



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical**

**ANÁLISE DOS DANOS MECÂNICOS EM SEMENTES DE  
ALGODOEIRO E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE**

**DANIELA COSTA SOUZA**

CUIABÁ – MT

2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical**

**ANÁLISE DOS DANOS MECÂNICOS EM SEMENTES DE**  
**ALGODOEIRO E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE**

**DANIELA COSTA SOUZA**  
**Bióloga**

Orientadora: Profa. Dra. MARIA CRISTINA DE FIGUEIREDO E  
ALBUQUERQUE

Co-orientadora: Profa. Dra. MARIA DE FÁTIMA ZORATO

Dissertação apresentada à Faculdade  
de Agronomia e Medicina Veterinária da  
Universidade Federal de Mato Grosso,  
para obtenção do título de Mestre em  
Agricultura Tropical.

CUIABÁ – MT  
2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**Título:** ANÁLISE DOS DANOS MECÂNICOS EM SEMENTES DE  
ALGODOEIRO E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE

**Autora:** Daniela Costa Souza

**Orientadora:** Profa. Dra. MARIA CRISTINA DE FIGUEIREDO E  
ALBUQUERQUE

Aprovada em 29 de setembro de 2006.

Comissão Examinadora:

---

Profa. Dra. Maria Cristina de Figueiredo e Albuquerque  
(FAMEV/UFMT - Orientadora)

---

Profa. Dra. Maria de Fátima Zorato  
(APROSMAT - Co-orientadora)

---

Profa. Dra. Valéria Cristina Campos  
(UNIR - Rondonópolis)

## **EPIGRAFE**

**“Minha ajuda procede de Jeová,  
Aquele que fez o céu e a terra.”**

**Salmos 121: 2**

**“Jeová é grande e para ser louvado muito,  
E sua grandeza é inescrutável.” Salmos 145: 3**

**“Grandes são os trabalhos de Jeová,  
Pesquisados por parte de todos os que se agradam deles.”**

**Salmos 111: 2, 3**

**“Digno és, Jeová, sim, nosso Deus, de receber a glória, e a honra, e o poder, porque criaste todas as coisas e porque elas existiram e foram criadas por tua vontade.” Apocalipse 4: 11**

## DEDICATÓRIA

### DEDICO:

A Jeová Deus pela vida.

À minha família.

Ao meu pai Aldo, que é muitíssimo importante para mim.

À minha mãe, que eu sempre posso contar; e que estudamos juntas na faculdade e no mestrado.

À minha irmã Gabrielle, que é especial na minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço:

A Deus, Jeová, pelo fortalecimento, por meio de seu espírito santo, ou seja, sua força ativa que me ajudou a ser bem sucedida, e a superar as dificuldades, provações, tribulações, e obstáculos que encontrei durante essa trajetória da minha vida;

À minha maravilhosa família que eu amo tanto, que são as pessoas mais importantes para mim, depois de Jeová, e que me dá muito apoio e ajuda em todos os momentos da minha vida, e principalmente durante o mestrado;

Ao meu pai, Aldo, por estar sempre disposto a me ajudar em qualquer momento, por ter tirado tempo para me auxiliar, e pelo esforço árduo que tem feito por mim;

À minha mãe Rosângela, por toda a ajuda e apoio em todos os momentos de alegrias e tristezas, durante o mestrado, e por todas as preocupações que teve por mim;

À minha irmã Gabrielle que me ajudou de diversas formas e que contribuiu para a minha alegria em todos os momentos, me descontraindo das tensões diárias, sendo também uma grande amiga que eu amo tanto.

A todos os meus familiares, meus avós, tios, primos e companhias...

Aos meus queridos amigos. Especialmente, aqueles que ajudaram pessoalmente por meio de palavras e ações, e por oferecer um “ombro amigo” e me escutar nos momentos de aflições e de alegrias.

À minha querida orientadora Cristina, pela prestimosa ajuda pessoal e apoio prestados em vários sentidos;

À minha co-orientadora Fátima, por ter cedido o Laboratório de Sementes da APROSMAT para a realização do experimento e pela ajuda que proporcionou para a realização do trabalho;

A todos os funcionários da Associação dos Produtores de Sementes de Mato Grosso (APROSMAT), pelo apoio; em especial, à Islaine, Tânia e Kerly, pela imensa ajuda, profissionalismo, capricho e disposição; à Nádia, Luciana, Clóvis, Tatiane, Rogério, e vários outros;

Às Empresas de Sementes Girassol e Sementes Bom Futuro, pela contribuição;

À Universidade Federal de Mato Grosso e seus funcionários, à Faculdade de Medicina Veterinária, e aos professores da minha graduação do Departamento de Biologia de Rondonópolis, pela inestimável instrução e colaboração de várias formas;

À Capes pela bolsa concedida no primeiro ano;

Aos colegas alunos do mestrado, pela enorme ajuda e apoio em momentos difíceis que passamos, e pelas alegrias que compartilhamos. Em especial, aos colegas: Willian, Alessandro, Paulo, Marluce, Orlando, Sandro, e os demais.

## **ANÁLISE DOS DANOS MECÂNICOS EM SEMENTES DE ALGODOEIRO E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE**

**RESUMO** - Os processos de colheita, beneficiamento e armazenamento ocasionam danos nas sementes que podem causar a redução tanto da qualidade física como das qualidades fisiológica e sanitária. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo detectar os danos mecânicos e analisar sua interferência na germinação e vigor das sementes de algodoeiro. Foram utilizadas amostras de cinco lotes de sementes de algodoeiro, variedade ITA-90, safra 2004/05, logo depois do processamento. Cada amostra, depois de homogeneizada, foi separada em subamostras, uma com 500 gramas e outra com 250 gramas de sementes, respectivamente para cada etapa de execução do trabalho. Na primeira etapa, após a análise inicial das sementes, as mesmas foram armazenadas por quatro meses, em câmara refrigerada. Antes e após o armazenamento, as sementes foram analisadas quanto à porcentagem de danos mecânicos (sementes sem danos/inteiras, amassadas, fissuradas e cortadas), massa de mil sementes, teor de água, germinação e vigor (envelhecimento acelerado, germinação a baixa temperatura, comprimento de plântula e de raiz, emergência de plântulas em campo, primeira contagem, índice de velocidade de emergência e tetrazólio). Na segunda etapa, foi realizado o detalhamento dos danos mecânicos, onde as sementes de cada amostra foram separadas em classes - sementes inteiras, amassadas, fissuradas e cortadas, e verificadas as porcentagens de plântulas normais e anormais e de sementes deterioradas nos testes de germinação, emergência de plântulas em campo, primeira contagem e índice de velocidade de emergência. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (lotes) e quatro repetições. Verificou-se que a quantidade de danos mecânicos é menos importante do que o tipo, a profundidade e a localização do mesmo. Foi observado que danos profundos e de grande

extensão localizados principalmente nas duas extremidades, na região da radícula e na região da plúmula, causados primeiramente por cortes e em segundo lugar por fissuras, são os que causam maior redução na germinação e vigor.

**Palavras chave:** *Gossypium hirsutum*, vigor, germinação.

## **ANALYSIS OF THE MECHANICAL DAMAGE IN COTTON PLANT SEEDS AND ITS RELATIONSHIP TO QUALITY**

**ABSTRACT** – The harvest, improvement and storage processes introduce damages to seeds which may cause a reduction in both the physical, physiological and sanitary quality. Accordingly, this study has as its objective the identification of mechanical damages and the analysis of their interference on the germination and vigour of cotton seeds. Samples from five lots of cotton seeds were used, of the ITA-90 variety, 2004/05 crop, soon after processing. Each sample, after it had been homogenized, was separated into subsamples, one with 500 grams and the other with 250 grams of seeds, respectively for each step of the research execution. In the first step, after the initial analysis of the seeds, they were stored for four months in a refrigerated chamber. Before and after storage, the seeds were analyzed for percentage of mechanical damage (whole seeds with no damage, creased, cracked and cut), weight of thousand seeds, moisture content, germination and vigour (accelerated ageing, cool germination, seedling and root length, seedling emergence, first count, speed emergence index and tetrazolium tests). In the second step, a detailed account of mechanical damage was made, where the seeds of each sample were separated into classes – whole, creased, cracked and cut seeds, and the percentage of normal and abnormal seedlings was verified, as well as that of deteriorated seeds in the germination tests, emergence of seedlings in the field, the first count and the emergence velocity index. The experimental delineation was entirely random, with five treatments (lots) and four repetitions. It was found that the quantity of mechanical damage was less important than the type, depth and location of the damage. It was observed that deep and extensive damage principally to the two extremities of the seed, around the radicle and around the stem, caused primarily by cuts and secondly by cracks, are what cause the greatest reduction in germination and vigour.

**Key words:** *Gossypium hirsutum*, vigour, germination.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
2.1 Importância do Algodoeiro.....	15
2.2 Qualidade das Sementes.....	16
2.3 Processamento de Sementes de Algodoeiro.....	19
2.4 Danos Mecânicos.....	24
2.5 Técnicas para Análise de Danos Mecânicos.....	31
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	34
3.1 Descrição dos Testes.....	36
3.2 Delineamento Experimental.....	40
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
4.1 Qualidade Inicial das Sementes.....	41
4.2 Qualidade das Sementes Antes e Após o Armazenamento.....	42
4.3 Danos Mecânicos e Qualidade de Sementes.....	47
4.3.1 Porcentagens de germinação de sementes e de emergência de plântulas.....	50
4.3.2 Correlação entre qualidade fisiológica e danos mecânicos.....	55
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	64
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	65
<b>7 APÊNDICE</b> .....	75

## 1 INTRODUÇÃO

A segunda metade da década de 90 significou um marco na migração da cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), das áreas tradicionalmente produtoras para o cerrado brasileiro e, atualmente, a região Centro-Oeste responde por 60,2% do algodão produzido no Brasil (Conab, 2006). Nesse contexto, o estado de Mato Grosso é considerado o maior produtor de algodão do Brasil (Conab, 2006), tendo essa cultura contribuído para o grande avanço tecnológico da agricultura na região.

A estimativa nacional na safra 2005/2006, da área plantada do algodão, foi de 0,85 milhões de hectares (1,8%) e de algodão em caroço, 1,7 milhões de toneladas (1,4%). A área cultivada foi de 845,3 mil hectares, inferior em 334,1 mil hectares (28,3%) a da safra 2004/05 (1.179,4 mil hectares). A produção de algodão em caroço, após o término da colheita, deverá ser de 2,71 milhões de toneladas, inferior em 20,8% a da safra anterior, que foi de 3,42 milhões de toneladas. Estima-se que a produção de algodão em pluma seja de 1,05 milhões de toneladas, 19,4% inferior a da safra passada (Conab, 2006). Mesmo com essa redução, o segmento agrícola da produção de algodão é um dos principais do Brasil e do mundo. Somente no Mato Grosso, gera-se, diretamente no campo, cerca de 37 mil empregos (Embrapa, 2004).

O sucesso da cultura do algodoeiro no cerrado tem sido impulsionado pelas condições de clima favorável, pelas terras planas, que permitem a mecanização total da lavoura, pelos programas de incentivo à cultura, implementados nos estados da região e, sobretudo, pelo uso intensivo de tecnologias modernas (Embrapa, 2003).

O uso de mecanização agrícola facilitou e trouxe alguns benefícios para a agricultura, mas por outro lado, trouxe também alguns prejuízos para a qualidade das sementes. No estado de Mato Grosso, na safra de 1996/97 foram produzidas 1.631,00 t de sementes beneficiadas de algodoeiro, sendo aprovadas para comércio 1.273,00 t. Na safra 1999/00, a produção de sementes beneficiadas foi de 6.020,41 t, dessas, foram aprovadas para o comércio 4.980,60 t, segundo os Relatórios Técnicos da Delegacia Federal de Agricultura (DFA - MT, 1997 e 2000)<sup>1</sup>. Em 2000/01, a produção recebida antes do beneficiamento foi de 13.269,30 t, das quais apenas 4.635,69 t foram aprovadas para o comércio (DFA - MT, 2001)<sup>2</sup>. O processamento pós-colheita das sementes, como descaroçamento e deslincamento, pode provocar perdas quanti-qualitativas e causar a redução na quantidade de sementes aprovadas para o comércio.

A mecanização em todas as fases de produção de sementes é a responsável pela ocorrência de quebra e danificações em muitas sementes (Popinigis, 1985; Carvalho e Nakagawa, 2000) e, o conhecimento de como ela ocorre e dos fatores que intervêm na sua intensidade podem facilitar seu controle (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Desta forma, os objetivos desta pesquisa foram detectar os danos mecânicos e analisar sua interferência na germinação e vigor das sementes de algodoeiro.

---

<sup>1</sup> DFA-MT. **Relatórios Técnicos da Delegacia Federal de Agricultura, anos de 1997 e 2000.**

<sup>2</sup> DFA-MT. **Relatórios Técnicos da Delegacia Federal de Agricultura, ano de 2001.**

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância do Algodoeiro**

O algodoeiro pertence ao gênero *Gossypium*, da família Malvaceae. Nesse gênero há 52 espécies, sendo que quatro são cultivadas, entre essas, *Gossypium hirsutum* que é responsável por mais de 90% da produção mundial (Embrapa, 2001). Constitui uma das fibras vegetais cultivadas mais antigas do mundo, desde alguns séculos antes de Cristo. No Brasil, à época do descobrimento, os indígenas cultivavam o algodão e o transformavam em fios e tecidos (Canechio Filho et al., 1972).

Do algodoeiro quase tudo é aproveitado, principalmente a semente e a fibra. A semente (caroço) representa aproximadamente 65% do peso da produção e a fibra, 35% (Embrapa, 2001). A semente é rica em óleo (18 a 25%) e contém de 20 a 25% de proteína bruta. O óleo extraído da semente, depois de refinado, é utilizado na alimentação humana e na fabricação de margarina e sabão. A torta, subproduto da extração do óleo, é utilizada na alimentação animal devido ao seu valor protéico com 40 a 45% de proteínas (Carvalho, 1996). O caroço de algodão, depois de retirada a pluma, tem grande utilidade na nutrição de ruminantes e o tegumento é usado para fabricar certos tipos de

plásticos e de borracha sintética (Carvalho, 1996) e a pluma é utilizada na fabricação de fios e tecidos.

O custo de produção, durante o ciclo dessa cultura, gira em torno de US\$ 800 e US\$ 1.200/ha (Bowles, 2002). Por isso, há a necessidade de se dar o máximo de importância na tomada de decisões nas fases de preparo do campo, pré-semeadura e cultivo, pois isso irá determinar o retorno econômico do alto investimento aplicado na lavoura.

A semente é o insumo de maior impacto sobre a produção, porém de menor custo no sistema de produção do algodoeiro, correspondendo, em média a 2,3 - 3,0% do custo total da lavoura, por isso, a priorização da qualidade é imprescindível (Freire et al., 1999). Como as sementes apresentam alta influência no resultado final do cultivo, somente sementes de alta qualidade devem ser adquiridas (Bowles, 2002). Esse autor afirma que quando o insumo apresentar participação baixa no custo e alto impacto sobre a produção, é necessário priorizar sua qualidade. Por ser a semente um dos insumos de menor custo de produção, sua utilização é uma das estratégias para garantir a obtenção de lavoura de alto padrão de qualidade (Souza et al., 2004).

Do potencial de produtividade do algodão, apenas 15,9% tem sido atingido, e o aproveitamento desse potencial poderia ser elevado a 60%. No Brasil, dentre as principais variáveis que têm contribuído para essas perdas, destaca-se o uso de sementes de baixa qualidade fisiológica, refletindo em estande desuniforme após a semeadura (Ribeiro et al., 2002).

## **2.2 Qualidade das Sementes**

A qualidade da semente é definida como o conjunto de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que influenciam na capacidade do lote originar lavoura uniforme constituída de plantas vigorosas e representativas da cultivar, e de não contaminá-las com predadores, plantas invasoras ou indesejáveis (Popinigis, 1985). O atributo fisiológico refere-se à capacidade

potencial da semente em gerar uma nova planta, perfeita e vigorosa, sob condições favoráveis. Há duas maneiras básicas de se aferir a qualidade fisiológica da semente: pelo seu poder germinativo e pelo vigor. O poder germinativo se expressa pelo percentual de sementes germinadas, ou seja, sua viabilidade. Já o vigor é um conceito mais abrangente e indica a habilidade da planta em resistir a estresses ambientais e sua capacidade de manter a viabilidade durante o armazenamento (Embrapa, 2004).

A abordagem do tema “qualidade de sementes” tem se modificado à medida que progride o conhecimento do assunto. Desde então, vários conceitos ressaltam que atributos isolados não são suficientes para determinar o nível de desempenho de um lote de sementes (Marcos Filho, 2005) e a expressão “qualidade de sementes” reflete o valor global de um lote de sementes para atender o principal objetivo de sua utilização, ou seja, o estabelecimento do estande (Copeland e McDonald Junior, 1995).

Nesse mesmo contexto, Marcos Filho (1998) definiu qualidade de sementes como um conjunto de características que determinam seu valor para semeadura, indicando que o potencial de desempenho das sementes somente pode ser identificado, de maneira consistente, quando é considerada a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e a sanidade. Para Hampton e Tekrony (1995), o potencial de desempenho deve considerar a capacidade das sementes de originar plântulas normais, a velocidade e a uniformidade de emergência e de crescimento de plântulas em campo, o potencial de armazenamento e a conservação do potencial fisiológico durante o transporte.

A alta qualidade das sementes pode contribuir para a obtenção de melhor estande no campo, principalmente sob condições adversas, e determina a capacidade de sobrevivência nessas condições sub-ótimas e na competição com microorganismo do solo (Marcos Filho et al., 1986). A emergência da plântula é o resultado de grande número de processos precedentes que ocorrem mesmo em condições freqüentemente hostis no momento da

semeadura. Nessas condições, as chances de sucesso de emergência da plântula são grandemente influenciadas pela qualidade da semente (Finch-Savage, 1995). A emergência da plântula, portanto, resulta da interação complexa entre qualidade da semente e as condições ambientais no momento de semeadura (Perry, 1984).

Dentre as características de qualidade encontra-se o vigor de sementes que é conceituado de várias formas, mas todas relacionadas sempre com a capacidade das sementes em estabelecer uma população de plantas no campo em condições ambientais variadas. A ISTA (1981) referiu-se ao vigor de sementes como a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula e, a AOSA (1983) conceituou vigor de sementes como aquelas propriedades que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla faixa de condições ambientais. Segundo a ISTA (1996), vigor de sementes é um índice da extensão da deterioração fisiológica e ou integridade mecânica de um lote de sementes com alta germinação que controla a sua habilidade de se desenvolver em uma ampla faixa de ambientes.

Dentro do processamento de sementes, a meta deve ser sempre a alta qualidade das sementes. Contudo, em sementes de algodoeiro, a manifestação da qualidade apresenta problemas, o que causa prejuízos tanto pela desqualificação de lotes quanto por danos diretos nas lavouras, resultantes em termos de uniformidade de estande, vigor das plântulas, presença de moléstias transmitidas pelas sementes e produtividade. As sementes são consideradas pela maior parte dos empresários das usinas de beneficiamento como um subproduto da cultura do algodoeiro e pouca atenção têm sido a elas dispensadas durante o processo de produção e de beneficiamento (Embrapa, 2001).

### **2.3 Processamento de Sementes de Algodoeiro**

As sementes de algodoeiro, para que fiquem em condições de comercialização são submetidas a diversas operações, depois da colheita. Os capulhos são prensados, depois submetidos a descaroçamento, deslincamento e as sementes classificadas por tamanho e densidade.

O roteiro do algodão em caroço entre o campo e usina consiste em: colheita, armazenamento temporário por muitos dias no campo, transporte, armazenamento temporário por meses na usina em fardos cobertos com lona plástica, transporte e beneficiamento em descaroçadores de serra ou de rolo. Depois, as sementes são deslincadas e armazenadas até a semeadura (Queiroga e Beltrão, 1999). Dentre as operações desenvolvidas com essa cultura, a colheita é uma operação de grande relevância, visto que a qualidade e o tipo de produto dependem, em grande parte, da forma e do momento em que ela é feita (Souza et al., 2004).

O teor de água máximo permitido para o algodão recém-colhido ao chegar à usina de beneficiamento é de 15%, sendo 10% o teor de água ideal, variando, na prática, entre 7% e 12%. Acima de 15%, os riscos de ocorrência de fermentação são elevados, e a qualidade do produto cai drasticamente. Esse tipo de umidade, chamada de intersticial, pode e deve ser controlada pelo cotonicultor, dentro de certos limites. O algodão muito seco, com teor de água abaixo de 6,5%, apresenta problemas no descaroçamento, como sutura da pluma e afrouxamento das máquinas, além de dificultar a prensagem (Embrapa, 2004).

Se na colheita são feitos fardos prensados, esses não devem permanecer no campo por mais de 72 horas, pois as sementes podem esquentar e perder vigor e germinação. Se as sementes possuem menos que 13% de umidade, após descaroçamento, podem ficar armazenadas a granel ou

em embalagens diferenciadas (“bags”), em local arejado, desde que a região não tenha característica de altas temperaturas e alta umidade relativa. Os lotes de sementes devem ser armazenados em condições de baixa temperatura ( $\pm 22^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar de 65% (Silva, 1998).

Entretanto, Freire et al. (1999) observaram que quando as sementes de algodoeiro são armazenadas em ambientes de alta umidade relativa (acima de 50%), deterioram em curto espaço de tempo, chegando a perder metade da germinação após 30 dias de armazenagem. Porém, nas condições do Cerrado, esse problema é diminuído devido às baixas umidades predominantes no inverno (entre 30 e 40%), podendo a semente ser armazenada por curto período (dois a três meses) sem perda de germinação (Freire et al., 1999).

Como o principal produto do algodoeiro é a fibra e essa se desenvolve nas sementes, o racional seria esmerar-se na obtenção de sementes de alta qualidade. No entanto, é fato notório que na fase que antecede o beneficiamento, muitas vezes o algodão em caroço, originado dos campos de produção de sementes, é armazenado nos pátios das usinas por períodos prolongados a céu aberto, tão somente coberto por lonas plásticas, para posterior processamento (Silva et al., 2006).

Em Mato Grosso as sementes são colhidas nos meses de julho a agosto e o período que esse algodão permanece no campo pode variar de poucos dias a meses, em fardos cobertos com lona plástica, até o momento do processamento (Silva et al., 2006). Apesar de condições climáticas geralmente amenas nessa época do ano, devido às variações de temperatura e umidade, esse período no campo, juntamente com os danos causados pelo descarçamento e deslintamento, pode acelerar a deterioração, aumentar o metabolismo dos fungos associados e reduzir o vigor das sementes (Queiroga e Beltrão, 1999; Silva et al., 2006).

Após o descarçamento da matéria prima destinada à produção de sementes, é efetuado o deslintamento, processo utilizado para retirada parcial ou total de línter e que pode ser mecânico ou químico (Gelmond, 1979). De

acordo com esse autor, a remoção do línter aumenta a absorção de água, confere fluidez à massa de sementes e facilita a emergência das plântulas no campo.

O deslntamento químico é feito, principalmente, com ácido sulfúrico. Depois de deslntadas, as sementes são submetidas à secagem natural ou artificial, à classificação em mesa de gravidade e, em seguida, podem ser tratadas com fungicidas e inseticidas (Embrapa, 2004).

Quando o deslntamento é mecânico há a redução da quantidade de línter, mas não o suficiente para permitir o processamento, que separa sementes imaturas, com baixa densidade. As sementes deslntadas mecanicamente aumentam a eficiência de semeadura, muito embora ainda mantenham parte do línter aderido ao seu tegumento. Esse tipo de deslntamento é realizado por várias serras ajustadas próximas às sementes, realizando movimento rotativo, podendo ocorrer danos às sementes que facilitam a entrada de microrganismos (Gelmond, 1979) e quanto mais intensos forem os danos, menor deverá ser a germinação e a capacidade de armazenamento das sementes (Delouche, 1981).

Também, entre os métodos para retirada do línter, encontra-se o deslntamento à flama e, Queiroga et al. (1993), estudando a eficiência desse método com várias intensidades de fogo, concluíram que o uso da flambagem com fogo brando aumenta significativamente a germinação e o vigor das sementes de algodoeiro, enquanto o deslntamento com fogo duplo e triplo reduziu significativamente os valores desses dois parâmetros, quando comparados com os resultados da semente com línter (testemunha).

Em 1979, Scotti e Yamaoka, com o objetivo de avaliar o potencial germinativo de sementes do algodoeiro coletadas desde a chegada na usina de beneficiamento até a comercialização das mesmas, concluíram que o algodão em caroço não deve ser armazenado no pátio da usina ou que então se deve aprimorar o armazenamento. Eles verificaram que, do momento em que o algodão em caroço chegou à usina até o momento do beneficiamento, houve

redução na porcentagem de germinação na ordem de 14,34 e 18,66% para as sementes deslintadas e não deslintadas, respectivamente. O deslintamento químico resultou em um lote de sementes com maior germinação e vigor e o tratamento das sementes com fungicida foi eficiente para a melhoria da qualidade das mesmas especialmente das sementes não deslintadas.

Soave (1985) sugere a utilização de sementes deslintadas na semeadura comercial do algodoeiro, porque no línter estão abrigados cerca de 70% dos fungos encontrados nas sementes. O deslintamento com ácido sulfúrico melhora a qualidade sanitária dos lotes de sementes e também a germinação (Rodrigues et al., 1979). Possibilita a obtenção de lotes de sementes com melhor qualidade, uma vez que a presença do línter, além de abrigar muitos patógenos, favorece a presença de microrganismos saprófitos que podem dificultar a detecção de patógenos importantes nas análises laboratoriais (Furlan et al., 1986; Lima et al., 1982).

Os métodos de deslintamento por ácido são bastante eficientes na eliminação do línter, resultando em menor volume de semente, maior desinfecção dos patógenos transmitidos pela semente e maior uniformidade das sementes para semeadura, tornando a germinação mais rápida e uniforme, evitando o desbaste. O deslintamento por ácido permite, inclusive, uma cobertura mais uniforme dos produtos usados para o tratamento das sementes, como também, aumenta o período em que essas poderão permanecer armazenadas (Santos et al., 1998).

Após o deslintamento e a classificação, as sementes são embaladas em sacaria de papel e armazenadas. O Serviço de Produção de Sementes Básicas da Embrapa Algodão, em Campina Grande - PB, recomenda armazenamento por no máximo oito meses, nas condições ambientais (valores médios de 26,9°C e 57% UR) e com teor de água abaixo de 10% (Queiroga e Beltrão, 1999). Em embalagem hermética e sementes com teor de água entre 4% e 9%, a semente de algodoeiro pode preservar sua qualidade e, a armazenagem segura das sementes por seis meses é obtida em ambiente com temperatura

de 20°C e 50% de umidade relativa do ar e sementes com teor de água de 7,6% (Embrapa, 2004).

O armazenamento de sementes de algodoeiro deve ser feito por pouco tempo, tanto no armazém do agricultor como nas pilhas da usina, antes do seu beneficiamento nos descarçadores e se deve evitar que as sementes sofram danos mecânicos (Queiroga et al., 1994). O beneficiamento do algodão em caroço na usina resulta na separação da pluma da semente, e essa deve ser armazenada sob condições controladas ou não, de forma que possibilite a conservação da qualidade fisiológica ou, pelo menos, que a perda não seja tão acentuada até o momento de sua utilização (Queiroga e Beltrão, 1999).

Como as sementes de algodoeiro são ricas em óleo, exigem cuidados especiais durante o período de conservação, para que mantenham a qualidade (Medeiros Filho et al., 1996). Freitas et al. (2000) verificaram que com o aumento do período de armazenamento ocorreu decréscimo linear da viabilidade e do vigor das sementes, e aumento linear na incidência de fungos de armazenamento.

Sementes de algodoeiro da cultivar CNPA ITA-90, armazenadas em ambiente sem controle de temperatura e de umidade relativa, em Rondonópolis-MT, mantiveram a germinação acima do padrão para o comércio de sementes no Estado de Mato Grosso por mais de nove meses de armazenamento (Amaral et al., 2001). Entretanto, esses autores verificaram que ocorreram decréscimos significativos no vigor das sementes, aos oito meses de armazenamento, evidenciados nos testes de germinação à baixa temperatura e de envelhecimento acelerado. A manutenção da germinação foi atribuída ao alto vigor inicial e baixo teor de água das sementes, que minimizaram a velocidade do processo deteriorativo.

O potencial de conservação das sementes é determinado pela velocidade do processo de deterioração e pode ser variável entre diferentes lotes da mesma espécie e mesmo cultivar, armazenados sob as mesmas condições (Delouche e Baskin, 1973). Paolinelli e Braga (1997), avaliando

alterações na qualidade de sementes de algodoeiro durante o armazenamento, obtiveram interações altamente significativas entre níveis de vigor das sementes e períodos de armazenamento.

O nível de deterioração em sementes armazenadas depende das condições do lote no início da armazenagem e do controle dos fatores ambientais durante essa fase (Machado, 1988). A deterioração é um processo inexorável, irreversível e seu progresso é variável entre as espécies e entre lotes de sementes da mesma espécie (Copeland e McDonald Junior, 1995). Segundo a seqüência do processo de deterioração de sementes proposta por Delouche e Baskin (1973), o decréscimo do potencial de armazenamento é a segunda manifestação fisiológica da deterioração após a redução da velocidade de germinação.

Para que haja uma boa qualidade é necessário melhorar os índices de aproveitamento com o monitoramento de todas as etapas do processamento, efetuando as práticas necessárias no momento certo e armazenando as sementes em condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar (Santos et al., 1998).

## **2.4 Danos Mecânicos**

O algodão em caroço passa por uma série de equipamentos para a obtenção das sementes e todos eles, de alguma forma podem provocar danificações nas sementes e prejudicar o seu potencial fisiológico.

A danificação mecânica, juntamente com a mistura varietal, é apontada, por muitos tecnólogos como um dos mais sérios problemas da produção de sementes. A danificação mecânica é conseqüência, na sua maior parte, da mecanização das atividades agrícolas, que é um problema praticamente inevitável (Carvalho e Nakagawa, 2000).

O estágio de máxima qualidade das sementes é alcançado quando essa atinge a maturidade fisiológica, após o qual, todos os eventos que ocorrem

resultam em gradual, às vezes rápida, mas sempre contínua perda de qualidade na semente e ou grão, sendo o dano mecânico uma das maiores causas de redução da viabilidade da semente. Cada dano mecânico provocado à semente, por pequeno que seja, é cumulativo e é parte integral do dano total da plântula, podendo reduzir seu poder germinativo, vigor inicial e rendimentos na produção total (Bunch, 1960).

Sendo a semente um organismo vivo, o ideal seria colhê-la e limpá-la à mão, para não lhe infligir danificações. Todavia, isso não é prático nem econômico. Por isso, todas as fases de produção de sementes são mecanizadas (Popinigis, 1985), o que acarreta danos às sementes. Carvalho e Nakagawa (2000) citam que a ocorrência de danos mecânicos durante a colheita é de 40%, no beneficiamento, 50%; no armazenamento, 4%; no transporte, 2% e, na semeadura, 4%.

Entre as causas responsáveis pela perda de qualidade em sementes, destacam-se os danos mecânicos provocados, principalmente durante as operações de colheita e beneficiamento (Flor et al., 2004). A semente passa por elevadores, transportadores, e através de máquinas de beneficiamento, onde sofre quedas, impactos e abrasões que causam lesões ao tegumento (Popinigis, 1985). O beneficiamento é importante fonte de dano mecânico, devido, principalmente, às quedas sucessivas inerentes às operações e os transportadores, elevadores e outros equipamentos usados para movimentar sementes durante as etapas de colheita, beneficiamento e embalagem podem ter influência na sua qualidade (Delouche, 1981).

O dano mecânico ocorrido na colheita pode acarretar redução na germinação da ordem de 10% e o beneficiamento inadequado pode elevar esse índice para até 30% (Copeland, 1972). Bragachini et al. (1992) consideram que danos mecânicos acima de 20% são considerados excessivos e Gregg et al. (1970) já citavam que a capacidade de uma semente produzir uma planta normal pode ser reduzida ou anulada por danificações mecânicas recebidas durante o beneficiamento.

Os danos mecânicos, causados por ação de agentes físicos em sementes nas fases de produção, são apontados como sendo uma das causas principais da redução da qualidade fisiológica de sementes, detectada pelo teste de germinação e vigor. Desta forma, definem-se os danos mecânicos como sendo danos causados por agentes físicos na colheita, beneficiamento, armazenamento, transporte e plantio, causando-lhes abrasões, trincas, rachaduras e quebras, e estão diretamente correlacionadas com a redução da germinação, emergência e vigor, bem como, com o potencial de armazenamento das sementes (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Os danos físicos incluem todos os tipos de danos causados às sementes por processos mecânicos de manejo, que ocorrem durante a colheita, nos elevadores, transportadores e nas máquinas de beneficiamento. O dano pode ser provocado por choques, impactos e abrasões das sementes contra superfícies, principalmente metálicas. Cada impacto deixa a semente cada vez mais sensível ao dano mecânico, ocorrendo um aumento do número de danos nas sementes e conseqüentemente redução na porcentagem de sementes viáveis para germinar (Mason et al., 1982).

Como conseqüência da danificação mecânica, as sementes apresentam-se quebradas, trincadas, fragmentadas, arranhadas e internamente danificadas. Mas não só o aspecto físico da semente é prejudicado, sementes mecanicamente danificadas são, também, mais difíceis de limpar, provocam maiores perdas no beneficiamento, apresentam menor vigor e germinação, são mais suscetíveis ao tratamento químico e ao ataque dos microrganismos no solo (Copeland e McDonald Junior, 1995).

Em função do grau de umidade a danificação mecânica pode ser classificada em dois tipos: por quebramento e amassamento. Quebramento é o tipo de dano que a semente sofre quando seu grau de umidade é muito baixo, resultando em rompimento dos tecidos da semente. Amassamento ocorre quando o grau de umidade da semente é muito alto; como os tecidos são tenros a semente fica amassada na região onde ocorreu o impacto (Carvalho e

Nakagawa, 2000). Dano mecânico por quebraamento aumenta com grau de umidade abaixo de 12% e por amassamento a partir de 15% (Delouche, 1981).

O local de impacto exerce influência, pelo fato de que em muitas espécies de sementes o eixo embrionário ocupa uma posição muito exposta, o que facilita a danificação da semente (Campos e Peske, 1995). Sementes de soja, amendoim e feijão são mais susceptíveis aos efeitos dos danos mecânicos do que as sementes de milho, arroz ou trigo que possuem um volumoso tecido endospermático, que constitui uma proteção ao embrião (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Os efeitos dos danos mecânicos se dividem em duas classes: Imediatos - quando as sementes são imediatamente afetadas em sua viabilidade; Latentes - quando embora as sementes não sejam imediatamente afetadas, o seu vigor, potencial de armazenamento e seu valor cultural são reduzidos. Em ambos os casos, as sementes vão mobilizar energia com o objetivo de cicatrizar o tecido, conseqüentemente, a energia remanescente não é suficiente para que o processo de germinação se complete (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Borba et al. (1996) citam que os impactos, abrasões e cortes a que as sementes de milho são submetidas durante o processamento e semeadura, além de provocarem danos imediatos e latentes, podem reduzir, sensivelmente, a qualidade física e fisiológica dos lotes. A semente, ao receber uma pancada, pode sofrer lesões visíveis, que dependendo da força do impacto, pode perder a viabilidade instantaneamente ou deixar minúsculas aberturas no pericarpo, facilitando a entrada de microorganismos, provocando a redução do vigor ou mesmo podendo levá-la à morte. Por outro lado, as sementes também podem sofrer lesões internas que não são visíveis, mas que durante o armazenamento, podem originar a produção de auto-toxinas.

O dano visível ou imediato, como tegumentos quebrados, cotilédones separados e quebrados em soja, pode ser observado pela análise visual (Popinigis, 1985). Altas porcentagens de tegumento rachado contribuem para o aumento do crescimento de fungos e reduzem o período de armazenamento

(Carbonell e Krzyzanowski, 1993). O dano invisível ou latente (trincas microscópicas e abrasões) corresponde ao dano que irá se manifestar no período de armazenamento, com a queda do vigor e da viabilidade de semente (Fagundes, 1971; Copeland, 1972; Delouche, 1972; Costa et al., 1979; Popinigis, 1985).

Os efeitos latentes são expressos por amassamento e produzem lesão que pode servir como meio de entrada para patógenos que afetam a sanidade e a conservação durante o armazenamento (Moore, 1974). As sementes mecanicamente danificadas deterioram-se mais rapidamente durante o armazenamento e não suportam condições adversas no campo, depois de semeadas (Campos e Peske, 1995).

Trincas ou rachaduras situadas superficialmente são facilmente detectadas, mas também danos menores ou microdanos, mesmo que invisíveis a olho nu, dependendo da sua localização, podem reduzir significativamente a qualidade das sementes. Danos internos e ruptura de pequena proporção no tegumento são difíceis de serem detectados e tornam as sementes susceptíveis a fungos e insetos, o que, juntamente com sua posterior propagação, diminuirá sua qualidade fisiológica (Flor et al., 2004).

O processo de descarçamento pode causar danos nas sementes de algodoeiro, embora seja o processo mais importante do beneficiamento do algodão, onde se realiza a separação das fibras da semente. Para não ocorrer dano mecânico às sementes básicas ou fiscalizadas de algodoeiro, durante o beneficiamento, é indispensável que a rotação dos descarçadores esteja controlada entre 350 e 550 rpm, a fim de evitar redução da qualidade fisiológica da semente, que ocorrerá, com certeza, se a rotação atingir 715 rpm (Embrapa, 2004).

O deslincamento é uma etapa da produção que também ocasiona muitos danos nas sementes de algodoeiro, no entanto, a presença de línter influencia na capacidade de absorção de água pela semente (Gelmond, 1979), retarda a germinação e facilita o ataque de patógenos presentes no solo (Santos et al.,

1998). Portanto, a retirada do línter é extremamente importante para a obtenção de lotes de sementes com alto padrão de qualidade física, fisiológica e sanitária, condições indispensáveis para o sucesso de qualquer lavoura (Rodrigues et al., 1979; Furlan et al., 1986; Lima et al., 1982; Carvalho, 2005).

Sementes de algodoeiro danificadas mecanicamente sofrem reduções na sua qualidade fisiológica que são detectadas pelo teste de germinação e vigor; a proporção das plântulas normais diminui, enquanto a proporção de plântulas anormais e infeccionadas aumenta (Popinigis, 1985).

Em um estudo sobre o efeito da intensidade do deslntamento mecânico na germinação, vigor e potencial de armazenamento, Santiago e Usberti (1983) verificaram que o deslntamento mecânico não prejudicou significativamente os valores de germinação inicial; entretanto, todas as intensidades de deslntamento testadas tiveram efeitos prejudiciais nos valores de vigor e de germinação após dez meses de armazenamento. Além disso, quanto mais severo o deslntamento, maior foi a redução observada naqueles valores.

Paolinelli et al. (1995), ao avaliarem a influência do beneficiamento e do deslntamento no vigor de sementes de algodoeiro, verificaram que o descaroçamento de rolo não causou danos à qualidade, exceto no comprimento de plântulas, e que sementes deslntadas quimicamente com ácido sulfúrico apresentaram qualidade fisiológica superior às sementes peludas. Também Silva et al. (2006) afirmaram que mesmo não se avaliando a incidência de danos mecânicos em sementes de algodoeiro após a colheita e processamento, os mesmos observaram a presença de sementes com abrasões, cortes e amassamentos que podem ter contribuído para perda de qualidade durante o armazenamento.

No estado de Mato Grosso, na safra 2000/01, foi detectado descarte na etapa de beneficiamento, devido a dano mecânico e a germinação abaixo do padrão estadual, sendo essa responsável por 20% dos descartes de sementes de algodoeiro. Em vários laboratórios de análise de sementes em Mato Grosso, foram observados no teste de germinação, danos na raiz primária de plântulas

de algodoeiro, que podem ter sido provocados pelo deslincamento químico por via úmida, além de danos mecânicos realizados por meio de descarçadores de rolos ou facas (Pires, 2002).

Existem fatores que interferem na ocorrência de danos mecânicos. Por exemplo, se o dano for do tipo corte, ao invés de impacto, a intensidade do dano será tanto maior quanto mais úmidas estiverem as sementes (Delouche, 1981). Esse é o caso do deslincamento mecânico de sementes de algodoeiro, em que serras circulares em movimento aproximam-se das sementes, o que permite que o línter seja arrancado. Em muitas oportunidades, sem que se possa exercer qualquer controle mais apurado, essas serras tenderão a penetrar nos tecidos das sementes, rasgando-os. Essa penetração vai se dar de forma tanto mais fácil quanto maior for o teor de água das sementes (Delouche, 1981).

As danificações causadas pelo processamento mecânico não podem ser totalmente anuladas, mas sua extensão e severidade podem ser grandemente atenuadas (Carbonell e Krzyzanowski, 1993). Para diminuir os problemas de qualidade das sementes de soja, resultantes de danos mecânicos, as unidades de beneficiamento devem reduzir a altura e o número de quedas da semente, empregar elevadores de canecas de baixa velocidade, em sementes de soja, e regular as máquinas, de modo a reduzir a um mínimo os choques e abrasões à semente (Campos e Peske, 1995).

Em sementes de soja, existe correlação entre o teor de lignina presente no tegumento das sementes e a resistência ao dano mecânico, sendo esse um mecanismo importante para absorver os choques mecânicos aos quais a semente de soja é submetida durante as operações de colheita e beneficiamento (Alvarez et al., 1995).

## 2.5 Técnicas Para Análise de Danos Mecânicos

Atualmente, são usadas várias técnicas para avaliação dos danos mecânicos em sementes. O uso de corante como *Fast green* e iodo têm o objetivo de facilitar a identificação dos danos mecânicos em sementes, sendo esses testes mais eficientes em sementes de milho (Marcos Filho et al., 1987). Em sementes dessa mesma espécie, Oliveira et al. (1998) verificaram que tanto o *Amaranth* como o *Fast green* foram capazes de detectar com eficiência os danos mecânicos e Brandão Junior et al. (1999) observaram que o corante *Amaranth* proporcionou menor variação na avaliação de danos mecânicos.

O “teste de queda” (“Drop Test”), método usado para *Phaseolus vulgaris* na indústria de sementes nos Estados Unidos, é utilizado para avaliação de cultivares para resistência da semente ao dano mecânico. Entretanto, esse teste não foi suficiente para provocar dano mecânico em sementes de soja e não foi capaz de separar cultivares em classe de resistência (Carbonell et al., 1992).

Quando os danos mecânicos, em milho, são visíveis (sementes partidas e com rupturas no tegumento), as sementes podem ser separadas durante a limpeza, por máquinas apropriadas que as separam de acordo com suas propriedades físicas (Cícero et al., 1998). Danos mecânicos situados superficialmente, como trincas ou rachaduras, são facilmente detectados, ao passo que os danos mecânicos internos exigem exames mais detalhados para sua detecção (Flor et al., 2004).

Por isso, atualmente estão sendo muito estudadas e utilizadas técnicas mais sofisticadas, como o uso da análise informatizada de imagens e o uso da porosimetria. Essas técnicas têm sido utilizadas para possibilitar a detecção de minidanificações, pois mesmo danos mecânicos, muito pequenos, podem ser capazes de reduzir a germinação (Delouche, 1981; Cícero et al., 1998).

A utilização da análise de imagens para a determinação de danos mecânicos em sementes destaca-se como eficiente ferramenta, pois se trata de

método de grande precisão (as sementes podem ser examinadas individualmente em imagens ampliadas que poderão indicar, em detalhes, a área danificada, sua extensão e localização) e não destrutivo. Permite também, comprovar, por meio de testes de germinação e vigor, se os danos mecânicos detectados externa e internamente nas sementes apresentam efeitos sobre a qualidade fisiológica e, assim, ajudar a entender o motivo de uma determinada semente, com danos mecânicos externos e internos aparentemente importantes, originar uma plântula normal (Cícero et al., 1998).

O teste de raios-X, padronizado pela Associação Internacional de Análise de Sementes (ISTA, 1985), baseia-se no princípio da obtenção de imagens com o emprego de raios-X. Essa técnica foi inicialmente introduzida na Suécia, na década de 1950, para a avaliação da qualidade de sementes de espécies florestais (Simak e Gustafsson, 1953), sendo atualmente utilizada como teste de rotina para a avaliação da qualidade de sementes de espécies olerícolas (Van der Burg et al., 1994; Liu et al., 1997).

Borba et al. (1996) utilizaram avaliação de dano mecânico e germinação, pelo método alternativo em monitor de computador e imagens impressas captadas em “scanner” das sementes e plântulas de milho. Os resultados permitiram concluir que a avaliação de sementes danificadas mecanicamente, por meio do monitor e em papel impresso, proporciona maiores detalhes que nos obtidos no método convencional.

A demonstração da necessidade de buscar melhorias dos testes atuais ou por novas técnicas foi evidenciada por Hampton et al. (1996). Howarth e Stanwood (1993) fizeram uma proposta de melhoria do teste de tetrazólio, no sentido de viabilizar a substituição humana na análise dos resultados, o que seria feito então por um processamento de imagem da semente já devidamente colorida pelo tetrazólio. Nesse caso, os autores não propõem a análise por um mapeamento das áreas, e sim uma contabilidade da área viva pela área total. Uma análise de viabilidade, como ocorre no teste de tetrazólio, no entanto, necessita de identificação precisa do dano, pois a razão entre área viva e área

total pode ser alta, mas a existência de um dano em região vital da semente pode torná-la não viável. Neste sentido, um passo natural nessa proposta seria a realização do mapeamento de área e julgamento de viabilidade baseado em banco de dados e em programas computacionais dentro da linha de inteligência artificial (Howarth e Stanwood,1993).

O conhecimento de como ocorrem os danos mecânicos e dos fatores que intervêm na sua intensidade pode facilitar seu controle (Carvalho e Nakagawa, 2000) e o monitoramento das sementes por meio de análise de sua qualidade é muito importante para minimizar os riscos e custos na sua produção.

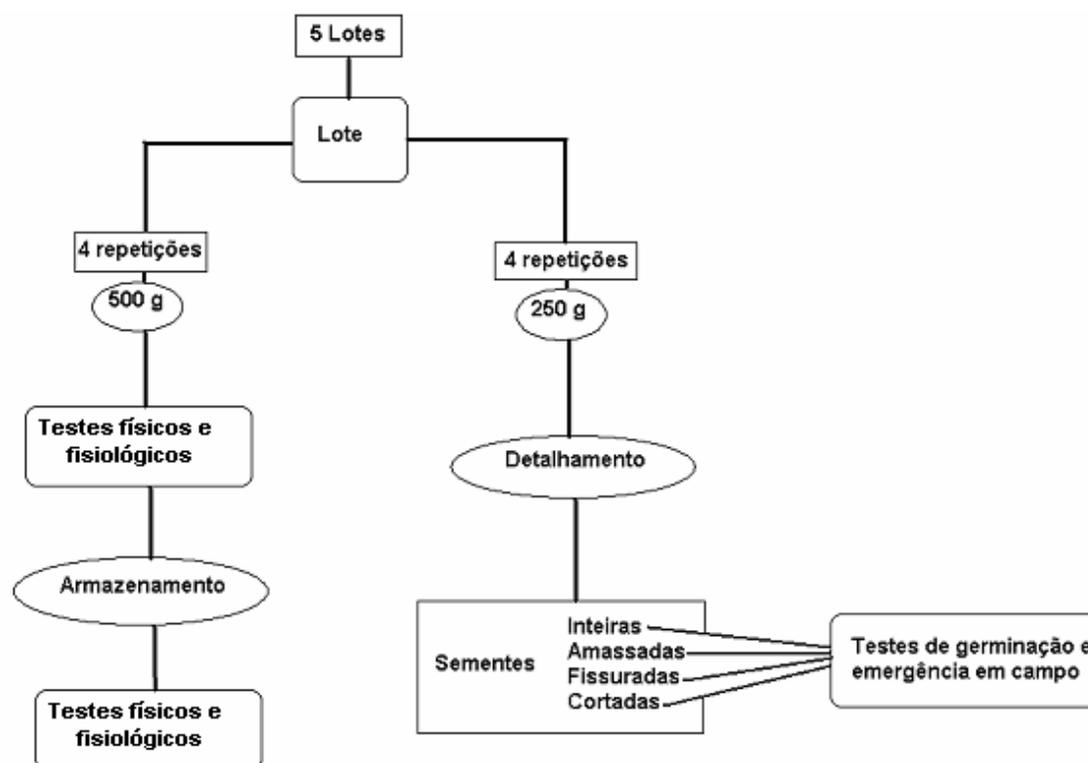
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes da Associação dos Produtores de Sementes de Mato Grosso (APROSMAT), em Rondonópolis, Mato Grosso, no período de agosto de 2005 a junho de 2006, com sementes de algodoeiro, cultivar ITA-90, da safra 2004/05, produzidas na região sul de Mato Grosso. Foram utilizadas amostras de cinco lotes de sementes previamente identificadas e homogeneizadas e o experimento foi realizado em duas etapas.

Cada amostra por lote, depois de homogeneizada, foi separada primeiramente em oito subamostras, que corresponde às duas etapas, quatro de 500 gramas e quatro de 250 gramas de sementes (Figura 1).

Na primeira etapa (Figura 1), após a análise inicial das sementes, as quatro repetições de 500 gramas de cada lote foram armazenadas por quatro meses, de novembro à março de 2006, em câmara refrigerada a uma temperatura de  $18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e 60% de umidade relativa do ar, acondicionadas em caixas de papelão. No início e final do armazenamento, as sementes foram analisadas quanto à porcentagem de danos mecânicos: sementes sem danos (inteiras), amassadas, fissuradas e cortadas; teor de água, germinação, vigor - envelhecimento acelerado, germinação a baixa temperatura, comprimento de plântula e de raiz, massa de mil sementes (no início do armazenamento),

emergência de plântulas em campo, primeira contagem, índice de velocidade de emergência e tetrazólio.



**FIGURA 1.** Esquema da metodologia do experimento.

Na segunda etapa (Figura 1), foi feito o detalhamento dos danos mecânicos. Foram utilizadas quatro repetições de cada lote, com massa inicial de 250 gramas. As sementes de cada amostra, por repetição, foram separadas em classes, quanto ao tipo de dano mecânico: sementes sem danos (inteiras), sementes amassadas, sementes fissuradas e sementes cortadas (Figura 2), sendo determinada a massa e a quantidade das sementes de cada classe.



**FIGURA 2.** Classificação de danos mecânicos em sementes de algodoeiro - amassadas, fissuradas e cortadas.

As sementes de cada classe foram analisadas e divididas de acordo com o número de sementes danificadas encontradas e submetidas aos testes de germinação, emergência de plântulas em campo (primeira contagem e índice de velocidade de emergência). Para a identificação de cada classe de sementes durante a realização dos testes, foi feito um sistema de mapeamento, onde as sementes foram colocadas nos testes separadamente por classe, e verificada as porcentagens de plântulas normais e anormais e de sementes deterioradas (mortas) oriundas dessas sementes. O número de sementes utilizadas nos testes foi de acordo com a quantidade de sementes danificadas.

### 3.1 Descrição dos Testes

Para cada repetição por amostra foram realizados os seguintes testes:

- a- **Teor de água (TA)** - foi utilizado o método de estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, com duas subamostras de aproximadamente 5 gramas (Brasil, 1992).
- b- **Massa de mil sementes (M1000)** - determinado segundo a prescrição das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com oito subamostras de 100 sementes. As pesagens foram realizadas em balança com precisão de duas casas decimais e o resultado expresso em massa média de mil sementes em gramas.

**c- Avaliação visual de danos mecânicos** - as sementes foram avaliadas visualmente e com o uso de lupa de aumento, sendo anotados o número de sementes com danos e a posição desses danos mecânicos, em todo o conteúdo de cada amostra e foram divididas em quatro classes:

Classe 1: sementes inteiras, sem danificações aparentes.

Classe 2: sementes amassadas – sementes com presença de tegumentos amassados.

Classe 3: sementes cortadas – sementes com cortes no tegumento atingindo a estrutura interna da semente.

Classe 4: sementes fissuradas ou trincadas – sementes com fendas ou rachaduras, danos expressivos no tegumento que podem ou não atingir as estruturas internas.

Essas sementes foram contadas e pesadas, depois fotografadas e colocadas para germinar para avaliação dos danos nas plântulas. O tipo de dano também foi desenhado, para melhor visualização.

**d- Teste de germinação (TG)** - a viabilidade dos lotes de sementes de algodoeiro foi avaliada pelo teste de germinação, segundo as prescrições das R.A.S - Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com modificações no número de sementes. Foram utilizadas 200 sementes, em oito subamostras de 25 sementes, em substrato de papel na forma de rolos, umedecidos em água, na quantidade de duas e meia vezes a massa do papel seco. Os rolos ficaram acondicionados em germinador tipo Walking Germinating, a temperatura de 25°C sob luz constante. As avaliações foram feitas aos quatro e sete dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas.

- e- Envelhecimento acelerado (EA)** - foi utilizado o método da caixa de plástico transparente, tipo gerbox (mini-câmara), com as sementes distribuídas em camada única sobre a bandeja de tela de alumínio. No interior dessa mini-câmara foi colocada uma lâmina de água de 40 mL. As caixas foram levadas a uma B.O.D., onde permaneceram sob temperatura constante de  $41^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 60 horas, de acordo com as recomendações de Marcos Filho (1999). Depois de retiradas da câmara, as sementes foram colocadas para germinar seguindo o mesmo procedimento do teste de germinação e avaliadas segundo os mesmos critérios, mas usando apenas uma contagem de plântulas normais aos cinco dias após a semeadura.
- f- Germinação a baixa temperatura (GBT)** - esse teste seguiu a metodologia descrita para o teste de germinação com modificação na temperatura do germinador que foi regulado para  $18^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , na ausência de luz, com contagem única aos sete dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 1992).
- g- Primeira contagem de germinação (PC)** - foi feita junto com o teste de germinação sendo realizada uma contagem de plântulas normais aos quatro dias após a semeadura (Nakagawa, 1999).
- h- Comprimento de plântulas (CP)** - foi conduzido com quatro subamostras de 10 sementes, colocadas sobre uma linha traçada no terço superior do papel toalha umedecido da mesma forma que no teste de germinação, no sentido longitudinal e com a extremidade inferior da radícula voltada para a mesma direção e para a parte inferior do papel. Os rolos foram acondicionados dentro de sacos plásticos e em germinador regulado para  $25^{\circ}\text{C}$ , no escuro, dispostos a um ângulo de  $45^{\circ}$ , durante cinco dias. Após esse período, as plântulas e as raízes primárias foram medidas, e os resultados expressos em centímetros (Nakagawa, 1999).

- i- Emergência de plântulas em campo (EC)** - esse teste foi conduzido em canteiros com solo de tipo arenoso de 4 a 5% de argila. Foram utilizadas para cada amostra, quatro subamostras de 50 sementes, por repetição na profundidade de semeadura padronizada para 3 cm para todas as repetições. A porcentagem de emergência em campo foi determinada aos 12 dias após a semeadura.
  
- j- Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE)** - esse teste foi realizado junto com o de emergência de plântulas em campo, contando-se diariamente as plântulas normais emergidas durante um período de 12 dias, até a estabilização do estande. Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentavam os cotilédones acima do solo. Os dados foram transformados em índice de velocidade de emergência de acordo com Maguire (1962).
  
- k- Teste de tetrazólio (TZ)** - foram utilizadas para cada amostra, duas subamostras de 50 sementes para cada repetição. As sementes foram pré-condicionadas em papel toalha umedecido com água e mantidas nessas condições por um período de 16 horas, na temperatura média de 25°C. Para evitar a perda de umidade, as embalagens foram colocadas em saco plástico. Após esse pré-condicionamento, as sementes foram colocadas em copinhos de plásticos, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio a 0,05% e depois colocadas em estufa regulada a 35°C ± 1°C por período de três horas, na ausência de luz. Depois desse período, as sementes foram retiradas da estufa e, em seguida lavadas com água corrente comum e, após a lavagem, as sementes permaneceram submersas em água. Foi realizado o corte no sentido longitudinal. As sementes, então, foram examinadas uma a uma, verificando-se a sua viabilidade e vigor. Foram

observadas, além da coloração, a turgescência dos tecidos e a ausência de fraturas ou lesões localizadas em regiões vitais das sementes (Brasil, 1992).

### **3.2 Delineamento Experimental**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, e na avaliação da qualidade inicial e do efeito dos danos mecânicos na qualidade das sementes, para cada variável, foram cinco tratamentos (lotes) e quatro repetições. Para avaliar o efeito do armazenamento, usou-se o esquema fatorial 2 x 5, sendo dois períodos e cinco lotes, em quatro repetições. Para a análise de variância foi usado o teste de F. Quando necessário, os dados foram transformados para atenderem os pressupostos de normalidade e homogeneidade.

Os resultados dos testes de germinação e de vigor (emergência de plântulas em campo, germinação a baixa temperatura e envelhecimento acelerado) foram correlacionados com os resultados de sementes inteiras e danificadas (amassadas, fissuradas e cortadas) pelo teste de correlação de Pearson.

Na análise dos dados utilizou-se o programa estatístico SAEG, versão 5.0.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Qualidade Inicial das Sementes**

Pela análise da qualidade inicial dos lotes (Tabela 1), verifica-se que os mesmos apresentaram variações nas diferentes características avaliadas. Com relação à massa de mil sementes, os lotes 1 e 2 apresentaram melhores resultados, seguidos pelo lote 4, enquanto que os lotes 3 e 5 tiveram menores massas de 1000 sementes. A variação nos teores de água dos lotes foram pequenas e esses estavam na faixa de 9,8 a 11,0%. Somente o lote 5 apresentou maior teor de água que os lotes 1 e 2. Os teores de água apresentados, exceto dos lotes 1 e 2, não são adequados para armazenagem segura, mesmo por curto período segundo Queiroga e Beltrão (1999) e Embrapa (2004).

Os lotes 2 e 3 apresentaram melhor potencial fisiológico, seguidos pelos lotes 1 e 5, verificado pelos testes de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas em campo. Todos os lotes estavam com germinação

superior ao padrão nacional que é de 70% para sementes genéticas e de 75% para as demais classes (MAPA, 2005)<sup>3</sup>.

**TABELA 1.** Qualidade inicial dos lotes de sementes de algodoeiro, cultivar ITA-90.

Lotes	Massa de 1000 sementes (g) <sup>1</sup>	TA	TG (%)	EA	TA/EA	EC
1	100,94 A	9,8 B	81 BC	92 A	26,6 A	92 AB
2	101,31 A	9,9 B	85 AB	91 A	28,4 A	94 A
3	93,93 C	10,6 AB	90 A	91 A	28,7 A	90 AB
4	97,49 B	10,5 AB	77 C	78 B	29,5 A	76 C
5	92,36 C	11,0 A	86 AB	80 B	29,7 A	88 B
CV (%)	0,78	4,65	3,77	3,39	8,30	2,55

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TA – teor de água; TG – germinação; EA – germinação após envelhecimento acelerado; TA/EA – teor de água após envelhecimento acelerado; EC – emergência de plântulas em campo.

## 4.2 Qualidade das Sementes Antes e Após o Armazenamento

Verifica-se, na Tabela 2, que ocorreram algumas variações significativas na qualidade das sementes com o armazenamento, entretanto o teor de água não variou durante esse período, provavelmente devido às condições do armazenamento em câmara refrigerada, com temperatura de 18°C a 20°C e 60% de umidade relativa do ar. A umidade relativa baixa do ambiente é o fator mais importante para a conservação da semente de algodoeiro, em razão de sua natureza oleaginosa, independentemente dos graus de temperatura da região (Embrapa, 2004).

<sup>3</sup> Instrução Normativa nº 25, 16/12/2005. Anexo 5. In:

abrasem[http://www.abrasem.com.br/legislacao\\_sac/01\\_producao\\_e\\_comercio/anexos/031\\_anexo\\_I\\_algodao.doc](http://www.abrasem.com.br/legislacao_sac/01_producao_e_comercio/anexos/031_anexo_I_algodao.doc).

Acesso em 23/09/06.

Os lotes apresentaram variações de teor de água de 9,8 a 11,0% no início e de 9,7 a 10,7% no final do armazenamento (Tabela 2). A recomendação para armazenamento seguro de sementes de algodoeiro é de 10% no máximo, mesmo por curto período de tempo conservando seu potencial germinativo e vigor (Passos, 1977). O Serviço de Produção de Sementes Básicas da Embrapa Algodão, em Campina Grande - PB, recomenda armazenamento por no máximo 8 meses, nas condições ambientais (valores médios de 26,9°C e 57% UR) e com teor de água abaixo de 10% (Queiroga e Beltrão, 1999).

Os lotes apresentaram poucas variações na germinação durante o período de armazenamento. Os lotes 2, 3 e 5 tiveram melhores desempenhos no início do armazenamento, com 85, 90 e 86% de germinação e, no final do armazenamento, foram os lotes 1, 2 e 3 (Tabela 2). Esses mesmos lotes apresentaram maiores porcentagens de germinação após envelhecimento acelerado, antes e no final do armazenamento.

No lote 5 houve decréscimo nas porcentagens durante os testes de germinação à baixa temperatura, emergência em campo e envelhecimento acelerado, no final do armazenamento. Esse mesmo lote apresentou o maior teor de água, 11%, que pode ter ocasionado maior deterioração e por isso o decréscimo no vigor das sementes.

Com exceção do lote 5, os resultados da germinação após o envelhecimento acelerado e germinação à baixa temperatura mantiveram-se semelhantes após o período de armazenamento. Da mesma forma, verifica-se nos demais testes (GBT, EC, IVG, CP e CR) que os lotes 1 e 2 foram os que apresentaram os melhores resultados. O segundo grupo em função da qualidade é formado pelos lotes 3 e 5 e o lote 4 foi o que apresentou o mais baixo desempenho, tanto no início quanto no final do armazenamento.

**TABELA 2.** Qualidade de sementes de algodoeiro, cultivar ITA-90, no início e final do armazenamento.

Variável	Armazena Mento	Lotes					CV%
		1	2	3	4	5	
TA (%)	Início	9,8 Ba	9,9 Ba	10,6 ABa	10,5 ABa	11,0 Aa	4,65
	Final	9,7 Ba	9,9 Ba	10,7 Aa	10,4 ABa	10,6 ABa	
TG (%)	Início	81 BCb	85 ABb	90 Aa	77 Ca	86 Aba	3,77
	Final	94 Aa	93 Aa	91 ABa	81 Ca	85 BCa	
EA (%)	Início	92 Aa	91 Aa	91 Aa	78 Ba	80 Ba	3,39
	Final	88 Aa	91 Aa	89 Aa	74 Ba	74 Bb	
TA/EA (%)	Início	26,6 Aa	28,4 Aa	28,7 Aa	29,5 Aa	29,7 Aa	8,30
	Final	23,4 ABa	23,2 ABb	19,2 Bb	25,3 Ab	23,3 ABb	
GBT (%)	Início	84 Aa	86 Aa	89 Aa	72 Ba	86 Aa	3,01
	Final	87 Aa	87 Aa	86 Aa	73 Ba	76 Bb	
EC (%)	Início	92 ABa	94 Aa	90 ABa	76 Ca	88 Ba	2,55
	Final	88 Ab	87 Ab	88 Aa	71 Bb	86 Aa	
IVG	Início	14,31 Ab	14,67 Aa	14,46 Aa	11,82 Ba	13,90 Aa	2,60
	Final	15,35 Aa	15,06 ABa	14,44 BCa	12,21 Da	14,25 Ca	
CP (cm)	Início	19,36 Ab	19,77 Ab	11,13 Bb	14,56 Bb	18,07 Ab	9,58
	Final	22,01 Aa	24,0 Aa	15,19 Ba	17,40 Ba	21,82 Aa	
CR (cm)	Início	12,83 Aa	13,12 Aa	6,00 Ca	8,69 Ba	12,11 Ab	10,63
	Final	12,13 Aa	14,01 Aa	6,27 Ca	8,73 Ba	13,82 Aa	

Letras maiúsculas na linha comparam lotes e letras minúsculas na coluna, dentro de cada variável, comparam tempo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

TA - teor de água; TG - germinação; EA - germinação após envelhecimento acelerado; TA/EA - teor de água após o envelhecimento acelerado; GBT - germinação à baixa temperatura; EC - emergência de plântulas em campo; IVG - índice de velocidade de germinação; CP - comprimento de planta; CR - comprimento de raiz.

Comparando-se os dados do início para o final do armazenamento (Tabela 2) verifica-se que os lotes 1 e 2 apresentaram acréscimo na germinação ao final desse período. Isso aconteceu, provavelmente devido à ocorrência de sementes duras, que mesmo com todos os fatores favoráveis, podem não germinar. Logo após a colheita, mais de 80% das sementes de algodoeiro germinam lentamente. Uma porcentagem superior a 10% simplesmente não germina, em decorrência da impermeabilidade da semente, causada por uma camada muito fina de cera que reveste seu tegumento. Quando a semente fica armazenada por mais de 60 dias, essa camada de cera dissipa-se, naturalmente, quebrando, assim, a dormência (Embrapa, 2004).

Também observou-se a ocorrência de fungos *Rhizopus spp.* nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado realizado com as sementes de algodoeiro antes do armazenamento, o que ocasionou redução na porcentagem de plântulas normais. No entanto, no teste de germinação após o armazenamento, esse fungo não apareceu, comprovando que, realmente, esse fungo estava como contaminante. Normalmente é verificada a presença desse fungo após o deslignamento químico em função do ácido sulfúrico.

O lote 5, ao final do armazenamento apresentou menor germinação após envelhecimento acelerado, variando de 80 para 74%, o que corresponde a um decréscimo de 7,5% na germinação. Esse mesmo lote também apresentou menor germinação a baixa temperatura ao final do período de armazenamento, com decréscimo de 11,6%. Amaral et al. (2001) também observaram que a perda de vigor em sementes de algodoeiro foi primeiramente verificada nos testes de estresse, como o envelhecimento acelerado. Esse decréscimo ao final do armazenamento deve-se à deterioração, que é um processo que se inicia a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, determinando a queda da qualidade e culminando com a morte da semente (Marcos Filho, 2005). Pádua e Vieira (2001) observaram pelos testes de envelhecimento acelerado e de germinação a baixa temperatura que os lotes de baixo vigor apresentaram menor tolerância ao armazenamento. Por isso a manutenção da qualidade de

sementes de algodoeiro para comercialização depende da sua qualidade inicial e das condições de armazenamento.

Pelo teste de emergência de plântulas em campo observa-se que os lotes 1, 2 e 4 apresentaram menores resultados após o armazenamento, com perdas de 4,3; 7,4 e 6,6% respectivamente, em relação ao início do armazenamento, provavelmente devido ao processo de deterioração (Tabela 2).

Os resultados do teste de tetrazólio encontram-se na Tabela 3. Nos lotes 1 e 2 houve variação do início para o final do armazenamento, quanto ao vigor das sementes. Os lotes 4 e 5 apresentaram as menores porcentagens, tanto no início quanto no final do armazenamento, 65,5% e 61,3%, respectivamente. A viabilidade das sementes não variou entre os lotes e entre os períodos de armazenamento. Os resultados do teste de tetrazólio confirmaram os resultados obtidos com os demais testes, onde o lote 4 foi o de pior desempenho, seguido pelo lote 5.

Os maiores danos detectados com as sementes de algodoeiro foram por deterioração por umidade, variando de 8,8% (lotes 1 e 2) a 27,3% (lote 5). No final do armazenamento, os lotes 1, 2 e 3 tiveram acréscimo no dano por umidade, que pode ter sido responsável pelo decréscimo nos resultados de vigor. Os lotes 4 e 5 apresentaram decréscimos no dano por umidade no final do armazenamento e acréscimos na porcentagem de vigor.

**TABELA 3.** Resultados médios, em porcentagem, do teste de tetrazólio, no início e final do armazenamento de sementes de algodoeiro.

Variáveis	Período de armazenamento	Lotes					CV (%)
		1	2	3	4	5	
VIGOR	Início	82,8 Aa	79,5 Aa	76,8 Aa	65,5 Ba	61,3 Ba	4,14
	Final	71,8 Ab	71,3 Ab	74,0 Aa	68,5 ABa	61,8 Ba	
VIABILIDADE	Início	90,5 Aa	93,3 Aa	88,8 Aa	87,0 Aa	88,5 Aa	3,79
	Final	90,3 Aa	89,3 Aa	90,0 Aa	87,0 Aa	86,3 Aa	
DM	Início	0,29 Ba	0,44 Aa	0,41 ABa	0,30 Ba	0,32 ABa	37,63
	Final	0,31 ABa	0,38 Aa	0,28 ABb	0,24 Ba	0,22 Bb	
DP	Início	1,5 Aa	1,0 ABa	0,75 ABa	0 Ba	0,25 Ba	-
	Final	0 Ab	0 Ab	0 Aa	0 Aa	0,25 Aa	
DU	Início	8,8 Bb	8,8 Ba	9,8 Ba	20,3 ABa	27,3 Aa	22,84
	Final	18 Aa	16,8 Aa	15,0 Aa	15,5 Aa	12,0 Ab	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e mesma letra minúscula na coluna (dentro de cada variável), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

DM - danos mecânicos; DP - danos por percevejo; DU - danos por umidade.

### 4.3 Danos Mecânicos e Qualidade de Sementes

As sementes das amostras dos cinco lotes foram separadas em quatro classes (Tabela 4). As sementes inteiras aparentemente não apresentavam danos. As sementes da classe amassada caracterizavam-se pela presença de tegumentos amassados. As sementes cortadas tinham cortes no tegumento, atingindo a estrutura interna da semente. As sementes fissuradas ou trincadas, foram aquelas com danos mecânicos expressivos no tegumento, atingindo ou não as estruturas internas porém eram danos mais superficiais do que os cortes.

Os percentuais de cada classe encontram-se na Tabela 4. Verifica-se que os lotes com maiores porcentagens de sementes inteiras foram os lotes 3 e 5, tanto no início quanto no final do armazenamento. Seus tegumentos eram perfeitamente desenvolvidos, sem lesões ou danos mecânicos aparentes. Esses lotes apresentaram menores porcentagens de sementes fissuradas e cortadas tanto na avaliação inicial quanto final. O lote 4 também apresentou porcentagens mais baixas de sementes fissuradas e cortadas. Na classe amassada, as menores porcentagens foram apresentadas pelas sementes dos lotes 1, 2 e 5 e no final do armazenamento todos os lotes apresentaram o mesmo percentual de sementes amassadas.

O coeficiente de variação foi muito elevado para essa classe, devido algumas amostras apresentarem valores iguais a zero. No total, os lotes não superaram 12,1% de danos mecânicos (valor do lote 1 antes de armazenar), o que indica estar dentro de um limite tolerável, pois danos mecânicos acima de 20% são considerados excessivos (Bragachini et al., 1992).

**TABELA 4.** Classes de danos mecânicos - porcentagem de sementes inteiras, amassadas, fissuradas e cortadas, no início e final do armazenamento de sementes de algodoeiro.

Lotes Amostras	% Inteiras		% Amassadas		% Fissuradas		% Cortadas	
	Início	Final	Início	Final	Início	final	Início	Final
1	87,9 Bc	94,0 Ac	0,25 Ac	0,39 Aa	8,16 Aa	3,98 Ba	3,69 Aa	1,63 Ba
2	90,8 Bb	95,9 Ab	0,52 Abc	0,19 Aa	5,75 Bb	3,08 Aab	2,71 Bb	0,88 Ab
3	94,4 Ba	97,5 Aa	1,09 Aab	0,28 Ba	2,77 Ac	1,17 Bc	1,71 Ac	1,05 Bab
4	91,2 Bb	96,0 Ab	1,19 Aa	0,38 Ba	5,47 Ab	2,67 Babc	2,14 Abc	0,99 Bab
5	94,0 Ba	97,3Aab	0,71 Aabc	0,35 Aa	3,44 Ac	1,53 Bbc	1,83 Ac	0,81 Bb
CV (%)	0,80		56,02		19,95		18,10	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada classe, e mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Comparando os resultados dos testes de germinação e vigor da primeira etapa (Tabela 2) com resultados de danos mecânicos (Tabela 4), verifica-se que o lote 3, exceto nos testes de comprimento de plântula e de raiz, obteve o melhor resultado no teste de germinação e demais testes (EA, GBT, EC, IVG), conseqüência de sua alta porcentagem de sementes inteiras, e baixa porcentagem de sementes fissuradas e cortadas

Os lotes 1 e 2 obtiveram, juntamente com o lote 3, os melhores resultados considerando-se todos os testes de germinação e vigor e, embora tenham apresentado as menores porcentagens de sementes inteiras, apresentaram também os menores percentuais de sementes amassadas no início do armazenamento. O lote 4 obteve os resultados mais baixos nos testes de germinação e demais testes (EA, GBT, EC, IVG, CP e CR) provavelmente devido a maior porcentagem de sementes amassadas. Isso ocorre devido aos efeitos latentes, que são expressos por amassamento e produzem lesão que pode servir como meio de entrada para patógenos que afetam a sanidade e a conservação durante o armazenamento (Moore, 1974). Trincas ou rachaduras situadas superficialmente são facilmente detectadas, mas também danos menores ou microdanos, mesmo que invisíveis a olho nu, dependendo da sua localização, podem reduzir significativamente a qualidade das sementes (Flor et al., 2004).

A danificação mecânica por quebraimento aumenta com o teor de água abaixo de 12% e por amassamento a partir de 15% (Delouche, 1981) e os lotes de sementes de algodoeiro ficaram na faixa de 9,8 a 11,0% de teor de água no início e de 9,7 a 10,7% no final do armazenamento (Tabela 2), ou seja, abaixo de 12%, o que pode explicar maiores danos por cortes e fissuras, do que por amassamento. Também em outras espécies, foi observado que o teor de água da semente exerce influência quanto à porcentagem de danos mecânicos, como por exemplo, em sementes de milho, onde a germinação e o vigor são menos prejudicados quando as sementes são debulhadas com teores de água na faixa de 10 e 15% de umidade (Borba et al., 1995).

### **4.3.1 Porcentagens de germinação de sementes e de emergência de plântulas**

Os resultados do teste de germinação das sementes realizado separadamente por classe (inteiras, amassadas, fissuradas e cortadas) encontram-se na Tabela 5. Verifica-se que as sementes classificadas como inteiras apresentaram porcentagem de germinação na faixa de 87,5 a 97,5% e não apresentaram diferenças significativas. O lote 5 destacou-se por apresentar porcentagem de plântulas anormais de 12,5%.

A porcentagem de germinação das sementes da classe amassada não diferiu estatisticamente entre os lotes, mas variou de 54,3 (lote 3) a 100,0% (lote 2). Em relação à porcentagem de germinação de sementes inteiras, as sementes dos lotes 1, 3, 4 e 5 da classe amassada apresentaram decréscimo de germinação. Nessa classe, o lote 3 apresentou maior porcentagem de sementes mortas. Danos mecânicos imediatos e latentes fazem com que as sementes mobilizem energia com o objetivo de cicatrizar o tecido, conseqüentemente, a energia remanescente não é suficiente para que o processo de germinação se complete (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Na classe fissurada, houve um grande decréscimo na germinação das sementes em relação às sementes inteiras, e o lote 3 foi o que mais sofreu decréscimo, com 26,0% de perda de germinação (Tabela 5). Nessa classe, o lote 1 foi o que apresentou germinação mais elevada (59,3%). Entretanto todos os lotes apresentaram alta porcentagem de plântulas anormais (21,5% a 46,5%). Os lotes 3 e 4 obtiveram porcentagens de sementes mortas acima de 40%. As sementes da classe cortada apresentaram valores mais baixos de germinação em relação às demais classes. Os lotes 3, 4 e 5 tiveram porcentagens de sementes mortas muito elevadas, 64,3, 60,8 e 42,8%, respectivamente.

**TABELA 5.** Germinação (%) de sementes classificadas como inteiras e danificadas: plântulas normais, anormais e sementes mortas.

Classes	Lotes				
	1	2	3	4	5
<b>INTEIRAS</b>					
Normais	97,5A	97,5 A	90,0 A	87,5 A	87,5 A
Anormais	2,5	0	7,5	7,5	12,5
Mortas	0	2,5	2,5	5,0	0
<b>AMASSADAS</b>					
Normais*	82,5 A	100,0 A	54,3 A	83,0 A	75,0 A
Anormais	7,5	0	13,6	7,1	21,4
Mortas	10,0	0	32,3	9,8	3,5
<b>FISSURADAS</b>					
Normais*	59,3 A	55,3 AB	26,0 B	35,8 AB	35,8 AB
Anormais	37,3	37,5	26,3	21,5	46,5
Mortas	3,5	7,0	47,5	43,0	18,0
<b>CORTADAS</b>					
Normais*	43,0 AB	55,0 A	7,0 C	10,8 BC	14,3 BC
Anormais	53,5	36,8	28,8	28,5	43,0
Mortas	3,5	8,5	64,3	60,8	42,8

Letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

\* análise estatística realizada com dados transformados para  $\arcsen(\sqrt{x/100})$ .

Os danos ocasionados por fissuras e cortes foram os que mais prejudicaram a germinação das sementes, quando as mesmas foram analisadas individualmente.

As sementes das classes amassadas, fissuradas e cortadas no lote 3 apresentavam danos profundos (Figura 5), por isso esse lote apresentou a menor germinação nessas classes. Já nos lotes 1 e 2, os danos eram mais superficiais (Figuras 3 e 4), por isso obteve uma germinação maior.



**FIGURA 3.** Danos mecânicos no lote 1.



**FIGURA 4.** Danos mecânicos no lote 2.



**FIGURA 5.** Danos mecânicos no lote 3.



**FIGURA 6.** Danos mecânicos no lote 4.



**FIGURA 7.** Danos mecânicos no lote 5.

Castro et al. (2004) citam que as fissuras no tegumento causam danos ao embrião e resultam em lixiviação de solutos e conseqüentemente, em perda de viabilidade. Da mesma forma pode-se afirmar que os cortes também causam essas perdas na qualidade das sementes e essas perdas serão maiores dependendo da localização e profundidade dos danos mecânicos na semente.

Popinigis (1985) cita que sementes de algodoeiro danificadas mecanicamente sofrem reduções na sua qualidade fisiológica que são detectadas pelo teste de germinação e vigor; a proporção das plântulas normais diminui, enquanto que a proporção de plântulas anormais e infeccionadas aumenta. Também, em sementes de milho foi observado que, ao receber uma pancada, a semente pode sofrer lesões visíveis, que dependendo da força do impacto, pode perder a viabilidade instantaneamente ou deixar minúsculas aberturas no pericarpo, facilitando a entrada de microorganismos, provocando a redução do vigor ou mesmo podendo levá-la à morte. Por outro lado, as sementes também podem sofrer lesões internas que não são visíveis, mas que durante o armazenamento, podem originar a produção de auto-toxinas (Borba et al., 1996).

Os resultados do teste de emergência de plântulas em campo, separadamente por classe (inteiras, amassadas, fissuradas e cortadas) encontram-se na Tabela 6. Verifica-se que as sementes classificadas como inteiras apresentaram emergência na faixa de 87,5 a 92,5% e os lotes não apresentaram diferenças significativas. O lote 5 destacou-se por apresentar porcentagem de sementes mortas de 12,5%.

**TABELA 6.** Emergência (%) de plântulas oriundas de sementes classificadas como inteiras e danificadas: plântulas normais, anormais e sementes mortas.

CLASSES	LOTES				
	1	2	3	4	5
<b>INTEIRAS</b>					
Normais	92,5 A	92,5 A	90,0 A	92,5 A	87,5 A
Anormais	7,5	7,5	0	0	0
Mortas	0	0	10	7,5	12,5
<b>AMASSADAS</b>					
Normais*	65,0 A	70,8 A	48,0 A	83,0 A	89,3 A
Anormais	12,5	8,3	10,8	7,3	3,5
Mortas	22,5	20,8	41,3	9,8	7,3
<b>FISSURADAS</b>					
Normais*	49,0 AB	68,8 A	33,9 AB	14,3 AB	10,7 B
Anormais	13,5	20,5	3,5	3,6	3,6
Mortas	37,5	10,8	62,6	82,1	85,7
<b>CORTADAS</b>					
Normais*	9,6 B	37,1 A	0 C	0 C	0 C
Anormais	23,9	9,2	0	0	0
Mortas	66,4	53,7	100	100	100

Letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

\* análise estatística realizada com dados transformados para  $\arcsen(\sqrt{x/100})$ .

Da mesma forma que no teste de germinação, a porcentagem de emergência das sementes da classe amassada não diferiu estatisticamente entre os lotes, mas variou de 48,0 (lote 3) a 89,3% (lote 5) e o lote 3 foi o que apresentou maior porcentagem de sementes mortas (41,3%). A queda na porcentagem de emergência de plântulas em campo nas sementes com esse tipo de dano, em relação à porcentagem verificada na classe de sementes inteiras foi maior do que a queda verificada na porcentagem de germinação.

Na classe fissurada, o decréscimo em relação às sementes inteiras foi maior do que na classe amassada, onde o lote 5 apresentou a menor porcentagem de emergência (10,7%) e obteve porcentagens de sementes mortas muito alta (85,7%), juntamente com o lote 4 (82,1%).

As sementes da classe cortadas apresentaram os valores mais baixos de emergência em relação às demais classes. Os lotes 3, 4 e 5 não emergiram e tiveram 100% de sementes mortas. Gregg et al. (1970) já se referiam que a capacidade de uma semente produzir uma planta normal pode ser reduzida ou anulada por danos mecânicos recebidos durante o beneficiamento.

De maneira geral, o teste de emergência de plântulas em campo (Tabela 6), por avaliar o vigor das sementes, apresentou valores mais baixos do que o teste de germinação (Tabela 5), isto porque o vigor representa atributos mais sutis da qualidade fisiológica, não revelados pelo teste de germinação, mas determinados sob condições desfavoráveis ou se medindo o declínio da função bioquímica ou fisiológica (Popinigis, 1985).

#### **4.3.2 Correlação entre qualidade fisiológica e danos mecânicos**

Na Tabela 7 encontram-se os valores das correlações dos testes de germinação e de vigor (germinação a baixa temperatura, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas em campo), com os valores percentuais de sementes inteiras e de sementes danificadas. Embora tenham se verificado relações entre a quantidade de sementes danificadas e a qualidade de sementes (Tabelas 2 e 4), isso não foi confirmado para todos os lotes.

Verificou-se no lote 1 que ocorreram correlações significativas negativas entre os resultados de germinação a baixa temperatura e de germinação e a quantidade de sementes cortadas e fissuradas. Também foram verificadas correlações significativas negativas entre os resultados de germinação e a quantidade de sementes amassadas, cortadas e fissuradas, no lote 2, e a quantidade de sementes amassadas e fissuradas no lote 4.

**TABELA 7.** Valores das correlações entre os resultados dos testes de germinação e de vigor e os resultados de sementes inteiras e de danos mecânicos.

Variáveis	Variáveis	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
GBT	Inteiras	0,8305**	0,2309ns	-0,5644ns	0,1328ns	-0,7825*
GBT	Amassadas	0,1834ns	-0,5239 ns	0,3292 ns	-0,0179 ns	0,4150ns
GBT	Cortadas	-0,7109*	0,0197 ns	0,4897 ns	-0,3393 ns	0,9200**
GBT	Fissuradas	-0,8475**	-0,2601 ns	0,5985 ns	-0,0658 ns	0,6786*
GEA	Inteiras	-0,9317**	-0,1134 ns	-0,3354 ns	-0,7038*	-0,3427 ns
GEA	Amassadas	-0,3177ns	0,1648 ns	0,1519 ns	0,7717*	-0,1480 ns
GEA	Cortadas	0,9112**	-0,1187 ns	0,6452*	0,4557 ns	0,5928 ns
GEA	Fissuradas	0,9025**	0,3509 ns	0,2282 ns	0,6714*	0,3230 ns
TG	Inteiras	0,9720**	0,9469**	0,0291 ns	0,5744 ns	0,2049 ns
TG	Amassadas	0,3183ns	-0,8210**	-0,1381 ns	-0,7239*	-0,6387*
TG	Cortadas	-0,9759**	-0,8522**	-0,2397 ns	-0,0623 ns	0,3952 ns
TG	Fissuradas	-0,9280**	-0,9035**	0,1178 ns	-0,6416*	-0,2383 ns
EC	Inteiras	-0,7183*	-0,9427**	-0,5653 ns	-0,6640*	-0,8026**
EC	Amassadas	0,0062 ns	0,6899*	0,5383 ns	0,6065*	0,8693**
EC	Cortadas	0,5630 ns	0,9587**	0,4567 ns	0,7451*	0,4245 ns
EC	Fissuradas	0,7465**	0,8002**	0,5089 ns	0,5467 ns	0,7766*

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste de correlação de Pearson.

GBT - germinação à baixa temperatura; GEA - germinação após envelhecimento acelerado; TG - germinação; EC - emergência de plântulas em campo.

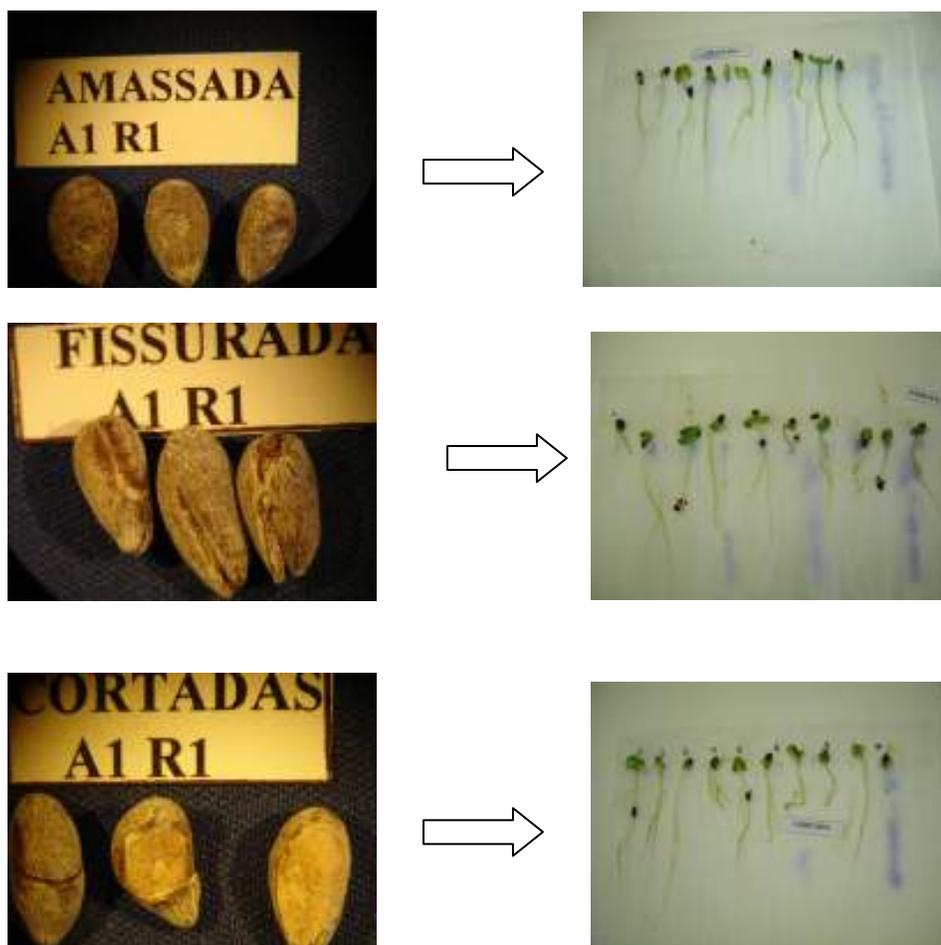
Mesmo não tendo se verificado correlações significativas entre todos os testes e todos os lotes, a análise conjunta dos dados (Tabelas 2, 3 e 4) permite verificar que os lotes 1 e 2 apresentaram melhor desempenho em todos os testes. No entanto, esses lotes obtiveram menores porcentagens de sementes inteiras, contendo, de maneira geral, mais sementes fissuradas e cortadas (Tabela 4). Observa-se bem isso, no teste de tetrazólio (Tabela 3), onde em média esses lotes destacaram-se por apresentarem maior quantidade de danos mecânicos. Entretanto, pode-se observar nas Figuras 3 e 4, que os danos nas sementes dos lotes 1 e 2 foram mais superficiais que os danos observados nos demais lotes. Verificou-se também que os teores de água nesses lotes foram menores que nos demais e quanto menor o teor de água das sementes, maior a ocorrência de danos mecânicos por cortes e fissuras (Delouche, 1981).

Os lotes 4 e 5 apresentaram os piores desempenhos nos testes de germinação e de vigor (Tabela 2). No entanto, juntamente com o lote 3, esses

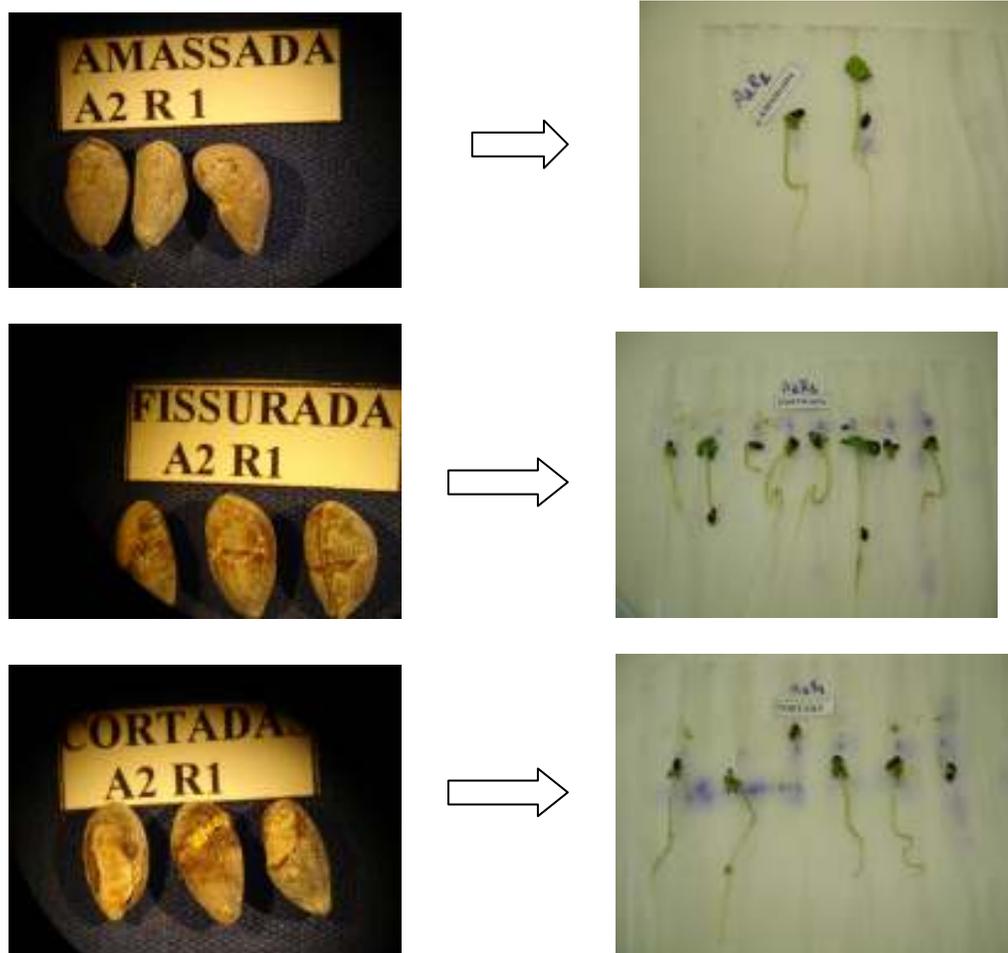
lotes obtiveram as maiores porcentagens de sementes inteiras (Tabela 4). Esse baixo desempenho pode ser devido, provavelmente, aos danos serem mais profundos (Figuras 5, 6 e 7), e terem apresentado maiores porcentagens de danos por umidade (Tabela 3), assim houve maior prejuízo nas sementes, mesmo tendo, esses lotes, no total, menor quantidade de danos (Tabela 4).

O lote 5 apresentou o maior teor de água, que pode ter contribuído para o baixo desempenho nos testes, e maior dano por umidade (Tabela 4), resultantes de fissuras que podem ter surgido, além da danificação mecânica, pelo alto teor de água. As sementes com tegumento trincado, com fissuras ou leve escarificação constituem focos de infecção e geralmente apresentam maior grau de umidade de equilíbrio com a umidade relativa do ar, quando comparadas às intactas; ao mesmo tempo, essas sementes são mais sujeitas a injúrias provocadas por embebição rápida. O potencial de armazenamento das sementes danificadas também é afetado negativamente (Marcos Filho, 2005). O processo de deterioração inicia onde aparece o dano mecânico, conforme se observou no lote 5, por isso o mesmo apresentou decréscimo na qualidade após o armazenamento.

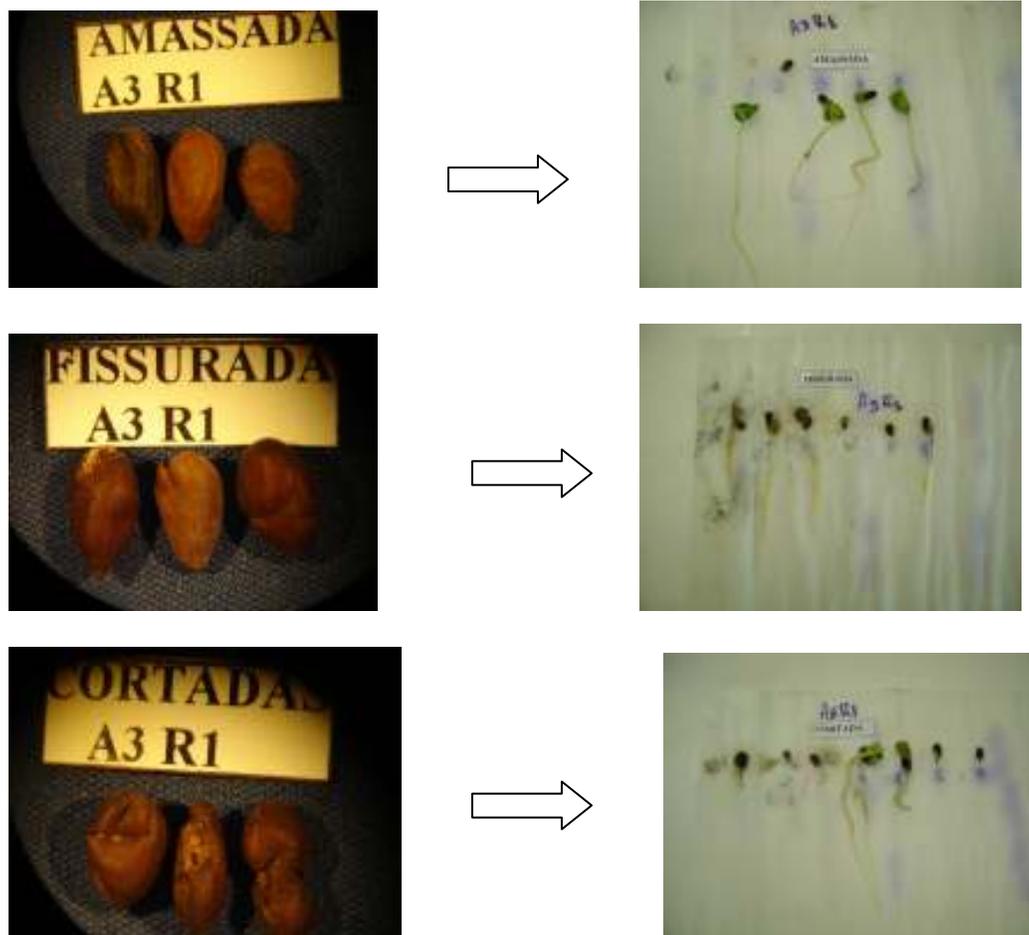
É possível fazer uma relação do quanto a profundidade do dano e a porcentagem de danos encontrados em cada classe afetam a qualidade. No lote 3 (Figura 10), o dano por amassamento foi profundo, por essa razão obteve menor porcentagem de emergência de plântulas nessa classe (Tabela 6). Esse lote teve quantidade de sementes inteiras numericamente superior aos demais (Tabela 4), mas os danos observados nas sementes danificadas desses lotes foram profundos (Figura 10). Também os lotes 4 e 5 apresentaram danos profundos nas classes fissurada e cortada (Figuras 11 e 12) e maior teor de água que pode ter contribuído para deterioração por umidade, e conseqüentemente, por esses motivos, apresentaram menores porcentagens de emergência de plântulas (Tabela 6). O lote 4 (Figura 11) teve danos mais profundos do que os lotes 1 e 2 (Figuras 8 e 9), e foi o que apresentou menor resultado de germinação e vigor.



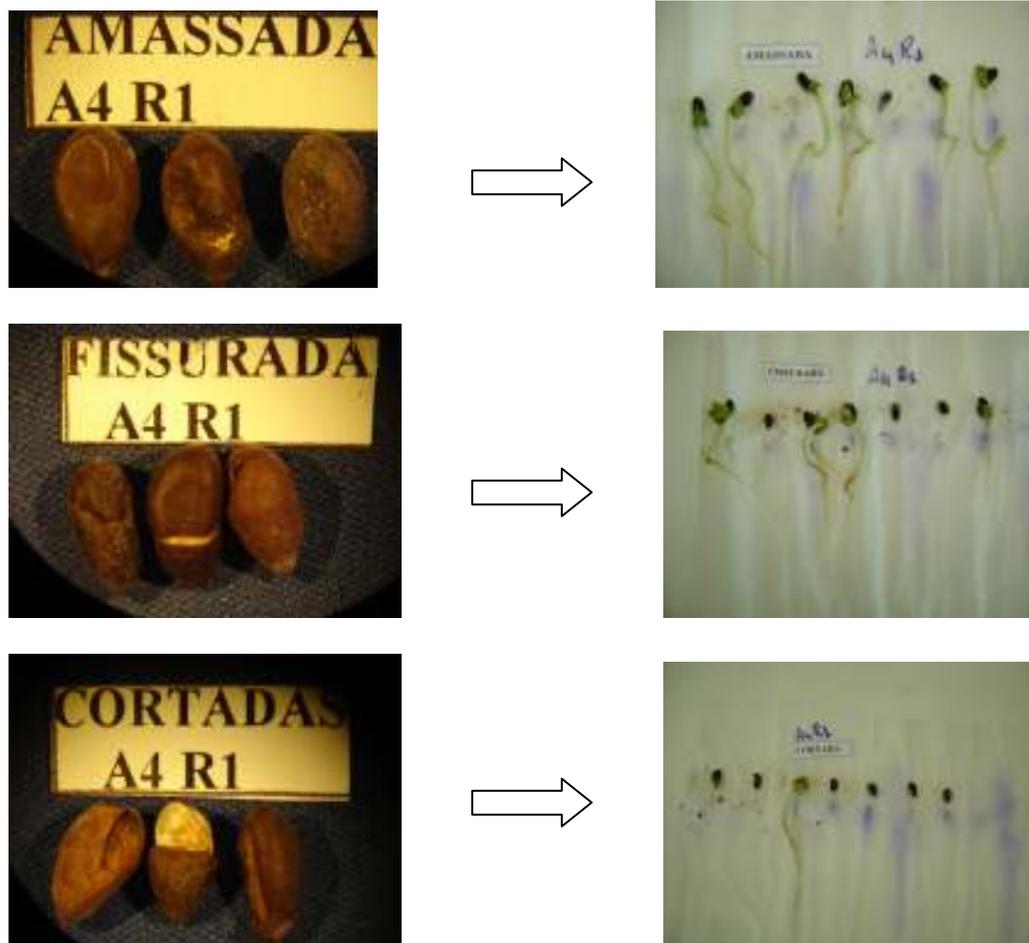
**FIGURA 8.** Danos Mecânicos e plântulas – lote 1. Classes - amassadas, cortadas e fissuradas.



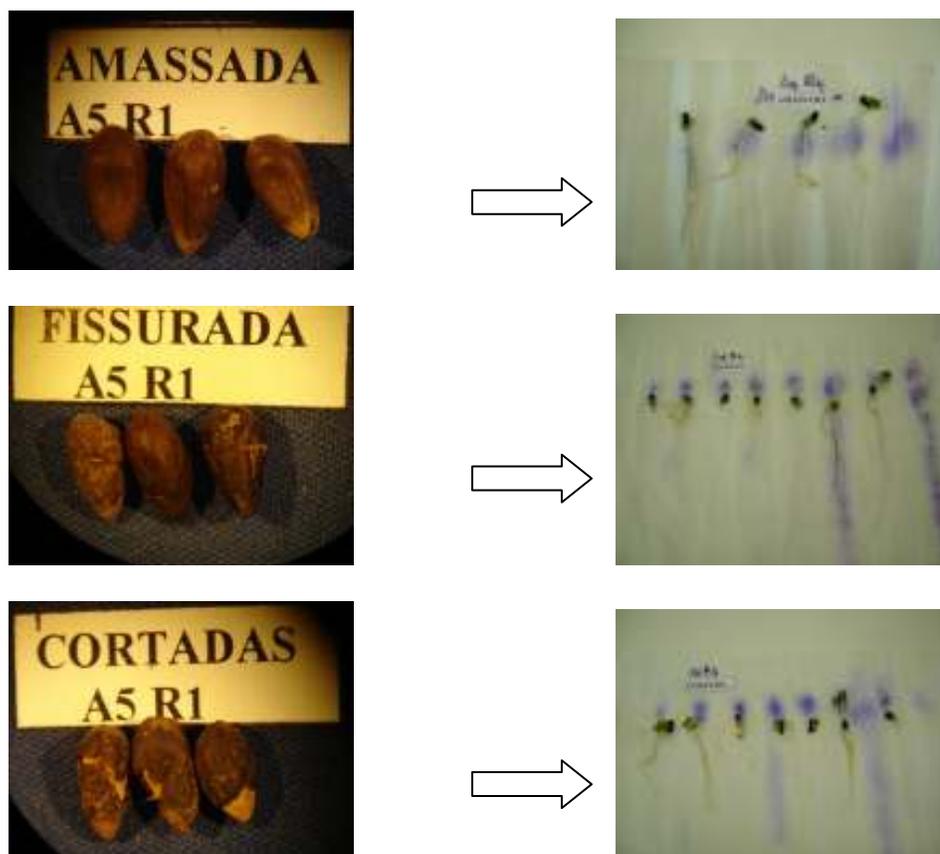
**FIGURA 9.** Danos Mecânicos e plântulas – lote 2. Classes - amassadas, cortadas e fissuradas.



**FIGURA 10.** Danos Mecânicos e plântulas – lote 3. Classes - amassadas, cortadas e fissuradas.



**FIGURA 11.** Danos Mecânicos e plântulas – lote 4. Classes - amassadas, cortadas e fissuradas.



**FIGURA 12.** Danos Mecânicos e plântulas – lote 5. Classes - amassadas, cortadas e fissuradas.

Nas sementes o tegumento já serve de proteção para o embrião, mas nas sementes de algodoeiro há um outro fator que oferece proteção que é a pluma e o línter, no entanto, essa proteção é quebrada pela retirada da pluma e do línter nos processos de descaroçamento e de deslinteramento, onde ocorre grande parte de danos mecânicos (Delouche, 1981).

Conforme observado, a profundidade do dano na semente é um fator importante na queda de qualidade, que está também relacionado com a localização do dano. Os danos mais prejudiciais localizam-se nas duas extremidades da semente, na extremidade inferior da radícula, ou seja, na região basal e no lado oposto, na região apical.

Alguns danos, embora pareçam ser insignificantes, podem causar inviabilidade da semente, como nos casos dos amassamentos. Em outros casos, danos profundos, como fissuras ou cortes, podem não causar inviabilidade na semente, por não ter atingido uma parte essencial da semente. Em outras situações, mesmo não causando a morte, podem aparecer sinais de anormalidade na plântula, como raiz bifurcada, encurtada ou engrossada, caule ou raiz com fenda, e cotilédones quebrados. Nesse caso, as sementes podem germinar, mas as plântulas podem não ser vigorosas. Como observaram Martins e Carvalho (1994), causas específicas de deterioração de sementes levam ao desenvolvimento de sintomas (sinais ou anormalidades) específicos na plântula.

## **5 CONCLUSÕES**

Os danos mecânicos nas sementes de algodoeiro causam redução na germinação e vigor.

As danificações interferem na qualidade dependendo do tamanho, da profundidade e da localização do dano. Os danos que causam mais prejuízos localizam-se principalmente nas duas extremidades, nas regiões da radícula e da plúmula.

Os danos mecânicos profundos, que atingem o embrião e que ocupam uma extensão maior na semente, em primeiro lugar, por cortes e em segundo por fissuras, propiciam reduções na germinação e vigor.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, P.T.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MANDARINNO, J.M.G. Relação entre o conteúdo de lignina no tegumento da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e sua reação ao dano mecânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, 1995, Florianópolis, SC, **Anais...**, Londrina: ABRATES, 1995. p.37.

AMARAL, J. O.R.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; CALDEIRA, S.A.F. Qualidade fisiológica de sementes deslintadas de algodoeiro durante o armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3, 2001, Campo Grande. **Anais ...** Dourados: EMBRAPA Algodão/ UFMS/ Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p 941-943.

AOSA. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 88p. (Contribution, 32).

BORBA, C. S.; ANDRADE; R. V.; AZEVEDO, J. T.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade de sementes de milho debulhadas com diferentes teores de umidade e fluxos de alimentação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 9-12, 1995. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista>>. Acesso em: 07/08/06.

BORBA, C. S.; OLIVEIRA, A. C.; NETTO, D. A. M.; ANDREOLI, C.; ANDRADE, R. V. ; AZEVEDO, J. T. Avaliação de sementes e plântulas e milho utilizando

“scanner”. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 276-282, 1996. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista>> Acesso em: 07/08/06.

BOWLES, J.L. Inicie seu cultivo de algodão com nota 10. **Seed News**, Pelotas, v. IV, n. 6, p. 16, 2002.

BRAGACHINI, M.; BONETTO, L.; GIL, R.; GUELIELMETTI, M. Cosecha de soja: aspectos principales para el equipamiento, regulacion y puesta a punto de los equipos cosechadores. In: PROGRAMA COOPERATIVO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO DEL CONO SUR. 1, 1992, Montevideo, **Producción de soja**. Montevideo: IICA - PROCISUR, 1992. p. 223-234.

BRANDÃO JUNIOR, D. da S.; DINIZ, A. R.; CARVALHO, M. L. M. de; VIEIRA, M. das G. G. C.; OLIVEIRA, M. S.; OLIVEIRA, J. A. Avaliação de danos mecânicos e seus efeitos na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 53-58, 1999. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/revista>> Acesso em: 07/08/06 às 15:00.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 1992. 365p.

BUNCH, H.D. Relationship between moisture content of seed and mechanical damage in seed conveying. **Seed World**, New York, v.86, n.5, p.14-17, 1960.

CAMPOS, V.C.; PESKE, S. Ocorrência de danos mecânicos em sementes na unidade de beneficiamento. **Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.3, p.31-36, 1995.

CANECHIO FILHO, V.; PASSOS, S.M de G.; JOSÉ, A. Algodão. In: CANECHIO FILHO, V.; PASSOS, S.M de G.; JOSÉ, A. **Principais culturas**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1972. p.1-97.

CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Dano mecânico em soja: um problema que poderá ser resolvido com cultivares resistentes. **Informativo Abrates**, Londrina. v. 1, n. 4, p. 32-35, 1993.

CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; KASTER, M. Avaliação do “Teste de queda” para a seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.215-219, 1992.

CARVALHO, D. C. **Relação entre danos mecânicos visuais e qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 2005. 37p. Monografia. (Graduação em Agronomia) – FAMEV/UFMT, Cuiabá, MT, 2005.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, P. P. **Manual do algodoeiro**. Lisboa: IITC, 1996. 282 p.

CASTRO, R.D. de; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 50-67.

CÍCERO, S. M.; VAN DER HEIJDEN, G.W.A.M.; VAN DER BURG W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L). by X ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n. p.603-612, 1998.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Sétimo Levantamento de Avaliação da Safra 2005/2006**. Junho 2006. Disponível em: <[http://www.abrapa.com.br/multissitios\\_abrapa/publicacao/engine.wsp?tmp.ara=483](http://www.abrapa.com.br/multissitios_abrapa/publicacao/engine.wsp?tmp.ara=483)> Acesso em: 04/08/2006.

COPELAND, L.O. How seed damage affects germination. **Crops and Soils Magazine**, Madison, v.24, n.9, p. 9-12, 1972.

COPELAND, L.O.; MCDONALD JUNIOR, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3. ed. New York: Chapman e Hall, 1995. 409 p.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; HENNING, A.A. Avaliação das perdas e dos efeitos da colheita mecânica sobre a qualidade fisiológica e a incidência de patógenos em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, n.3, p.59-70, 1979.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p. 427-452, 1973.

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. New Orleans, 1981. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America, 1981. p.289-305.

DELOUCHE, J.C. Harvesting, halding and storage of soybean seed. **SHORT COURSE FOR SEEDSMEN**, 15, Mississippi State University, 1972. p.17-22.

EMBRAPA ALGODÃO. **Algodão: tecnologia de produção**, Brasília, DF: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. 296 p.

EMBRAPA ALGODÃO. **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 265 p.

EMBRAPA ALGODÃO. **Sistemas de produção, cultura do algodão no cerrado**. Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/index.htm>> Acesso em: 04/2005.

FAGUNDES, S.R.F. **Latent effects of mechanical injury on soybean seed** (*Glycine max* (L.) Merr.). 1971. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Mississippi State University, Starkville, 1971.

FINCH-SAVAGE, W.E. Influence of seed quality on crop establishment, growth, and yield. In: BASRA, A.S. (Ed.). **Seed quality – basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1995. p. 361-384.

FLOR, E. P. O.; CICERO, S. M.; FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília. v. 26, n. 1, p. 67-75, 2004.

FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C.; WATANABE, P. A.; AGUIAR, P. H. **Produção de sementes**. Mato Grosso: liderança e competitividade, Campina Grande: Embrapa-CNPA, Fundação MT, 1999. 182 p. (Boletim, 3)

FREITAS, R. A. ; DIAS, D. C. F. S.; CECON, P. R; REIS, M. S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p.94-101, 2000.  
Disponível em:  
<<http://www.abrates.org.br/revista/artigospublicados/artigo.php?id=824&destaca=sementes.algodão>> Acesso em: 07/08/06.

FURLAN, S.H.; AMARAL, H.M.; MORAES, M.H.D.; BUENO, J.T.; MENTEM, J.O.M. Efeito de quatro fungicidas na incidência de *Colletotrichum gossypii* e *Fusarium* spp. em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e sua relação com o vigor de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.8, n.2, p.67-75, 1986.

GELMOND, H. A review of factors affecting seed quality distinctive to cotton seed production. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.7, n.1, p.39-46, 1979.

GREGG, B.R.; LAW, A.G.; VIRDI, S.S.; BALIS, J.S. **Seed processing**. Mississippi: Mississippi State University, 1970. p.328-344.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (ed.). **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. Zurich: International Seed Testing Association, 1995. 117 p.

HAMPTON, J.G.; KAHRE, L.; VAN GASTEL, A.J.G. Quality seed – from production to evaluation. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 24, p. 393-407, 1996.

HOWARTH, M.S.; STANWOOD, P.C. Tetrazolium staining viability seed test using color image processing. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.36, n.6, p.1937-1940, 1993.

ISTA. **Handbook of vigour test methods**. Zürich, 1981. 72p.

ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for testing seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 13, n. 2, p. 300-520, 1985.

ISTA - INTERNATIONAL SEEDS TESTING ASSOCIATION. **Rules for seed testing**. Switzerland: ISTA, 1996. 323p.

LIMA, E.F.; CARVALHO, L.P.; CARVALHO, J.M.F.C. Comparação de métodos de análise sanitária e ocorrência de fungos em sementes de algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.7, n.3, p.401-406, 1982.

LIU, Y.; VAN DER BURG, W. J.; AARTSE, J.W.; VAN ZWOL, R. A.; JALINK, H.; BINO, R. J. X-ray studies on changes in embryo and endosperm morphology during priming and imbibition of tomato seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.3, p.171-178, 1997.

MACHADO, J.C. **Patologia de sementes**: fundamentos e aplicações. Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 107p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: CÂMARA, G. M. S. (coord.). **Soja** - tecnologia de produção. Piracicaba: Publique, 1998. p. 206-243.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CÍCERO, S.M.; DEMÉTRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja no armazenamento e no campo. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.43, p. 389-443, 1986.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. da. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARTINS, C. C.; CARVALHO, N. M. Fontes de deterioração na produção de sementes de soja e respectivas anormalidade nas plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 168-182, 1994.

MASON, S. C.; VORST, J. J.; HANKIS, B. J.; HOLT, D. A. Standard, cold, and tetrazolium germination test as estimators of field emergence of mechanically damaged soybeans seed. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 3, p. 546-550, 1982.

MEDEIROS-FILHO, S.; FRAGA, A.C.; QUEIROGA, V.P.; SOUSA, L.C.F. Efeito do armazenamento sobre a qualidade fisiológica de sementes deslindadas de algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.3, p.284-292, 1996.

MOORE, R.P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E.M. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall. 1974. p.94-113.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 2, p. 1-24.

OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. das G. G. C.; SILVA, E. A. A. Utilização de corantes na verificação de incidência de danos mecânicos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p.125-128, 1998. Disponível em:

<<http://www.abrates.org.br/revista/artigospublicados/artigo.php?id=1075&destaca=dano,mecânico>> Acesso em: 07/08/06.

PÁDUA, G. P.; VIEIRA, R. D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p.255-262, 2001. Disponível em:  
<<http://www.abrates.org.br/revista/artigospublicados/artigo.php?id=626&destaca=sementes,algodão>> Acesso em: 07/08/06.

PAOLINELLI, G.P.; BRAGA, S.J. Alterações da qualidade de sementes de algodão armazenadas com dois níveis de vigor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10, 1997, Curitiba, **Resumos...**, Curitiba: Informativo Abrates, 1997. p.168.

PAOLINELLI, G.P.; BRAGA, S.J.; FALLIERI, J.; SARAIVA, H.A.B. Efeito comparativo de diferentes processos de deslintamento sobre a qualidade de sementes de algodoeiro herbáceo. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 5 n. 64. 1995.

PASSOS, S.M.G. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. 424p.

PERRY, D.A.. Factors influencing the establishment of cereal crops. **Aspects of Applied Biology**, New York, v. 7, p. 65-83, 1984.

PIRES, F.F. **Qualidade de sementes de algodoeiro produzidas em Mato Grosso**. 2002. 38p. Monografia. (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2002.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: s. ed., 1985. 289 p.

QUEIROGA, V. P.; BARROS, M. A. L.; VALE, L. V.; MATOS, V. P. Influência da colheita, armazenamento temporário e beneficiamento nos caracteres tecnológicos do algodoeiro herbáceo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 236, p. 337-357, 1994.

QUEIROGA, V. P.; BELTRÃO, N. E. M. Armazenamento. In: BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio do algodoeiro no Brasil**, Brasília: Embrapa, 1999. p. 457-469.

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

RIBEIRO, U. P.; PINHO, E. V. R. V.; GUIMARÃES, R. M.; VIANA, L. S. Determinação do potencial osmótico e do período de embebição utilizados no condicionamento fisiológico de sementes de algodão. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 911-917, 2002.

RODRIGUES, F.S.O.; LAGO, A.A.; CIA, E.; FERRAZ, C.A.M. Conservação de sementes de algodoeiro deslincadas por diferentes métodos. **Bragantia**, Campinas, v.38, n.11, p.10, 1979.

SANTIAGO, I. M. ; USBERTI, R. Deslincamento mecânico e seu efeito na qualidade de sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 5, n. 2, p.29-36, 1983. Disponível em:  
<<http://www.abrates.org.br/revista/artigospublicados/artigo.php?id=148&destaca=sementes.algodoeiro>> Acesso em: 07/08/06.

SANTOS, C. M.; PENNA, J. C. V.; FREITAS, F. C.; SANTOS, V. L. M. Potencial germinativo de sementes de algodoeiro coletadas em diferentes épocas e submetidas ao deslincamento químico e ao tratamento com fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 104-345, 1998.

SCOTTI, C. A.; YAMAOKA, R. S. Avaliação de métodos de deslincamento e modos de sementeira em algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 1, p.71-81, 1979.

SILVA, C.M. Tecnologia de sementes de algodoeiro. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODOEIRO, 4, Cuiabá, 1998, **Anais...**Rondonópolis: Fundação MT, p.87-90. 1998.

SILVA, J. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; 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, 2006.

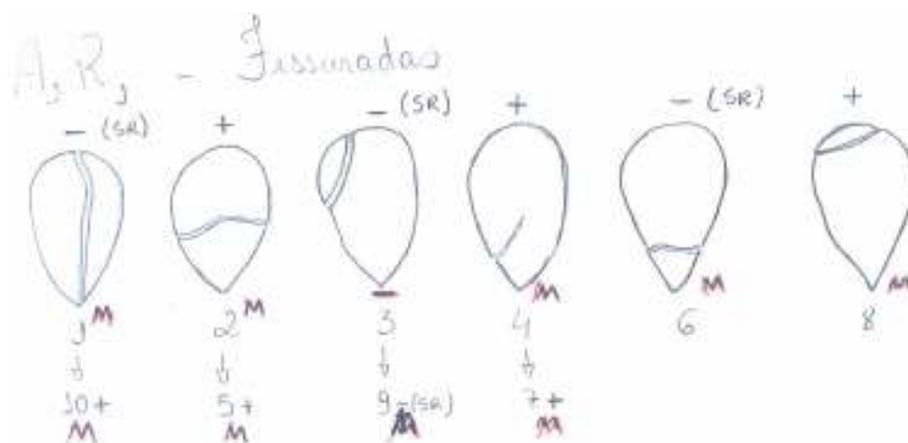
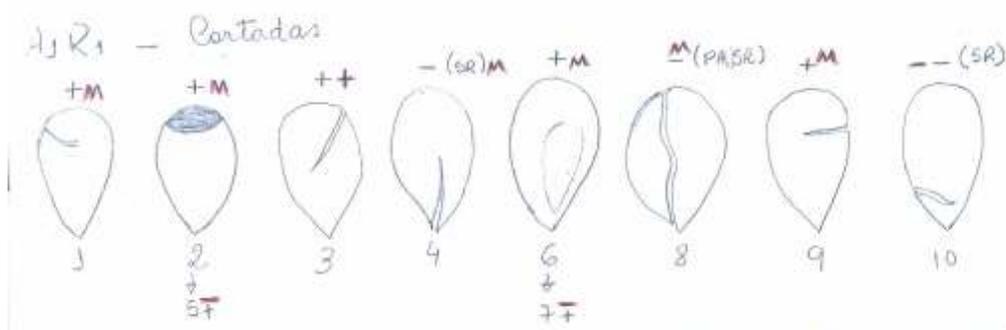
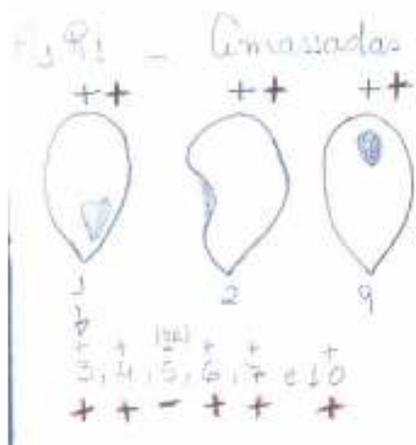
SIMAK, M.; GUSTAFSSON, A. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. **Hereditas**, Lund, v.39, p. 458-468, 1953.

SOAVE, J. Diagnóstico da patologia de sementes do algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v.7, n.1, p. 67-78, 1985.

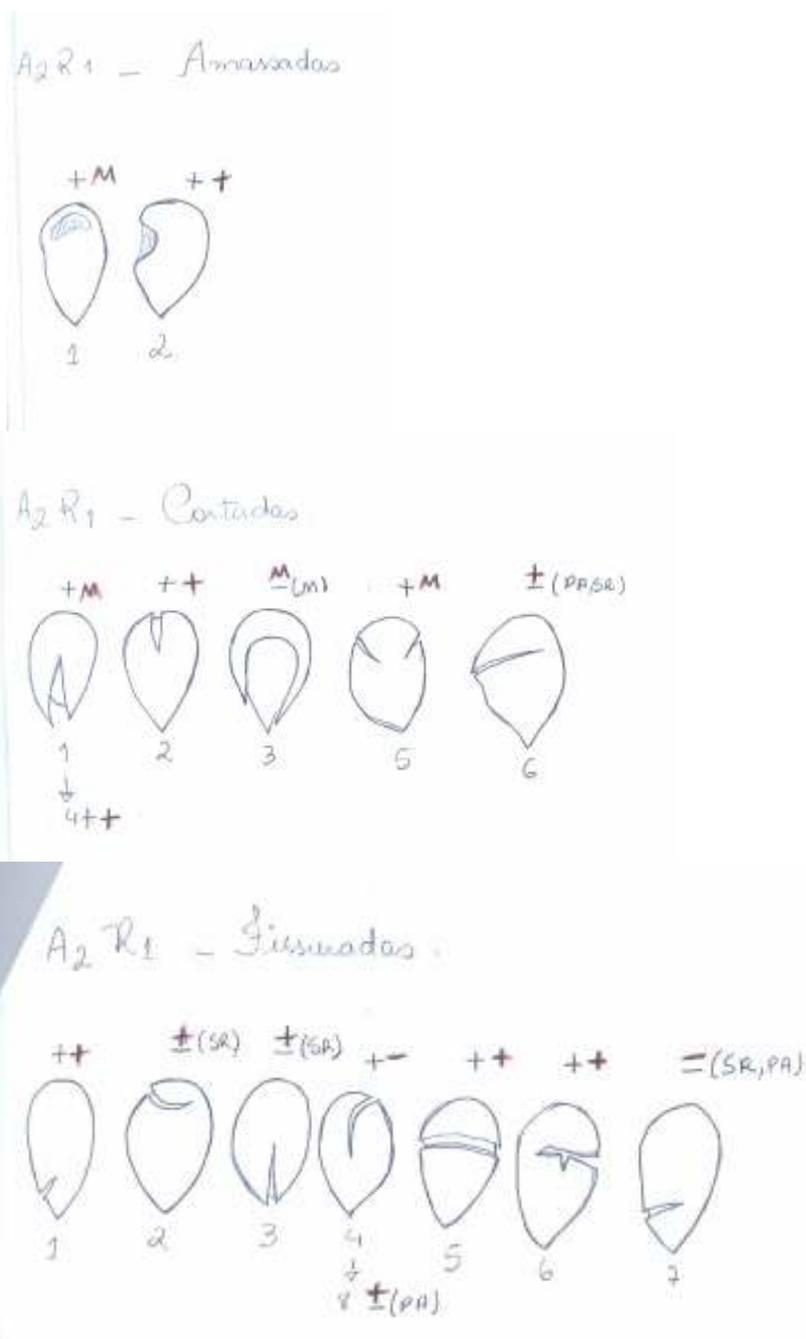
SOUZA, A. A.; BRUNO, R. L. A.; ARAÚJO, E.; MEDEIROS FILHO, S.; COSTA, R. F. da. Influência do horário de colheita na qualidade de sementes do algodoeiro produzidas em três microrregiões do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 64-87, 2004.

VAN DER BURG, W. J.; AARTSE, J. W.; VAN ZWOL, R. A.; JALINK, H.; BINO, F. J. Predicting tomato seedling morphology by X-ray analysis of seeds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 2, p. 258-263, 1994.

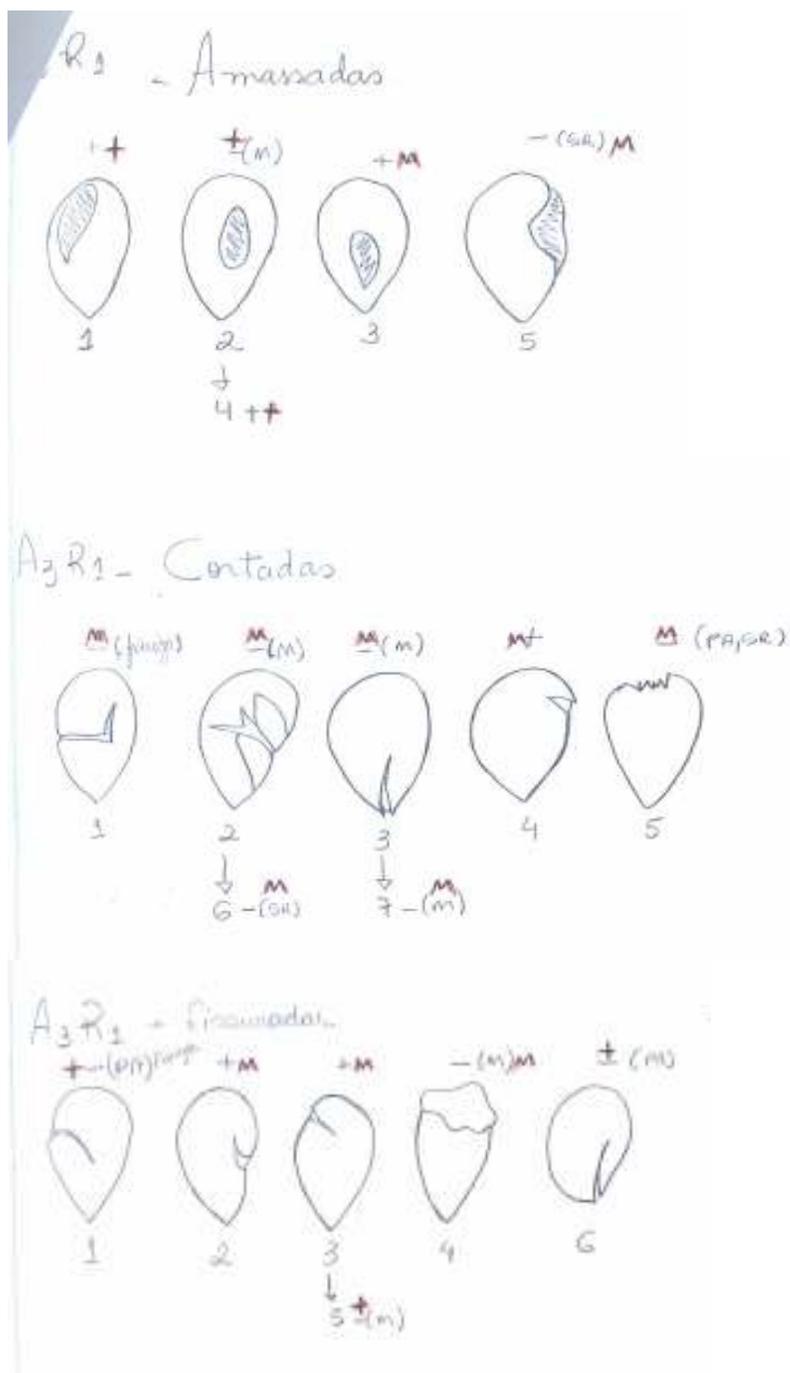
## 7 APÊNDICES – Desenho dos danos mecânicos



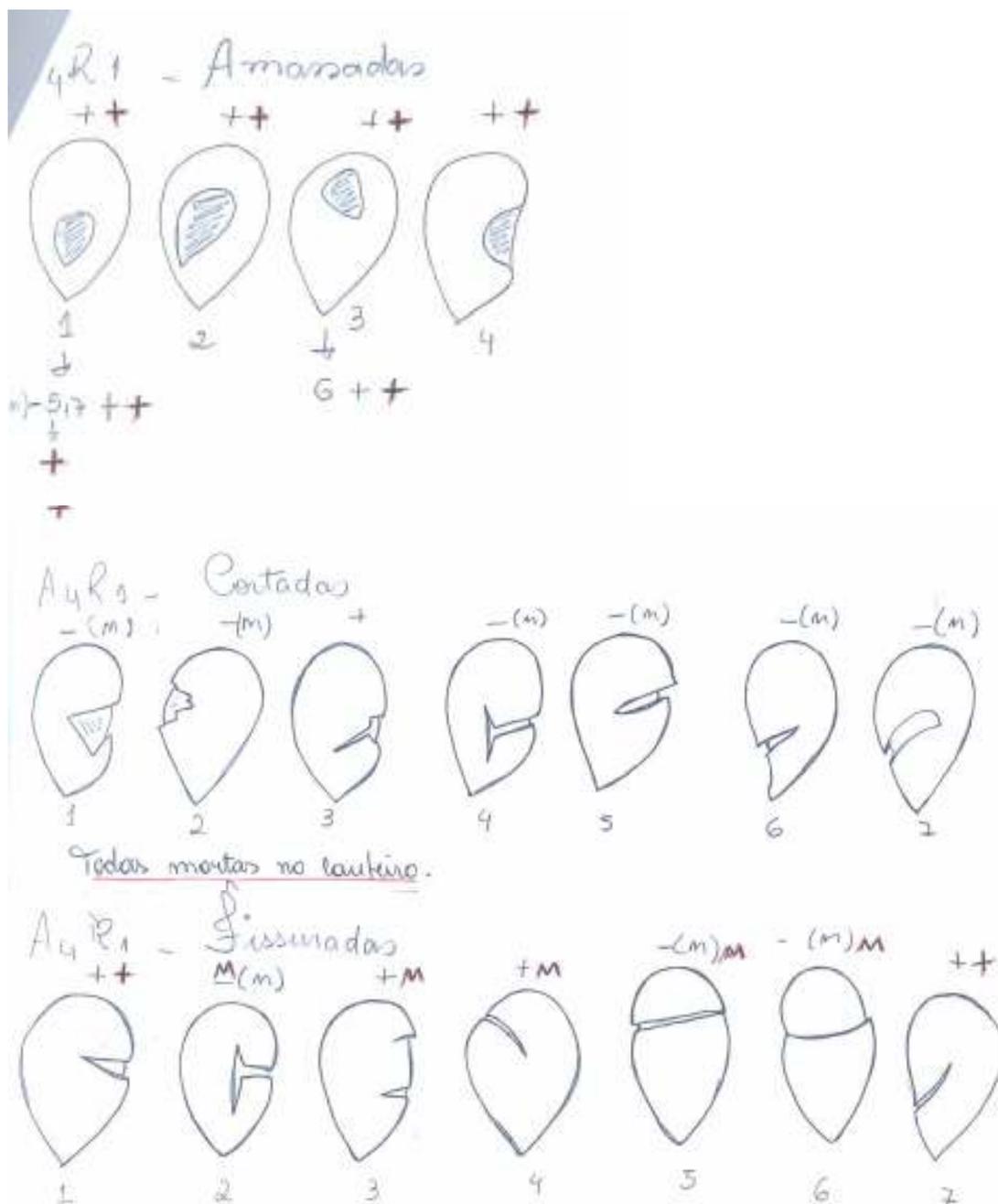
**APÊNDICE A** - Lote 1, Repetição 1; Classes - Sementes amassadas, cortadas e fissuradas: plântula normal (+); plântula anormal (-); SR: sistema radicular; PA: parte aérea; M: morta; em vermelho - emergência em campo.



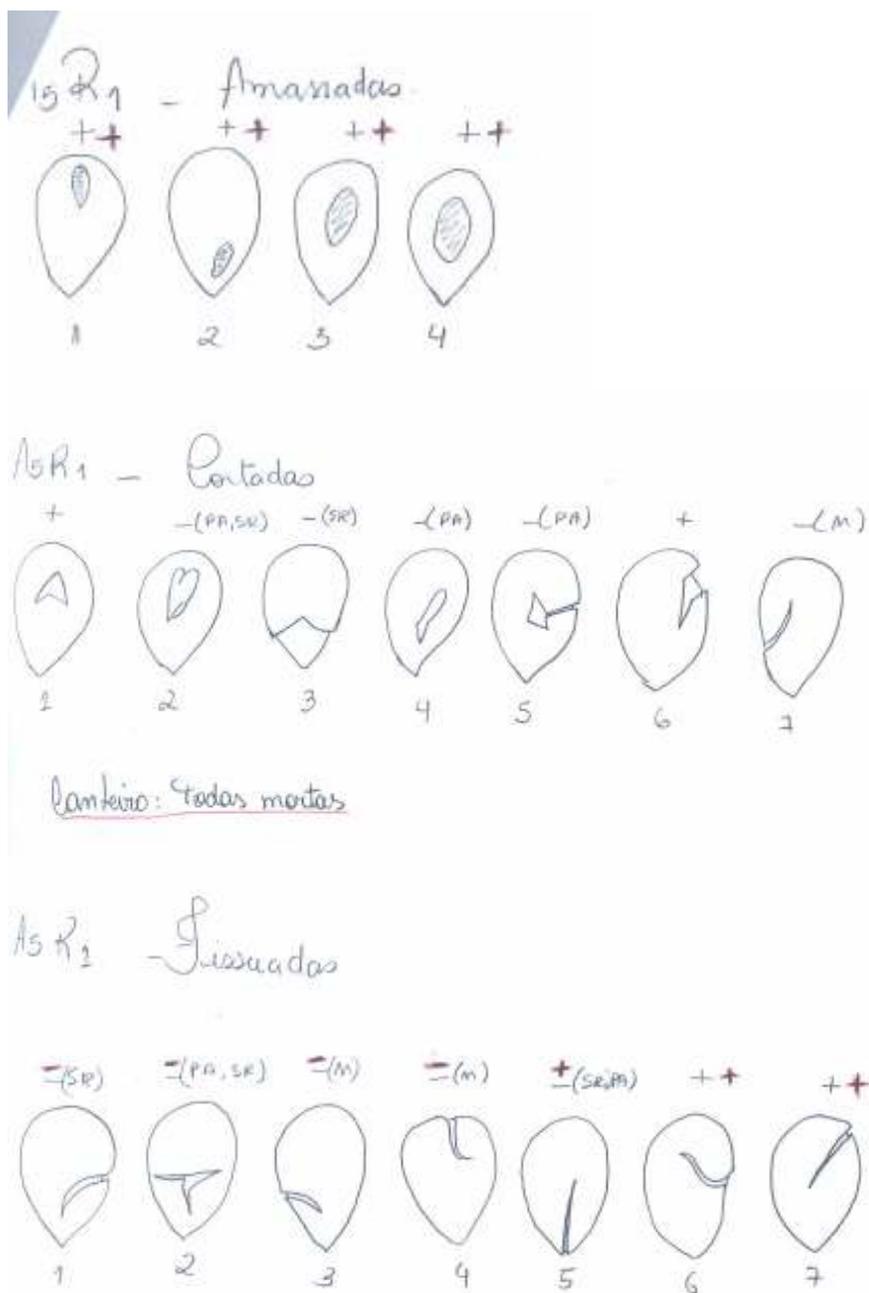
**APÊNDICE B** - Lote 2, Repetição 1; Classes - Sementes amassadas, cortadas e fissuradas: plântula normal (+); plântula anormal (-); SR: sistema radicular; PA: parte aérea; M: morta; em vermelho - emergência em campo.



**APÊNDICE C** - Lote 3, Repetição 1; Classes - Sementes amassadas, cortadas e fissuradas: plântula normal (+); plântula anormal (-); SR: sistema radicular; PA: parte aérea; M: morta; em vermelho - emergência em campo.



**APÊNDICE D** - Lote 4, Repetição 1; Classes - Sementes amassadas, cortadas e fissuradas: plântula normal (+); plântula anormal (-); SR: sistema radicular; PA: parte aérea; M: morta; em vermelho - emergência em campo.



**APÊNDICE E** - Lote 5, Repetição 1; Classes - Sementes amassadas, cortadas e fissuradas: plântula normal (+); plântula anormal (-); SR: sistema radicular; PA: parte aérea; M: morta; em vermelho - emergência em campo.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)