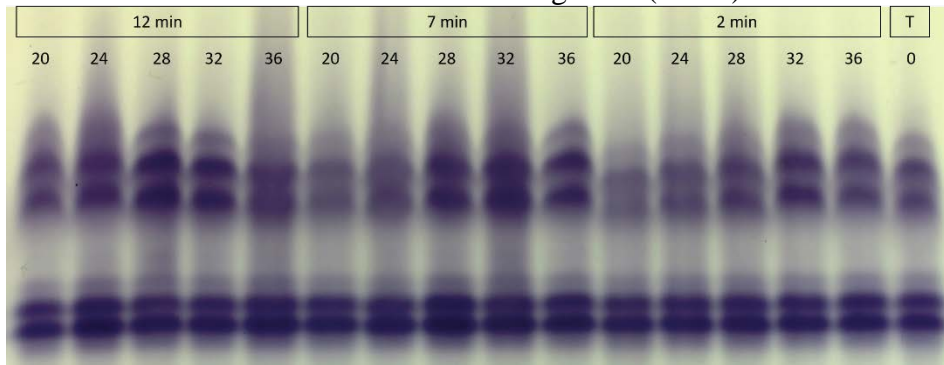
Legenda: Tempos de revolvimento ácido/sementes (12, 7 e 2 minutos); doses de ácido sulfúrico (20, 24, 28, 32 e 36 mL); T: testemunha, dose zero de ácido sulfúrico.

A enzima malato desidrogenase (MDH) é catalisadora no processo de conversão de malato a oxalacetato, de atividade respiratória aeróbica e fundamental no ciclo de Krebs, participando do movimento de malato através da mitocôndria e de outros compartimentos celulares (SPINOLA; CICERO; MELO, 2000). A MDH, além de atuar como indicador do processo respiratório, também pode indicar avanços na deterioração, causados pela intensa atividade respiratória das sementes deterioradas (TUNES et al., 2011).

Na atividade enzimática da MDH (FIGURA 26), observa-se se que nos tratamentos com ácido, a atividade da MDH foi crescente à medida que se aumentou as doses dentro de cada um dos tempos. É possível que o deslincamento tenha permitido maior penetração do oxigênio para

o interior das sementes aumentando o metabolismo respiratório das mesmas. Esta inferência pode ser confirmada pelos resultados dos testes fisiológicos realizados nessa pesquisa.

Figura 26 - Atividade enzimática da malato desidrogenase (MDH) em sementes de algodão.

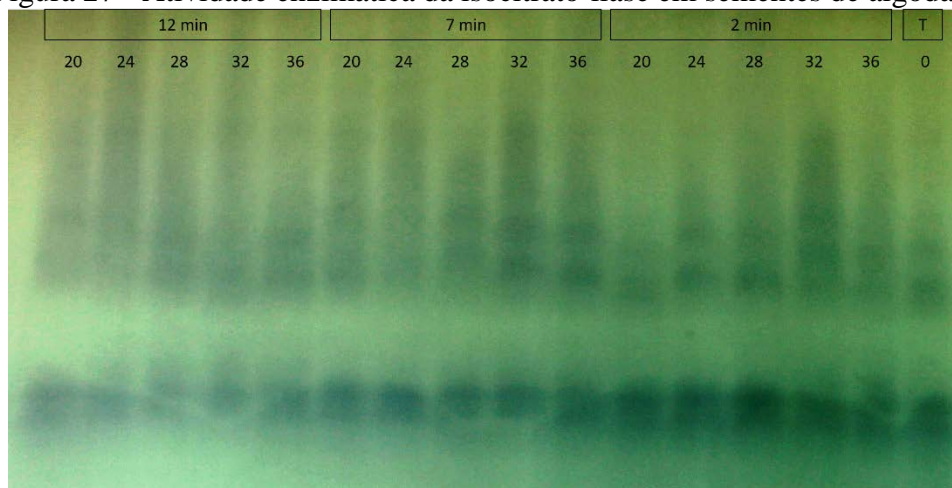


Legenda: Tempos de revolvimento ácido/sementes (12, 7 e 2 minutos); doses de ácido sulfúrico (20, 24, 28, 32 e 36 mL); T: testemunha, dose zero de ácido sulfúrico.

A enzima isocitrato-liase é enzima-chave na regulação do ciclo do glioxilato e participa no metabolismo de lipídios nas sementes oleaginosas, e no desenvolvimento das atividades no glioxissomos (BEWLEY; BLACK, 1994). Segundo Martins et al. (2000), durante a germinação das sementes, a atividade dessa enzima é aumentada, e obtêm-se valores máximos quando ocorre o máximo da proporção de lipídios degradados e na síntese de sacarose. Neste ciclo, os lipídios insolúveis das sementes se transformam em açúcares solúveis (sacarose), os quais são facilmente deslocados para os meristemas radiculares e apicais, e é sintetizada novamente após o início do processo germinativo (CIONI; PINZAUTI; VANNI, 1981).

Na Figura 27, correspondente a atividade da isocitrato-liase, observa-se coerência entre os resultados dessa enzima com aqueles observados nos géis da enzima malato desidrogenase. A crescente atividade da enzima isocitrato-liase com o aumento das doses de ácido sulfúrico, dentro de cada tempo, pode estar ligada a maior hidrólise de lipídeos devido a demanda por energia pelo aumento da respiração aeróbica.

Figura 27 - Atividade enzimática da isocitrato-liase em sementes de algodão.



Legenda: Tempos de revolvimento ácido/sementes (12, 7 e 2 minutos); doses de ácido sulfúrico (20, 24, 28, 32 e 36 mL); T: testemunha, dose zero de ácido sulfúrico.

5 CONCLUSÕES

O deslincamento das sementes de algodão é alcançado com ácido sulfúrico concentrado nas doses de 32 e 36 mL e nos tempos de 7 e 12 minutos.

O deslincamento de sementes de algodão com ácido sulfúrico concentrado na dose de 32 mL e tempo de 12 minutos propicia a melhor plantabilidade.

Pela análise das micrografias relativas às sementes de algodão deslincadas com ácido sulfúrico concentrado, não se observa danos significativos no tegumento.

A incidência de fungos nas sementes de algodão é alterada com o deslincamento, e varia segundo a espécie de fungo.

A qualidade fisiológica das sementes de algodão é melhorada com o deslincamento.

REFERÊNCIAS

- 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 Mudanças. **Estatística**. 2016. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/site/estatisticas/>>. Acesso em: 17 ago. 2016.
- ALFENAS, A. C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627 p.
- ALSCHER, R. G.; ERTUK, N.; HEALTH, L. S.; Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 53, n. 372, p. 1331-1341, 2002.
- BALTIÈRE, E. M. **Encapsulação de sementes de Algodão (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch)**. 1993. 106 p. Tese (Doutorado) – ESALQ, Piracicaba, SP, 1993.
- BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2008. 309 p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seed physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum press, 1994. 445 p.
- BRANDÃO JUNIOR, D. S.; RIBEIRO, D. C. A.; BERNADINO FILHO, J. R.; VIEIRA, M. G. C. C. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 7, n. 1-2, p. 184, 1997.
- 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.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2005. 1367 p.
- BUENO, J. T. **Influência de genótipo e local de produção na incidência de fungos em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) no estado do Paraná**. 1986. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1986.
- CAMARGO, R. **Armazenamento de sementes de milho doce**. 2003. 88 p. Tese (Doutorado em Agronomia-Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

- 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.
- CIONI, M.; PINZAUTI, G.; VANNI, P. Comparative biochemistry of the glyoxylate cycle. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 70, n. 1, p. 1-26, 1981.
- COCCO, D. L. **Desempenho fisiológico de sementes de algodão**. 2012. 26 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2012.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1, n. 3. Brasília: Conab, 2017.
- 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 CONFERENCE. **Anais...** New Orleans. 1981. p. 289-305.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **O controle de qualidade inserido no sistema de produção de sementes**. Brasília: ABRASEM, 2004. p. 34-38.
- FREIRE, E.C. **Algodão no cerrado do Brasil**. 3. ed. Brasília, 2015. 956 p.
- GIACHINI, R.M.; MATTIONI, F.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; CASSETARI NETO, D.; PIRES, A.P. Avaliação da qualidade sanitária de sementes de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: CBA, 2009. p.1028-1034.
- JULIATTI, F. C.; BIANCO JUNIOR, R.; MARTINS, J. A. S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodoeiro produzidas nas regiões do triângulo mineiro e sul de Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 24-31, 2011.
- 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.
- KITAMURA, K. Biochemical characterization of lipoxygenase lacking mutants, L-1-less, and L-2-less, and L-3-less soybeans. **Agricultural and Biological Chemistry**. Tokyo, v. 48, n. 9, p. 339-46, 1984.
- LAGÔA, A.O. **Efeitos da peletização na plantabilidade e na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce armazenadas em câmara fria**. 2011. 64p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2011.

- MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, J. A.; VIERA, M. G. G. C.; ALVES, M. C. Uso de restrição hídrica na inoculação de fungos em sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, 2004.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCONDES, M.C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I.C.B. Danos mecânicos e qualidade fisiológica de sementes de soja colhida pelo sistema convencional e axial. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 125-129, 2005.
- 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. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 660 p.
- MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H. M. C.; KOMATSU, Y. H.; DEMÉTRIO, C. G. B.; FANCELLI, A. L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 5, p. 605-613, 1984.
- MARTINS, C. A. O.; SEDIYAMA, C. S.; OLIVEIRA, M. G. de A.; JOSÉ, I. C.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; ROCHA, V. S. Atividade da isocitrato-liase durante a germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 42-46, 2000.
- MARTINS, M.T.C.S.; BRUNO, R.L.A.; GONÇALVES, E.P.; ALVES, T.I.F.; CASTRO, J.P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de três cultivares de algodoeiro herbáceo armazenadas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 144-149, 2009.
- MATTIONI, F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; MARCOS FILHO, J.; GUIMARÃES, S. C. Vigor de sementes e desempenho agrônômico de plantas de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 108-116, 2012.
- MEDEIROS FILHO, S. **Avaliação da qualidade de sementes de algodão submetidas ao deslignamento químico, beneficiamento e armazenamento**. 1995. 115 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1995.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 2.1-2.24, 1999.
- PATRÍCIO, F. R. A. **Efeito do deslignamento a flama sobre a qualidade fisiológica e sanidade de sementes de algodão**. 1991. 112 p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, SP, 1991.
- PRIESTLEY, D. A.; WARNER, B. G.; LEOPOLD, L. The susceptibility of soybean lipids to artificially enhanced atmospheric condition. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, n. 36, p. 1653-1659, 1986.

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, p. 7-12, 1993.

QUEIROGA, V. P.; CASTRO, L. B. Q.; GOMES, J. P.; SILVA, A. L.; ALVES, N. M. C.; ARAUJO, D. R. Qualidade fisiológica de sementes de algodão armazenadas em função de diferentes tratamentos e cultivares. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 43-54, 2009.

QUEIROGA, V. P.; SANTOS, J. W.; GOUVEIA, J. P. G.; CASTRO, L. B. QUEIROZ. Análise sanitária em sementes de algodoeiro branco e colorido submetidas a diferentes tratamentos durante o armazenamento. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 7, n. 3, p. 19-23, 2013.

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

RYSER, U.; SCHORDERET, M.; JAUCH, U.; MEIER, H. Ultrastructure of the Fringe-Layer, the innermost epidermis of cotton seed coats. **Protoplasma**, Germany, v. 147, p. 81-90, 1988.

SANTOS, C. M.; SILVA, E. V.; SANTOS, V. L. M.; JULIATTI, F. C. Qualidade de sementes do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), em função do tamanho e do local de produção. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n.2, p. 144-151, 2001.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 104-114, 2005.

SANTOS, F. E. M.; SOBROSA, R. C.; COSTA, I. F. D.; CORDER, M. P.M. Detecção de Fungos Patogênicos em Sementes de Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 13-20, 2001.

SILVA, J. C.; ALBUQUERQUE, M. C.; MENDONÇA, E. A. F.; KIM, M. E. Desempenho de sementes de algodão após o processamento e armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 79-85, 2006.

SPINOLA, M. C. M.; CICERO, S. M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 263-270, 2000.

TUNES, L. M.; BADINELLI, P. G.; BARROS, A. C. S. A.; MENEGHELLO, G. E.; AMARANTE, L. Influência dos diferentes períodos de colheita na expressão de isoenzimas em sementes de cevada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 178-184, 2011.

VIEIRA, R. D.; KRZYŻANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 4. p.1-20.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

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.

ZHANG, M.; MAEDA, Y.; FUTIHATA, Y.; NORRAMURA, Y. I.; ESASHI, Y. A mechanism of seed deterioration in relation to volatile compounds evoked by dry seeds themselves. **Seed Science Research**, Wellingford, v. 4, n. 1, p. 49-56, 1994.