



**CIBELE APARECIDA TEIXEIRA DA SILVA**

**EFEITO DE MANCHAS NA QUALIDADE DE  
SEMENTES HÍBRIDAS DE MILHO  
PROCESSADAS EM SEPARADOR POR COR**

**LAVRAS - MG**

**2012**

**CIBELE APARECIDA TEIXEIRA DA SILVA**

**EFEITO DE MANCHAS NA QUALIDADE DE SEMENTES HÍBRIDAS  
DE MILHO PROCESSADAS EM SEPARADOR POR COR**

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

Orientador

Dr. João Almir Oliveira

**LAVRAS – MG**

**2012**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Silva, Cibele Aparecida Teixeira da.

Efeito de manchas na qualidade de sementes híbridas de milho processadas em separador por cor / Cibele Aparecida Teixeira da Silva. – Lavras: UFLA, 2012.

69 p.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: João Almir Oliveira.

Bibliografia.

1. *Zea mays* L. 2. Beneficiamento. 3. Tecnologia moderna. 4. *Color Sorter*. 5. Vigor. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.521

**CIBELE APARECIDA TEIXEIRA DA SILVA**

**EFEITO DE MANCHAS NA QUALIDADE DE SEMENTES HÍBRIDAS  
DE MILHO PROCESSADAS EM SEPARADOR POR COR**

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

APROVADA em 17 de fevereiro de 2012.

Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa      EMBRAPA

Dra. Luciana Aparecida de Souza Abreu      UFLA

Dr. João Almir Oliveira  
Orientador

**LAVRAS - MG**  
**2012**

*A Deus, por me fazer crer que com fé e confiança tudo é possível.*

## OFEREÇO

*Ao meu pai Vilson (In memoriam) que mesmo ausente está sempre presente no  
meu coração.*

*A minha mãe, Aparecida, que por muitas vezes privou de prazeres de sua vida  
em favor da vida dos filhos.*

*Aos meus irmãos, Vilson e Jhenifer.*

*Aos meus amigos que torcem e vibram sempre por cada etapa conquistada na  
minha vida.*

## DEDICO

## AGRADECIMENTOS

*À Deus por proporcionar oportunidades abençoar e direcionar cada passo do meu caminho e escolhas*

*A minha mãe, Aparecida, aos meus irmãos, Vilson e Jhenifer, pelo apoio, compreensão, força e principalmente por serem o meu incentivo por querer estar constantemente buscando sempre o melhor. O meu tio Cláudio e minha tia Gigi (in memoriam) pelo carinho, cuidado e preocupação.*

*À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, especialmente ao Setor de Sementes, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos.*

*Ao Prof. Dr. João Almir Oliveira, pela orientação, ensinamento e confiança durante a realização do trabalho.*

*À Profa. Dra. Maria Laene de Moreira de Carvalho, pelas contribuições, dedicação e coorientação.*

*À pesquisadora Dra Sttela pelo apoio, dedicação e amizade.*

*Aos professores do Setor de Sementes, por serem excelentes profissionais e exemplo de pessoas dedicadas e apaixonadas por aquilo que fazem. Obrigada mesmo, pela disponibilidade, ensinamento, atenção, paciência e, sobretudo o carinho e amizade.*

*Aos integrantes da “turma do prof. João” (Everson, Fred, Val, Jaime, Leandro “Yakult”, Thais, Bruna “Matraca”, Leandro Pena, Vanessa), por todos os momentos prazerosos de trabalho e diversão. Em especial a nossa amiga Valquíria que nos tem mostrado o que é força e superação.*

*Aos funcionários do Laboratório Central de Sementes da UFPA, Wilder, Walbert, Dona Elza, Dalva, Elenir, pela atenção, disposição, convívio e amizade.*

*A minha “miga” Nayara pela parceria, amizade e “dia da amiga” e também, a turma de amigos Rodrigo, Matheus, Diego, Alexana, Aline e Lu.*

*Aos meus amigos de sempre Laurinha, Gisele, Júlia, Bruno, Henrique, Marcos pela constante torcida! Amo!*

*A toda equipe do Setor de Sementes, doutorandos, mestrados, bolsistas, estagiários, pibic's, pela contribuição, aprendizado, amizade, trabalho e diversão. Agradeço de coração por esses momentos de convivência.*

*À Marli, secretária da Pós em Fitotecnia, pela disponibilidade, atenção e esclarecimentos.*

*A empresa Monsanto do Brasil pela contribuição das amostras de sementes utilizadas na pesquisa.*

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

A implementação e adaptação de tecnologias modernas que agilizam a avaliação da qualidade são fatores constantemente almejados pelas empresas produtoras de sementes. Sementes danificadas e com manchas tem a qualidade física, fisiológica e sanitária afetadas. Portanto, visando investigar alternativas para auxiliar a tomada de decisões na dinâmica do processo de beneficiamento, objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade de sementes híbridas de milho oriundas da classificação por cor, pelo equipamento *Color Sorter*. Foram utilizados quatro híbridos de milho, classificados quanto à presença de manchas, por meio da máquina *Color Sorter* e manualmente, resultando em cinco tipos de amostras: entrada; correspondente às sementes classificadas antes da passagem pela máquina; separação manual em sementes sem manchas e sementes manchadas; e separação pela máquina em sementes aprovadas consideradas sem manchas e sementes descartadas denominadas como manchadas. Também para avaliar a eficiência da máquina *Color Sorter*, parte da porção descartada, foi separada pelo exame visual em sementes sem manchas e sementes com manchas. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro híbridos e cinco tipos de amostras. Para a avaliação da qualidade as sementes foram submetidas aos seguintes testes: teor de água, massa de mil sementes, teste de raios X, germinação, primeira contagem de germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, teste de frio, envelhecimento acelerado e sanidade. O uso da máquina *Color Sorter* é eficiente na separação de sementes manchadas, porém descarta um alto percentual de sementes sem manchas. As sementes manchadas identificadas pela *Color Soter* têm sua qualidade fisiológica afetada negativamente. O tipo e a localização das manchas influenciam a qualidade das sementes.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Beneficiamento. Tecnologia moderna. *Color Sorter*. Vigor.



## ABSTRACT

Implementation and adaptation of modern technologies which facilitate to evaluate seed quality are regularly factors targeted by the companies. Seeds damaged and stained have the physical, physiological and sanitary quality affected. Therefore, aiming to investigate alternatives for making decisions for improving the processing, the objective in this work was to evaluate the quality of hybrid seeds of maize derived from the color classification by Color Sorter equipment. Four hybrids classified as stained seeds through the Color Sorter machine and manually, resulting in five samples: input corresponding to the classified seeds before passage through the machine; manual separation of seeds without and with stained; and separation by machine in approved seeds considered as seeds without stain and discarded seeds named as stained. Also to assess the efficiency of Color Sorter machine, part of the discarded portion has been separate by visual exam in seeds without and with stains. The statistical design was completely randomized in factorial scheme 4x5, with four hybrids and five kinds of samples. The evaluation of the seed quality were held the following tests: moisture content, thousand seed mass, X-ray test, germination, germination first count, seedling emergence, rate of emergence, cold test, accelerated aging and sanity. The use of Color Sorter machine is effective in separating seeds stained, but discards a high percentage of seeds without stains. The stained seeds identified by the Color Sorter have negatively affected their physiological quality. The type and location of the stain influence the seeds quality.

Keywords: *Zea mays* L. Processing. Modern Technology. *Color Sorter*. Vigor.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Desenho esquemático do procedimento de um classificador por cor utilizado na produção de sementes. Fonte: Pasikatan e Dowell (2003) .....	29
Figura 2	Tipos de danos por manchas com diferentes padrões e intensidade, dos híbridos testados, obtidos da classificação por cor pela máquina Color Sorter.....	38
Figura 3	Imagens visuais, raios X e sua correspondência no teste de germinação de sementes de milho com: manchas de coloração amarelo-claro (A); manchas (B, C); danos mecânicos (D); manchas e ataque de insetos (E); com início descoloração (F); silk cut (G); manchas escuras na horizontal (H) e semente sem mancha (I).....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Porcentagem de sementes híbridas de milho provenientes da classificação manual (Man) da entrada: em aprovado manual (A. man) e descarte manual (D. man); do descarte mecânico pela máquina <i>Color Sorter</i> classificadas manualmente: em sementes sem manchas 2 (A. Man 2) e descarte manual 2 (D. Man 2).....	39
Tabela 2	Valores médios do teor de água e peso de mil sementes de híbridos de milho provenientes das amostras de entrada (E), aprovado mecânico (A. Mec), aprovado manual (A. Man), descarte mecânico (D. Mec) e descarte manual (D. man) provenientes do processo de classificação manual e pela máquina <i>Color Sorter</i> .....	41
Tabela 3	Resultados médios de germinação (G%) e primeira contagem da germinação (PC%) em sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina <i>Color Sorter</i> (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec) .....	48
Tabela 4	Resultados médios de Emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina <i>Color Sorter</i> (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec) .....	49
Tabela 5	Resultados médios de plântulas normais pelo Teste Frio (TF%) de sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina <i>Color Sorter</i> (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec).....	51
Tabela 6	Resultados médios de plântulas normais pelo Teste envelhecimento acelerado (EA%) de sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina <i>Color Sorter</i> (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec) .....	52
Tabela 7	Resultados médios de ocorrência de <i>Fusarium sp.</i> e <i>Penicillium sp</i> em sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina <i>Color Sorter</i> (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec).....	53

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
<b>2.1</b>	<b>Sementes de milho no Brasil</b> .....	14
<b>2.2</b>	<b>Manchas e patógenos associados às sementes de milho</b> .....	16
<b>2.3</b>	<b>Qualidade de sementes</b> .....	22
<b>2.4</b>	<b>Beneficiamento de sementes de milho</b> .....	25
<b>2.4.1</b>	<b>Equipamentos de classificação pela cor</b> .....	27
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
<b>3.1</b>	<b>Determinação do teor de água</b> .....	33
<b>3.2</b>	<b>Massa de mil sementes</b> .....	33
<b>3.3</b>	<b>Teste de raios X</b> .....	33
<b>3.4</b>	<b>Germinação</b> .....	34
<b>3.5</b>	<b>Emergência em bandeja</b> .....	34
<b>3.6</b>	<b>Teste de frio com solo</b> .....	34
<b>3.7</b>	<b>Envelhecimento acelerado</b> .....	35
<b>3.8</b>	<b>Sanidade das sementes</b> .....	35
<b>3.9</b>	<b>Delineamento experimental e análise estatística:</b> .....	36
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	37
<b>4.1</b>	<b>Análise visual das sementes</b> .....	37
<b>4.2</b>	<b>Avaliações dos testes físicos, fisiológicos e sanitário</b> .....	40
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	56
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	57
	<b>ANEXOS</b> .....	69

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das plantas cultivadas de grande importância no Brasil, sendo um destaque na produção de grãos pelo seu elevado valor nutritivo utilizado na alimentação humana e, principalmente, animal. A estimativa nacional de área colhida para safra 2011/2012 é de 14,5 milhões de hectares e uma produção de 59.210,3 mil toneladas (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO - CONAB, 2012).

O mercado brasileiro de sementes de milho é representado, na maior parte, por empresas privadas e multinacionais que investem mais de 60% no segmento de milho híbrido. Esse mercado está cada vez mais especializado, principalmente, competitivo, exigindo um produto final de alta qualidade e com um alto valor agregado.

Na agricultura moderna, a semente é um insumo de grande importância para o processo de produção, resultado do constante investimento em pesquisas e avanços tecnológicos. O uso de sementes de qualidade é um dos fatores primordiais para o estabelecimento de qualquer cultura em campo, pois por meio da semente que se obtêm os benefícios oriundos do melhoramento genético. Nesse sentido, as empresas produtoras de sementes têm buscado o aperfeiçoamento de tecnologias para melhorar os aspectos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários das sementes.

A preocupação após a colheita deve-se à manutenção e conservação do alto padrão de qualidade das sementes. Normalmente, as sementes advindas do campo vêm acompanhadas de sementes com alterações do aspecto físico, dentre eles, se destaca as impurezas, sementes danificadas e manchadas. Tais diferenças na coloração podem estar na maioria das vezes, associados à incidência de patógeno.

Sementes manchadas em lotes de sementes híbridas de milho é um fator que gera uma depreciação da qualidade, podendo afetar a germinação, o vigor, a longevidade, a sanidade, a aparência visual, e conseqüentemente o valor comercial das sementes.

A influência de sementes híbridas de milho manchado na qualidade fisiológica, em geral, é um assunto ainda pouco abordado. No entanto, é um assunto de relevância para preservação da qualidade e vigor das sementes, assegurando ao produtor um produto final de nível de qualidade superior.

O beneficiamento entra como uma etapa importante dentro do programa de produção de sementes. Constitui-se em uma etapa que visa uniformizar o tamanho, aprimorar e realçar as boas características de um lote de sementes, uma vez que esse processo é simplesmente um preparo físico das sementes para um bom desempenho no armazenamento e campo. Além de permitir o atendimento dos padrões preestabelecidos pelas normas legais de comercialização da semente.

A implementação e as adaptações de tecnologias modernas que agilizam a avaliação da qualidade das sementes são fatores constantemente almejados pelas empresas produtoras de sementes. Dessa forma, para uma maior precisão no controle de qualidade durante o beneficiamento, empresas produtoras de sementes estão explorando o potencial de equipamentos novos, a exemplo o separador por cor: *Color Sorter*, na classificação de sementes. Uma técnica promissora na etapa final de produção de sementes de milho, que tem por finalidade separar as sementes manchadas.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a qualidade de sementes híbridas de milho provenientes da classificação por cor pelo equipamento *Color Sorter*.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Sementes de milho no Brasil**

Os recordes alcançados de produção de milho a cada safra resultam do desenvolvimento, investimento em inovações tecnológicas e implementações técnicas eficientes na condução da lavoura durante toda fase de produção. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de grãos de milho (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2012). E no agronegócio brasileiro, em termos de área explorada, a cultura do milho é a segunda mais cultivada, atrás somente da cultura da soja (CONAB, 2012).

O mercado de sementes de milho é expressivo e bem explorado na comercialização de semente, correspondendo na safra 2010/2011, 87 % de utilização de sementes certificadas contra 84% da safra anterior. Com os índices atuais de uso de sementes certificadas, o milho juntamente com o sorgo, possui as maiores taxa de utilização de sementes comercializadas do país em relação às outras culturas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM, 2011).

As sementes de milho foram os primeiros produtos certificados a serem comercializados no mercado nacional. O elevado índice de utilização de sementes certificadas de milho é oriundo do reconhecimento, ao longo do tempo, dos benefícios trazidos pelo material genético adaptado às condições das regiões produtoras e a disposição dos agricultores. A cadeia agroindustrial de milho é extremamente competitiva, visto que, exige materiais de excelente qualidade que resultem em alta produtividade, pois o investimento em sementes, produtos fitossanitários, fertilizantes e máquinas de elevado valor aumentam o custo de produção (JUNQUEIRA; MORABITO, 2006).

Com a introdução do híbrido no mercado na década de 30-40, iniciou-se a produção de sementes melhoradas tecnologicamente, resultando na inversão da atuação de instituições públicas para privadas. A partir da década de 80 as empresas privadas investiram, praticamente, em todas as etapas da produção de sementes de milho. Já na década de 90 houve um alto investimento em biotecnologia com o surgimento de fusões e aquisições de empresas privadas na área de sementes e defensivos (MOURA; MARTINELLI, 2004).

O mercado nacional de sementes de milho, diferentemente de outros, é caracterizado pela presença de empresas privadas e multinacionais, que controlam mais de 90% do mercado, especialmente de milho híbrido (SANTINI; PAULILLO, 2002). Neste negócio de sementes de milho várias empresas produtoras de sementes visam um material com alto padrão de qualidade. A cada safra de milho é lançado um novo perfil de cultivares disponíveis, mostrando a dinâmica do mercado de sementes em busca de materiais melhorados e de qualidade, trabalhando-se praticamente com híbrido de milho.

A indústria de sementes de milho pode ser dividida em dois segmentos básicos: os de variedades e de híbridos. Porém são os híbridos que dominam todo mercado de sementes milho no Brasil. Os híbridos simples, atualmente, representam a maior porcentagem do mercado de milho, em torno de 49,05% das cultivares convencionais e 74% das cultivares transgênicas, mostrando um alto potencial genético das sementes de milho utilizadas na agricultura brasileira (CRUZ; PEREIRA FILHO; SILVA, 2012).

O Brasil é um dos países que mais investem em estudos com sementes e no aperfeiçoamento de tecnologias para melhorar qualidade da semente, principalmente na área de controle de qualidade (SAFRAS..., 2011). Com essa finalidade, pesquisas têm procurado fornecer um suporte às empresas produtoras de sementes.



Atualmente, as parcerias entre empresas e instituições públicas contribuem para avanços significativos na cadeia produtiva do milho. A ação conjunta dessa parceria resulta de esforços desde a participação das instituições públicas na conservação de germoplasma, produção de sementes de milho resistentes a estresses ambientais, técnicas de preservação da qualidade à participação de empresas privadas, que investem em tecnologia de produção e pesquisas de ponta (MARTIN et al., 2007; PAIVA et al., 2006).

## **2.2 Manchas e patógenos associados às sementes de milho**

No Brasil, não tem sido muito relatado na literatura, os tipos e as causas de manchas em sementes de milho. Porém, sabe-se que anormalidades em sementes deste cereal podem ocorrer, desde aspecto do material genético, influência de fatores do ambiente, até a atuação de microrganismos, quando associado a essas estruturas (REIS; CASA; BRESOLIN, 2004; SHURTLEFF, 1992).

A coloração da semente pode ser influenciada pelas condições climáticas, doenças e danos causados por fungos. Variação significativa das cores das sementes pode existir até mesmo para uma única variedade cultivada em diversas produções e condições ambientais (PETERSON et al., 2001; WU; CARVER; GOAD, 1999).

Em manuais de diagnoses de doenças, os tipos de manchas mais identificados nas sementes de milho são derivados da proliferação e a predisposição, na maior parte, de ataques de fungos patogênicos. E também, à ação conjunta da interação de ataques de insetos (CARDWELL et al., 2000; MAIORANO et al., 2009), à danos mecânicos (CÍCERO; SILVA, 2003; MUNKVOLD, 2003), às variações das condições climáticas e nutricionais da planta e a interação entre esses fatores.

Nesse contexto, as normas de comercialização de milho seguem um padrão oficial de classificação. Estas são classificadas quanto a defeitos, qualquer alteração de coloração, peso ou forma do grão, que resultem ou não em processos bioquímicos de fácil disseminação na massa do produto e que, comprometem a conservação.

Os principais tipos de defeitos em grãos de milho descritos nas normas de padronização (BRASIL, 2011), estão relacionados com: grãos ardidos, germinados, gessados, preto, fermentado, mofados, carunchados, manchados, descoloridos e quebrados. Os sintomas desses danos são: grãos ardidos, caracterizados como grãos ou pedaços de grãos que se apresentam com coloração escura, proveniente do processo de fermentação, alteração da casca e da parte inteira; grãos germinados são aqueles que apresentam aspectos visíveis de início de germinação; gessados são grãos ou pedaços de grãos que tenham sofrido variação na sua cor natural, apresentando-se de esbranquiçado ao opaco, mostrando no seu interior todo o endosperma amiláceo com cor e aspecto de gesso; preto são grãos ou pedaços de grãos que apresentam totalmente enegrecidos por ação do calor ou da umidade; fermentado são grãos ou pedaços de grãos que apresentam escurecimento parcial do germe ou do endosperma provocado por processo fermentativo ou calor; mofados são grãos ou pedaço de grãos que apresentam totalmente enegrecidos por ação do calor ou da umidade; carunchados são grãos ou pedaços de grãos que se apresentarem prejudicados por caruncho; grãos manchados: são aqueles que apresentam qualquer tipo de mancha na película de revestimento sem, contudo, afetar a polpa; descoloridos são grãos que apresentam alterações na cor original do produto e quebrado são pedaços de grão sadios, que ficam retidos na peneira específica de cada produto.

Muito dessas alterações físicas devem-se a associação dos patógenos aos danos nas sementes. Os tipos de danos por macha conhecidos no Brasil por

atuação de microrganismos em sementes e grão de milho estão relacionados a: podridão branca da espiga (*Sternocarpella maydis maydis*; *S. macrospora*) que provocam aspectos de grãos marrons e em condições de alta umidade, presença do micélio branco entre as fileiras de grãos; podridão da base do colmo (PBC) e podridão da espiga (*Fusarium verticillioides*) causando estrias brancas; coloração amarelo esverdeada quando embebidas (*Aspergillus*); coloração azul-esverdeada ou cinza-esverdeada (*Penicillium spp*), as manchas que variaram de marrom claro a roxo ou vermelho-claro a vermelho intenso; a grão ardidos (*Fusarium verticillioides*, *Diplodia maydis* (*Sternocarpella maydis*), que causa presença de áreas negras causada por podridão negra da espiga (*Drechslera carbonum*) (BRASIL, 2009; OLIVEIRA; PINTO; FERNANDES, 2008; SILVA, 2006). Outros tipos de danos por mancha, também podem ter origem durante o beneficiamentos na má secagem das sementes (SCHMIDT, 1991).

Dentre esses tipos de danos por macha associados à atuação de microrganismos em sementes de milho estão as manchas estriadas brancas que podem denunciar a presença do fungo *Fusarium moniliformie* (ou *Cephalosporium agregatum*) e manchas escuras distribuídas irregularmente na sementes que podem ser causadas por *Sternocarpella maydis*, *Botryodiplodia theobromae*, *Cladosporium dadosporioides* (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006; KUMAR; SHETTY, 1983; LÉON, 1978; SHURTLEFF, 1992).

As sementes de milho atacados por *Fusarium verticillioides* podem apresentar-se isoladamente ou em grupos, revelando uma alteração na cor. Na identificação desses patógenos de milho, Duncan e Howard (2010) constataram que o *Fusarium verticillioides* aparece nas sementes na forma de micélio aéreo cotonoso e em massas de esporos bem juntos à semente, onde, juntamente com outros patógenos, causa a deterioração das mesmas.

Em geral, os principais danos primários causados por fungos na qualidade física e fisiológica das sementes, tanto de campo como de armazenamento, são relatados como decréscimo na germinação, descoloração de parte ou de toda semente, aquecimento e mofo na massa, transformações bioquímicas, produção de toxinas e modificações celulares (MACHADO, 1988; WETZEL, 1987).

Menezes et al. (2011) observaram que a influência do fungo *Fusarium verticillioides* pode afetar negativamente a qualidade fisiológica das sementes. Porém, resultados de pesquisas sobre a influência desses fungos na qualidade de sementes são divergentes. Peixoto, Torres e Karasawa (1998), analisando o grau de incidência de microrganismo e seus efeitos na qualidade fisiológica, verificou que as incidências de *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus Níger* e *Penicillium sp* não alteraram o vigor de sementes de milho.

Segundo Berjak (1987), a maior atividade fúngica ocorre por ocasião da germinação de sementes infectadas, resultando em plantas menos vigorosas. Mesmo que o fungo não possa causar dano no armazenamento das sementes, este pode ter seu efeito acentuado sobre o vigor de plântula e, também da planta (NEERGAARD, 1979; PEREIRA, 1997; SMITH; BERJAK, 1995). Entretanto, o estabelecimento dos fungos dentro dos tecidos das sementes, em parte depende da constituição genética das sementes (MYCOCK; BERJACK, 1995).

Os efeitos das condições ambientais durante o desenvolvimento e maturação das sementes podem estar relacionados a danos da qualidade física e fisiológica. Entre os tipos de danos que aparecem esporadicamente em algumas safras e que podem estar relacionados com condições ambientais, são os danos causado por *silk cut* e *popcorn*.

No dano por *silk cut* as causas são ainda desconhecidas, mas acredita-se que esteja relacionado com as condições de estresse ambientais após a polinização. Odvody, Spencer e Remmers (1997), estudando a descrição e o

desenvolvimento do dano por *silk cut*, refere-se como um importante problema de muitos híbridos comerciais de milho na região do Texas – EUA. Segundo esses autores, alguns híbridos, quando expostos as condições de estresses de temperatura e umidade na pré-colheita são predispostos a esse dano. Esta alteração do aspecto das sementes é caracterizada por uma ruptura ou mais ocasionalmente nas laterais das sementes que divide entre as linhas dos grãos na espiga, expondo os tecidos e o embrião da semente aos ataques de fungos saprófitas e insetos no período de pré e pós-colheita.

Wright e Rich (2004) também diagnosticaram o dano por *silk cut* como um problema no campo de produção de milho. Porém, não há relatos na literatura nacional desse dano no Brasil, além de sua origem ainda não ser muito bem compreendida. Supõe-se que estas características sejam herdadas e é geralmente eliminada durante a reprodução e processo de seleção.

Já o dano por *popcorn* aparece com sintomas de corte na diagonal do endosperma da semente, expondo as sementes ao ataques de fungos. Segundo White (1999), o sintoma de *popcorn* é uma quebra irregular no pericarpo na parte superior da semente, o que assemelha a uma “pipoca estourada”. Este fenômeno é frequentemente relatado em safras quando as chuvas são irregulares, e especialmente, quando as condições climáticas são de clima quente e seco. Estes danos por *silk cut* e *popcorn*, mesmos que aconteçam em menor frequência, podem proporcionar queda do vigor das sementes.

No Brasil, os fungos frequentemente encontrados em sementes de milho são os de campo: *Fusarium verticillioides* Sac. Nirenberg (*Fusarium moniliforme* Sheldon), *Diplodia maydis* (*Sternocarpella maydis*) e os de armazenamento *Aspergillus spp.* e *Penicillium spp.*, uma vez que esse complexo de fungos, podem contribuir para alterações da qualidade física e fisiológica (CARVALHO; BILIA; SILVA, 1993; GOULART, 1994; PINTO, 1995).

O *Fusarium verticillioides* é o principal patógeno associado a sementes de milho (*Zea mays L.*) no Brasil, relatado em todos locais de cultivo de milho, principalmente em regiões quentes e secas (ELLER et al., 2009). O fungo atua, sobre a germinação e o desenvolvimento das plântulas, sintetizando uma toxina no endosperma da semente de milho que, translocada para as raízes, provoca a inibição do seu desenvolvimento (SCOTT; FRUTTEL, 1970). Os grãos aparentemente sadios podem estar transportando internamente esse patógeno, o que resulta na podridão da semente ou morte de plântulas (MAIORANO et al., 2009; MESTERHAZY; LEMMENS; REIDE, 2011).

A incidência dos fungos do gênero *Aspergillus* e os do gênero *Penicillium* no armazenamento são os indicadores de deterioração em sementes e grãos, causando redução da germinação, morte do embrião, modificação na cor, enrugamento das sementes, alterações nutricionais, perda da matéria seca e são os primeiros estágios da deterioração microbiológica (MILLER, 1995; SCHMIDT, 1991).

Alguns desses fungos citados possuem a capacidade de produzir micotoxinas. Muitas espécies de *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* produzem micotoxinas que são substâncias químicas causadoras de efeitos tóxicos (BACON; GLENN; YATES, 2008; MUNKVOLD, 2003).

Atualmente, os grãos ardidos, constituem se, num dos principais problemas de qualidade do milho, devido à possibilidade da presença de micotoxinas (HENRY et al., 2009). As perdas qualitativas por grãos ardidos são motivos de desvalorização do produto e uma ameaça à saúde dos rebanhos e humana (HENRY et al., 2009; JULIATTI et al., 2007).

Os *Fusarium verticillioides*, *Diplodia maydis* (*Sternocarpella maydis*) e *Diplodia macrospora* (*Stenocarpella macrospora*) são os principais fungos envolvidos com a produção de grãos ardidos. Na visão dos fitopatologistas esses grãos infectados por fungos são considerados “ardidos” (RAMOS et al., 2010),

os quais são caracterizados principalmente por sintomas de descoloração (MENDES et al., 2011), estrias brancas no pericarpo e estruturas fúngicas como crescimento micelial sobre os grãos (DESJARDINS et al., 1998).

Vários outros fungos são comumente detectados e associados às sementes de milho como *Bipolaris maydis*, *Acremonium strictum* W. Gams (sin.: *Cephalosporium acremonium* Auct. non Corda) (TEIXEIRA; MACHADO, 2003), *Colletotrichum graminicola*, *Curvularia spp.*, *Drechslera spp.*, *Epicoccum spp.*, *Nigrospora oryzae*, *Rhizoctonia solani* e *Trichoderma spp.* (PINTO et al., 1997; TANAKA; MAEDA; ALMEIDA, 2001).

### 2.3 Qualidade de sementes

A qualidade de sementes de toda espécie compreende a interação de uma série de atributos de natureza genética, fisiológica, física e sanitária. A qualidade genética refere-se à constituição intrínseca da cultivar, relacionado à homogeneidade, resistência ou tolerância a pragas e doenças, arquitetura da planta, potencial produtivo, entre outras. O potencial fisiológico refere-se a capacidade da semente para desempenhar funções vitais, manifestada pela longevidade, germinação e vigor, ou seja, é o potencial da semente de produzir uma plântula normal. A natureza física diz respeito à ausência de contaminação por materiais estranhos, inertes ou sementes de outras espécies e/ou cultivares. A qualidade sanitária consiste no efeito deletério causado por patógenos e pragas que podem estar associados às sementes desde o campo de produção até o armazenamento, incluindo fungos, bactérias e vírus (MARCOS FILHO, 2005; RAVA; VIEIRA; MOREIRA, 2005; VIEIRA; RAVA, 2000).

Os fatores físicos e fisiológicos têm sua ação determinada, principalmente, pelo ambiente no qual as sementes se formam e pelo manuseio das mesmas durante as fases de colheita, de beneficiamento e de

armazenamento. A qualidade final da semente depende do cuidado em manter, durante o beneficiamento e o armazenamento, a qualidade obtida no campo, minimizando os danos que ocorrem durante o processamento, principalmente os danos mecânicos (FESSEL et al., 2003).

Na pós-colheita a qualidade física é bastante importante, pois compreende a condição física da semente, o qual é caracterizado pelo grau de umidade, tamanho, cor, densidade, aparência, danos mecânicos e danos causados por insetos e infecções por doenças (POPINIGIS, 1985). Os danos mecânicos podem destruir estruturas essenciais das sementes, aumentam a suscetibilidade a microrganismos e a sensibilidade a fungicidas, além de reduzir a germinação, vigor, potencial de armazenamento e o desempenho em campo (ALVES et al., 2001; BORBA et al., 1995; KIKUTI; PINHO; REZENDE, 1999).

O uso de sementes com alta qualidade é o meio mais viável e econômico de reduzir custos de produção e assegurar a sustentabilidade de cultivos de grande interesse. O potencial fisiológico das sementes é o principal ponto discutido entre os tecnologistas de sementes, sendo considerado pelo teste de germinação e vigor das sementes.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é realizada pelo teste de germinação, porém este teste tem limitações por fornecer resultados que superestimam o potencial fisiológico das sementes, devido ao fato de ser conduzido sob condições favoráveis. O vigor detecta atributos mais sutis da qualidade fisiológica, não revelados pelo teste de germinação.

Vários testes de vigor foram então desenvolvidos visando à precisão do comportamento de lotes de sementes em campo com dados obtidos em laboratório (MCDONALD JUNIOR; WILSON, 1979). Alguns testes de vigor são recomendados ou mais utilizados para comparar a qualidade de lotes de sementes em laboratório e em campo, como os testes de frio para milho (CÍCERO; VIEIRA, 1994), o de envelhecimento acelerado para soja (VIEIRA;



CARVALHO; SADER, 1994) e o de condutividade elétrica para ervilha (BLADON; BIDDLE, 1992; CALIARI; MARCOS FILHO, 1990).

Para controle de qualidade das sementes de milho, o teste frio, é um teste de vigor mais rotineiramente utilizado como padrão nacional e internacional. É um teste utilizado para distinguir o nível de vigor dos lotes, pois simula o desempenho de lotes em condições adversas, como frias e chuvosas (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999). O envelhecimento acelerado é outro teste, bem utilizado na avaliação do vigor de sementes de milho (HAMPTON; TEKRONY, 1995).

A sanidade de sementes também tem sido um assunto de relevância, pois é um fator que interfere no desempenho das sementes no campo, uniformidade do estande e, conseqüentemente, em uma boa produtividade. Alguns patógenos provocam perdas no campo, restringindo seus efeitos à redução de rendimento, sem, contudo, afetar a viabilidade das sementes. Outros patógenos se caracterizam por, além de provocar reduções de rendimento, promove efeitos danosos sobre a semente (FACCION, 2011).

O teste de sanidade avalia o estado sanitário de lotes de sementes, indica informações que podem ser associadas a qualidade física e fisiológica das mesmas. As relações entre incidência de patógenos e a redução do peso específico em sementes são pesquisadas com decorrente perda de qualidade fisiológica (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983; MENTEN, 1991).

Um aspecto importante a se considerar para a identificação de problemas associados ao potencial fisiológico de sementes é análise da sua morfologia interna. Está avaliação se dá pelo uso da técnica de raios X, indicado em nível internacional pela International Seed Testing Association - ISTA (2009) e nacional pelas Regras para Análises de Sementes-RAS (BRASIL, 2009) sendo um método padronizado para auxiliar na avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

O teste de raios X é um método não destrutivo em que as sementes analisadas podem ser submetidas a testes fisiológicos (germinação e vigor). E assim, correlacionar os danos ou alterações observadas nas imagens radiográficas com desempenho fisiológico das sementes (CARVALHO et al., 1999; GIRARDIN; CHAVAGNAT; BOCKSTALLER, 1993).

#### **2.4 Beneficiamento de sementes de milho**

A preocupação com a qualidade das sementes é um fator que se inicia no campo de produção. Porém, em seguida, após a colheita, para assegurar e manter a qualidade, é necessário que as sementes sejam preparadas adequadamente durante o processo de beneficiamento (NERY et al., 2009).

O beneficiamento de sementes é uma etapa essencial da tecnologia envolvida na produção de sementes de alta qualidade. E tem como objetivo separar dos lotes, os materiais indesejáveis como impurezas, sementes de má qualidade, invasoras, deformadas, imaturas, deterioradas, e as atacadas por fungos e insetos, que normalmente são acompanhados das sementes advindas do campo (BICCA; BAUDET; ZIMMER, 1998). De acordo com Ferreira (2010) esta separação se torna possível quando existem diferenças de características físicas entre as sementes e o material indesejável. Sendo assim, o beneficiamento pode imprimir características de qualidade aos lotes de sementes, sejam por melhorias na qualidade física, fisiológica ou sanitária.

Segundo Menezes, Lersch-Junior e Storck (2002), o beneficiamento de sementes de milho é altamente especializado, se comparado com outras espécies. A semente de milho, normalmente, é colhida em espiga, despilhada e secada com o sabugo, para logo ser debulhada, limpa e classificada.

A classificação de sementes de milho é uma fase necessária, devido a grande variação de tamanho, forma e qualidade das sementes na própria espiga.

As sementes de milho são classificadas em função da forma e do tamanho. Na forma, em sementes redondas e achadas, e no tamanho, pelas dimensões, largura e comprimento das sementes nas diferentes peneiras, de acordo com os padrões estabelecidos pela empresa produtora de sementes (KIKUTI et al., 2003; MARTINELLI-SENEME; ZANOTO; NAKAGAWA, 2000). Essa classificação permite a comercialização de um produto homogêneo favorecendo a regulação das semeadoras e, por consequência, promovendo a distribuição uniforme das sementes e a obtenção do estande adequado para a cultura (PINHO; SILVEIRA; VIEIRA, 1995). Aliado a isso, o beneficiamento vêm potencializar a boa qualidade das sementes para atenderem os padrões mínimos de comercialização

Na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) de milho, as sementes passam por diversas etapas durante o processo de beneficiamento, as quais podem ser ajustadas de acordo com as necessidades de cada empresa do setor de sementeiro.

De maneira geral, as operações do beneficiamento seguem um princípio básico que incluem a recepção, a pré-limpeza e as operações especiais, a secagem, a limpeza, a classificação ou padronização, mesa dessimétrica, tratamento e o ensacamento das sementes. Para todas estas operações são utilizadas máquinas e equipamentos que, quando bem regulados e limpos, garantem a qualidade de um lote de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A coordenação das atividades do beneficiamento torna o mecanismo de classificação de sementes de milho dinâmico e eficiente. A escolha da sequência e tipo dos equipamentos utilizados no beneficiamento é fundamental para a obtenção de sementes com qualidade desejável para a comercialização, semeadura e/ou armazenamento.

Os equipamentos utilizados no beneficiamento de sementes realizam a função de separar diferenças físicas entre os componentes do lote, como

tamanho, peso específico, forma, cor e textura (LOPES et al., 2011). A decisão quanto ao tipo de máquinas que será utilizada no beneficiamento de um lote de sementes depende do tipo, da natureza e quantidade de impurezas e das características desejáveis no material beneficiado. Por isso, a sequência dos equipamentos do processo de beneficiamento, nem sempre é a mesma para todos os lotes.

Para que as operações sejam realizadas de maneira eficaz, é necessário o uso de um ou mais equipamentos especializados que permitam a remoção de materiais indesejáveis, promovendo um efetivo aprimoramento da qualidade dos lotes em termos de germinação e vigor (MARTINS et al., 2005).

Um equipamento muito empregado nos últimos anos na indústria sementeira é a mesa de gravidade ou densimétrica. Esta máquina de acabamento cujo princípio de separação fundamenta-se em separar materiais que diferem quanto ao peso específico, pode ser utilizadas para retirar dos lotes, sementes infectadas por patógenos. Já que essas sementes diferem das sementes sadias no seu peso (BICCA; BAUDET; ZIMMER, 1998). As sementes de menor peso específico, e conseqüentemente de menor qualidade, acumulam-se nas partes mais baixas do eixo terminal de descarga da mesa de gravidade, fato que foi verificado por Assmann (1983) em soja, Buitrago et al. (1991) em feijão, Baudet e Misra (1991) em sementes de milho e Gadotti et al. (2006) em sementes de couve brócolis.

#### **2.4.1 Equipamentos de classificação pela cor**

Além do peso, as sementes infectadas por patógenos podem diferir quanto à aparência em relação às sementes sadias, possuindo uma coloração distinta. Neste aspecto, os critérios técnicos adotados na especificação das sementes são o tipo e a intensidade da mancha.

Pesquisas em relação à utilização de máquinas na classificação das sementes pela cor ainda é muito incipiente. Porém, já no comércio de máquinas de processamento de sementes, a classificação por cor é vista como uma promessa tecnológica na análise prévia de sementes com danos.

Empresas produtoras de sementes de milho estão cada vez mais investindo na inserção de novidades tecnológicas na produção de sementes de alta qualidade. Para Godoi (2008), um dos investimentos deve-se a equipamentos modernos, tais como o equipamento de separação das sementes danificadas através de imagens de alta definição e filtros de cores, denominados *Color Sorter*.

O surgimento da máquina de separação por cor está associado à fabricação de máquinas de processamento de cereais (arroz, trigo e milho) da corporação *Satake* no Japão fundada desde 1896. O equipamento primeiramente foi utilizado para indústria de plásticos, alimento, e em função de adaptações da máquina inseriu-se no setor de sementes.

A primeira fabricação comercial da máquina de separação por cor- *Electronic Sorting Machines (ESM)* ou *Color Sorter*- se deu na década de 30 em Michigan- EUA, para classificação de feijão. Os avanços na modernização desse equipamento se devem às adaptações dos diversos modelos lançado. E essa evolução está relacionada às múltiplas aplicações dessa máquina no ramo de sementes, indústria de alimentos, plástico entre outros. Por exemplo, dentre os modelos de classificadores, a *ScanMaster* e *UltraScan* foram projetados para melhorar a qualidade de sementes de feijão, amendoim, soja, girassol, milho, trigo, arroz entre outras (SATAKE USA, 2012).

A classificação eletrônica de cores separa as sementes por diferença de cor (FIGURA 1).

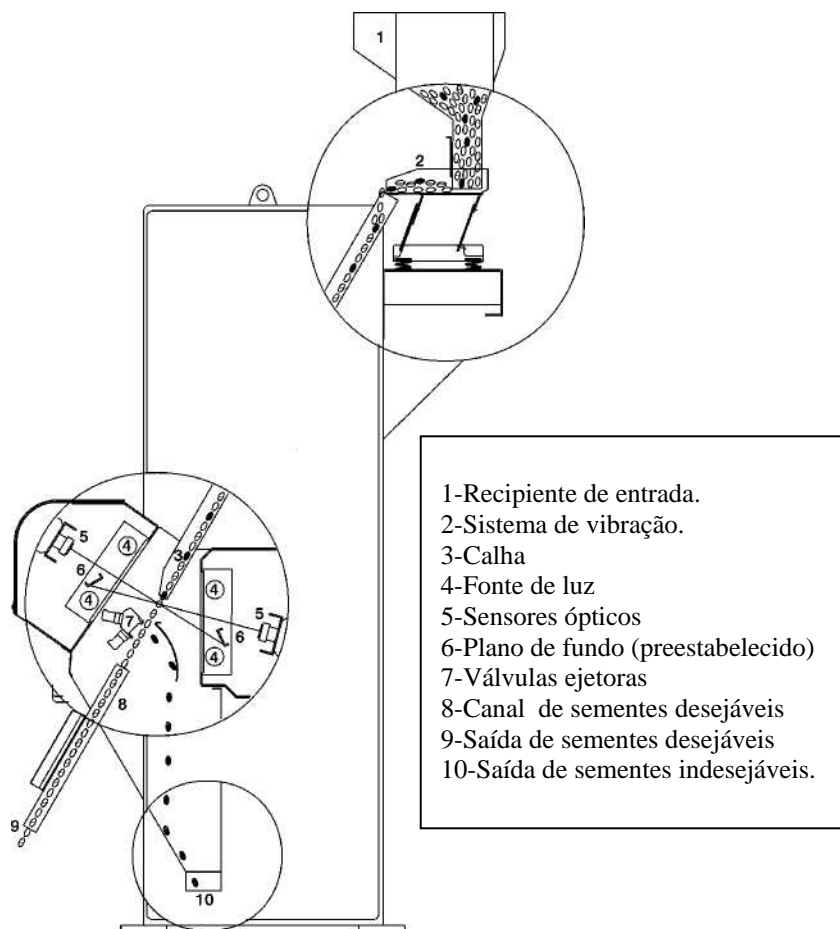


Figura 1 Desenho esquemático do procedimento de um classificador por cor utilizado na produção de sementes. Fonte: Pasikatan e Dowell (2003)

A classificação é feita a partir da diferença de tonalidade de semente aceitável e indesejável. A máquina é programada para remoção do material com uma determinada cor preestabelecida. Cada semente é analisada individualmente, em suas duas faces através de dispositivos de detecção. Assim cada semente é comparada através de um comprimento de onda de luz específico, criando a diferença das sementes desejável e a indesejável. Caso seja detectada a cor padrão da semente, estas são direcionadas para bica de semente

desejável. Porém, toda vez que o material programado, estiver com alteração da cor ou machas, um jato de ar comprimido é acionado e as sementes são lançadas para fora do fluxo normal das sementes, sendo desviados para a bica de sementes indesejáveis (GREGG; BILLUPS, 2010; SATAKE AUSTRÁLIA, 2011).

A máquina *Color Sorter*, pode ser utilizada em diversas etapas do processo de beneficiamento. Em geral, pode ser aplicada como uma ferramenta de análise prévia das sementes, permitindo que as sementes classificadas sejam direcionadas para uma melhor sequência de equipamentos no beneficiamento. Pode ser utilizada, também, na inspeção final do processo de beneficiamento, antes o ensacamento.

A aplicabilidade da máquina *Color Sorter* entre as etapas do beneficiamento muitas vezes é em função da cultura e o tipo de dano. Devido à evolução da tecnologia de classificação por cor, o classificador pode substituir o equipamento padrão, porém para maioria das culturas entra para complementar as máquinas padrão do processo de beneficiamento (GREGG; BILLUPS, 2010).

Em algumas ocasiões, utiliza-se a máquina de separação por cor para classificar as sementes beneficiadas pela mesa de gravidade, aumentando o rendimento das sementes boas e eliminando a necessidade da repassagem dos lotes. Independente da sua posição na sequência do processo de beneficiamento, esse classificador pode permitir que os outros equipamentos sejam usados de forma mais eficiente, aumentando a qualidade final do lote de sementes. Segundo Buitrago et al. (1991), a classificação prévia em outras máquinas permite um separação mais precisa na mesa de gravidade.

Pasikatan e Dowell (2003), em estudos afirmam que sistemas com base em comprimentos de onda simples ou mais, como os usados por separadores de cor comerciais, proporcionaria alta velocidade de classificação de sementes de trigo vermelho e branco.

No Brasil, o equipamento conhecido como classificador de sementes por cor é chamado de *Seletron*, o qual exerce a função de separação de sementes com base na coloração. O princípio de utilização é semelhante ao do equipamento *Color Sorter*, o qual consiste de sistemas de células fotoelétricas que mudam suas características elétricas de acordo com a intensidade luminosa emitida pela semente (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003). Entretanto, é baseado em um sistema monocromático (mais claro e mais escuro) e bicromático (claro e escuro) empregado mais em sementes de arroz, feijão e café. A título de exemplo, em sementes de feijão pode separar mistura varietal de grãos roxinhos dos grãos preto (AIDAR; KLUTHCOUSKI, 2004).

Prete e Cícero (1987), trabalhando com sementes de amendoim na classificação pela cor pelo uso da *Seletron*, verificaram baixa qualidade física fisiológica e sanitária das sementes no material descartado.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório Central de Análise de Sementes (LCSEM) do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras- MG.

Foram utilizados sementes de quatro híbridos de milho, identificados no experimento por híbridos 1, 2, 3 e 4, de diferentes tamanhos produzidos pela empresa Monsanto do Brasil, localizada em Uberlândia, MG. Os híbridos 1 e 2 foram classificados na peneira C1L (forma achatada, tamanho 1 e longa), o híbrido 3, na peneira R3 (forma redonda e tamanho 3) e o híbrido 4 na peneira R2G (forma redonda tamanho 2 e grande). E estes quatro híbridos não foram classificados pela mesa densimétrica.

De cada híbrido foram coletadas três amostras de 10 kg cada durante o beneficiamento, uma após a classificação pelo tamanho denominada entrada (E), outra após a passagem pela máquina *Color Sorter*, porção de sementes sem manchas denominada aprovado mecânico (A. mec) e a outra amostra da porção de sementes manchadas do descarte da máquina denominada de descarte mecânico (D. mec). Para avaliar a eficiência da máquina, parte da amostra coletada na entrada (E) antes de passar pela *Color Soter*, foi separada visualmente quanto à presença ou ausência de manchas, com auxílio de lupa estereoscópica originando as frações: aprovada manual (A. Man) e descarte manual (D. Man).

Ainda para avaliar a eficiência da máquina *Color Sorter*, parte das sementes da porção do descarte mecânico foi separada manualmente em sementes sem manchas, amostra denominada aprovada manual 2 (A. Man 2) e sementes manchadas amostra denominada descarte manual 2 (D. Man 2).

Após a obtenção de cada amostra estas foram pesadas e acondicionadas em sacos de papel e em seguida submetidas às seguintes determinações:

### **3.1 Determinação do teor de água**

A determinação do teor de água na semente foi mensurada pelo método de estufa a 105 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando duas subamostras de cinquenta sementes para cada tratamento. As amostras foram pesadas e os resultados expressos em porcentagem com base do peso úmido.

### **3.2 Massa de mil sementes**

Realizada em oito repetições de 100 sementes cada, as quais foram pesadas em balança de precisão e tiveram calculado o peso de 1000 sementes conforme determina as Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009).

### **3.3 Teste de raios X**

Utilizaram-se oito subamostras de 50 sementes por tratamento. As sementes foram dispostas sobre as fitas adesivas transparentes de dupla face, aderida a uma folha A4 de transparência e identificadas à posição e a ordem das sementes por tratamento. Assim, foram submetidas à análise radiográfica automática, utilizando o equipamento Faxitron HP MX-20 digital. As sementes manchadas foram classificadas de acordo com danos visualizados nas imagens radiográficas, para confirmação de danos internos nas mesmas. Além disso, foram identificadas individualmente e submetidas ao teste de germinação.

### 3.4 Germinação

Conduzido com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolos de papel tipo germitest umedecido em água destilada com um volume equivalente a 2,5 vezes o peso seco do papel, em germinador a 25 °C. Foi avaliada, a **primeira contagem** ao quarto dia e a última contagem ao sétimo dia após semeadura, computando as plântulas normais em dados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

### 3.5 Emergência em bandeja

Realizou-se a semeadura em bandejas plásticas contendo como substrato, terra e areia, na proporção 1:2. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal a 25 °C e em regime alternado de luz e escuro (12 horas). Foram utilizados quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento e computado o número de plântulas normais ao 14° dia. O resultado foi expresso em porcentagem (BRASIL, 2009; KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999). Paralelamente ao teste de emergência foi calculado o **índice de velocidade de emergência**, computando-se o número de plântulas emergidas, utilizando a fórmula proposta por Maguire (1962).

### 3.6 Teste de frio com solo

Foram semeadas, quatro repetições de 50 sementes em bandejas plásticas contendo substrato terra e areia, na proporção de 1:2. A irrigação, após a semeadura, foi feita de acordo com ajuste da umidade do substrato para 70 % de capacidade de retenção. As bandejas semeadas foram mantidas em câmara fria previamente regulada a temperatura de 10 °C, por 7 dias. Em seguida foram

transferidas para a câmara de crescimento vegetal a 25 °C por mais 7 dias, sendo avaliado o número de plântulas normais emergidas e os resultados expressos em porcentagem.

### **3.7 Envelhecimento acelerado**

Pelo método de mini-câmara, as 200 sementes de cada tratamento foram distribuídas em camada única na superfície de tela metálica suspensa no interior de caixas plásticas tipo “gerbox”, contendo 40 ml de água destilada. As caixas tampadas foram incubadas em câmara de germinação do tipo BOD, a 41 °C durante 96 h (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALISTS - AOSA, 1983). Posteriormente, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, avaliando-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a semeadura, com contagens realizadas de acordo com o descrito para o teste de germinação.

### **3.8 Sanidade das sementes**

Determinada pelo método de incubação em papel de filtro (*Blotter test*) com congelamento (MACHADO, 1988) em oito repetições de 25 sementes de cada tratamento por placa. As sementes foram distribuídas em placa de Petri acrílico de 15 cm de diâmetro contendo três folhas de papel filtro previamente esterilizadas e umedecidas em solução de ágar. As placas permaneceram 24 horas em temperatura ambiente e, posteriormente, foram mantidas por 24 horas à temperatura de -20 °C. Em seguida, as placas com as sementes foram incubadas à temperatura de 20 °C sob regime de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, permanecendo por sete dias. Para identificação de patógenos associados

às sementes utilizou-se lupa estereoscópica e microscópio ótico, sendo a incidência nas sementes quantificada em porcentagem.

### **3.9 Delineamento experimental e análise estatística:**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro híbridos (1, 2, 3 e 4) e cinco amostras, classificadas nas seguintes categorias:

- a) entrada (E) - sementes classificadas e coletadas antes da passagem pela *Color Sorter*;
- b) aprovado mecânico (A. Mec) - sementes sem manchas, classificadas mecanicamente pela *Color Sorter*;
- c) aprovado manual (A. Man) - sementes sem manchas, classificadas manualmente;
- d) descarte mecânico (D. Mec) - sementes manchadas, classificadas mecanicamente pela *Color Sorter*;
- e) descarte manual (D. Man) - sementes manchadas classificadas manualmente.

Para as análises estatísticas foi utilizado o programa computacional de análise estatística, SISVAR, sendo os dados submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2000).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise visual das sementes

Alguns tipos de manchas visualizados na classificação das sementes dos quatros híbridos de milhos estão apresentados na Figura 2. Observa-se que houve diferenças nos padrões e intensidade de manchas entre os materiais.

Entre os tipos de danos por manchas de híbridos de milho apresentados na Figura 2 estão: sementes com diferentes níveis de estrias brancas (A, B e C); parcial ou totalmente descolorida (D e E); com manchas escurecidas próximas à região do funículo (F e G), com ruptura do pericarpo na horizontal seguido de mancha esbranquiçada – *Silk Cut* (H); manchas por ataque de insetos (I); manchas de coloração marrom na face ventral da semente (J); manchas com coloração amarelo-claro com delimitações de cor marrom (L); manchas escurecidas na face ventral da semente (M); com danos mecânicos delimitadas por manchas (N e O), com manchas amareladas próximas ao pedúnculo em parte inferior do embrião (P); com manchas rosadas (Q); descoloridas e germinadas (R) e aspectos de *popcorn* (S) conforme descrito por Oliveira, Pinto e Fernandes (2008) e White (1999).

As manchas mais freqüentemente visualizadas nas amostras de híbridos de milho, em geral, foram provocadas por sintomas de diferentes níveis de estrias brancas, presentes, em praticamente, todas as partes das sementes (Figura 1 A e B). Estes sintomas, na maioria das vezes, iniciavam-se próximo do pedúnculo das sementes. Mas também, foram identificados em pontos isolados nas sementes. Similarmente a esses sintomas foram descritos na literatura como características do fungo *Fusarium verticillioides* (EMBRAPA, 2006; SHURTLEFF, 1992). Pelos resultados obtidos no teste de sanidade, Tabela 7, o gênero de fungo com maior freqüência foi realmente o *Fusarium*.

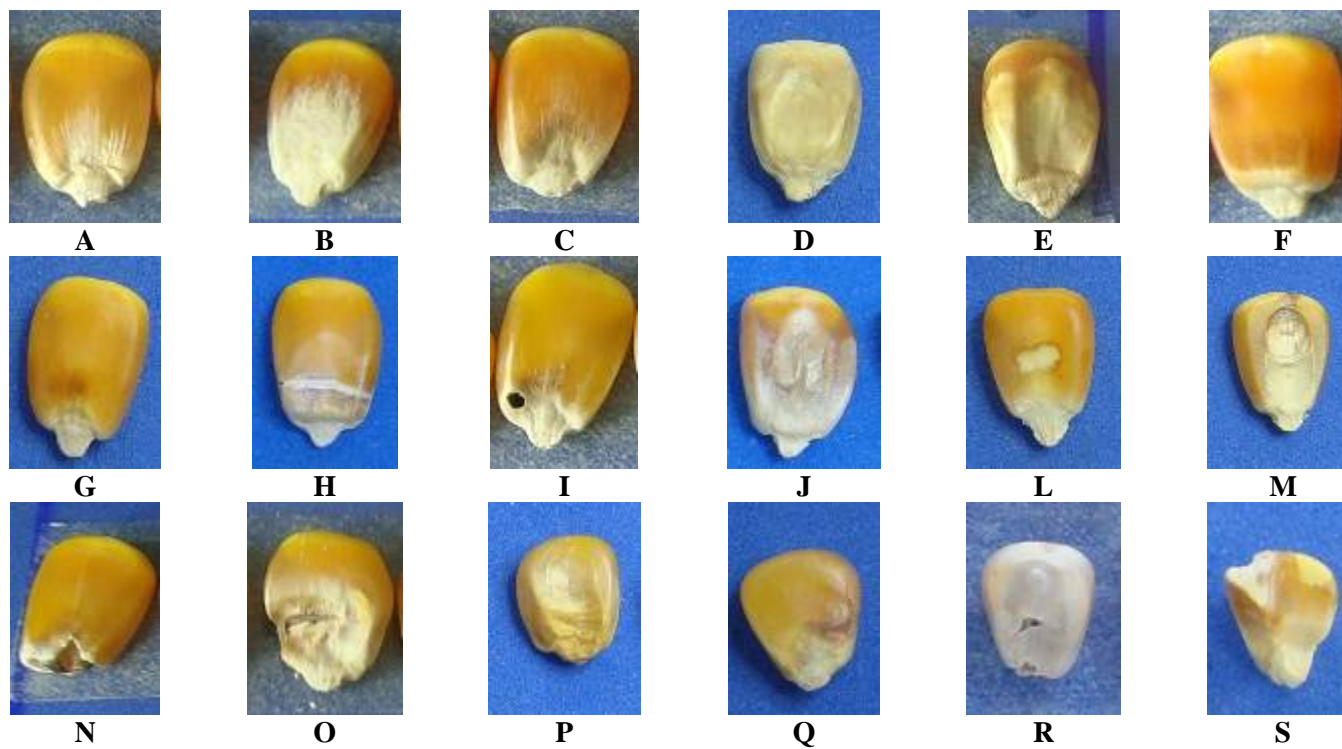


Figura 2 Tipos de danos por manchas com diferentes padrões e intensidade, dos híbridos testados, obtidos da classificação por cor pela máquina *Color Sorter*

As variações da cor nas sementes podem estar atreladas a associação de fungos nas sementes. Oliveira, Machado e Vieira (1993) verificam um alto índice de *Fusarium moniliforme*, *Penicillium sp.* e *Colletotrichum graminicola*, sendo este último mais freqüente em sementes de milho com manchas negras apicais.

Amostras de sementes coletadas na entrada, correspondentes às sementes sem separação no *Color Sorter*, bem como amostras de sementes descartadas após classificação, foram submetidas à análise visual para determinação da porcentagem de sementes de milho aprovadas (A) e descartadas(D). Observa-se pelos resultados apresentados na Tabela 1 que a porcentagem de sementes sem manchas da amostra original (entrada) variou entre híbridos e que esta variação foi de 82,78% a 90%. Nota-se também que houve alto percentual de sementes sem manchas na porção que foi descartado pela máquina, variando de 44,66 a 74,30 %, e esta variação também foi influenciada pelo híbrido e ou pelo formato das sementes, pois o híbrido 2 foi o que apresentou um maior percentual de sementes manchadas e foi o que mais descartou sementes sem manchas. Isto indica que o equipamento *Color Sorter* está descartando um volume alto de sementes sem manchas e que possivelmente deverá ser ajustada para obter um maior rendimento para cada lote de sementes, pois estes materiais são híbridos simples com alto valor agregado.

Tabela 1 Porcentagem de sementes híbridas de milho provenientes da classificação manual (Man) da entrada: em aprovado manual (A. man) e descarte manual (D. man); do descarte mecânico pela máquina *Color Sorter* classificadas manualmente: em sementes sem manchas 2 (A. Man 2) e descarte manual 2 (D. Man 2)

Híbridos	Entrada	A. Man (sem mancha)	D. Man (com mancha)	Descarte Mecânico	A. Man 2 (sem mancha)	D. Man-2 (com mancha)
1	100	90,00	10,00	100	64,22	35,78
2	100	82,78	18,22	100	74,30	25,70
3	100	83,16	16,84	100	47,90	52,10
4	100	84,00	16	100	44,66	55,34



Pelos resultados dos dados de porcentagem da amostra aprovado manual 2 (A. Man 2) resultante da classificação do descarte mecânico, observa-se que há uma limitação em classificar sementes com níveis de manchas diferenciados. Essa evidencia gera uma grande perda no volume total de sementes com um bom aspecto de qualidade física e sanitária. O que proporciona o descarte e/ou reprocessamento desnecessário de lote de sementes, aumentando os custos operacionais. Vale ressaltar, que o aspecto visual das sementes é um fator importante a se considerar na comercialização. Devem-se estabelecer níveis de danos por manchas, que além de não estar associado à qualidade fisiológica, não possa intervir na aceitação do produto pelo produtor ou mesmo na depreciação do valor das sementes para a comercialização.

A eficiência dos equipamentos utilizados no beneficiamento de sementes, desde a colheita à embalagem, pode influenciar significativamente no potencial fisiológico das sementes (FERREIRA; SÁ, 2010; METZ et al., 2007) e no retorno econômico do custo de produção (JUNQUEIRA; MORABITO, 2006). Além disso, segundo Menezes, Lersch-Junior e Storck (2002), cada material genético pode responder de forma distinta ao manuseio na pós-colheita, sendo necessário o estudo, sob diferentes enfoques, do tipo, intensidade e o momento da ação no beneficiamento capaz de afetar a qualidade das sementes.

#### **4.2 Avaliações dos testes físicos, fisiológicos e sanitário**

As sementes de milho submetidas à classificação em função de suas manchas, seja manualmente ou por meio do equipamento *Color Sorter*, foram avaliadas quanto à qualidade física, fisiológica e sanitária.

Os valores médios do teor de água para os tratamentos estão apresentados na Tabela 2. Houve pequena variação na amplitude das médias do teor de água entre os quatros híbridos estudados, variando de 8,65 a 9,90%,

valores abaixo do recomendado para o armazenamento de semente de milho, que é de 13%. A umidade adequada das sementes facilita o manuseio no beneficiamento, evitando a exposição das sementes a danos mecânicos e a predisposição à proliferação de fungos durante o armazenamento. Além dos prejuízos citados, pesquisas relatam que sementes com baixo grau de umidade são susceptíveis a danos mecânicos imediatos (JIJON; BARROS, 1983).

Tabela 2 Valores médios do teor de água e peso de mil sementes de híbridos de milho provenientes das amostras de entrada (E), aprovado mecânico (A. Mec), aprovado manual (A. Man), descarte mecânico (D. Mec) e descarte manual (D. man) provenientes do processo de classificação manual e pela máquina *Color Sorter*

Híbrido	Classificações	Teor de água (%)	Peso de mil sementes (g)
1	E	8,83	452,00
	A. Mec	9,06	447,35
	A. Man	9,23	444,94
	D. Mec	8,93	450,85
	D. Man	9,12	443,48
2	E	8,90	430,76
	A. Mec	8,65	433,14
	A. Man	8,73	430,53
	D. Mec	9,19	444,47
	D. Man	9,07	430,04
3	E	9,70	227,36
	A. Mec	9,30	230,02
	A. Man	9,20	228,74
	D. Mec	9,91	225,51
	D. Man	9,61	228,70
4	E	9,37	352,56
	A. Mec	9,36	356,52
	A. Man	9,90	349,93
	D. Mec	8,92	355,38
	D. Man	9,51	343,42

Observa-se pelos resultados apresentados na Tabela 2, que as sementes de milho dos híbridos 1 e 2 apresentaram os maiores valores de peso de mil sementes, seguidos das sementes do híbrido 4 e o menor peso foi para as sementes do híbrido 3. Isto já era esperado, pois se utilizou diferentes peneiras entre esses híbridos e as sementes que apresentaram os menores valores de peso de mil sementes eram justamente aquelas de menor tamanho, assim como, aquelas que apresentaram os maiores valores tinham maior tamanho. No entanto, dentro de cada híbrido, não houve grandes variações no peso de mil sementes entre as diferentes etapas do processo de classificação manual e pelo equipamento *Color Sorter*. Geralmente as sementes manchadas apresentam menor densidade principalmente àquelas consideradas como grãos ardidos. Neste caso os tipos de manchas apresentadas na Figura 2 não promoveram a redução da densidade das sementes. Desta forma, o emprego deste equipamento em substituição ou associado à mesa densimétrica poderá favorecer sobremaneira na melhoria da qualidade, pois as sementes manchadas geralmente possuem menor qualidade e possivelmente estão contaminadas e ou infectadas por patógenos que poderão prejudicar o estande e o desenvolvimento inicial da cultura, fatores essenciais para obtenção de altas produtividades.

Na Figura 4 estão apresentadas diferentes fotos de sementes manchadas, sua respectiva imagem gravada pelos raios X e as plântulas e/ou sementes mortas oriundas destas sementes obtidas no teste de germinação. Observa-se pelo teste de raios X, dependendo do tipo e da intensidade da mancha e de sua localização, que houve correspondência positiva à integridade interna e ao desempenho fisiológico, mostrando que o teste de raios X tem potencial para avaliar tanto a qualidade física das sementes, como o seu potencial fisiológico.

Carvalho, Alves e Oliveira (2010) relatam que danos ou alterações da morfologia interna ou características físicas das sementes analisadas no teste de raios X permitem a previsão do desempenho de plântulas, possibilitando a

seleção de sementes de alta qualidade sob padrões de uma agricultura sustentável e de precisão.

Sementes com manchas de coloração amarelo-claro, na Figura 2-A, podem ser observadas nos raios X, apresentado dano no eixo embrionário, exclusivamente na região do coleótilo e plúmula, afetando o desenvolvimento da parte aérea. Com isso, no teste de germinação resultou em uma plântula anormal. Na mesma região também, é apresentada uma área afetada pela mancha na face ventral da semente, na Figura 2-B, ocasionando uma plântula anormal com radícula bem desenvolvida e sem parte aérea.

Albuquerque e Guimarães (2008) e Oliveira, Machado e Vieira (2003) e também, observaram com a visualização de imagens radiográficas que a extensão dos danos na morfologia interna, apresentando mais de 50% da área do embrião danificada, afetam drasticamente a germinação de sementes de canafísula e pimentão.

Nas Figuras 2- C e F, observa-se que o aumento da intensidade da mancha pode afetar a região do hipocótilo e radícula como também o eixo embrionário como um todo levando à morte da semente (Figura 2 F). Verifica-se também, que há diferença de densidade entre os tecidos saudáveis e afetados pelas manchas, mostrando que estas provocam deterioração dos tecidos, indicado no teste de raios X pela menor densidade (mais claro). Similarmente, Pinto et al. (2009) constataram, em sementes de pinhão-manso, que sementes que apresentaram manchas escuras (tecidos deteriorados) em mais de 50 % do endosperma e/ou no embrião nas imagens radiográficas, originaram plântulas anormais ou mortas.

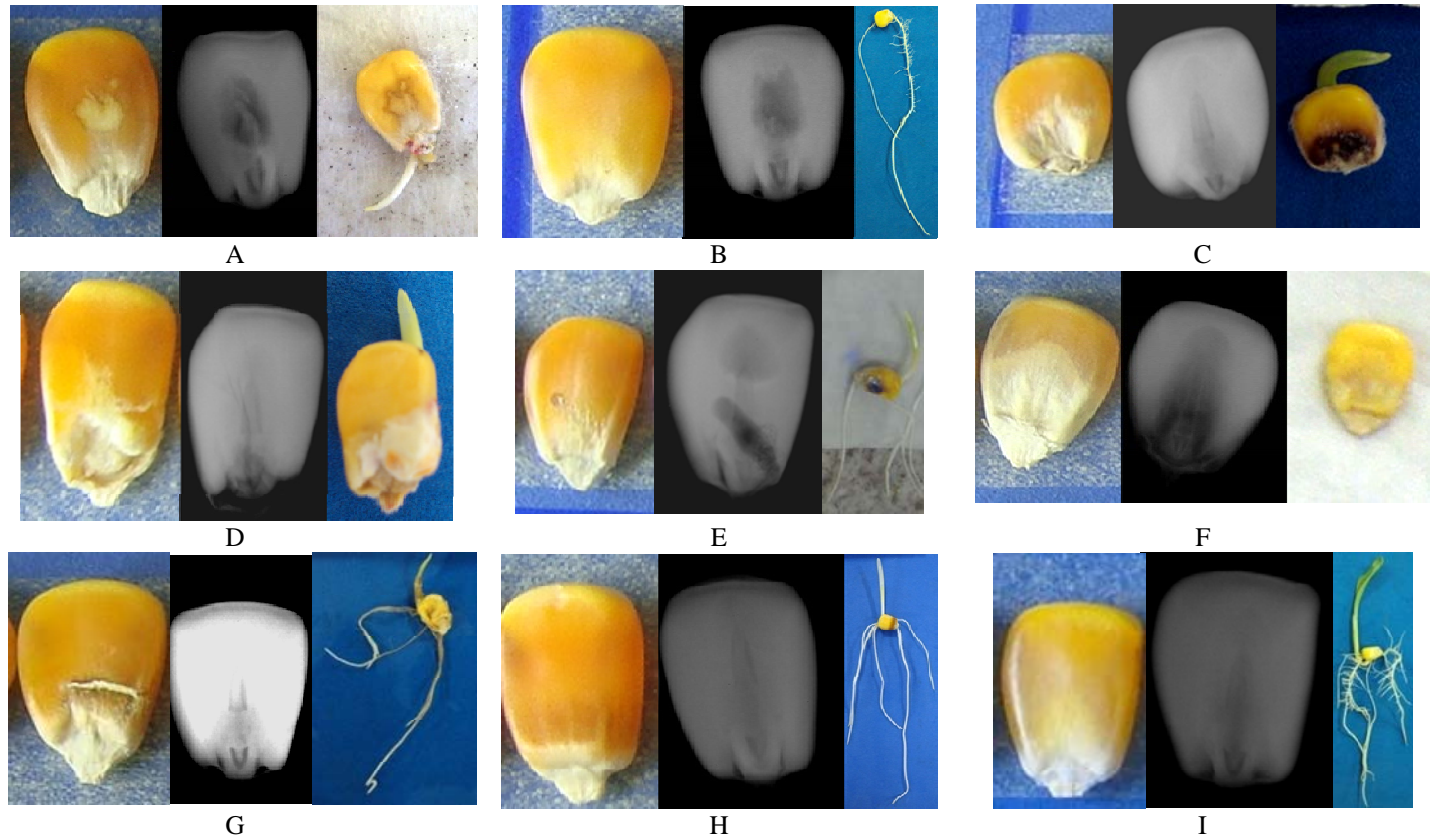


Figura 3 Imagens visuais, raios X e sua correspondência no teste de germinação de sementes de milho com: manchas de coloração amarelo-claro (A); manchas (B, C); danos mecânicos (D); manchas e ataque de insetos (E); com início descoloração (F); silk cut (G); manchas escuras na horizontal (H) e semente sem mancha (I)

Mondo e Cícero (2005) também verificaram com o teste de raios X, que as alterações nos eixos embrionários, identificadas por manchas escuras e sem definição, em sementes de milho posicionados na região distal da espiga, resultaram sempre em plântulas anormais ou mortas. E que também, com essas mesmas sementes, foi observado pelo teste de sanidade associação com os fungos *Fusarium moliniforme* e *Penicillium sp.*

Manchas causadas por danos mecânicos e por insetos nas sementes pode ser uma entrada para o estabelecimento de microrganismos patogênicos (FIGURA 2 D e E). A região danificada se constitui em um local facilitador para a colonização dos fungos, originando uma plântula anormal infeccionada no teste de germinação.

Verifica-se na Figura 2- E, que por uma análise a olho nu, observar - se apenas um ponto com indicio da infestação por inseto na semente, no entanto, na imagem dos raios X pôde detectar a dimensão do dano, resultado da galeria do inseto, bem como identificar uma mancha na face ventral da semente. Resultados satisfatórios com imagens radiográficas, na margem de 73-99% de precisão foram relatados em estudos da detecção de infestação de insetos, fungos e outros danos fisiológicos em diferentes sementes, mostrando o potencial desta técnica (HAFF; SLAUHTHER, 2004; KARUNAKARAN; JAYAS; WHITE, 2004; KOTWALIWALE et al., 2011; NARVANKAR et al., 2009).

Na mancha oriunda do *silk cut* (FIGURA 2-G), pode-se observar no teste de raios X, uma mancha com menor densidade na região intermediária do eixo embrionário. Este dano resultou em uma semente anormal infeccionada. Como descrito por Odvody, Spencer e Remmers (1997), este dano expõe os tecidos e o embrião da semente à ataques de fungos saprófitas e insetos.

Carvalho, Carvalho e Davide (2009) utilizaram imagens radiográficas na avaliação da morfologia interna das sementes, as quais foram classificadas de acordo com os danos observados nos embriões, sementes infestadas por insetos

e sementes com má formação do tecido cotiledonar. A partir desses danos concluíram que, pela análise radiográfica, independente da causa, afetam a germinação das sementes das espécies estudadas, com exceção daqueles de menores dimensões, distantes do eixo embrionário.

Já para o tipo de mancha escura na horizontal na semente da Figura 2-H, não foram constatadas alterações da morfologia interna pelo teste de raios X, resultando em uma plântula normal. Porém, nessa plântula normal, ainda é identificado a mancha anteriormente detectada na imagem visual. Isto sugere que essa mancha possa ser alguma característica do genótipo do híbrido. Dessa forma, este tipo de mancha poderá alterar a eficiência da máquina, pois dependendo do híbrido estas manchas aparecem com frequência o que irá exigir uma maior atenção do operador, pois a sua regulagem depende do tipo de híbrido, da intensidade e do tipo de mancha presente nas sementes.

Com base nestes resultados observa-se que as análises radiográficas podem contribuir para a confirmação da integridade interna das sementes quanto aos danos seja mecânicos, por insetos ou por manchas causadas por algum patógeno, e baseado na localização, extensão e na intensidade poderá ainda inferir na sua viabilidade. Para tanto, mais pesquisas serão necessárias para caracterizar melhor os tipos, intensidade, localização de manchas e correlacionar com os resultados do teste de germinação.

De acordo com as análises estatísticas, houve interação significativa entre os fatores híbridos e etapas do processamento, para as todas as variáveis fisiológicas, exceto para a porcentagem de teste de frio, em que houve efeito significativo apenas das etapas do processamento (ANEXOS, Tabela 1A).

Pelos dados apresentados na Tabela 3 e 4, verifica-se que não houve diferenças significativas quanto aos resultados dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, emergência e índice e velocidade de emergência entre as sementes correspondentes às amostras antes da separação

das manchas (entradas) e às sementes aprovadas, sejam manualmente (A. Man) ou por meio do equipamento *Color Sorter* (A. Mec). Tanto as amostras aprovadas como aquelas não submetidas à separação de sementes manchadas, apresentaram os melhores desempenhos fisiológicos. Verifica-se que a porcentagem de germinação foi superior a 95 %, valores superiores aos padrões mínimos de comercialização, que é 85 % (BRASIL, 2005). Assim, vale destacar que as amostras consideradas aprovadas pelo equipamento *Color Sorter* possuem alto desempenho fisiológico.

As sementes correspondentes às amostras descartadas devido à presença de manchas, seja provenientes do equipamento *Color Sorter* (D. Mec) ou aquelas separadas manualmente (D. Man), apresentaram os menores percentuais no teste de germinação ou de emergência.

Os resultados obtidos na primeira contagem da germinação (Tabela 3) foram semelhantes àqueles obtidos na germinação, ou seja, não houve diferenças entre as sementes da entrada e aquelas que foram consideradas aprovadas. Já para as sementes reprovadas mecanicamente estas foram inferiores independente do híbrido. Houve diferenças de resultados entre os híbridos, apenas para as sementes que foram reprovadas, sendo que o híbrido 1 e 3 das amostras que foram reprovadas mecanicamente e o híbrido 1 daquela que foi reprovada pela seleção manual foram superiores as demais. Isto provavelmente esteja relacionado com o tipo e intensidade de mancha que variou entre os híbridos.



Tabela 3 Resultados médios de germinação (G%) e primeira contagem da germinação (PC%) em sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina *Color Sorter* (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec)

Híbrido	G (%)				
	Classificações				
	E	A. Mec	A. Man	D. Mec	D. Man
1	98,8 Aa	98,00Aa	99,20 Aa	84,00 Ab	88,80 Ab
2	95,2 Aa	99,20 Aa	100,0 Aa	72,00 Bc	85,20 Ab
3	98,3 Aa	98,00 Aa	98,00 Aa	85,20 Ab	85,20 Ab
4	98,0 Aa	99,60 Aa	98,80 Aa	71,6 Bc	81,20 Ab
CV(%)	4,94				
PC					
1	98 Aa	97,6 Aa	98,4 Aa	80,4 Ab	86 Ab
2	94,8 Aa	99,2 Aa	99,6 Aa	71,6 Bc	79,2 Bb
3	95 Aa	91,2 Aa	92 Aa	80 Ab	78,8 Bb
4	97,5 Aa	98 Aa	95,2 Aa	67,2 Bc	77,6 Bb
CV(%)	6,16				

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Para avaliação da emergência em bandejas (tabela 4), observa-se que houve superioridade do potencial fisiológico das sementes de milho nas amostras classificadas como entrada, aprovado mecânico, aprovado manual. Este fato mostra que as sementes foram classificadas adequadamente. Resultados semelhantes ao teste de germinação e primeira contagem da germinação, com exceção apenas para as sementes do híbrido 3 descarte manual as quais não diferiram das demais amostras que foram consideradas aprovadas ou da entrada.

Tabela 4 Resultados médios de Emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina *Color Sorter* (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec)

Híbrido	E(%)				
	Classificações				
	E	A. MEC	A. MA	D. MEC	D. MA
1	98,4 Aa	96,8 Aa	98,8 Aa	85,6 Ac	92,4 Ab
2	93,6 Aa	95,6 Aa	99,6 Aa	71,2 Cc	84,4 Bb
3	95,7 Aa	96,8 Aa	97,6 Aa	86,4 Ab	92,4 Aa
4	96,0 Aa	97,2 Aa	98,0 Aa	79,6 Bb	82,8 Bb
CV(%)	4,88				
IVE					
1	12,17 Aa	11,90 Aa	12,28 Aa	10,54 Ac	11,36 Ab
2	11,57 Aa	11,79 Aa	12,29 Aa	8,79 Bc	10,40 Bb
3	11,72 Aa	11,73 Aa	12,03 Aa	10,20 Ac	10,95 Ab
4	11,85 Aa	12,06 Aa	12,18 Aa	9,46 Bb	10,14 Bb
CV(%)	5,29				

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Ao analisar isoladamente o descarte é interessante observar que as amostras contendo apenas sementes manchadas, correspondentes ao descarte manual, apresentaram de uma maneira geral, melhor desempenho fisiológico do que as descartadas mecanicamente. Isto provavelmente se deva a maior eficiência do processo de separação, pois no exame visual qualquer tipo e intensidade de mancha foram separados. Já na seleção mecânica a regulação das máquinas é realizada de forma que descarte o mínimo possível, embora tenha encontrado um alto percentual de sementes sem manchas no descarte mecânico, aquelas consideradas manchadas realmente afetaram a qualidade o que justifica

esses resultados. Com esse resultado, verifica-se que a intensidade da mancha das sementes pode influenciar na avaliação da qualidade fisiológica, sendo necessários estudos para avaliar a influência da intensidade da mancha na qualidade fisiológica.

Pelos resultados do índice de velocidade de emergência (Tabela 4), os diferentes híbridos mostraram comportamento semelhante nas variáveis estudadas, diferindo apenas nas variáveis de descarte. Resultados semelhantes àqueles obtidos na emergência, sendo que os híbridos 1 e 3 foram inferiores nas amostras dos descartes.

As sementes que foram selecionadas com sem manchas pelo equipamento *Color Sorter* são de alto potencial fisiológico. No entanto, a sua regulação precisa ser mais bem trabalhada, visto que na amostra que foi descartado pela máquina havia alto percentual de sementes sem manchas.

Pelos resultados do teste de frio (Tabela 5), embora não tenha encontrado diferenças significativas da interação entre os dois fatores, houve apenas para tipo de classificação. E observa-se resultados também semelhantes aos demais testes onde as sementes que foram consideradas sem manchas ou sem a classificação foram superiores, e aquelas que foram descartadas manualmente, consideradas sementes com manchas foram intermediárias e as descartadas mecanicamente foram inferiores.

Tabela 5 Resultados médios de plântulas normais pelo Teste Frio (TF%) de sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina *Color Sorter* (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec)

<b>Classificações</b>	<b>Teste Frio</b>
<b>E</b>	94,00A
<b>A. Mec</b>	96,00 A
<b>A. Man</b>	95,20 A
<b>D. Mec</b>	78,10 C
<b>D. Man</b>	82,70 B
<b>CV(%)</b>	5,94

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Na tabela 6 estão apresentados os resultados médios de plântulas normais obtidas após o envelhecimento acelerado das sementes. Observa-se que houve efeito significativo para a interação entre os fatores híbridos e métodos de beneficiamento. Observa-se que as sementes do híbrido 1 tiveram maior vigor na classificação do aprovado mecânico em relação ao aprovado manual, e para o híbrido 3 ocorreu o contrário e para os outros dois híbridos não houve diferença. Verifica-se também que as sementes dos híbridos 1 e 3 sem classificação pela máquina *Color Sorter* (E) foram inferiores aquelas classificadas e ainda de uma maneira geral as sementes que foram consideradas descartes, independente do híbrido foram inferiores as demais

Tabela 6 Resultados médios de plântulas normais pelo Teste envelhecimento acelerado (EA%) de sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina *Color Sorter* (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec)

Híbr.	EA (%)				
	Classificações				
	E	A Mec	A Man	D Mec	D Man
1	68,80 Bb	85,00 Ba	71,00 Bb	68,00 Ab	53,00 Bc
2	86,50 Aa	98,00 Aa	97,50 Aa	62,50 Ac	77,50 Ab
3	58,40 Bb	72,00 Ba	77,50 Ba	54,50 Bb	58,00 Bb
4	84,00 Aa	75,50 Ba	91,00 Aa	49,00 Bb	50,00 Bb
CV(%)	12,17				

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Em geral, as quedas ocorridas de maneiras mais drásticas nos descarte para os diferentes híbridos já eram esperadas. Pois sementes com maior porcentagem de danos, submetidas ao envelhecimento prévio, fizeram com que elas estivessem um grau de deterioração mais avançado, ou seja, que fossem mais sensíveis as condições de estresse. Além disso, a pior qualidade das sementes no descarte pode está associada ao ataque de microrganismos e estes foram beneficiados pelas condições de estresses envolvendo altas temperaturas e umidade.

Na avaliação da qualidade sanitária das sementes foi identificada a ocorrência de gêneros dos fungos: *Fusarium*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Aspegillus* e *Drescherela*. Os três últimos gêneros não foram discutidos no trabalho por serem detectados de forma esporádica.

Na análise estatística da incidência do fungo *Fusarium sp* houve interação significativa entre os fatores híbridos e amostras das etapas do

processamento, diferentemente, o fungo *Penicillium sp* houve efeito significativo apenas entre os híbridos (ANEXOS, Tabela 2A).

Pelos resultados da Tabela 7, referente as análises sanitárias, observa-se maior incidência do fungo *Fusarium sp*, independente do híbrido e do tipo de classificação, sendo que as sementes dos híbridos 3 e 4 classificadas como sem mancha e aquelas do híbrido 3 sem classificação foram as que apresentaram o menor percentual em relação aquelas classificadas como descarte. Já para as sementes dos híbridos 1 e 2 esta diferença não foi evidente. Desta forma, pode-se deduzir que nem sempre a porção de sementes com manchas está relacionada à presença do fungo. E, além disso, depende do tipo e da intensidade da mancha conforme foi verificado nos resultados dos testes fisiológicos. Deve-se levar também em consideração a maior susceptibilidade de um híbrido em relação ao outro.

Tabela 7 Resultados médios de ocorrência de *Fusarium sp.* e *Penicillium sp* em sementes híbridas de milho coletadas antes da separação (E), aprovadas pela classificação manual (A. Man) ou pela máquina *Color Sorter* (A. Mec), e do descarte manual (D. Man) e descarte mecânico (D. Mec)

Híbr.	<i>Fusarium sp.</i>					<i>Penicillium sp</i>
	----- Classificações-----					
	E	A Mec	A Man	D Mec	D Man	
1	44,00 Ba	53,50 Bb	55,00 Bb	62,00 Bb	62,5 Ab	76,90 C
2	60,50 Ca	63,50 Ba	76,50 Cb	70,50 Bb	78,00 Bb	56,50 B
3	28,50 Aa	24,00 Aa	29,50 Aa	45,50 Ab	72,50 Bc	2,30 A
4	47,00 Bb	29,00 Aa	24,50 Aa	50,00 Ab	53,00Ab	4,40 A
	CV(%)		15,79			21,33

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Na análise de incidência do fungo *Penicillium sp* (Tabela 7) não foi observados diferenças significativas entre as etapas de beneficiamento e nem entre a interação dos fatores, sendo significativo apenas para híbridos. Observa-se que as sementes dos híbridos 1 seguida das sementes do híbrido 2

apresentaram os maiores percentuais de incidência sendo de 76,9 e 56,5% respectivamente, nos demais híbridos observou-se a incidência reduzida.

Estas diferenças de resultados podem estar relacionadas à maior ou menor suscetibilidade dos híbridos, ou tipo e intensidade da mancha e também as condições climáticas onde os mesmos foram produzidos, pois não são do mesmo campo. Mendes et al. (2011), em estudos com a influência de fungos causadores de podridões de espiga na qualidade sanitária de grãos de milho, verificaram que houve influência do híbrido, da safra agrícola e do sistema de cultivo sobre a infecção destes fungos. E que o sistema de plantio direto favoreceu o aumento a incidência do fungo.

Nesse estudo pôde perceber que a máquina de separação por cor - *Color Sorter* possui um alto potencial para utilização na etapa de beneficiamento, uma vez que seja configurada adequadamente para cada material e, feito o repasse do descarte sempre que necessário. Segundo Gregg e Billups (2010) devido ao alto volume de sementes processadas, muitas vezes, sementes consideradas boas podem ser eliminadas pela máquina *Color Sorter* na bica de descarte, sendo necessário um repasse do volume do descarte. Para o sistema de produção de sementes de milho o equipamento *Color Sorter*, em um futuro próximo, pode beneficiar em larga escala os programas de controle de qualidade de empresas que se dedicam à produção de sementes com alta tecnologia.

Em geral, ao associar a sanidade das sementes à avaliação da qualidade fisiológica, pôde observar neste trabalho, que nem sempre a porção de sementes com manchas está relacionada à presença do fungo. Entretanto, este fato, talvez esteja associado às diferenças no potencial fisiológico das sementes dos diferentes híbridos. Provavelmente, a incidência deve-se, à maior susceptibilidade de um híbrido em relação ao outro.

A caracterização dos diferentes tipos de manchas entre os híbridos sugerem algumas associação dos sintomas causados por fungos e as condições

ambientais. Visto que a intensidade dos danos causados pelos patógenos associados às sementes de milho depende do nível de infecção das mesmas, das condições de beneficiamento e armazenamento, bem como das variáveis edafoclimáticas do local de plantio de cada material (BACON; HINTON; RICHARDSON, 1994; OCHOR; TREVATHAN; KING, 1987; PINTO, 1996). Fato este que pode ser correlacionado, no teste de sanidade pela alta incidência do fungo *Fusarium sp* na porção do descarte, sendo observado a maior frequência de sintomas de manchas com estrias brancas (FIGURA 3).

A incidência desse fungo nas diferentes etapas de classificação parece não ter influência sobre os testes fisiológicos. Pesquisadores também não encontraram redução da germinação (CAPPELINI et al., 2005), na emergência em campo de produção (BECKERT et al., 2001) e no vigor pelo teste frio (PINHO; SILVEIRA; VIEIRA, 1995) causada por este patógeno nas sementes milho.



## 5 CONCLUSÕES

A máquina *Color Sorter* é eficiente na separação de sementes manchadas, porém descarta um alto porcentual de sementes sem manchas.

As sementes manchadas identificadas pela *Color Soter* têm sua qualidade fisiológica afetada negativamente.

O tipo e a localização das manchas influenciam a qualidade das sementes.

## REFERÊNCIAS

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. **Produção de sementes sadias de feijão comum em várzeas tropicais**. Brasília: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2004. (Sistemas de Produção, 4). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoVarzeaTropical/index.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2011.
- ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgiloides* Kunth.) pelo teste de raios X. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1713-1718, nov./dez. 2008.
- ALVES, W. M. et al. Influência dos teores de umidade de colheita na qualidade do milho (*Zea mays* L.) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 40-45, mar./abr. 2001.
- ASSMANN, E. J. **Seed density and quality relationships in gravity graded soybean seed**. 1983. 89 f. Thesis (Ph.D. in Agronomy) - Mississippi State University, Mississippi, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abrates.org.br/portal/noticias/166-produtores-elevam-uso-de-sementes-certificadas-aponta-abrasem>>. Acesso em: 24 jan. 2012.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALISTS. **Seed vigour testing handbook**. Washington, 1983. 88 p. (Handbook on Seed Testing. Contribution, 32).
- BACON, C. W.; GLENN, A. E.; YATES, I. E. *Fusarium verticillioides*: managing the endophytic association with maize for reduced fumonisins accumulation. **Toxin Reviews**, New York, v. 27, n. 3/4, p. 411-446, Aug. 2008.
- BACON, C. W.; HINTON, D. M.; RICHARDSON, M. D. A corn seedling assay for resistance to *Fusarium moniliforme*. **Plant Disease**, Quebec, v. 78, n. 3, p. 302-305, Mar. 1994.
- BAUDET, L.; MISRA, M. Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 91-97, mar./abr. 1991.

BECKERT, O. P. et al. Emergência de sementes de milho em condições de solo úmido e frio e de solo seco. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 27, n. 1, p. 77-80, 2001.

BERJAK, P. Stored seeds: the problems caused by microorganisms. In: AN ADVANCED INTERNATIONAL COURSE ON SEED PATHOLOGY, 1., 1987, Passo Fundo. **Proceedings...** Passo Fundo: EMBRAPA/ABRATES, 1987. p. 93-112.

BICCA, F. M.; BAUDET, L.; ZIMMER, G. J. Separação de sementes manchadas de lotes de sementes de arroz, utilizando a mesa de gravidade e sua influência na qualidade sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 106-111, jan./fev. 1998.

BLADON, F. L. B.; BIDDLE, A. J. A three-years study of laboratory germination, electrical conductivity and field emergence in combining peas. **Seed Abstracts**, Walbingford, v. 15, n. 8, p. 17-20, 1992.

BORBA, C. S. et al. Efeito do retardamento de secagem na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 105-108, jan. 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25**, de 16 de dezembro de 2005. Estabelece as normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de algodão, arroz, aveia, azevém, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trevo vermelho, trigo, trigo duro, triticale e feijão caupi. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa nº 60**, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico do Milho. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.ivegetal.com.br/cvegetal/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Classificac%C3%A7%C3%A3o%20Vegetal%5CIN%20MAPA%2060%20de%2022%20de%20dezembro%20de%202011%20POC%20Milho%20comum.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

\_\_\_\_\_. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

BUITRAGO, I. C. et al. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquina de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 99-104, abr./jun. 1991.

CALIARI, M. F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 3, p. 52-75, jul./set. 1990.

CAPPELINI, L. T. D. et al. Efeito de *Fusarium moniliforme* na qualidade de sementes de milho. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 185-191, 2005.

CARDWELL, K. F. et al. Interactions between *Fusarium verticillioides*, *Aspergillus flavus*, and insect infestation in four maize genotypes in lowland Africa. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 90, n. 3, p. 276-284, Mar. 2000.

CARVALHO, L. R.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Utilização do teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de espécies florestais de Lauraceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 57-66, jul./ago. 2009.

CARVALHO, M. L. M. de; ALVES, R. A.; OLIVEIRA, L. M. Radiographic analysis in castor bean seeds (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 170-175, jan./fev. 2010.

CARVALHO, M. L. M. de; BILIA, D. A. C.; SILVA, W. R. Efeitos do beneficiamento na qualidade de sementes de milho infectadas por *Fusarium moniliforme* Sheld. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 295-302, set. 1993.

CARVALHO, M. L. M. de et al. Pre-harvest stress cracks in maize (*Zea mays* L.) kernels as characterized by visual, X-ray and low temperature scanning electron microscopical analysis: effect on kernel quality. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, n. 3, p. 227-236, 1999.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Campinas: Fundação Cargil, 2000. 424 p.

CÍCERO, C. M.; SILVA, W. R. Danos mecânicos associados a patógenos e desempenho de sementes de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 305-314, 2003.

CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 151-164.

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira:** grãos, quarto levantamento, janeiro/2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 5 fev. 2012.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SILVA, G. H. **Milho:** cultivares para 2011/2012. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 16 jan. 2012.

DESJARDINS, A. E. et al. Distribution of fumonisins in maize ears infected with strains of *Fusarium moniliforme* that differ in fumonisina production. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 8, p. 953-958, Aug. 1998.

DUNCAN, E. K.; HOWARD, R. J. Biology of maize kernel infection by *Fusarium verticillioides*. **The American Phytopathological Society**, Saint Paul, v. 23, n. 1, p. 6-16, 2010.

ELLER, M. S. et al. Grain yield and Fusarium ear rot of maize hybrids developed from lines with varying levels of resistance. **Maydica**, Bergamo, v. 53, n. 3, p. 231-237, July 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Doenças na cultura do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

FACCION, C. E. **Qualidade de semente de feijão durante o beneficiamento e armazenamento.** 2011. 50 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

FERREIRA, D. F. **SISVAR - sistema de análise de variância para dados balanceados:** programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos. Versão 4.1. Lavras: UFLA, 2000. Software.

FERREIRA, R. L. **Etapas do beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de milho.** 2010. 49 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 99-110, dez. 2010.

FESSEL, S. A. et al. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 70-76, mar./abr. 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT database results**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 5 jan. 2012.

GADOTTI, G. I. et al. Qualidade de sementes de couve brócolis beneficiadas em mesa densimétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 123-127, mar./abr. 2006.

GIRARDIN, P.; CHAVAGNAT, A.; BOCKSTALLER, C. Determination des caractéristiques des sementes de maïs Grace a la radio graphie rayons X. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 21, n. 3, p. 545-551, 1993.

GODOI, R. E. Z. Produção de sementes de milho híbrido. **Seed News**, Pelotas, ano 12, n. 5, Sept./Oct. 2008. Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed125/artigocapa125.shtml>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

GOULART, A. C. P. Qualidade sanitária de sementes de milho “BR-201” na região de Dourados, MS. **Informativo Abrates**, Brasília, v. 4, p. 53-55, 1994.

GREGG, B. R.; BILLUPS, G. L. **Seed conitioning: technology part A e B**. New York: Science, 2010. v. 2, 630 p.

HAFF, R. P.; SLAUGHTER, D. C. Real-time X-ray inspection of wheat for infestation by the granary weevil, *Sitophilus granarius* L. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 47, n. 2, p. 531-537, Mar. 2004.

HAMPTON, J. P.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigor test methods**. Zurich: ISTA, 1995. 117 p.

HENRY, W. B. et al. Evaluation of maize inbred lines for resistance to aspergillus and fusarium ear rot and mycotoxin accumulation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 101, n. 5, p. 1219-1226, May 2009.

INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. **Seed science and technology**. Zurich, 2009. 333 p.

JIJON, A. V.; BARROS, A. C. S. A. Efeito dos danos mecânicos na semeadura sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine Max* (L.) Merril. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v. 6, n. 1/2, p. 3-22, 1983.

JULIATTI, F. C. et al. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34-41, Apr./June 2007.

JUNQUEIRA, R. A. R.; MORABITO, R. Um modelo de otimização linear para o planejamento agregado da produção e logística de sementes de milho. **Produção**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 510-525, set./dez. 2006.

KARUNAKARAN, C.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Identification of wheat kernels damaged by the red flour beetle using X-ray images. **Biosystems Engineering**, London, v. 87, n. 3, p. 267-274, 2004.

KIKUTI, A. L. P. et al. Desempenho de sementes de milho em relação à sua posição na espiga. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 765-770, jul./ago. 2003.

KIKUTI, A. L. P.; PINHO, E. V. R. von; REZENDE, M. L. Estudos de metodologias para condução do teste de frio em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 175-179, abr./jun. 1999.

KOTWALIWALE, N. et al. Xray imaging methods for internal quality evaluation of agricultural produce. **Journal Food Science Technology**, New Delhi, v. 48, Aug. 2011. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/pr1vtg10611p882n>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

KUMAR, V. L.; SHETY, M. S. Seed-borne nature and transmission of *Botryodiplodia theobromae* in maize. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 11, n. 3, p. 781-789, 1983.

LEÓN, C. de. **Moléstias do milho: guia para sua identificação no campo**. 2. ed. El Batán: CIMMYT/CARGILL, 1978. 93 p.

LOPES, M. M. et al. Efeito dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 230-238, Mar./Apr. 2011.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: MEC; FAEPE, 1988. 107 p.

\_\_\_\_\_. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138 p.

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

MAIORANO, A. et al. A dynamic risk assessment model (FUMAGrain) of fumonisin synthesis by *Fusarium verticillioides* in maize grain in Italy. **Crop Protection**, Guildford, v. 28, n. 3, p. 243-256, Mar. 2009.

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

MARTINELLI-SENEME, A.; ZANOTO, M. D.; NAKAGAWA, J. Efeito da forma e do tamanho da semente na produtividade do milho cultivar AL-34. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 40-47, jan./fev. 2001.

MARTINI, T. N. et al. Questões relevantes na produção de sementes e milho: primeira parte. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 119-138, 2007.

MARTINS, G. N. et al. Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formoso. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 12-17, mar./abr. 2005.

MCDONALD JUNIOR, M. B.; WILSON, D. O. An assessment of the standardization and ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v. 4, n. 2, p. 1-11, 1979.

MENDES, C. M. et al. Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espiga. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 931-939, set./out. 2011.



MENEZES, N. L.; LERSCH-JUNIOR, I.; STORCK, L. Qualidade física e fisiológica das sementes de milho após beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 97-102, jan./fev. 2002.

MENEZES, V. O. et al. Detecção e influência de *Fusarium spp.* na qualidade fisiológica de sementes de pepino. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 193-199, fev. 2011.

MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1991. 312 p.

MERTZ, L. M. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 1-8, maio/jun. 2007.

MESTERHAZY, A.; LEMMENS, M.; REIDE, L. M. Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium spp.* in maize: a review. **Plant Breeding**, Berlin, v. 131, n. 1, p. 1-19, Jan. 2011.

MILLER, J. D. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 31, n. 1, p. 1-16, 1995.

MONDO, V. H. V.; CÍCERO, S. M. Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 9-18, jan./fev. 2005.

MOURA, D.; MARTINELLI, O. Capacitação tecnológica da indústria brasileira de sementes: uma breve análise a partir de indicadores de empresas privadas. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 32, n. 3, p. 77-100, nov. 2004.

MUNKVOLD, G. P. Cultural and genetic approaches to managing mycotoxins in maize. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 41, p. 99-116, Sept. 2003.

MYCOCK, D. J.; BERJACK, P. The implications of seed-associated microflora during storage. In: KIGEL, J.; GALILLI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: M. Decker, 1995. p. 747-766.

NARVANKAR, D. S. et al. Assessment of soft X-ray imaging for detection of fungal infection in wheat. **Biosystems Engineering**, London, v. 103, n. 1, p. 49-56, 2009.

- NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: McMillan, 1977. 1191 p.
- NERY, M. C. et al. Beneficiamento de sementes de nabo forrageiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 36-42, jul./ago. 2009.
- OCHOR, T. E.; TREVATHAN, L. E.; KING, S. B. Relationship of harvest date and host genotype to infection of maize kernels by *Fusarium moniliforme*. **Plant Disease**, Quebec, v. 71, n. 4, p. 311-313, Apr. 1987.
- ODVODY, G. N.; SPENCER, N.; REMMERS, J. A description of silk cut, a stress-related loss of kernel integrity in preharvest maize. **Plant Disease**, Quebec, v. 81, n. 5, p. 439-444, May 1997.
- OLIVEIRA, E.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T. **Identificação e controle de doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMPRAPA Milho e Sorgo, 2008. 156 p.
- OLIVEIRA, J. A.; MACHADO, J. C.; VIEIRA, M. G. G. C. Qualidade sanitária e desempenho de sementes de milho com manchas negras apicais. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 96-97, 1993.
- OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Utilização do teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Pelthophorum dubium*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 116-120, jan./fev. 2003.
- PAIVA, D. W. et al. Parceria interinstitucional público-privada na pesquisa agropecuária: o caso da cevada cervejeira. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 23, n. 2/3, p. 235-251, maio/dez. 2006.
- PASIKAN, M. C.; DOWELL, F. E. Evaluation of high-speed color sorter for segregation of red and white wheat. **Applied Engineering in Agriculture**, Saint Joseph, v. 19, n. 1, p. 33-38, Jan. 2003.
- PEIXOTO, R. S.; TORRES, S. B.; KARASAWA, M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho produzidas no sub-médio São Francisco. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 12-15, jan./mar. 1998.
- PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho (*Zea mays* L.). In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 538-555.

- PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D. A.; ROTA, G. R. M. **Sementes fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. v. 3, 350 p.
- PETERSON, C. J. et al. Grain color stability and classification of hard white wheat in the U.S. **Euphytica**, Wageningen, v. 119, n. 1/2, p. 101-106, 2001.
- PINHO, E. V. R. von et al. Efeitos do tratamento fungicida sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 23-28, jan./mar. 1995.
- PINHO, E. V. R. von; SILVEIRA, J. F.; VIEIRA, M. G. G. C. Influência do tamanho e do tratamento de sementes de milho na preservação da qualidade durante o armazenamento e posterior comportamento no campo. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 30-36, 1995.
- PINTO, N. F. J. A. Eficiência de fungicidas no tratamento de sementes de milho visando o controle de *Fusarium moniliforme* e *Pythium sp.* **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 8, p. 797-801, ago. 1997.
- \_\_\_\_\_. Tratamento de sementes de milho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 4., 1996, Gramado. **Anais...** Gramado: SBPS, 1996. p. 52-57.
- PINTO, T. L. F. et al. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelo teste de tetrazólio e de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 195-201, mar./abr. 2009.
- \_\_\_\_\_. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelo teste de tetrazólio e de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 195-201, mar./abr. 2009b.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- PRETE, C. E. C.; CÍCERO, S. M. Escolha manual, seleção eletrônica pela cor, tratamento fungicida e qualidade de sementes de amendoim. **Anais da Escola Superior de Agricultura**, Piracicaba, v. 44, p. 37-56, 1987.
- RAMOS, A. T. M. et al. Levantamento da micoflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 36, n. 3, p. 257-259, 2010.

RAVA, C. A.; VIEIRA, E. H. N.; MOREIRA, G. A. **Qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro comum produzidas em várzeas tropicais com subirrigação**. Brasília: EMBRAPA, 2005. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/bolpesq\\_14IDFtgpMpsPwE.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/bolpesq_14IDFtgpMpsPwE.pdf)>. Acesso em: 3 set. 2010.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. Lages: Graphel, 2004. 144 p.

SAFRAS e mercado. **Cenário Setorial**, Pelotas, ano 1, n. 5, ago. 2011. Disponível em: <[http://www.abrates.org.br/portal/images/stories/agenda/cenario\\_Setorial\\_5\\_Semente.pdf](http://www.abrates.org.br/portal/images/stories/agenda/cenario_Setorial_5_Semente.pdf)>. Acesso em: 28 dez. 2011.

SANTINI, G. A.; PAULILLO, L. F. Estratégias tecnológicas e aspectos concorrenciais das empresas de sementes de milho híbrido e soja no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 10, p. 20-30, out. 2002.

SATAKE AUSTRÁLIA. **Satake colour and optical sorting machines**. Disponível em: <[http://www.satake.com.au/colour\\_sorting/index.htm](http://www.satake.com.au/colour_sorting/index.htm)>. Acesso em: 15 dez. 2011.

SATAKE USA. **Scan master high capacity sorters**. Disponível em: <[http://www.satakeusa.com/html/vision\\_system\\_\\_\\_color\\_sorters.html](http://www.satakeusa.com/html/vision_system___color_sorters.html)>. Acesso em: 5 fev. 2012.

SCHMIDT, H. Cereal grain structure and the way in which fungi colonize kernel cells. In: CHELKOWSKI, J. (Ed.). **Cereal grain: mycotoxins, fungi and quality in drying and storage**. Amsterdam: Elsevier, 1991. p. 1-23.

SCOTT, G. E.; FUTREL, M. C. Response of maize seedlings to *Fusarium moniliforme* and a toxic material extracted from this fungus. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 54, n. 6, p. 483-486, 1970.

SHURTLEFF, M. C. **A compendium of corn disease**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 1992. 105 p.

SILVA, A. M. Associação da produtividade com incidência de grãos ardidos de milho para a região de São Bento Abade, Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Resumos...** Sete Lagoas: ABMS; EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. p. 127.

SMITH, M. T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccations of seed associated mycoflora during storage. In: JAIME, K.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: M. Dekker, 1995. p. 701-746.

TANAKA, M. A. S.; MAEDA, J. A.; ALMEIDA, I. H. Microflora fúngica de sementes de milho em ambientes de armazenamento. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 501-508, 2001.

TEIXEIRA, H.; MACHADO, J. C. Transmissibilidade e efeito de *Acremonium Strictum* em sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1045-1052, set./out. 2003.

VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2000. 270 p.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 31-47.

WETZEL, M. M. V. S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 260-275.

WHITE, D. G. **Compendium of corn diseases**. 3<sup>rd</sup> ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1999. 128 p.

WRIGHT, D.; RICH, J. **Field corn production problems: a diagnostic guide**. Davis: University of Florida, 2004. Disponível em:  
<<http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AG/AG20100.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2012.

WU, J.; CARVER, C.; GOAD, C. L. Kernel color variability of hard white and hard red winter wheat. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 3, p. 634-638, June 1999.

## ANEXOS

Tabela 1A Resumo da análise de variância referente a porcentagem de germinação (G%) e à primeira contagem (PC), porcentagem (E%) e índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (TF) de quatro híbridos e milho provenientes das diferentes etapas no processo de beneficiamento da máquina *Color Sorter*

Fontes de Variação	G L	Quadrados Médios					
		%E	IVE	%G	PC	EA	TF
Híbridos (H)	3	176,54**	2,21**	108,26**	136,70**	1564,48**	23,57 <sup>ns</sup>
Etapas (E)	4	1111,46**	20,74**	1814,54**	2184,26**	2413,17**	13353,7**
H x E	12	56,74**	0,71*	58,62**	70,71*	293,73**	37,30 <sup>ns</sup>
Resíduo	80	20,14	0,36	20,52	29,97	76,52	28,03
CV (%)		4,88	5,29	4,94	6,16	12,17	5,94

Tabela 2A Resumo da análise de variância referente aos fungos relacionados aos quatro híbridos de milho provenientes das diferentes etapas no processo de beneficiamento da máquina *Color Sorter*

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio	
		<i>Fusarium ssp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
Híbridos (H)	3	3993,25 **	28156,72 **
Etapas (E)	4	1619,1**	15,30 <sup>ns</sup>
H x E	12	369,75**	67,30 <sup>ns</sup>
Resíduo	80	64,42	55,81
CV (%)		15,79	21,33