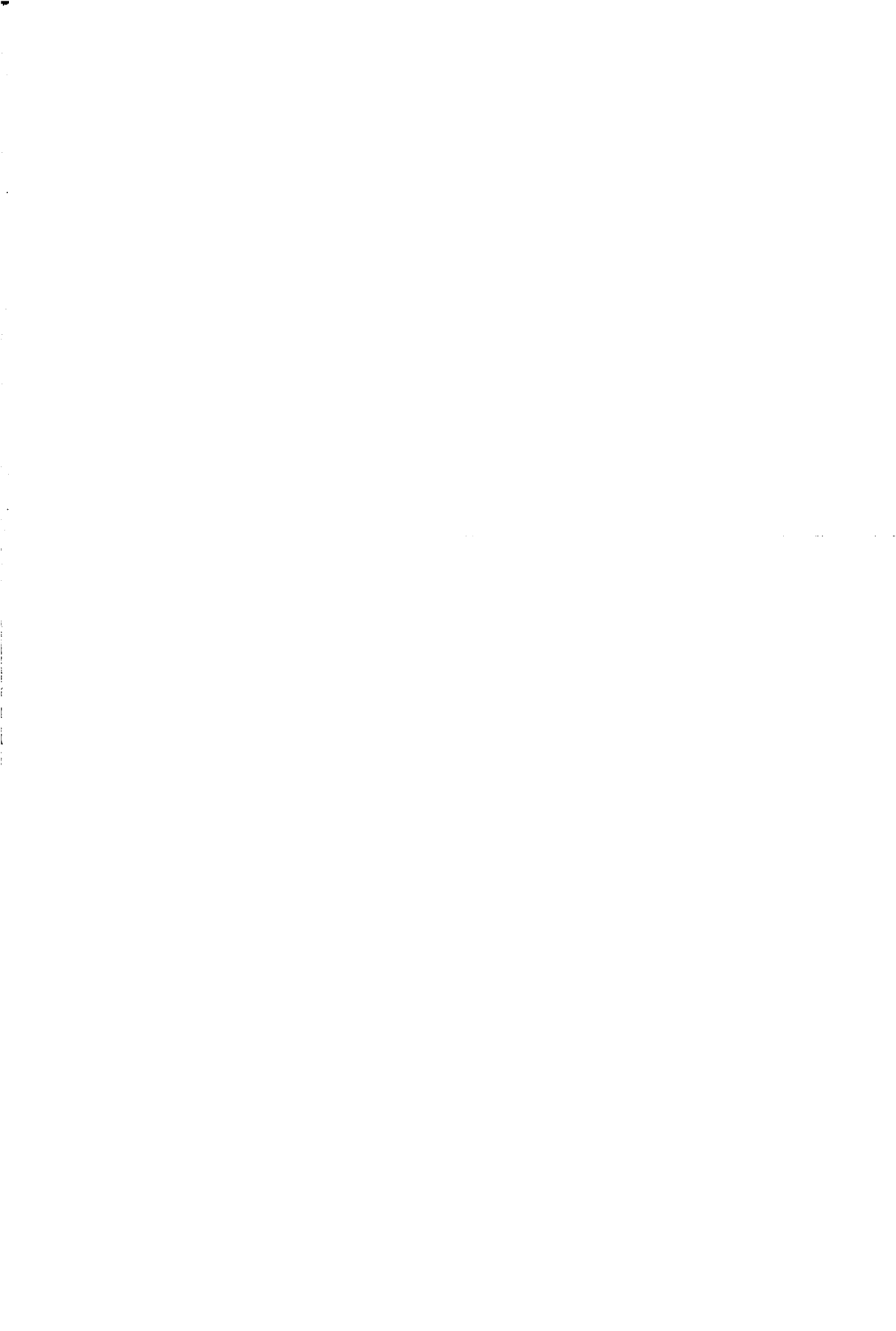


**DANOS INTERNOS DE SECAGEM
AVALIADOS PELO TESTE DE RAIOS-X E
SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DE
SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.)
ARMAZENADAS.**

EBERT PEPE OBANDO FLOR

2000



EBERT PEPE OBANDO FLOR

**DANOS INTERNOS DE SECAGEM AVALIADOS PELO TESTE DE
RAIOS-X E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DE SEMENTES DE
MILHO (*Zea mays* L.) ARMAZENADAS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em Agronomia, área
de concentração Fitotecnia, para obtenção do
título de "MESTRE".

Orientadora

Prof.^a Maria Laene Moreira de Carvalho

LAVRAS

MINAS GERAIS-BRASIL

2000



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

Obando Flor, Ebert Pepe

**Danos internos de secagem avaliados pelo teste de raios-X e seus efeitos na
qualidade de sementes de milho (*Zea mays L.*) armazenadas / Ebert Pepe Obando
Flor. -- Lavras : UFLA, 2000.**

62 p. : il.

Orientadora: Maria Laene Moreira de Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

**1. Milho. 2. Secagem. 3. Dano interno. 4. Teste de raios-X. 5. Armazenamento.
6. Qualidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

CDD-633.1568

-633.1586

EBERT PEPE OBANDO FLOR

**DANOS INTERNOS DE SECAGEM AVALIADOS PELO TESTE DE
RAIOS-X E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DE SEMENTES DE
MILHO (*Zea mays* L.) ARMAZENADAS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em Agronomia, área
de concentração Fitotecnia, para obtenção do
título de "MESTRE".

Aprovada em 21 de agosto de 2000

Prof.^a Édila Vilela de Resende Von Pinho

UFLA

Prof. Antonio Claudio Davide

UFLA

Pesquisador Antônio Rodrigues Vieira

EPAMIG



Prof.^a Maria Laene Moreira de Carvalho

UFLA

(Orientadora)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICATORIA

A Deus, razão única de toda a existência, pela vida, proteção e por ter permitido mais essa vitória.

*Ao meu Pai José, pelo exemplo de vida e pelo carinho
À minha Mãe Eloida, pelo amor e pela dedicação.
A meus irmãos Moisés e Charo, pelo apoio e demonstração
de verdadeiros sentimentos de irmandade.
À meu sobrinho Phooll, como estímulo de superação.
A eles que me ensinaram o amor ao estudo, ao dever, à verdade,
e à honestidade. Sinto-me premiado e orgulhoso por ter uma
linda família.
Para eles esta obra.*

Se não houver frutos
valeu a beleza das flores
Se não houver flores,
valeu a sombra das folhas.
Se não houver folhas,
valeu a intenção da semente.

Hanfil

Semeia de manhã tua semente,
e de tarde não cesse a tua mão
de fazer o mesmo porque não sabes
qual das duas nascerá
primeiro, se esta, se aquela,
e, se ambas nasceram
a um tempo, melhor será.

Eclesiastes 11:6

O tempo que estás na terra é a única oportunidade que se tem para demonstrar o quanto realmente vale. Não desperdice esta oportunidade, nunca voltaras a tê-la, e o mundo nunca poderá receber de outro o que você pode lhe dar. Você pode ajudar a mudar o mundo antes de deixá-lo.

Comece agora.....

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade;

À Fundação de Apoio a Pesquisa ao Ensino de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa de estudos concedida.

À Prof.^a Dr.^a Maria Laene Moreira de Carvalho pela orientação, confiança, amizade, disponibilidade e paciência. Sua dedicação e eficiência na orientação deste trabalho foram, sem dúvida, de fundamental importância.

À Prof.^a Dr.^a Edila Vilela Rezende Von Pinho pelo incentivo e pelos grandes ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho pela amizade e colaboração.

Aos Professores Maria das Graças, Renato Guimarães, João Almir e Parede pela amizade, confiança e disponibilidade dentro e fora da universidade.

Aos amigos do Curso de Pós graduação: Kalinka, Elisa, Anderson, Sebastião, Marçal, Tida, Maricleyde, Wagner, Ulysses, Ramon, Angelo, Reginaldo e Hamilton, pela boa amizade durante este tempo de convivência, quando se transformaram em especiais amigos.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes (DAG/UFLA) Dona Elza, Ana Lúcia, Maria de Lourdes e Andreia. Enfim, a todo o pessoal que forma parte da linda família da área de sementes.

Ao Dr. Maurício e aos funcionários da ECOMED pelos serviços prestados na revelação dos filmes radiográficos.

Aos Professores e colegas da Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) da cidade de Trujillo, Perú, pelo apoio na minha formação.

A meus vovós Papá Moshi e Mamá Nilsha, Augusto e Rosario. Ao meus tios Julio, Llucu, Uvico, Cesar Obando, Teodoro. Assim mesmo a Luis Narro, grande incentivador na minha carreira e espelho de superação.

A Luchi, Alexander, Luz, Mário, Chechi, Silvinho e à família Bilhodres, agradeço pelo apoio.

A Guillermo pela amizade e apoio em todos os momentos.

Aos irmãos da República São Jorge: Alyson, Eder e Vladimir, pela excelente convivência e demonstração de grande amizade e apoio em todos os momentos.

A Luciana pelo apoio, carinho e compreensão.

Há pessoas às quais estou profundamente grato pela contribuição para a realização deste trabalho. Embora não as tenha citado, não por esquecimento, minha dívida com estas pessoas nunca poderia ser quitada.

Agradeço também ao povo brasileiro pelo carinho e amizade demonstrados !!!!!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Danos de estresse durante a secagem de sementes.....	3
2.2 Armazenamento de Sementes.....	7
2.3 Avaliação da Qualidade Fisiológica.....	11
2.4 Utilização dos raios-X na avaliação da Qualidade Física.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Sementes Utilizadas.....	26
3.2 Determinação visual de danos.....	27
3.3 Determinação de danos pelo raio-X.....	27
3.4 Teste de germinação (TG).....	29
3.5 Primeira contagem do teste de germinação (TGPC).....	29
3.6 Teste de envelhecimento artificial (EA).....	29
3.7 Teste frio com solo (TF).....	30
3.8 Teste de tetrazólio (TZ).....	30
3.9 Índice de velocidade de germinação (IVG).....	31
3.10 Emergência em condições controladas – estande final (EMEF).....	32
3.11 Peso da matéria seca de plântulas(PMS).....	32
3.12 Delineamento experimental.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Análise radiográfica.....	33

4.2 Qualidade fisiológica.....	39
5 CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	60

RESUMO

OBANDO, Flor Ebert Pepe. **Danos internos de secagem avaliados pelo teste de raio-X e seus efeitos na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.) armazenadas.** Lavras: UFLA, 2000. 64 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)*.

O trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Análise de Sementes (DAG) e no Laboratório de Sementes Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras- MG, no período de 1999 a 2000. Para avaliar a eficiência da utilização dos raios-X na identificação dos diversos tipos de danos internos provocados pela secagem de sementes de milho a altas temperaturas; bem como o efeito desses danos na qualidade fisiológica de sementes armazenadas, lotes das cultivares AG1143 e BR106, foram submetidos a secagem à temperatura de 50°C. Os lotes foram divididos em duas categorias, conforme presença ou não de danos internos visíveis a olho nu, e submetidos ao teste de raios-X (por 45' a 25 Kvp de intensidade de radiação). Posteriormente foram separados em três sublotes: CDVCDRX (com danos visuais e detectados pelo raio-X), SDVSDRX (sem danos visuais e não detectados pelo raio-X) e SDVCDRX (sem danos visuais e com danos detectados pelo raio-X). Os sublotes foram avaliados, em sua qualidade fisiológica, por testes de viabilidade e vigor. Os resultados demonstraram a eficiência do teste de raios-X na detecção de danos internos de secagem não observados por meio da análise visual. O vigor das sementes de milho com danos internos de secagem é afetado de maneira diversa, dependendo da cultivar, época de avaliação e tipo de dano. Danos internos de secagem detectados pela análise radiográfica, apesar de não afetarem a viabilidade inicial quando ocorrem nos dois sentidos horizontal e vertical, diminuem o vigor das sementes após armazenamento.

Comitê Orientador: Prof.^a Dr.^a Maria Laene Moreira de Carvalho-UFLA (Orientadora), Dr. João Almir de Oliveira-UFLA, Prof. Dr. Renzo G. Von Pinho-UFLA, Prof.^a Dr.^a Maria das Graças G. C. Vieira.

ABSTRACT

OBANDO, Flor Ebert Pepe. **Internal damages of drying evaluated by the ray-X test and its effects up on the quality of stored corn seeds (*Zea Mays* L.)**. Lavras: UFLA, 2000. 64 p. (Master Dissertation in Agronomy – Crop Science)*.

The work was conducted in the Seed Analysis Laboratory of the Department of agriculture and Forest Sciences of the Universidade Federal de Lavras (Federal University of Lavras) – MG, over the period of 1999 to 2000. Aiming to evaluate the efficiency of utilization of x-rays in the identification of the several types of internal damages provoked by corn seed drying to high temperatures as well as the effect of those damages upon the physiological quality of stored seeds, lots of the cultivars AG1143 and BR 106 were submitted to drying at the temperature of 50 °C. The lots were divided in to two categories according to the presence or not of internal damages visible with the naked eye submitted to the X-ray test (for 45' at 25 Kvp of radiation intensity) Afterwards, they were separated into three sublots. CDVCDRX (with visual damages and detected by x-ray), SDVSDRX (without visual damages and with damages detected by x-ray) . The sublots were evaluated in their physiological quality by viability and vigor tests. The results showed the efficiency of x ray in detecting internal damages of drying not observed by visual analysis. The vigor of corn seeds with internal drying damages is affected in several manners , depending on the cultivar , evaluation time and sort of damage. Internal damages of drying detected by the radiographical analysis, in spite of not affecting early viability, when they occurs in the two directions horizontal and vertical (Double damage) decrease the vigor of seeds after storage .

Guidance Committee: Prof.^ª Dr.^ª Maria Laene Moreira de Carvalho-UFLA (Adviser), Dr. João Almir de Oliveira-UFLA, Prof. Dr. Renzo G. Von Pinho-UFLA, Prof.^ª Dr.^ª Maria das Graças G. C. Vieira.

1 INTRODUÇÃO

A semente é o principal meio de transferência de tecnologia gerada nos programas de melhoramento. É considerado um produto nobre pelo seu alto valor econômico, e por apresentar um efeito direto na elevação da produção agrícola, gerando conseqüentemente, maiores divisas par o setor.

A produção de sementes de alta qualidade e a manutenção dessa qualidade ao longo do período de armazenamento tem sido um desafio constante para os técnicos.

A velocidade de deterioração de sementes de milho durante o armazenamento é influenciada por fatores como a umidade do ambiente a temperatura do ar, a taxa de crescimento de patógenos existentes, a condição fisiológica, assim como a localização e a severidade de danos nas sementes.

Os danos sofridos pelas sementes podem ser externos ou internos. Os danos externos mais drásticos ou as quebraduras, em sua maioria, podem ser separados por equipamentos de limpeza e classificação, não comprometendo a qualidade do lote ao final do beneficiamento. Na ocorrência de danos como trincamento ou amassamento, as sementes assim danificadas quase sempre não são separadas pelos equipamentos de beneficiamento, e podem apresentar perda da qualidade imediatamente depois de classificadas ou depois de armazenadas. Temperaturas elevadas de secagem de sementes de milho podem gerar trincas ou rachaduras internas que tornam as sementes susceptíveis a quebra total em operações subsequentes. Esses danos que se caracterizam como danos latentes podem acelerar o processo de deterioração durante o armazenamento a longo prazo.

O conhecimento da qualidade inicial antes do armazenamento é fundamental para a preservação de lotes de sementes de milho. A avaliação de

danos pode prevenir resultados desfavoráveis de armazenamento e evitar prejuízos aos produtores por ocasião da utilização destes lotes de sementes.

Para a determinação de danos em milho são usados principalmente avaliações visuais ou testes colorimétricos em que se observam porções danificadas do grão, no entanto esses testes não permitem a visualização de danos internos que não atingem o pericarpo. Algumas pesquisas no sentido de caracterizar e detectar danos em sementes de milho tem sido feitas através do uso de equipamentos como raios-X, com sucesso na maioria dos casos. A técnica do raios-X, além de ser um método não destrutivo pode ser utilizada para avaliar as características de pequenos volumes de sementes normalmente utilizados em pesquisas ou bancos de germoplasma

O presente trabalho objetivou avaliar a eficiência da utilização dos raios-X na identificação dos diversos tipos de danos internos provocados pela secagem de sementes de milho a altas temperaturas, bem como o efeito desses danos na qualidade fisiológica de sementes armazenadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Danos de estresse durante a secagem de sementes

A secagem é uma operação que tem como finalidade básica a redução do teor de água dos produtos em nível seguro para o armazenamento e pode ser definida segundo Carvalho (1994), como um processo simultâneo de transferência de calor de massa, na qual o calor é requerido para promover a evaporação da água contida no produto.

A secagem das sementes é indispensável para obtenção e manutenção da qualidade de sementes por possibilitar colheitas antecipadas evitando danos advindos das condições de campo ou reduzindo a velocidade de deterioração. No entanto, segundo Carvalho e Nakagawa (1983), esta operação precisa ser conduzida cuidadosamente, porque dependendo da forma como foi realizada pode ser prejudicial ou afetar totalmente a qualidade dos lotes. A viabilidade das sementes pode ser reduzida consideravelmente pela demora na secagem ou pela inadequação do sistema de secagem, o que pode causar as sementes danos imediatos e latentes (Baudet Villela e Cavariani, 1999)

O princípio fundamental da secagem de um produto consiste na diferença de pressão de vapor da água entre a superfície do produto e o ar que o circunda, sendo necessário que a pressão de vapor de água nessa superfície seja maior que a pressão de vapor da água do ar para que ocorra a secagem. Essa transferência de massa interna é baseada no princípio da difusão e a vaporização ocorre somente na parte mais externa, ou seja, na superfície da semente. A remoção de água, com auxílio de ar aquecido, depende essencialmente dos seguintes fatores: pressões de vapor da água no grão e no ar de secagem, temperatura e velocidade do ar, velocidade de difusão da água na semente

(Courtois et al., 1991). Segundo Justice e Bass (1979), quando a evaporação de umidade ocorre muito rapidamente na superfície de grãos de milho, provoca estresse de umidade que pode danificar o embrião e diminuir a viabilidade da semente.

Os trabalhos sobre secagem (EMBRAPA, 1997) relatam que a eliminação do excesso de umidade envolve dois processos distintos: o deslocamento da água do interior do grão para a sua superfície, e a retirada de umidade da superfície do grão para o meio exterior. Durante estas etapas as sementes sofrem simultaneamente diversas mudanças físicas causadas por gradientes de temperaturas e umidade que ocasionam estresses térmicos e hídricos, expansão, contração e alteração na massa específica e porosidade (Fortes e Okos, 1980).

Os métodos de secagem são classificados quanto ao uso de equipamentos em natural ou artificial, e quanto à periodicidade no fornecimento de calor em contínuo ou intermitente e ainda quanto à movimentação de massa trabalhada em estacionário ou contínuo, Carvalho, 1994; Cavariani e Baudet, 1982).

Durante a secagem podem ocorrer danos térmicos que estão relacionados com alguns fatores, entre eles o método de secagem, o genótipo e teor de água das sementes, temperatura de secagem, tempo de exposição e velocidade de secagem (Navratil e Burris, 1982; Herter e Burris, 1989). As sementes mais úmidas são mais sensíveis aos danos térmicos, por isso, quanto mais elevado o teor de água, menor deve ser a temperatura empregada na secagem (Popinigs, 1985). Segundo Villela (1991), o dano térmico ocorre durante a última fase da secagem, quando o teor de água da semente e a velocidade de secagem são menores por causa da redução da velocidade de evaporação e da elevação da temperatura do embrião.

A temperatura máxima admissível de secagem deve depender da natureza do produto e do fim para o qual se destina (Puzzi, 1986). A temperatura que pode danificar uma semente varia com a espécie e com o seu teor de água inicial. Carvalho e Nakagawa (1988), recomendam, para a maioria das espécies, temperatura de secagem de 32 °C, quando o seu teor de umidade for superior a 18 % e 38 °C, quando estiver entre 1 e 18 % sendo estes valores determinados na massa de sementes.

Segundo Biaggioni (1995), secagem com ar a uma temperatura próxima à ambiente exige um nível de controle muito rigoroso, sob pena de se obter o produto já deteriorado no momento em que o teor de água de armazenamento for atingido. Sementes de milho que atingem altas temperaturas durante a secagem apresentam rachaduras (internas e externas), quebras ou descoloração (Fontes, 1980).

Martins (1988) e Morey, Cloud e Lueschen, (1984), em estudos sobre a secagem de sementes de milho em camada fina, concluíram que há diferenças entre as características da secagem de diferentes variedades de milho, sendo que a temperatura também pode afetar consideravelmente a taxa de secagem.

A extensão dos danos depende do tipo de semente, da forma, do tamanho, da espessura, da camada protetora, da estrutura e posição do embrião e de outros fatores como a umidade da semente (Basra, 1994). Segundo Kirleis e Stroshine (1990), as trincas internas estão geralmente associadas à rápida secagem do milho em altas temperaturas seguida de rápido resfriamento à temperatura ambiente.

O trincamento interno, explicado por muitos autores como o resultado de um gradiente de tensões, que se estabelece nos grãos e nas sementes, é em geral, atribuído somente à temperatura. Entretanto, Borém (1992), avaliando o efeito da temperatura e umidade relativa do ar de secagem sobre a qualidade de sementes de milho, concluiu que o gradiente de tensões pode também ser

estabelecido em função dos níveis de umidade relativa do ar de secagem e de suas interações com a temperatura. Segundo Thompson e Foster (1963), os micro- danos internos aceleram o desenvolvimento inicial das plantas. Há um desenvolvimento mais rápido das plântulas advindas de sementes com pequenos danos do que de sementes sem danos.

Em um grande número de sementes , o dano interno não é observado a olho nu. Isto sugere que o dano é completamente interno, e se estende pelo grão até o pericarpo. O dano inicia-se no interior do grão e propaga-se em direção ao pericarpo, assemelhando-se a fios. As trincas não se afastam muito da superfície da semente, presumivelmente devido a camada de aleurona do endosperma, que oferece resistência. As variações das trincas na parte interna do grão podem ser causadas pelas diferenças de contração ou expansão hidrostáticas do endosperma. As trincas podem ser observadas como se estivessem sendo envolvidas por numerosos grânulos minúsculos de amido. As dimensões das trincas ou danos independem do genótipo dos grãos e da porcentagem de danos da amostra. (Balastreire Herum e Blaisdell, 1982).

Buchanan (1973) cita como causas do não trincamento dos grãos, durante a secagem com ar em temperatura próxima à ambiente: a) a baixa temperatura utilizada; b) a lenta remoção de umidade, durante um longo período de tempo; c) a eliminação do processo de resfriamento rápido, logo após a secagem.

A secagem demasiadamente rápida ou excessiva pode reduzir drasticamente a viabilidade das sementes, produzindo danos imediatos ou latentes, (Bewley e Black, 1985). Os efeitos imediatos, segundo Delouche (1976), caracterizam- se pela redução da germinação e do vigor logo após a semente ter sido injuriada. Esses tipos de danos caracterizam- se por serem graves apenas quando o grau de injuria for significativo. Se a extensão da injuria não for acentuada, a semente pode cicatrizar o tecido afetado e a germinação se

processa de forma normal. A cicatrização do tecido injuriado consome tempo e energia , o que provoca o retardamento na germinação bem como a emergência de uma plântula mais fraca, (Carvalho e Nakagawa, 1988).

Por sua vez, os efeitos latentes não afetam de imediato a viabilidade das semente, porém durante o armazenamento, as sementes injuriadas sofrem redução na germinação e no vigor, com reflexos negativos na potencialidade de armazenamento e na performance das sementes e das plantas no campo, (Delouche, 1976). Os efeitos latentes são normalmente observados após as sementes injuriadas terem permanecido armazenadas no período entre a colheita e a semeadura. Neste caso, a possibilidade da injúria mecânica ter conseqüências mais serias é muito maior (Carvalho e Nakagawa, 1988). Moore (1974), afirma que os efeitos latentes da injúria mecânica são mais graves quando é do tipo "amassamento", neste tipo de injúria o volume de tecido não injuriado em contato com o injuriado é muito maior do que quando a injúria é por "quebramento". Desta forma o tecido afetado serve como um "centro de infecção" para o resto da semente.

2.2 Armazenamento de Sementes

O objetivo do armazenamento é manter a qualidade das sementes durante um determinado período. Vários fatores, tais como qualidade inicial e condições físicas da semente, tratamento e embalagem podem afetar a manutenção da qualidade durante esse período (Carvalho e Nakagawa, 1988).

A capacidade de armazenamento das sementes em um ambiente específico é largamente determinado pela sua herança e história de pré - armazenamento . Diferenças próprias na longevidade entre espécies e cultivares são fatores biológicos sobre as quais os especialistas não tem controle. Essas

diferenças podem ser reconhecidas e avaliadas no planejamento do armazenamento (Delouche et al., 1973).

A longevidade das sementes é variável em função das espécies, sendo dependente também das condições predominantes durante o período de armazenamento (Marcos Filho, 1999). As sementes de milho são classificadas como longevas por apresentarem acima de dez anos de longevidade. A longevidade da própria semente sob condições de armazenamento, depende de sua anatomia e da sua composição química, e de sua constituição genética, Popinigis (1977). Desta forma, a capacidade de armazenamento das sementes em um ambiente é determinado pela herança genética e pelo nível de deterioração das mesmas no início do armazenamento, (Delouche e Baskin, 1973).

Maeda et al. (1987), estudando o comportamento de sementes de milho, durante o armazenamento, verificaram que a diferença genética entre cultivares afeta a tolerância ao armazenamento com variação na longevidade das mesmas. Deste modo Bewley e Black (1994), relatam que as cultivares de milho duro e dentado, apresentam maior longevidade que o milho doce e ceroso em condições de armazém convencional.

Segundo Bacci (1958), independentemente dos fatores hereditários inerentes à própria planta, a longevidade das sementes está sujeita à ação conjunta de vários fatores externos, dentre os quais a umidade e a temperatura. A temperatura, exerce influência na viabilidade das sementes, uma vez que sua elevação durante o armazenamento pode provocar um aumento da atividade biológica nas sementes, nos insetos e microrganismos.

A umidade relativa e a temperatura do ambiente de armazenamento são os fatores mais influentes sobre a conservação da qualidade das sementes (Harrington, 1973; Delouche et al., 1973; Ross, 1980; Matthews, 1985). Desses dois fatores, a umidade relativa é mais importante devido à sua relação direta

com o teor de água das sementes e por permitir a contaminação por fungos e insetos durante o armazenamento (Delouche et al., 1973). As sementes que podem ser armazenadas em condições de baixa umidade são chamadas ortodoxas e sua viabilidade pode ser mantida em condições de baixa temperaturas e umidade (Ross, 1980).

Harrington (1973), sugeriu uma regra que expressa a influência da temperatura e a umidade sobre a velocidade de deterioração; cada redução de 1% no grau de umidade da semente ou 5 °C na temperatura de armazenamento duplica o período de vida das sementes. Esta regra é válida para os teores de água entre 5 e 14% e temperatura entre 0 e 50 °C. Entretanto, teores de água inferiores a 4 ou 5% também aceleram o processo de deterioração, provavelmente devido à auto-oxidação dos lipídeos.

Para Roberts & Ellis, citados por Goedert (1988), genótipo e as condições de pré- armazenamento afetam o potencial de armazenamento e, as condições do ambiente de armazenamento modificam este potencial. Para os autores, embora lotes de sementes demonstrem diferentes períodos de sobrevivência em idênticas condições, o efeito de diferentes condições de armazenamento em qualquer lote é mais drástico. Também para os autores, sementes de milho apesar de terem um comportamento relativamente homogêneo no início do armazenamento, apresentam variações na sua qualidade fisiológica após 6 meses a diferentes condições de conservação.

A queda do potencial de armazenamento, segundo Delouche e Baskin (1973) é uma das manifestações do processo de deterioração que, por sua vez, culmina com a redução do poder germinativo e morte da semente. O processo de deterioração das sementes pode ser entendido como o conjunto de transformações degenerativas de origem bioquímica, física ou fisiológica que ocorrem após a semente atingir o máximo de qualidade, Anderson e Baker (1983). De acordo com Vieira e Carvalho (1994), a sistemática de progressão da

deterioração nos tecidos de uma semente, depende da causa da deterioração (insetos ou danos mecânicos), e o ponto inicial da deterioração será onde ocorreu o dano. Já nas outras formas, como retardamento da colheita, secagem mal feita ou armazenamento inadequado, é provável que a deterioração se dê a partir das extremidades do eixo embrionário .

Tosello et al. (1970), observando o comportamento de diversas espécies de sementes armazenadas verificaram que a porcentagem inicial de germinação do milho de 96% caiu para 55% após nove meses de armazenamento em condições não controladas de temperatura e umidade relativa. Atribuíram tal queda às flutuações acentuadas de temperatura e umidade relativa observadas no período, comuns às condições de armazenamento nas regiões tropicais e subtropicais. Delouche et al (1973) recomendam as seguintes condições para a manutenção da germinação e do vigor de sementes de cereais, com teor de água de 13%: para armazenamento durante 9 meses, ambientes em que a soma de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa (%) não ultrapasse 80, e para armazenamento de 5 a 15 anos, a soma não deve ultrapassar 45.

De acordo com Fratim (1987), o armazenamento de sementes de milho por período prolongado em condições de armazém convencional pode ser possível, desde que as mesmas apresentem elevada qualidade fisiológica no início do armazenamento. Carvalho e Nakagawa (1988), afirmaram que as sementes apresentam vários níveis de qualidade, em função das condições a que foram submetidas antes do armazenamento. Assim, não se poderia esperar que as sementes de um lote de média qualidade fisiológica e com incidência de danos mecânicos apresentassem após armazenamento, um comportamento semelhante ao das sementes de um lote de alta qualidade. Desta forma, a qualidade física inicial de um lote tem influência marcante na sua qualidade fisiológica após armazenamento.

2.3 Avaliação da Qualidade Fisiológica

De acordo com Delouche e Baskin (1973), o potencial máximo de qualidade das sementes, ocorre próximo a maturidade fisiológica, onde o peso da matéria seca, a germinação e o vigor, geralmente atingem valores máximos. A partir deste momento a qualidade poderá apenas ser mantida ou decrescer, dependendo das condições de ambiente anteriores à colheita, das injúrias mecânicas durante a colheita e processamento e das condições de armazenamento (McDonald, 1975).

A qualidade da semente é fator a ser considerado em qualquer programa de produção agrícola, visto que as características agrônômicas das cultivares obtidas pelas pesquisas chegam aos agricultores através das sementes (Barros, 1986). O termo "qualidade de sementes" envolve diferentes componentes individuais, os quais podem ser definidos ou avaliados separadamente. No entanto, a avaliação conjunta dos componentes físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários é que propicia o conhecimento do valor real e do potencial de utilização de um lote de sementes.

A qualidade física consiste na pureza e na condição física da semente caracterizada por aspectos relacionados com o teor de água, danos mecânicos, textura superficial, perda de massa e peso de mil sementes. A qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente em desempenhar funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade, ao passo que a qualidade sanitária compreende a condição da semente quanto à presença e grau de ocorrência de microrganismos (Mills, 1983).

Delouche e Baskin (1973) ordenaram os eventos que caracterizam a deterioração numa seqüência hipotética, que se inicia com a desorganização de membranas e perda do controle de sua permeabilidade e culmina com a redução do poder germinativo e a morte da semente. Smith e Berjak (1995) destacam,

dentro dos eventos que ocorrem no processo de deterioração da semente, as aberrações cromossômicas e danos no DNA, as alterações enzimáticas e esgotamento de reservas embrionárias, as diferenças na atividade respiratória e produção de ATP e as alterações no sistema de membranas.

O estágio de deterioração de lotes de sementes tem sido avaliado mediante a condução de testes de germinação e ou de vigor. Assim, ao longo do tempo, a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, através do uso do teste de germinação, revelou-se base confiável para regular o comércio. O aprimoramento constante permitiu ao teste, alcançar níveis aceitáveis de confiabilidade dos resultados (Marcos Filho, Cícero e Silva 1987; McDonald, 1975; Sá, 1987). Contudo, as informações prestadas pelo teste de germinação nem sempre são precisas para prever o comportamento das sementes em condições de campo principalmente quando adversas (Mc Donald, 1980). Sob este enfoque, Scott e Close (1976) consideraram o teste de germinação como um indicativo adequado do desempenho em campo; contudo ressaltaram que a combinação de sua interpretação, com a de outros testes de laboratório poderia melhorar sua utilidade. Para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, são utilizados vários testes de viabilidade e vigor visando fornecer informações adicionais sobre qualidade de um lote de sementes, como, por exemplo, o potencial de armazenamento ou o desempenho no estabelecimento das plântulas em campo (McDonald 1980).

O vigor da semente pode ser entendido como o nível biológico de energia disponível para a realização das tarefas do processo germinativo (Carvalho, 1986). Seus efeitos, no desempenho, manifestam-se de diferentes formas no campo e no armazenamento (Grabe, 1976). Para a International Seed Testing Association / ISTA (1985), vigor é a soma das propriedades que determinam o potencial de atividades e desempenho da semente, ou do lote de sementes, durante a germinação e emergência das plântulas. Segundo a

Association of Official Seed Analysts / AOSA (1983), vigor é o conjunto de propriedades que determinam o potencial para rápida e uniforme emergência e desenvolvimento de plântulas normais, sob diferentes condições ambientais. A existência de diferentes definições evidencia as dificuldades encontradas nas concepções, devidas à complexidade, à diversidade de propriedades que o termo abrange e à inexistência de grandeza referencial.

O principal desafio das pesquisas sobre testes de vigor tem consistido na tentativa de identificação de parâmetros adequados, comuns à deterioração das sementes de uma maneira que, quanto mais distante da perda da capacidade de germinação (última etapa do processo degenerativo) estiver o parâmetro empregado, mais sensível será o teste, complementando, assim, as informações fornecidas pelo teste de germinação padrão (AOSA, 1983).

De modo geral, os testes de vigor permitem uma avaliação mais sensível da qualidade da semente em relação à germinação, fornecendo uma classificação mais consistente de lotes, com qualidades distintas em relação ao seu potencial de desempenho em campo e/ou armazenamento (Oliveira e Carvalho, 1998).

Vários métodos de avaliação desenvolvidos para estimar direta ou indiretamente o vigor de lotes de sementes, procuram simular situações desfavoráveis às quais as sementes podem estar sujeitas. Pelo exame da literatura, verifica-se que o emprego desses testes pelos laboratórios de rotina, ainda depende de fatores como necessidade de melhor padronização dos métodos e desenvolvimento de testes que oferecem maior precisão na avaliação da qualidade das sementes (McDonald, 1980). Nos testes de vigor onde são avaliadas condições de estresse, ou naqueles em que a taxa de algum processo específico é avaliado, qualquer desvio leve na temperatura, suprimento de água ou duração dos períodos prescritos, podem provocar efeitos relevantes sobre os resultados obtidos (Delouche, 1976). Um lote de sementes pode ser vigoroso em um aspecto, mas não em outro (Heidecker, 1972). Em consideração a tal fator,

Grabe (1976) sugeriu a utilização de vários testes complementares para a condução de um programa completo para a avaliação do vigor.

Problemas e dificuldades são encontrados nas tentativas de relacionar os resultados de um teste de vigor com o provável desempenho de um lote de sementes em campo (Delouche, 1976). Entretanto, de acordo com Burris e Navratil (1979) o vigor deve exercer influência positiva sobre a emergência das plântulas em campo, porém, a amplitude dessa influencia poderá ser modificada de acordo com as condições de ambiente em que a lavoura será implantada.

Um teste muito utilizado para avaliar o vigor de sementes de milho é o teste de frio. Desde o final da década de 30, nos Estados Unidos, o teste de frio passou a ser utilizado para estimar o vigor das sementes de milho. O milho é originário de regiões subtropicais; e em muitas zonas de clima temperado onde é cultivado, as condições na época de semeadura não são termicamente ideais. Nesta situação, o teste de germinação apresenta reduzida relação com o desempenho das sementes no campo (Nijenstein , 1988).

No início procurava-se simular condições desfavoráveis que ocorrem durante a época de semeadura (excesso de umidade no solo e baixas temperaturas), nos Estados Unidos. Atualmente este teste é empregado , não apenas por espécies sujeitas a essas condições. A combinação de baixas temperaturas e alta umidade são utilizadas para permitir apenas a sobrevivência das sementes vigorosas, já que as condições do teste podem reduzir a velocidade de germinação e favorecer o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais (Marcos Filho, Cícero e Silva 1987).

Das variáveis envolvidas no teste de frio, a temperatura foi a mais estudada (Burris e Navratil, 1979). A embebição de sementes de milho com teor de água em torno de 6%, a baixas temperaturas (5 a 10 °C), pode atuar nos componentes lipídeos ou induzir a desnaturação das proteínas das membranas das sementes, resultando em injúrias que afetam o processo de germinação.

Segundo Harman (1983), quanto pior a qualidade das sementes maior a exsudação de solutos durante a embebição e maior será também o estímulo ao desenvolvimento de estruturas de fungos que estão dormentes no solo.

Lacon citado por Delouche et al, (1976), iniciou pesquisas em testes rápidos de viabilidade com sal de tetrazólio. Hoje o teste de tetrazólio vem se tornando mais conhecido e utilizado em varias regiões do país e para várias espécies. Com o lançamento de variedades e híbridos de milho por entidades oficiais de pesquisa aumentou o número de produtores dessas sementes, bem como a procura por testes eficientes e rápidos que auxiliem no controle interno de qualidade. Por isso é, crescente o interesse na utilização do teste de tetrazólio, principalmente por ser rápido e estimar a viabilidade e o vigor das sementes em menos de 24 horas, parâmetros essenciais para orientar o produtor na tomada de decisões e contribuir para uma melhor eficiência na atividade, (Krzyzanowski Vieira e França Neto 1999). O teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases que estão envolvidas na atividade respiratória dos sistemas biológicos. Durante os processos respiratórios, ions de hidrogênio são transferidos para o tetrazólio, que atua como um receptor de hidrogênio. O tetrazólio é então reduzido a um produto denominado formazan que é insolúvel e de coloração vermelha. Quando ocorre esta reação, há um delineamento bastante nítido entre o tecido que respira e o tecido que não respira. O primeiro adquire uma coloração avermelhada , enquanto o último mantém a sua cor natural (Delouche, 1975).

Tecidos deteriorados ou danificados mecanicamente, desenvolvem uma coloração rápida, intensa e profunda, enquanto os vigorosos apresentam coloração suave e brilhante. Os tecidos mortos não desenvolvem coloração e mostram-se flácidos (Delouche et al.,1976). O padrão de coloração, aliado ao conhecimento das características morfológicas da semente e plântula, permite

avaliar a presença, localização e natureza dos distúrbios dos tecidos embrionários (Moore, 1972).

Moore (1972), avaliou a qualidade de quatro lotes de sementes de milho através do testes de tetrazólio e de germinação. Os resultados obtidos pelos testes de tetrazólio se aproximaram dos resultados obtidos no teste de germinação, para os quatro lotes. No entanto discrepância entre os resultados dos testes de tetrazólio e de germinação podem ocorrer. As causas dessas discrepâncias são várias e entre elas destaca-se a presença de patógenos na semente. Nos testes de germinação, a infecção de fungos pode impedir que todas as sementes viáveis germinem normalmente e a porcentagem de germinação poderá ser muito baixa. Assim, a concordância entre os dois testes poderá ser melhor se as sementes forem tratadas com um fungicida antes do teste de germinação (Vieira e Carvalho,1994).

Outro teste utilizado na avaliação do vigor das sementes de milho é o de envelhecimento artificial que, ao contrario do teste de frio, apresenta maiores possibilidades no controle das variáveis, em decorrência, permite alcançar elevada padronização , tanto na metodologia de execução como na interpretação de resultados (Krzyzanowski e Miranda, 1990). Neste caso, a velocidade dos processos deteriorativos é intensificada, sendo as sementes submetidas a níveis elevados de calor e de umidade relativa do ar. Para tanto, as sementes são mantidas a temperatura de 40 – 45^oC e umidade relativa de aproximadamente 100%, por períodos variáveis em função da espécie, e posteriormente submetidas ao teste de germinação. A taxa de germinação obtida pode estar relacionada com o desempenho do lote; pois, o teste baseia-se na premissa de que as sementes menos vigorosas perdem a capacidade de germinação mais rapidamente após o envelhecimento artificial (McDonald, 1975; AOSA, 1983). Para Delouche e Baskin (1973) o princípio do teste baseia-se no fato que as sementes vigorosas são mais tolerantes às condições adversas de temperatura e

umidade elevada e apresentando valores mais altos de germinação que as sementes de menor vigor, cuja viabilidade é reduzida quando expostas as mesmas condições.

Segundo Tekrony (1992), até o início da década de 90, as empresas produtoras de sementes de milho utilizavam, basicamente, o teste de frio em seus programas de controle de qualidade. Mais recentemente, tem sido verificado interesse crescente por parte destas empresas, em incluir o teste de envelhecimento acelerado para obtenção de informações que auxiliem no gerenciamento da produção.

Alguns cuidados devem ser observados durante a execução do teste: o grau de umidade das sementes deve ser uniformizado para a instalação, objetivando evitar que sementes mais úmidas nas quais a atividade metabólica é intensificada sob temperaturas elevadas, sejam mais afetadas; a temperatura deve ser monitorada e aplicada por equipamentos aprimorados para a manutenção de sua constância; o período de exposição das sementes às condições de estresse, deve evitar prazos que possam impedir a detecção de diferenças reduzidas entre a qualidade das amostras; ainda, considerando que as sementes tratadas com fungicidas parecem ser menos afetadas pelo teste, os lotes a serem comparados devem apresentar uniformidade para essa causa de variação (Delouhe e Baskin, 1973 ; Delouche, 1976; Popinigs, 1985 e Marcos Filho, Cícero e Silva 1987).

As sementes, quando colocadas para emergir no campo, atravessam situações que podem dificultar a obtenção da emergência desejável; sob este aspecto, o estresse hídrico é um dos problemas mais comuns a interferir no sucesso da implantação. A habilidade para atravessar esse período satisfatoriamente e resultar uma plântula auto-sustentável, depende da integridade e do vigor da semente (Woodstock, 1988).

A habilidade dos órgãos de reserva das sementes para suprir a nova plântula em crescimento, pela transformação das reservas em componentes solúveis utilizados na formação de novos tecidos, e a incorporação deles pelo eixo embrionário parecem estar relacionados com o vigor das sementes. As mais vigorosas apresentam maior acúmulo e mais habilidade na transferência de reservas. Contudo, torna-se necessário um estudo sobre a sensibilidade dessas características, para relacioná-las com o vigor das sementes, (Dan et al., 1987). Krzyzanowski Vieira e França Neto (1999) relatam que o peso da matéria seca da plântula é um indicador confiável e sensível do desenvolvimento vegetativo inicial da plântula em nível de campo. Este teste pode não estar relacionado com a porcentagem de germinação por uma série de fatores que afetam a emergência os quais não podem ser controlados e reproduzidos em laboratório. É capaz de detectar pequenas diferenças em vigor de sementes em razão do genótipo, tamanho da semente, local de produção e de outros fatores.

O teste de primeira contagem é empregado por alguns pesquisadores como índice de vigor, e sua avaliação é fornecida pelo número de plântulas normais removidas na primeira contagem do teste de germinação. É utilizado principalmente pela sua simplicidade de execução. Porém, Popinigis (1985), relata que a baixa sensibilidade é a principal deficiência deste teste, não sendo assim capaz de detectar diferenças mínimas de vigor entre lotes. Este teste possui também fatores incontroláveis, como variações causadas pela influência do tamanho da semente e de ocorrência de sementes em estado de dormência, podendo, assim, afetar os resultados.

No teste de primeira contagem, indiretamente é realizada uma avaliação da velocidade de germinação, pois maior porcentagem na primeira contagem significa que as sementes desta amostra germinam mais rapidamente que as demais, (Nakagawa, 1992).

O teste de índice de velocidade de emergência, é empregado na determinação do vigor relativo entre lotes de sementes, medindo a velocidade de emergência de plântulas em condições de campo, onde fornece uma estimativa da potencialidade do lote em estabelecer uma população inicial na formação da lavoura, (Popinigis, 1985). De acordo com Nakagawa (1992), este teste possibilita a comparação do vigor de lotes semeados em uma mesma época, de preferência na época de semeadura recomendada para a cultura, porém, quando este teste é realizado fora da época recomendada, haverá influência marcante da temperatura do meio sobre a velocidade de germinação, todavia, não afetando a determinação do vigor relativo entre os lotes.

Marcos Filho, Cícero e Silva (1987) relatam que o índice de velocidade de emergência é simples e baseado no princípio de que o índice velocidade de germinação ou a emergência das plântulas em campo é proporcional ao vigor das sementes, sendo portanto considerado por este autor como um dos parâmetros mais eficientes para identificar diferenças entre o potencial de emergência de plântulas no campo. Da mesma forma, Campos (1991), observou que este teste dentre de outros, mostrou-se sensível em detectar o vigor das sementes.

Um outro teste de vigor que pode fornecer informações importantes é o estande final, que avalia a capacidade de sobrevivência das plantas emergidas, oferecendo outra estimativa do vigor de sementes Carvalho (1994).

Nem sempre os resultados dos diferentes testes de vigor são necessariamente correlacionados. Segundo Marcos Filho, Cícero e Silva (1987), a utilização de apenas um teste para estimar a qualidade potencial dos lotes de sementes bem como a avaliação de sua eficiência, com o uso exclusivo de análise de correlação entre os dados, não deve ser generalizada para permitir a interpretação correta de seus resultado.

2.4 Avaliação da Qualidade Física

Alguns danos de sementes de milho podem ser facilmente visualizados a olho nu, como os danos de fraturas, trincas e demais rachaduras visíveis, que são chamados danos externos.

As sementes que apresentam danos visíveis, em sua maioria podem ser separadas por equipamentos durante o beneficiamento, não comprometendo a qualidade do lote. Por outro lado, sementes com algum tipo de dano interno, não podem ser reconhecidas facilmente e podem comprometer desta forma a qualidade do lote. Herter e Burris (1989), concluíram que não apenas os danos grandes e visíveis podem reduzir a viabilidade da semente, mas também danos menores ou micro – danos, mesmo que invisíveis a olho nu, reduzem significativamente a viabilidade das sementes de milho.

Os danos ocasionados em sementes podem ter conseqüências imediatas ou serem latentes, se manifestando apenas após certo tempo de armazenamento, e sua detecção tem sido realizada por testes como os colorimétricos (uso de corantes) que são observados pelas porções danificadas da semente (Chowdhury e Buchele, 1976). Segundo autores como Cícero et al. (1998), Carvalho et al. (1998), Carvalho et al. (1999) e Brandão et al. (1999), os métodos tradicionais como observação visual e uso de corantes que permitem visualização de danos mecânicos em sementes de milho não consideram a extensão e a localização de danos externos, e não evidenciam danos internos. Os autores afirmam que a análise radiográfica das sementes é um método eficiente para verificação de danos internos em sementes de milho.

→ A utilização de técnicas que sejam rápidas e precisas na identificação de injúrias ocorridas durante o processo de produção de sementes é de extrema importância para a avaliação da qualidade das sementes antes do plantio. O teste do raio-X, padronizado pela Associação Internacional de Análise de Sementes


(ISTA,1996) vem sendo utilizado para a identificação de sementes cheias, vazias e danificadas morfológicamente. Nos últimos anos tem sido sugerido a utilização da técnica dos raios - X para caracterizar e detectar danos internos em sementes (Cícero et al., 1998). Esta técnica foi primeiramente introduzida na Suécia na década de 50 para a avaliação da qualidade de sementes de espécies florestais (Simak e Gustafsson, 1953).

A técnica de raio - X tem como principio a absorção de raio- X em diferentes quantidades pelos diferentes tecidos da semente. Dependendo da espessura e/ou densidade, a emissão fotograficamente sensível é exitada diferencialmente dependendo da quantidade de radiação que recebe. Assim, uma imagem é criada. As sementes são colocadas entre uma fonte de baixa energia entre o raio -X e o filme/papel fotosensível. Quando o filme/papel é processado, uma imagem visível de sombras claras e escuras é formada criando assim, uma imagem permanente no filme radiográfico (Bino, Aartse e Burg. 1993).

Um aumento de Kvp,(unidade de medida do potencial de voltagem entre os eletrodos dentro do tubo de raio- x), produzirá raios-x de menor comprimento de onda. O Kvp afeta o contraste da imagem. Miliamperagem (mA) é a unidade de medida da corrente aplicada ao tubo. O mA influencia a densidade. Um mA alto irá escurecer a imagem. O tempo de exposição é o tempo no qual a espécie é exposta ao raio- x para fazer a radiografia, assim a exposição deve ser expressa em miliampere/segundo (mA/s), (ISTA,1996).

Pela análise das radiografias, as sementes são classificadas de acordo com a anatomia interna conforme as Regras Internacionais para análises de sementes, em :

- Semente cheia :contendo todos os tecidos essenciais para a germinação.
- Semente vazia : contendo menos do que 50 % de tecido de semente.

- 
- Semente danificada por inseto: contendo inseto, larva, orifício ou mostrando outras evidências de danos causados por insetos.
 - Semente danificada fisicamente: semente cheia com o tegumento rachado ou quebrado.

Os resultados são expressos em porcentagem de sementes cheias, vazias, danificadas fisicamente ou por insetos. Estes resultados devem ser realizados, principalmente, com o intuito de relacionar diferentes tempos de exposição das sementes à radiação e intensidades. Segundo a ISTA (1993), máquinas individuais de raios- X requerem tempos de exposição diferentes bem como níveis de intensidades diferentes para produzir a melhor imagem. As regulagens variam também para diferentes espécies.

Sementes de tomate foram expostas a uma intensidade de 10 Kvp por 3-5 minutos (Liu et al.,1997). Já sementes de *Pinus silvestris* foram expostas na mesma intensidade por 25 segundos (Simak, Bergsten e Henriksson 1989). Ambos trabalhos foram realizados utilizando o aparelho 43805N do Sistema de Raios- X da Hewlett Packard.

Atualmente o teste de raio- X tem sido utilizado como teste de rotina para a avaliação da qualidade de sementes olerícolas (Simak, Bergsten e Henriksson 1989). Liu et al. (1993) e Van der Burg et al. (1994), em estudos realizados com sementes de tomate, demonstraram que a morfologia do embrião observada nas radiografias se correlacionou bem com a morfologia de plântulas para transplante.

Chavagnat e Le Lezec (1984) concluíram que como os testes de crescimento são de difícil padronização, e a avaliação por meio do raio - X é mostrada como uma alternativa. As imagens de raio - X indestrutivelmente propiciam informações no tamanho e morfologia do embrião e na quantidade de endosperma e de espaço livre. Esses parâmetros correlacionaram bem a morfologia de plântulas com 14 dias de idade . Análises de raios - X podem

predizer a performance das plântulas e possibilitar a seleção de sementes de alta qualidade além de fornecer uma técnica para avaliação da qualidade de semente através de suas estruturas internas .

O desenvolvimento da técnica de raios X em sementes também tem permitido a identificação de plântulas anormais pela análise da imagem de embriões com aberrações, como, por exemplo, em estudos realizados por Bino, Aartse e Van der Burg (1993), nos quais foi possível separar sementes de *Arabidopsis thaliana* de fenótipo selvagem das sementes de fenótipo mutante. Nas radiografias das sementes mutantes os autores identificaram variabilidade na expressão fenotípica quando os compararam com as radiografias das sementes selvagens.

Girardin, Chavagnat e Bockstaller (1993) e Carvalho et al. (1998), estudando sementes de milho concluíram que o teste do raio -X é o melhor método não destrutivo para avaliar as características da semente.

Algumas tentativas no sentido de melhor caracterizar e detectar danos em sementes de milho tem sido feitas através do uso de equipamentos como raio-X, Gunasekaran et al. (1985), usando microscópio eletrônico encontrou alguns danos de estresse como fissuras internas no endosperma do grão de milho. Também pelo uso de microscópio eletrônico foi concluído que o dano inicia-se no centro do grão e estende-se em direção a superfície.

Cícero et al. (1998), trabalhando com sementes de milho da cultivar AG-510, utilizou o filme ILFORD 100 Delta Professional e o aparelho A 43805 N FAXITRON por 5 minutos (tempo de exposição) e 15 Kvp (intensidade de radiação). Também com sementes de milho da cultivar AG-122, Carvalho et al.(1998) determinaram um tempo de exposição de 2,5 minutos e 15 Kvp (intensidade de radiação). Van der Burg et al. (1994), trabalhando com sementes de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.), encontraram uma intensidade de 10 Kvp e um tempo de 5 minutos para verificação das estruturas interna das

sementes. Já para sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Tambert), Oliveira (2000), utilizando o aparelho 43855 A- FAXITRON, e filme da marca Kodak, MR 2000, concluiu que o tempo de 60 segundos e a intensidade de 25 Kvp, são os mais recomendáveis para a visualização nítida de danos na sementes.

Estudos baseados nas fotografias de raio-X foram conduzidas para predizer a morfologia da plântula de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Como os testes de crescimento são geralmente de difícil padronização, a avaliação do raio-X é mostrada como uma alternativa. Além de fornecerem uma técnica para avaliação da qualidade da semente através das suas estruturas internas, tais como a raiz primária, hipocótilo, os dois cotilédones e o endosperma, estruturas facilmente visíveis no caso do tomate (Chavagnat e Le Lezec, 1984).

De acordo com Fontes (1980), sementes de milho que atingem altas temperaturas durante a secagem apresentam rachaduras, quebras ou descoloração. Também a secagem demasiadamente rápida ou excessiva pode produzir danos imediatos ou latentes Bewley e Black (1985).

Segundo Copeland (1976), apesar do teste de raios- X ser um teste para detecção da qualidade física, ele traz informações que podem auxiliar as avaliações de viabilidade, podendo revelar deficiências morfológicas que indicam o potencial estrutural de viabilidade. De acordo com Simak, Bergsten e Henrikson (1989), o teste de raios -x é um método alternativo eficiente para determinar a qualidade de sementes não germinadas de *Pinus silvestris* L. no fim do teste de germinação.

Marcos Filho (1994), relata que testes que envolvem aspectos fisiológicos ou características físicas das sementes, possivelmente estão relacionadas ao vigor. Segundo este autor, a seleção de testes para a avaliação da qualidade das sementes deve atender a objetivos específicos, sendo importante a identificação da(s) característica(s) avaliada(s) das sementes diante de uma

situação específica, como por exemplo o desempenho após a processo de beneficiamento. Neste aspecto, o teste de raios- X torna-se uma ferramenta útil para avaliar a qualidade física de sementes de milho, concordando portanto com Girardin,Chavagnat e Bockstaller (1993), os quais relatam que o uso dos raios-X; é um dos melhores métodos para estimar as características das sementes.

Sendo que também cresce a necessidade de ajustes nesta técnica por meio de pesquisas para a utilização nos programas de controle de qualidade das sementes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Análises de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, no período de 1999 a 2000.

3.1 Sementes Utilizadas

Foram utilizadas sementes de milho da cultivar AG 1143 (milho híbrido duplo de ciclo normal, de porte alto, usado principalmente para grãos, os quais são semidentados e de coloração amarela) e da cultivar BR- 106 (uma variedade de ciclo médio, de porte alto, com os grãos dentados e de cor amarelo ouro). As cultivares foram respectivamente produzidas pela empresa de sementes Monsanto (Agrocere S.A.), localizada em Patos de Minas, MG, e pela companhia Santa Helena Sementes, localizada em Sete Lagoas, MG, na safra 98/99.

No campo de produção, as espigas foram amostradas (10% da área a ser colhida) e quanto a presença de danos de estresse em pré- colheita, sendo verificada a ausência de danos internos aparentes. A colheita manual foi efetuada em espigas com umidade de 28% e após a despalha, também manual, estas foram submetidas à secagem a uma temperatura de 50 °C (com a finalidade de danificar a semente mas não de causar a morte), em um secador estacionário, com termostato e ventilador centrífugo ligado ao motor de modelo de pequena escala, descrito por Navratil e Burris (1982), utilizando-se um fluxo de ar de 23m³/Ton/m. Após foram debulhadas manualmente.

3.2 Determinação Visual de Danos

Os lotes de sementes provenientes das duas cultivares (40 kg de espigas por cultivar) foram divididos em duas categorias, apresentando ou não danos internos de secagem, conforme análise visual sob luz (com danos visuais “CDV” e sem danos visuais “SDV”).

3.3 Determinação de Danos pelo Raio-X

As sementes das duas categorias, com danos visuais “CDV” e sem danos visuais “SDV”, foram submetidas à determinação radiográfica de danos com auxílio de raios-X, colocando-se quantidade suficiente para poder levar às sementes à qualidade fisiológica. O tempo de exposição e a intensidade de radiação que possibilitaram maior visualização de danos internos em sementes de milho, foram determinadas em ensaios preliminares, testando-se os tempos e as intensidades constantes na Tabela 1. O aparelho de raios X utilizado foi da marca FAXITRON - HP, modelo 43855 A X, com filmes tipo MR 2000 da firma Kodak. As sementes das categorias SDV (sem danos visuais) e CDV (com danos visuais), foram acondicionadas em bandejas acrílicas transparentes diretamente em cima do filme a uma distância de 35 cm da fonte de raio- X.

Os filmes foram revelados em processadora de revelação de raios-X marca Kodak modelo M35X OMAT, e analisados visualmente sobre um transiluminador, marca HOEFER, modelo VIS-4

Tabela 1- Tempos de exposição e intensidades de radiação, avaliados no teste de raios-X em sementes de milho (*Zea mays*). UFLA, Lavras, MG, 2000.

Intensidades (Kvp)	Tempo (segundos)
20	30, 35, 40, 45, 50
25	40, 45, 50
30	20, 25, 30, 35, 40, 45, 50
35	20, 30, 35, 40,45
40	15, 25, 30, 35, 40
45	15, 20, 25 30, 35, 40, 45
50	10, 15, 20, 25, 30

Após serem submetidas a radiação, as sementes das categorias com e sem danos visuais, foram separadas conforme a presença ou ausência de danos visualizados pelas radiografias, em três sublotes de sementes:

- 1.-Sementes com danos visuais e que apresentaram danos nos raios-X (CDV-CDRX).
- 2.-Sementes sem danos visuais e que não apresentaram danos nos raios-X.(SDV-SDRX).
- 3.-Sementes sem danos visuais e que apresentaram danos nos raios-X (SDV-CDRX).

Para cada tipo diferente de dano encontrado na análise radiográfica, foram separadas 20 sementes, que após armazenadas por nove meses, foram isoladamente submetidas ao teste de germinação conforme metodologia descrita no item 3.4.

O número de sementes avaliadas para cada lote variou conforme a cultivar até obtenção de número suficiente de sementes para as avaliações da

qualidade dos sublotos danificados. As sementes dos três sublotos foram expurgadas com fosfina e embaladas em sacos de papel Kraft multifoliado. Parte das sementes foi submetida a avaliação da qualidade e parte foi embalada e armazenada em ambiente convencional durante 9 meses. Desta forma as avaliações da qualidade fisiológica dos dois lotes foram feitas em duas épocas : imediatamente após colheita e após 9 meses de armazenamento através dos seguintes testes:

3.4 Teste de Germinação:

Foi realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada sublote as quais foram distribuídas em substrato de papel toalha do tipo Germitest, no sistema de rolo, umedecidos com água destilada com uma quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Os rolos foram acondicionados em germinador mantidos a temperatura constante de 25 °C . A avaliação foi efetuada aos 4 e 7 dias após a instalação do teste, seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

3.5 Primeira Contagem do Teste de Germinação

Com a mesma metodologia utilizada para o teste de germinação, foram analisados os resultados de primeira contagem obtidos no quarto dia após a semeadura, pela avaliação das plântulas normais (Popinigis, 1985).

3.6 Teste de Envelhecimento Artificial

Foi conduzido seguindo a metodologia desenvolvida por McDonald e Phaneendranath (1978), adotada pela AOSA (1983) e complementada por

Marcos Filho, Cícero e Silva (1987). Foram acondicionadas 100 sementes sob tela de alumínio , distribuídas em uma única camada, em caixas de gerbox contendo 40 ml de água destilada As caixas gerbox foram tampadas e mantidas em uma incubadora do tipo BOD regulada a 42 °C durante 96 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme prescrições das R.A.S. (Brasil,1992).

3.7 Teste Frio com Solo

Em bandejas (48x33x10 cm), contendo uma mistura de 2/3 de areia e 1/3 de terra retirada da camada arável, em área cultivada com milho, e umidade ajustada para 60 % da capacidade de campo, foram semeadas 200 sementes por sublote distribuídas em 4 subamostras de 50 sementes, conforme prescrito pela ISTA (1995).

Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara fria, regulada à temperatura de 10 °C, por sete dias. Para a manutenção da umidade do substrato, as bandejas foram condicionadas em sacos plásticos. Ao término desse período , as bandejas foram levadas para câmara de crescimento vegetal à temperatura controlada de 25 + 2 °C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas).O número de plântulas emergidas foi computado 14 dias após a semeadura.

3.8 Teste de Tetrazólio

O teste foi realizado com 200 sementes por sublote, distribuídas em quatro sub amostras. As sementes foram pré-condicionadas em papel toalha umedecido, em germinador a 30 °C, durante 18 horas. Decorrido o prazo, as sementes foram seccionadas longitudinalmente, transferidas para copos plásticos

(200 ml) e submersas em solução de sal de Tetrazólio (2,3,5 trifenil cloreto de Tetrazólio) a 0,5%. Os copos plásticos foram mantidos no escuro em câmara do tipo BOD reguladas a 30 °C, durante 3 horas.

Desenvolvida a coloração, as sementes foram então lavadas em água corrente e avaliadas individualmente, conforme os critérios de interpretação propostos por Dias (1982) e Barros (1986). Foram estabelecidas três categorias para classificação das sementes: classe 1 (sementes vigorosas), classe 2 (sementes viáveis, porém não vigorosas) e classe 3 (sementes inviáveis). Os critérios de viabilidade foram definidos utilizando-se o esquema de uma semente de milho cortada longitudinalmente apresentado por Lakon (1949).

3.9 Índice de Velocidade de Germinação

Para avaliação do índice de velocidade de germinação das sementes dos sublotes, foi adotada a metodologia estabelecida pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), aproveitando-se o teste de germinação.

As avaliações das plântulas foram realizadas diariamente à mesma hora a partir do dia em que surgiram as primeiras plântulas normais. Essas plântulas normais foram computadas e retiradas do substrato. Ao fim do teste, com os dados diários do número de plântulas normais, calculou-se a velocidade de germinação empregando a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \frac{G3}{N3} + \frac{Gn}{Nn}$$

IVG: Índice de Velocidade de Germinação

N1, N2, Nn : Número de dias da semente à primeira, à segunda, à última contagem.

G1, G2, Gn: Número de plântulas normais à primeira, à segunda e à última contagem

3.10 Emergência em Condições Controladas

O teste foi conduzido em bandejas plásticas de 48x33x10 cm, com quatro subamostras de 50 sementes por sublote, utilizando-se como substrato terra de barranco e areia na proporção de 1:2, respectivamente, mantidas a 70 % da capacidade de campo. A câmara de crescimento foi mantida a temperatura de 25 °C, em regime alternado de luz (12 horas) Durante a condução do teste foram realizadas contagens diárias, iniciadas a partir do terceiro dia após a semeadura, até a estabilização do estande, onde foi determinado o índice de velocidade de emergência, conforme (Maguire, 1962). Aos 15 dias após semeadura foi também computado o porcentagem de plântulas normais emergidas.

3.11 Peso da Matéria Seca de Plântulas

As plântulas do teste de emergência em condições controladas, foram mantidas até 21 dias quando foram cortadas rente ao solo, com o auxílio de uma tesoura, colocadas em saco de papel , e a seguir secas em estufa com circulação de ar aquecido (45°C), até atingirem peso constante, obtendo-se assim, o peso de matéria seca, conforme (Popinigis,1985)

3.12 Delineamento experimental:

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 repetições de 200 sementes por tratamento, em esquema fatorial 3x2x2 (3 sublotes x 2 lotes das cultivares x 2 épocas), com análise conjunta para as épocas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Radiográfica

A análise radiográfica das sementes dos lotes das cultivares e sublotos submetidas às radiações e tempos de exposições indicados na Tabela 1, demonstrou que o tempo de 45 segundos e a intensidade de 25 Kvp permitiram uma visualização mais nítida dos danos internos nas sementes de milho. Segundo a RAS internacional ISTA (1996), a escolha da melhor regulagem do aparelho de raios- x depende da espessura, densidade e composição da semente, e do aparelho utilizado. Cícero et al. (1998), trabalhando com sementes de milho da cultivar AG-510, utilizou o aparelho FAXITRON A modelo 43805 N encontrando o tempo de exposição de 5 minutos e intensidade de radiação de 15 Kvp, como ideais para visualização de danos internos. Carvalho et al.(1998), determinaram para a cultivar de milho AG 122 um tempo de exposição de 2,5 minutos e intensidade de radiação de 15 Kvp como sendo o mais indicado para visualização de danos internos de estresse em pré- colheita. Van der Burg et al. (1994) e Oliveira (2000) encontraram, respectivamente para tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) e canafistula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Tamber), intensidades de 10 Kvp por 5 minutos e 25 Kvp por 60 segundos como tempos mais indicados para verificação da estrutura interna das sementes..

Os resultados da análise visual de todas as sementes dos dois lotes de milho utilizados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Porcentagens de sementes de milho, separadas pela análise visual nas categorias com danos visuais (CDV) e sem danos visuais (SDV) nos lotes das cultivares AG 1143 e BR 106. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Lote	Categoria	
	CDV (%)	SDV (%)
AG 1143	44	56
BR 106	37	63

O lote da cultivar BR 106 apresentou menor susceptibilidade ao dano interno de secagem em relação ao das sementes do lote da cultivar AG 1143, uma vez que colhidas com a mesma umidade (28%) apresentaram taxas de danos diferenciadas, de 37% e 44% respectivamente. Esses dados confirmam observações feitas por diversos autores como Bdiya e Burris (1988), Nakagawa (1994), Navratil e Burris (1982), que encontraram variações nos graus de susceptibilidade a danos de secagem para diferentes híbridos.

As categorias de sementes selecionadas pela análise visual (CDV e SDV) foram submetidas ao teste de raios- X e novamente classificadas em 4 sublotos conforme a Tabela 3.

TABELA 3 - Porcentagens de sementes de milho (*Zea mays*) encontradas em cada categoria (sem danos visuais "SDV", com danos visuais "CDV") e sub lote (com danos após análise radiográfica "CDRX" e sem danos após análise radiográfica "SDRX") de acordo com os resultados do teste de raios-X. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Lote	Categoria	Sublote	
		CDRX (%)	SDRX (%)
AG1143	SDV	26,4	73,6
AG1143	CDV	97,7	2,3
BR106	SDV	31,6	68,4
BR 106	CDV	96,1	3,9

O lote da cultivar AG 1143 com danos visuais, apresentou 97,7% das sementes com danos também visualizados com utilização de raios- X, enquanto que o lote BR 106 esse valor foi de 96,1%, indicando haver apenas 1,6% de diferença entre as duas cultivares com relação ao tipo de dano interno de secagem observado pela análise radiográfica.

Apenas uma pequena porcentagem de sementes que apresentavam danos visuais (2,3% e 3,9% respectivamente para os lotes das cultivares AG 1143 e BR 106), não mostraram danos quando analisadas após serem submetidas a análise radiográfica. Esses resultados podem ocorrer, conforme, Girardin, Chavagnat e Bockstaller (1993) e Carvalho et al. (1999), dependendo da posição do dano no interior da semente. Quando o dano é paralelo a fonte de raios- X, ele pode aparecer apenas como um ponto na radiografia, impedindo sua visualização o que seria uma desvantagem na utilização desses métodos de raios-X quando a avaliação é efetuada em apenas um lado ou ângulo da semente.

Sementes da categoria sem danos visuais, mostraram 26,4% e 31,6% de danos para os lotes das cultivares AG 1143 e BR 106, respectivamente, quando analisados radiograficamente, o que indica a superioridade do método de raios-X na avaliação de danos internos de secagem em relação a análise visual. Resultados semelhantes foram observados por Carvalho et al. (1999) na análise de danos internos de pré-colheita em sementes de milho, bem como por Girardin, Chavagnat e Bockstaller (1993), Chavagnat e Le Lezec (1984), na análise de danos internos de secagem em sementes de milho.

Segundo Copeland (1976), apesar do teste de raios-X ser um teste físico, ele traz informações que podem auxiliar nas avaliações de viabilidade, podendo revelar deficiências morfológicas que indicam o potencial estrutural de viabilidade. Da mesma forma, Marcos Filho (1994), relata que testes que envolvem características físicas das sementes, possivelmente estão relacionadas ao vigor.

Sementes com danos visuais que não apresentaram danos no teste de raios-X (Tabela 3) foram detectadas em porcentagens entre 3,9% para o lote da cultivar BR 106 e 2,3% para as sementes do lote da cultivar AG 1143, limitando a quantidade de sementes disponíveis e impossibilitando a avaliação da qualidade fisiológica. Desta forma, a avaliação da qualidade fisiológica se restringiu aos três seguintes sublotes: com danos visuais com danos detectados pelos raios-X (CDV-CDRX), sem danos visuais sem danos detectados pelos raios-X (SDV-SDRX) e sem danos visuais com danos detectados pelos raios-X (SDV-CDRX).

A análise radiográfica das 20 sementes com danos horizontais, verticais e duplo, submetidas ao teste de germinação possibilitam a obtenção dos dados da tabela 4.

TABELA 4 - Resultados (%) obtidos no teste de germinação em sementes de milho armazenadas por nove meses, com danos visuais e com diferentes tipos de danos (vertical, horizontal e vertical-horizontal), observados pela análise radiográfica. UFLA, Lavras, MG, 2000.

Tipo de Dano	Plântulas Normais	Plântulas Anormais	Sementes Mortas
Dano Horizontal	50	40	10
Dano Vertical	70	30	0
Duplo	30	60	10

Os resultados do percentual de germinação de sementes danificadas internamente no sentido horizontal e vertical (danos duplos), resultaram em 60 % de plântulas anormais, indicando que o tipo de dano detectado nas radiografias pode afetar de modo diferente a germinação de sementes. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Carvalho et al. (1999) e Cícero et al. (1998), que observaram em sementes de milho com danos internos, que o dano localizado perpendicular ao eixo embrionário, pode afetar a qualidade da semente, provavelmente impedindo a translocação de nutrientes para o desenvolvimento do eixo embrionário.

Na Figura 1, podem ser observadas as sementes com os diferentes tipos de danos internos detectados pelo raio-X. A Foto A, representa uma semente sem dano visual e sem dano após ser submetido aos raios-X originando uma plântula normal. Na Foto B pode ser observada uma semente com dano visual, radiografia com dano vertical detectado pelos raios-X, originando uma plântula normal, demonstrando que este tipo de dano não danifica a plântula. Na Foto C, pode ser observada uma semente sem dano visual e com dano horizontal perpendicular ao eixo embrionário detectado na radiografia, originando uma plântula normal, enquanto na Foto D pode se ver uma semente sem dano visual

TABELA 5 -Valores médios (%) relativos aos resultados de teste de frio (TF), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), peso seco (PMS) em gramas, envelhecimento acelerado (EA), em dois lotes e duas épocas de avaliação em sementes de milho. UFLA,Lavras-MG. 2000.

		LOTES									
		AG 1143					BR 106				
		Sublotes					Sublotes				
TESTES	ÉPOCAS	CDVCDRX	SDV SDRX	SDV CDRX		CDV CDRX	SDV SDRX	SDV CDRX			
TF	EPOCA 1	93 A ² a ¹	95 A a	94 A a		97 A a	100 A a	97 A a			
	EPOCA 2	38 B c	65 B a	53 B b		67 B b	81 B a	62 B b			
E	EPOCA 1	84 A b	93 A a	83 A b		89 A b	97 A a	96 A a			
	EPOCA 2	75 B b	88 A a	90 A a		84 A b	91 A a	91 A a			
IVE	EPOCA 1	19.34 A b	24.81 B a	24.04 A a		24.93 A a	26.85 A a	25.39 A a			
	EPOCA2	17.06 B c	22.84 A a	19.56 B b		19.06 B a	20.22 B a	19.19 B a			
PMS	EPOCA 1	12.65 A a	12.84 A a	12.07 A a		11.84 A b	13.05 A a	13.55 A a			
	EPOCA 2	10.05 B b	11.47 B a	11.37 A a		10.71 A b	12.18 A a	11.12 B b			
EA	EPOCA 1	99 A a	100 A a	100 A a		100 A a	100 A a	100 A a			
	EPOCA 2	33 B c	58 B a	49 B b		66 B a	71 B a	53 B b			

¹ As médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal para cada cultivar, dentro de cada teste não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

² As médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical para cada cultivar, dentro de cada teste não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

com dano perpendicular ao eixo, somente detectado na radiografia, que originou plântula anormal, indicando que este tipo de dano pode ou não prejudicar o desenvolvimento de uma plântula. Resultados semelhantes foram observados em trabalhos realizados por Carvalho et al. (1998) e Cícero et al. (1998).

Nas fotos E e F observa-se sementes com dano visual e com dano interno duplo (horizontal e vertical), originando nos dois casos, plântulas anormais, portanto, afetando negativamente a germinação das sementes após armazenamento.

4.2 Qualidade Fisiológica:

As Tabelas 1 A e 2 A, contém os resultados referentes a análise de variância dos dados obtidos na avaliação da qualidade fisiológica das sementes dos três sublotos. De acordo com os resultados do teste de frio, estande final, índice de velocidade de emergência, peso de matéria seca e envelhecimento acelerado, o vigor das sementes com e sem danos (sublotos), foi afetado dependendo da cultivar e época de avaliação.

De modo geral, os testes de vigor permitem uma avaliação mais sensível da qualidade da semente, em relação à germinação, fornecendo uma classificação mais consistente de lotes, com qualidades distintas em relação ao seu potencial de desempenho em campo e/ou armazenamento.

Os resultados contidos na tabela 5, revelaram que o vigor das sementes dos lotes e sublotos independente da cultivar, foi afetado pelo armazenamento. Na segunda época de avaliação as sementes de todos os sublotos das duas cultivares se apresentaram redução do vigor de acordo com os resultados dos testes de frio e envelhecimento acelerado. Conforme os resultados de índice de velocidade de emergência, estande final e peso seco, já houve variação conforme o tipo de sublote e cultivar. Da mesma forma Goedert (1988), estudando

sementes de milho concluiu que lotes que não diferem em sua qualidade filológica no início do armazenamento apresentam diferentes respostas após serem submetidos ao armazenamento em condições ambientais durante 6 meses.

A análise dos resultados do vigor para cada sublote, mostra o efeito dos danos internos de secagem nos lotes das duas cultivares

De modo geral os testes mais drásticos de vigor relacionados com avaliação de plântulas após algum tipo de estresse, detectaram a influência da cultivar com relação a presença de danos. Já os testes relacionados com a viabilidade não detectaram diferenças entre lotes, Oliveira e Carvalho (1998). Nas épocas de avaliação (Tabela 5), na época 1, antes do armazenamento, não foram observadas diferenças estatísticas entre os sublotes na maioria dos testes de vigor. Após armazenamento, as diferenças entre as sementes danificadas e não danificadas se tornaram mais evidentes. Os testes de frio e envelhecimento acelerado evidenciaram a inferioridade do vigor daquelas sementes que apresentavam danos internos visuais e pelos raios-X em relação as sementes com danos visíveis apenas pelos raios-X. De modo geral, os lotes de sementes sem danos internos após armazenamento por nove meses mostraram-se mais vigorosos, independente do lote da cultivar.

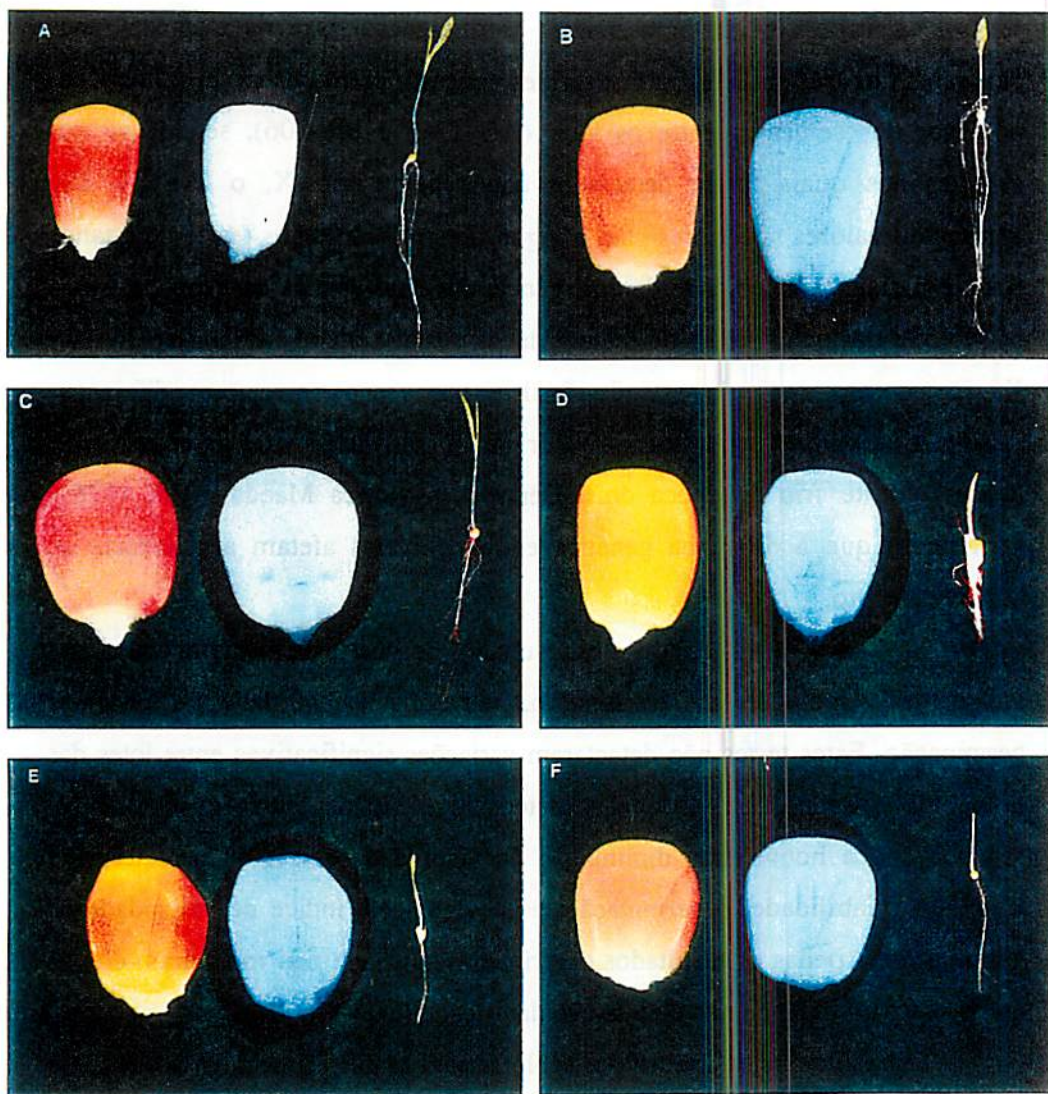


FIGURA 1. Fotos e radiografias de sementes e plântulas de milho com e sem danos internos de secagem. (A) sementes do sublote SDVSDRX - plântula normal, (B) sementes do sublote CDVCDRXdano vertical - plântula normal, (C) semente do sublote SDVCDRXdano horizontal - plântula normal, (D) sementes do sublote SDVCDRXdano horizontal - plântula anormal, (E) sementes do sublote CDVCDRXdano duplo - plântula anormal, (F) sementes do sublote CDVCDRXdano duplo- plântula anormal.
 SDVSDRX (sem dano visual, sem dano detectados nas radiografias)
 CDVCDRX (com dano visual, com dano detectados nas radiografias)

Na Tabela 6 são apresentadas as diferenças entre os lotes das duas cultivares dos três sublotos nas diferentes épocas. Foram observadas diferenças no vigor das sementes entre os lotes (AG 1143 e BR 106), sendo que nos sublotos nos quais foram detectados danos pelos raios-X, o lote BR 106 apresentou valores superiores para o vigor, determinado pelos testes de estande final, e índice de velocidade de emergência nas duas épocas de avaliação. Para os sublotos nas quais foram detectados danos visuais, e também danos pelo raio-X, apenas os testes de estande final e peso seco detectaram diferenças estatísticas e valores superiores de vigor para a cultivar BR 106 na época um, e apenas o teste frio na época dois. Dentro dessa ótica Maeda et al., (1987) verificaram que a diferença genética entre cultivares afetam a tolerância ao armazenamento.

Na tabela 7 estão contidos os resultados dos testes de primeira contagem, índice de velocidade de germinação, tetrazólio (viabilidade) e teste de germinação. Estes testes não detectaram variações significativas entre lotes das diferentes cultivares, sendo apenas detectado efeito de época e sublote. Na segunda época houve uma diminuição da viabilidade detectada pelo teste de tetrazólio (viabilidade) e germinação; e no vigor pelo índice de velocidade de germinação. Apenas os resultados de primeira contagem não mostraram efeitos de épocas para as sementes do lote não danificado (SDV-SDRX).

Os resultados da análise dos sublotos para as duas épocas, indicam que o sublote, sem danos visuais – sem danos pelos raios-X (SDV – SDRX), apresentou maior vigor em relação aos sublotos com danos visualizados pelos raios-X. Estes resultados mostram que o efeito dos danos internos das sementes de milho depende da época de avaliação, independente do lote da cultivar.

TABELA 6 - Valores médios (%) relativos aos resultados do teste de frio (TF), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), peso seco (PS) em gramas, envelhecimento acelerado (EA), em três sublotos e duas épocas de avaliação em sementes de milho. UFLA, Lavras, MG, 2000.

		SUBLOTES						
TESTES	LOTE	EPOCA 1			EPOCA 2			
		CDV CDRX	SDV SDRX	SDV CDRX	CDV CDRX	SDV SDRX	SDV CDRX	
TF	AG 1143	93 a	95 a	94 a	38 b	65 b	53 b	
	BR 106	97 a	100 a	97 a	67 a	81 a	62 a	
E	AG 1143	84 b	93 a	83 b	75 b	88 a	90 a	
	BR 106	89 a	97 a	96 a	84 a	91 a	91 a	
IVE	AG 1143	19.34 b	24.21 b	24.0 a	17.06 b	22.84 a	19.56 a	
	BR 106	24.93 a	26.85 a	25.39 a	19.06 a	20.22 b	19.19 a	
PS	AG 1143	12.65 a	12.84 a	12.07 b	10.05 a	11.47 a	11.37 a	
	BR 106	11.84 a	13.05 a	13.55 a	10.71 a	12.18 a	11.12 a	
EA	AG 1143	99 a	100 a	100 a	33 b	58 a	49 a	
	BR 106	100 a	100 a	100 a	66 a	71 a	53 a	

¹ As médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical dentro de cada época para cada teste não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A análise dos sublotos, ou seja do efeito dos danos nas sementes de milho, indicam que sementes com danos visíveis a olho nú e por meio das radiografias foram negativamente afetadas em sua viabilidade em relação aos lotes que não tinham danos ou aqueles com danos visíveis apenas pelos raios-X. Esses resultados concordam com os obtidos por Cícero et al. (1998), que não observaram correlação entre os resultados da germinação e o nível de danos detectados nas sementes da cultivar AG 510 pelo teste de raios-X.

TABELA 7 - Valores médios (%) relativos aos resultados dos testes de primeira contagem (TGPC), índice de velocidade de germinação (IVG), tetrazólio (TZ) e teste de germinação (TG), referentes a duas épocas e três sublotos de sementes de milho. UFLA, Lavras, MG, 2000.

TESTES		CDV-CDRX		SDV-SDRX		SDV-CDRX	
PRIMEIRA CONTAGEM	EPOCA1	90	A b	97	A a	95	A a
	EPOCA2	76	B c	95	A a	89	B b
IVG	EPOCA1	28.60	A a	29.43	A a	29.11	A a
	EPOCA2	25.18	B c	28.12	B a	27.27	B b
TETRAZÓLIO	EPOCA1	93	A a	96	A a	95	A a
	EPOCA2	63	B b	80	B a	77	B a
TESTE DE GERMINAÇÃO	EPOCA1	98	A a	100	A a	99	A a
	EPOCA2	82	B b	94	B a	92	B a

¹ As médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal para cada época dentro de cada subote não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

² As médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical para cada subote dentro de cada época não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade

No entanto, a avaliação do vigor, através do teste de primeira contagem e índice de velocidade de germinação mostrou que o subote com danos visuais e também detectados pelos raios-X foi reduzido em relação ao subote com danos observados apenas pelos raios-X e sucessivamente em relação ao subote sem danos detectados.

De maneira geral, os danos internos de secagem não afetam a viabilidade inicial de lotes de sementes de milho, no entanto após armazenamento por nove meses, sementes com danos visíveis a olho nú e pelos raios-X perdem sua viabilidade de modo significativo em relação a lotes sem esses tipos de dano, independente da cultivar. É importante observar que as condições de

armazenamento foram em condições ambientais não controladas.

O vigor inicial de lotes de sementes com danos internos de estresse de secagem, pode ou não ser afetado dependendo da cultivar. De acordo com Nakagawa (1999), em espécies em que há diferenças de comportamento no crescimento de plântulas entre genótipos os resultados devem ser interpretados dentro de cada genótipo.

Na época de avaliação inicial os testes de vigor, primeira contagem, estande final, índice de velocidade de emergência e peso seco detectaram dependendo da cultivar, diferenças entre os sublotos de sementes danificadas ou não.

Na Segunda época de avaliação aos nove meses de armazenamento sob condições ambientais (Anexos 1B, 2B), para o lote da cultivar AG 1143, sementes com danos visuais e pelo raio-X tiveram seu vigor significativamente reduzido em todos os testes quando comparados com sublotos sem danos detectados. Para a cultivar BR 106 a redução do vigor dos sublotos com danos visuais e pelos raios-X em relação ao sublote sem danos, foi detectada por todos os testes com exceção do índice de velocidade de emergência.

Diferenças no vigor dos sublotos com danos visuais e raios-X em relação aos sublotos com danos apenas detectados pelos raios-X foram observados nos resultados dos testes de frio, índice de velocidade de emergência e envelhecimento acelerado, primeira contagem e índice de velocidade de germinação para a cultivar AG 1143, mostrando efeito negativo no vigor de lotes com os dois tipos de danos.

5 CONCLUSÕES

- A análise radiográfica de sementes de milho permite a avaliação de danos internos de secagem não observados por meio da análise visual.
- O vigor das sementes de milho com danos internos de secagem é afetado de maneira diversa, dependendo da cultivar, época de avaliação e tipo de dano.
- Danos internos de secagem detectados pela análise radiográfica, apesar de não afetarem a viabilidade inicial de sementes de milho, quando ocorrem nos dois sentidos, horizontal e vertical diminuem o vigor das sementes após armazenamento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.D.; BAKER, J.E. Deterioration of seeds during aging. *Phytopatology*, St. Paul, v.73, n.2, p.321-325, Feb.1983.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. *Seed Vigor Testing*. 1983 handbook.88 p.(Contribution, 32).
- BACCI, O. Estudos sobre a conservação de sementes. *Bragantia*, Campinas, v.17, n.15, p.205-212, dez. 1958.
- BALASTREIRE, L. A.; HERUM, F. L.; BLAISDELL, J.L. Fracture of corn endosperm in bending. Part II: Fracture analysis by fractography and optical microscopy. *TRANSACTIONS of the ASAE Michigan*, v.25, n.4, p.1062-1065, July/Aug. 1982.
- BARROS, A. S. do R. Manutenção e colheita de sementes. In: CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. da. (orgs). *Atualização em produção de sementes*. Campinas: Fundação Cargill, 1986. Cap. 6, p.107-134.
- BASRA, A. S. *Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications*. New York: Pood Products Press. 1994. 389 p.
- BAUDET, L.; VILLELA, F. A.; CAVARIANI, C. Princípios de secagem, *Seed News*, Pelotas, v.2, p.20-27, mar./abr. 1999.
- BDLIYA, P.M.; BURRIS, J.S. Diallel analysis of tolerance of drying injury in seed corn. *Crop Science*, Madison, v.28, n.6, p.935-938, Nov./Dec. 1988.

- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** New York: Plenum Press, 1985. 367p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination.** 2. ed. New York: Plenum press, 1994. 445p.
- BIAGGIONI, M. A. M. **Análise da secagem de grãos em milho (*Zea mays L.*) com ar em temperatura próxima a ambiente, para as condições climáticas de Botucatu-SP.** Viçosa: UFV, 1995. 62p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).
- ♣ BINO, R. J.; AARTSE J. W.; VAN DER BURG, W. J. Non-destructive X-ray analysis os *Arabidopsis* embryo mutants. **Seed Science Research**, Wallingford, v.3,n.2, p.167-170, June 1993.
- BORÉM, F. M. **Efeito da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem sobre a qualidade de sementes de milho (*Zea mays L.*) híbrido AG 103.** Viçosa, MG: UFV, 1992. 50p. (Dissertação-Mestrado em Engenharia Agrícola).
- BRANDÃO, J.; DINIZ, A.R.; CARVALHO, M.L.; VIERIRA M.G.G.C.; OLIVEIRA, M.S.; OLIVEIRA, J. A. **Avaliações de danos mecânicos e seus efeitos na qualidade fisiológica de sementes de milho.** *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v..21, n.2, p.53-58, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para Análise de Sementes.** Brasília. 1992. 365p.

- BUCHANAN, J.B. **Quality of low temperature dried corn.** In: GRAIN CONDITIONS CONFERENCE, Champaign, 1973, p.56-68.
- BURRIS, J.S.; NAVRATIL, R.J. Relationship between laboratory cold-test methods and field emergence in maize imbeds. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.6, p.985-988, Nov./Dec. 1979.
- CAMPOS, V.C. **Influência do espaçamento e densidade de sementeira sobre algumas características agrônômicas e qualidade de sementes de arroz (*Oriza sativa* L.) de sequeiro, c.v. Guaraní.** Lavras, ESAL, 1991. 93p. (Tese- Mestrado).
- CARVALHO, N.M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Teste de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.1-30.
- CARVALHO, N.M. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. **Atualização em produção de sementes.** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.207-223.
- CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 2. Ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429p.
- CARVALHO, N. M. DE; NAKAGAWA, J. **Sementes; ciência, tecnologia e produção.** 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- CARVALHO, M.L.M.; VAN AELST, A.C.; VAN ECK, J. W.; HOEKSTRA, F.A. **Characterization of pre-harvest stree cracks in corn seed by visual, X-ray and LTSEM analysis: effect on seed quality.** 1998.

- CARVALHO, M.L.M.; VAN AELST, A.C.; VAN ECK, J. W.; HOEKSTRA, F.A. 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, Sept. 1999.
- CAVARIANI, C.; BAUDET, L.M.L. Secagem de Sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.91, p.44-49, Jul. 1982.
- CHAVAGNAT, A., M. LE LEZEC. Assessment of seed quality by industrial X-ray radiography. Application to apple seeds (*Malus pumila* Mill.). **Agronomie** v.5, p.187-192,1984.
- CHOWDRURY, N. H.; BUCHELE, W. F. Development of a numerical damage index for critical evaluation of mechanical damage of corn. **Translation of the ASAE**, Michigan, v.19, n.2, p.428-432, Mar./Apr.1976.
- CÍCERO, S. M.; VAN DER HEIJDEN, G.W.A.M.; VAN DER BURG W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.26, n.3, p.603-612, 1998.
- COPELAND, L.O. **Principles of seed science and tecnology**. Minneasota: Burgess Publishing Company, 1976. 369p.
- COURTOIS, F.; LEBERT, A.; DUQUENOY, A.; LASSERAN, J. C. E BIMBENET, J. J. Modeling of drying in order to improve processing quality of maize. **Drying Technology**, New York, K, v.9, n.4, p.927-945, Nov. 1991.

- DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E.P.
Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.2, p.45-55, Jun. 1987.
- DELOUCHE, J. C. Observaciones sobre deterioración de semillas. **Semillas**, Bogotá, v.1, n.1, p.8-11, 1976.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.
- DELOUCHE, J. C.; MATTEWS, R. K.; DOUGHERTY, G. M.; BOYD, A. H. Storage of Seed in sub-tropical and tropical regions. **Seed Science and technology**, Zurich, v.1, n.3, p. 671-700, 1973.
- DIAS, M. C. L. L. A utilização do teste de tetrazólio na avaliação da qualidade das sementes. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Resumo dos Seminários Técnicos**. Londrina: IAPAR, 1982. p.37-38.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.
Recomendações técnicas para o cultivo do milho. Sistema de Produção e Informação. Brasília, 1997. 204p.
- FONTES, R. DE A. Secagem e armazenamento. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.72, p.66-69, Dez.1980.
- FORTES, M.; OKOS, M. Changes in physical properties of corn during drying. **Transactions of the ASAE**. Michigan, v.23, n.4, p. 1004-1008, July/Aug.1980.

- FRATIN, P.** Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ, 1987. 190 p (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).
- GIRARDIN, P.; CHAVAGNAT, A., BOCKSTALLER, C.** Determination des caractéristiques des sementes de mais grace a la radio graphie rayons X. (Determination of characteristic of corn seed by x-ray). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, n.2, p.545-551,1993.
- GOEDERT, C.O.** Conservação de germoplasma – semente. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS, 1., 1988, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1988. p.78-95.
- GRABE, D.F.** Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.1, n.2, p.18-23, 1976.
- GUNASEKARAN, S.; DE SHPANDE, S. S.; PAULSEN, M. R; SHOVE, G. C.** Size characterization of stress cracks in cord kernels. **Transactions of ASAE**, Michigan, v.28, n.5, p.1668-1672, Sept./Oct. 1983.
- HARMAN, G.E.** Mechanisms of seed infection and pathogenesis. **Phytopathology**, St. Paul, v.73, n.2, p.326-329, 1983.
- HARRINGTON, J.F.** Problems of seed. In: HEYDECKER, W.H. (ed.) **Seed ecology**. Pennsylvania: State University press, 1973. p.251-265.
- HEIDECKER, W.** Vigour. In: ROBERTS, E.H. **Viability of Seeds**. Syracuse, Syracuse University Press, 1972. p.209-252.

- HERTER, U.; BURRIS, J. S. Effect of drying rate and temperature on drying injury of corn seed. **Canadian journal of Plant Science**, Ottawa, v.69, n.3, p.763-774, July 1989.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. **Handbook of vigour test methods**. Zurich, 1995. 117p.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. **International rules for testing seed**. **Seed science and Technology**, Zurich, v.13, n.2, p.300-520, 1985.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Rules for Seed Testing**. Switzerland, 1996. 323p.
- ISTA. **International Rules for Seed Testing**. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, p.1-363, 1993. Supplement.
- JUSTICE, O.L.; BASS, L. N. How seeds are dried. In: **Principles and praticies of seeds storage**. London: Castle House Publication, 1979. p.94-123.
- KIRLEIS, A. W.; STROSHINE, R. L. Effect of hardness and drying air temperature on breakage susceptibility and dry-milling characteristics of yellow dent corn. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.67, n.6, p.523-528, Nov./Dec. 1990.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; MIRANDA, Z.F.S. Relatório do comité de vigor da ABRATES. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.1, p.1-25, 1990.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

- LAKON, G. The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seed. *Plant Physiology*, Maryland, v.24, n.3, p.389-394, 1949.
- LIU, Y.; HILHORST, H.W.M.; GROOT, S.P.; BINO, R.J. Amounts of nuclear DNA and internal morphology of gibberellin-and abscisic acid-deficient tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) seeds during maturation, imbibition and germination. *Annals of Botany*, New York, v.79, n.2, p.161-168, Feb. 1997.
- LIU, Y.; VAN DER BURG, W. J.; AARTSE, J.W.; VAN ZWOL, R. A.; JALINK, H.; BINO, R. J. X-ray studies on changes in embryo and endosperm morphology during priming and imbibition of tomato seeds. *Seed Science Research*, Wallingford, v.3, n.3, p.171-178, Sept. 1993.
- MAEDA, J.A.; LAGO, A.A.; MIRANDA, L.T. de; TELLA, R. Armazenamento de sementes de cultivares de milho e sorgo com resistências ambientais diferentes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.22, n.1, p.1-7, Jan.1987.
- MAGUIRE, D. J. Speed of germination- aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.176-177, Mar./Apr. 1962
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. *Vigor de sementes: Conceitos e Testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-1,1-21.

- MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.4, n.2, p33-35, 1994.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MARTINS, J. H. **Thin-layer drying rates of corn hybrids related to performance of high-speed, high temperature batch dryer**. Purdue: Purdue University, 1988. 182p. (Tese-Doutorado em Filosofia).
- MATTHEWS, S. Physiology of seed aging. **Outlook on Agriculture**, Ames, v.4, n.2, p.89-94, 1985.
- McDONALD Jr. M.B. Assessment of seed quality. **HortScience**, Alexandria, v.15, n.6, p.784-788, Dec.1980.
- McDONALD Jr.; M.B. A Review and evaluation of seed vigor tests. **Proceeding of the Association of official Seed Analysts**, Lansing, v.65, p.109-139, 1975.
- McDONALD Jr. M.B.; PHANEENDRANATH, B.R. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.1, n.1, p.27-37, 1978.
- MILLS, J.T. Insect-fungus associations influencing seed deterioration. **Phytopatology**, St. Paul, v.73, n.2, p.330-335, Feb.1983.
- MOORE, R.P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E. H., (ed.) **Viability of Seeds**. London: Chapman & Hall, 1972. Cap.4, p.94-113.

- MOORE, R. P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E. H. (ed.) **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 94-113.
- MOREY, R.V.; CLOUD ,H.A.; LUESCHEN, W.E. Pratices for the efficient .utilization of energy for drying corn. Transactions of the ASAE, Michigan, v.19, n.1, p.151-155, Jan./Feb.1984.
- NAKAGAWA, J. Apostila do curso de vigor sobre testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1992. p.75-95.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N.M. (Coord.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA,R.D.; FRANÇA NETO J. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**, Londrina: ABRATES, 1999, p.2.1-2.21.
- NAVRATIL, R. J., BURRIS, J. S. The effect of drying temperature on corn seed quality. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.64, n.3, p.487-496, 1982.
- NIJENSTEIN, J.H. Effects of soil moisture content and crop rotation on cold test germination of corn (*Zea mays* L.). **Journal of Seed Technoogy**, Lansing, v.12, n.1, p.99-106. 1988.
- OLIVEIRA, J.M.; CARVALHO, M.L.M. Teste de vigor. In: OLIVEIRA, J.M.; CARVALHO, M.L.M. **Produção e tecnologia de sementes: análise de sementes**, Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. Cap.5, p.91-130.

OLIVEIRA, L.M. de, **Avaliação da qualidade de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) pelos testes de germinação, tetrazólio e raios-X.** Lavras:UFLA,2000. 111p. (Dissertação-Mestrado em.Ciências Florestais).

POPINIGIS, F. **Fisiologia de semente.** Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes.** Brasília: MA/AGLIPAN, 1977. 290 p.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 605p.

ROSS, E. E. **Physiological, biochemical and genetic, changes in seed quality during storage.** *Hort Science*, Alexandria, v.15, n.6, p.781-783, Dec.1980.

SÁ, M.E. **Relações entre a qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** Piracicaba: ESALQ, 1987. 147p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).

SCOTT, D.J.; CLOSE, R.C. **Na assessment of seed factors affeting field emergence of garden pea seed lots.** *Seed Science and Technology*, Zurich, v.4, n.2, p.287-300, Apr./June. 1976.

SEYEDIN, N.; BURRIS, J.S. 1984. **Physiological studies on the effects of drying temperatures on corn seed quality.** *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.64, n.7, p.497-504, 1984.

SIMAK. M.; BERGSTEN. U.; HENRIKSSON, G. **Evaluation of ungerminated seeds at the end germination test by radiografy.** *Seed Science and Technology*, Zurich, v.17, p.361-369. 1989.

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

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

TEKRONY, D.M. Seed vigor testing. *Journal Seed Technology*, Lansing, v.8, n.1, p.55-60,1992.

THOMPSON. R.A; FOSTER G. H. Stress cracks and breakage in artificially dried corn. *Marketing Research, Bulletin N° 631. TFRD. MAS. USDA*. October.1963.

TOSELLO, J. Observações sobre a conservação de sementes. IN: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., 1968, Pelotas, *Anais...Rio de Janeiro: MA/EPE/MEC/IPEAS/UFRRS*, 1970. p323-332.

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

VIEIRA, R.D. CARVALHO, N.M. *Testes de vigor em sementes*. São Paulo: FUNEP / UNESP, 1994, 164p.

VILLELA, F. A. *Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho* . Piracicaba: ESALQ, 1991. 104p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).

WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.1-15, 1988.

ANEXOS

ANEXO A

Página

TABELA 1A	Valores de F obtidos na análise de variância dos dados referentes aos Testes de Germinação “plântulas normais” (TG), Teste de Germinação “primeira contagem”(TGPC), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), e Tetrazólio (TZ). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	62
TABELA 2A	Valores de F obtidos na análise de variância dos dados referentes aos testes de Frio (TF), Emergência (E), Índice de velocidade de emergência (IVE), Peso de Matéria Seca (PMS) e Envelhecimento acelerado (EA). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	63

ANEXO B

Página

FIGURA 1B	Valores médios de umidade relativa, medidos durante os meses de junho a março, nos anos de 1999 - 2000. Medidos na Unidade de Beneficiamento do (DAG) - Setor Sementes. UFLA, Lavras, MG.....	64
FIGURA 2B	Valores médios de temperatura, medidos durante os meses de Junho a março nos anos de 1999 - 2000. Medidos na Unidade de Beneficiamento do (DAG) - Setor Sementes. UFLA, Lavras, MG.....	64

TABELA 1A - Valores de F obtidos na análise de variância dos dados referentes aos Testes de Germinação “plântulas normais” (TG), Teste de Germinação “primeira contagem”(TGPC), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), e Tetrazólio (TZ). UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	TG	TGPC	IVG	TZ
Época	1	1111.687**	660.083**	57.137**	5461.333*
Rep(época)	6	9.687	10.194	0.399	5.500
Lote	1	438.020**	954.083**	2.888*	120.333*
Sub lote	2	199.562**	739.000**	14.977**	481.000**
Lote *sub lote	2	21.395 NS	60.333*	0.438 NS	2.333 NS
Lote * época	1	346.687**	14.083 NS	14.996**	65.333 NS
Sublote *época	2	131.812**	146.333**	4.747**	229.333**
Lote* subl*época	2	39.812 NS	14.333 NS	0.152 NS	5.333 NS
Erro	30	16.120	18.194	0.543	20.300
Total	47				
Media Geral		94.187	90.125	27.953	83.390
CV (%)		4.26	4.73	2.63	5.39

**Significante ao nível de 1% de probabilidade

*Significante ao 5% de probabilidade

TABELA 2A - Valores de F obtidos na análise de variância dos dados referentes aos testes de Frio (TF), Emergência (E), Índice de velocidade de emergência (IVE), Peso de Matéria Seca (PMS) e Envelhecimento acelerado (EA). UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	TF	E	IVE	PMS	EA
Epoca	1	14490.750**	33.333 NS	300.150**	27.542**	24030.750**
Rep(época)	6	46.972	16.611	2.645	0.270	18.305
Cultivar	1	1474.083**	385.333*	46.001**	1.320 NS	850.083**
Sub lote	2	291.583**	355.750*	15.327**	4.780**	140.583**
Lote *sub lote	2	336.083**	12.583 NS	6.782*	0.525 NS	390.583**
Lote * época	1	602.083**	176.333 ns	18.339**	0.016 NS	784.083**
Sublote *época	2	172.750**	11.083 ns	10.243*	0.558 NS	95.250*
Lote* subl*época	2	306.583**	308.583*	6.130**	2.690*	358.583**
Erro	30	19.238	6.344	1.448	0.623	24.105
Total	47					
Media Geral		78.291	88.250	21.629	11.910	77.291
CV (%)		5.60	9.22	5.56	6.63	6.35

**Significante ao nível de 1% de probabilidade

*Significante ao 5% de probabilidade

FIGURA 1B - Valores médios de umidade relativa, medidos durante os meses de junho a março, nos anos de 1999 - 2000. Medidos na Unidade de Beneficiamento do (DAG) - Setor Sementes. UFLA, Lavras, MG.

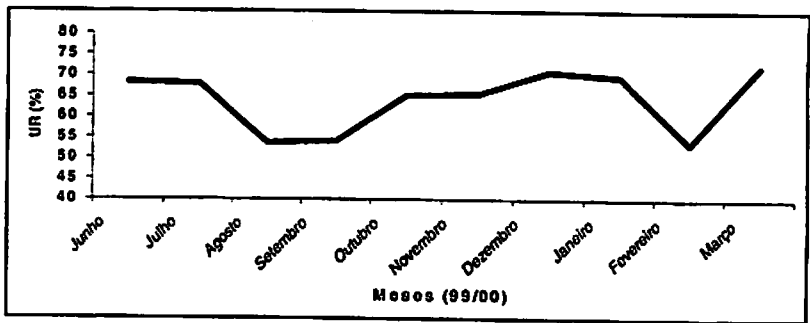


FIGURA 2B - Valores médios de temperatura, medidos durante os meses de Junho a março nos anos de 1999 - 2000. Medidos na Unidade de Beneficiamento do (DAG) - Setor Sementes. UFLA, Lavras, MG.

