

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**JAQUELINE SENEM**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA CONVENCIONAL E TRANSGÊNICA APÓS  
COLHEITA E DURANTE ARMAZENAMENTO EM CONDIÇÃO AMBIENTE E EM  
RESFRIAMENTO**

**CASCABEL**

**2011**

**JAQUELINE SENEM**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA CONVENCIONAL E TRANSGÊNICA APÓS  
COLHEITA E DURANTE ARMAZENAMENTO EM CONDIÇÃO AMBIENTE E EM  
RESFRIAMENTO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em cumprimento parcial ao requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em Sistemas Biológicos e Agroindustriais.

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Helena Pereira Nóbrega

**CASCADEL – PARANÁ - BRASIL**

**2011**

## **BIOGRAFIA**

Jaqueline Senem nasceu na cidade de Cascavel, PR, em 14 de setembro de 1987. Em 2005 iniciou o curso de graduação em Ciências Biológicas, Licenciatura, pela Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, PR, concluído em 2007. Trabalhou no Laboratório de Sementes da Cooperativa Agroindustrial Lar. Em 2009 iniciou o Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola – Área de concentração em Sistemas Biológicos e Agroindustriais pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

O Senhor é o meu pastor: nada me faltará. Ele me faz descansar em pastos verdes e me leva a águas tranquilas. O Senhor renova minhas forças e me guia por caminhos certos, como ele mesmo prometeu. (Salmo 23).

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me proteger e me guiar sempre;

Aos meus pais Dário e Rosmari, por serem minha fortaleza, pelo amor, apoio, compreensão e por acreditarem em mim;

À minha irmã Jéssica, por estar sempre presente em minha vida, minha companheira;

Aos meus avós, pelos momentos de conforto que é estar perto deles, e pelas orações;

À UNIOESTE, pela oportunidade e condições oferecidas para conclusão desta etapa;

À Profa. Dra. Lúcia Helena Pereira Nóbrega, pela orientação, e aos demais professores do programa;

À CAPES, pela concessão da bolsa de Mestrado;

À Cooperativa Agroindustrial Lar, pelo fornecimento das sementes;

Aos amigos da Pós-Graduação, em especial a Ariane, Danielle, Marcia M., Marcia S., Francielle, Gislaine, Adriana, Rodrigo, Fábio e Luan, pela amizade, pelo auxílio nas atividades do laboratório e pelo companheirismo;

À amiga Marta do laboratório de sementes da Lar, pelo auxílio sempre que precisei, e a dedicação, que muito me ajudou no decorrer deste trabalho;

Aos amigos do coração, pelo pensamento positivo e força;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada.

## RESUMO

### Qualidade de sementes de soja convencional e transgênica após colheita e durante armazenamento em condição ambiente e em resfriamento

Num cenário com crescente produção de sementes de soja, a qualidade da armazenagem é fator também de preocupação crescente, o que requer incorporação de tecnologias ao sistema de produção e pesquisa nas empresas sementeiras, adotando medidas que garantam a viabilidade da semente durante o armazenamento. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de sementes de cinco cultivares de soja recomendadas para a região Oeste do Paraná, após a colheita e durante oito meses de armazenamento sob condição de armazém e de resfriamento a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2$  para verificar seu efeito sobre a qualidade das sementes, perda de vigor e quais as cultivares que apresentam maior potencial de armazenagem. As avaliações foram realizadas no tempo 0 (colheita) e após, as sementes foram acondicionadas em embalagem de papel multifoliado. As demais avaliações ocorreram aos 60, 120, 180 e 240 dias de armazenamento, por meio dos seguintes testes: germinação, frio, deterioração controlada, envelhecimento acelerado e tetrazólio. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial  $5 \times 2$ , com cinco cultivares e duas condições de armazenagem. As médias foram comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A cultivar CD 202 apresentou o pior desempenho do início ao fim do armazenamento. A cultivar NK 412113 foi afetada pelo teste de envelhecimento acelerado após 120 dias de armazenamento nas duas condições. As cultivares CD 215, NK 412113, CD 233RR e NK 7059RR mantiveram seu vigor tanto na condição ambiente quanto sob resfriamento até o final do armazenamento nos testes de frio e deterioração controlada. As cultivares CD 215 e CD 233RR foram as mais vigorosas, mantendo boa qualidade até o final do armazenamento sob resfriamento; a partir dos 120 dias de armazenamento houve decréscimo do vigor das cultivares CD 202, NK 412113 e NK 7059RR quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, indicando menor potencial de armazenagem. Levando em conta que o teste de germinação tem validade por seis meses, conclui-se que todas as cultivares apresentaram bom desempenho após dois meses do prazo de validade, exceto a cultivar CD 202. Considerando o tempo de armazenamento estudado, de oito meses, pode-se afirmar que o resfriamento manteve o vigor das cultivares CD 215 e CD 233RR até o final do período. Sementes de soja armazenadas em diferentes condições apresentam comportamento distinto quanto ao vigor após 120 dias de armazenamento e não há diferença no vigor das sementes em relação à convencional ou à transgênica.

**Palavras-chave:** germinação, vigor, condições de armazenamento, *Glycine max* (L.).

## ABSTRACT

Seed quality of conventional and transgenic soybean after harvest and storage in warehouse and cooling conditions

In a scenario where there is increasing production of soybeans, the quality of the storing process is a factor of increasing concern, which requires the incorporation of technologies and production systems research in seed companies, adopting measures to ensure the viability of the seed during storage. This study aimed to evaluate the quality of seeds of five soybean cultivars recommended for the Western region of Paraná state, in the South of Brazil, after harvesting and during eight months of storage at different conditions (condition of warehouse, and cold  $20\text{ °C} \pm 2$ ) to determine the effects of storage conditions on the seed, vigor loss and the most resistant cultivars. Evaluations were performed at time 0 (harvest), after the seeds were packaged in multiwall paper. Other evaluations were at 0, 60, 120, 180 and 240 days of storage, through the following tests: germination test in the laboratory, cold test, controlled deterioration, accelerated aging and tetrazolium test. The design was completely randomized factorial ( $5 \times 2$ ), five cultivars and two storage conditions, and results were compared statistically by Tukey test at 5% significance level. The results showed that the CD 202 cultivar had the worst performance from the beginning to the end of storage, being less resistant. The cultivar NK 412 113 was affected drastically in the accelerated aging test after 120 days of storage under both conditions. The cultivars maintained their germination in both environment and cold storage conditions until the end of the cold tests and controlled deterioration. Cultivars CD 233RR and CD 215 were the most vigorous until the end of the storing process, in the cold chamber and starting at 120 days of storage, the vigor of cultivars CD 202, NK 412113 and NK 7059RR decreased, when subjected to accelerated aging test, indicating lower storage potential. Considering that the germination test is valid for six months, it is concluded that all cultivars showed good performance after two months of shelf life, except the CD 202 cultivar, considering the storage time studied, eight months, it can be stated that the cooling storage preserved in better conditions the cultivars CD 215 and CD 233RR until the end of the period and there is no difference in vigor of seeds in terms of being conventional or transgenic.

**Keywords:** germination, vigor, storage conditions, *Glycine max* (L.).

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 Objetivo geral.....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
3.1 Cultura da soja.....	4
3.2 Fatores que afetam a qualidade da semente .....	4
3.3 Vigor de sementes.....	9
3.4 Influência do armazenamento na qualidade das sementes.....	12
3.5 Caracterização da unidade armazenadora.....	17
3.5.1 Armazém convencional .....	17
3.5.2 Armazenamento sob condições de ambiente controlado .....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
4.1 Obtenção das amostras.....	20
4.2 Armazenamento .....	20
4.3 Avaliações .....	21
4.3.1 Teor de água .....	21
4.3.2 Teste de germinação.....	21
4.3.3 Envelhecimento acelerado .....	21
4.3.4 Deterioração controlada .....	22
4.3.5 Teste de frio .....	22
4.3.6 Teste de tetrazólio .....	22
4.4 Delineamento experimental.....	23
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
5.1 Caracterização do ambiente na colheita e durante o armazenamento.....	25
5.2 Qualidade inicial das sementes .....	26
5.3 Qualidade das sementes durante o armazenamento .....	31
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>48</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>51</b>

8	REFERÊNCIAS .....	52
---	-------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Precipitação pluviométrica (mm), Temperatura (°C) e Umidade Relativa do Ar (%) durante o período de colheita das sementes (14/03/2010) a (09/04/2010) na região de Xanxêre-SC (2010) .....25
- Figura 2 Temperaturas (°C) mínimas, máximas e médias e Umidade Relativa do Ar (%) durante o período de armazenamento das sementes (Jun/2010 a Dez/2010) na região de Medianeira-PR (2010) .....26

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Teor de água das sementes de cinco cultivares de soja, logo após a colheita (dados iniciais) e nos quatro períodos de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R). Cascavel, PR(2010). .....27
- Tabela 2 Percentual médio de plântulas normais de cinco cultivares de soja submetidas ao teste de germinação (GER), frio, envelhecimento acelerado (ENV) e deterioração controlada (DC) logo após a colheita. Cascavel, PR(2010). .....**Erro! Indicador não definido.**7
- Tabela 3 Resumo da análise de variância para obtenção dos valores de F, média geral (MG) e coeficiente de variação (CV%) das variáveis analisadas pelo teste de tetrazólio no tempo 0 dias. Cascavel, PR(2010). .....28
- Tabela 4 Porcentagens médias de vigor e viabilidade das sementes de cinco cultivares de soja obtidas pelo teste de tetrazólio logo após a colheita. Cascavel, PR(2010). .....29
- Tabela 5 Porcentagens médias de dano mecânico 1-8, dano mecânico 6-8, dano por umidade 1-8 e dano por ataque de percevejo 1-8 das sementes de cinco cultivares de soja obtidas pelo teste de tetrazólio logo após a colheita. Cascavel, PR(2010). .....30
- Tabela 6 Resumo da análise de variância para obtenção dos valores de F, provenientes dos testes de germinação (GER), FRIO, envelhecimento acelerado (ENV), deterioração controlada (DC) e tetrazólio (TZ) vigor e viabilidade aos 60, 120, 180 e 240 dias de armazenamento. Cascavel, PR(2010). .....**Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 7 Médias de porcentagem de germinação de sementes de cinco cultivares de soja aos 60 e 180 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), sem interação significativa. Cascavel, PR(2010). .....**Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 8 Médias do teste de germinação de sementes de cinco cultivares de soja provenientes do desdobramento dos fatores cultivares e condições de armazenamento aos 120 e 240 dias sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), com interação significativa. Cascavel, PR(2010). .....34
- Tabela 9 Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor – teste de frio de sementes de cinco cultivares de soja aos 120 e 180 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), sem interação significativa. Cascavel, PR(2010). 36
- Tabela 10 Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor – teste de frio de sementes de cinco cultivares de soja aos 60 e 240 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), com interação significativa. Cascavel, PR(2010). 37
- Tabela 11 Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor – deterioração controlada aos 60, 120 e 240 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), sem interação significativa. Cascavel, PR(2010).**Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 12 Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor – deterioração controlada aos 180 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), com interação significativa. Cascavel, PR(2010). .....40
- Tabela 13 Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor - envelhecimento acelerado aos 60 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), sem interação significativa. Cascavel, PR(2010). .....411

Tabela 14 Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor - envelhecimento acelerado de sementes de cinco cultivares de soja aos 120, 180 e 240 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), com interação significativa. Cascavel, PR(2010). .....41

Tabela 15 Porcentagens médias de vigor de cinco cultivares de soja obtidas pelo teste de tetrazólio nos quatro períodos de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R). Cascavel, PR(2010). .....466

Tabela 16 Porcentagens médias de viabilidade de cinco cultivares de soja obtidas pelo teste de tetrazólio nos quatro períodos de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R). Cascavel, PR(2010). .....488

## 1 INTRODUÇÃO

A semente é o insumo essencial de qualquer sistema de produção, sendo o instrumento que carrega a informação genética, a qual se traduzirá num produto. Portanto, torna-se imprescindível realizar boa escolha da semente a se utilizar.

O conhecimento do comportamento das sementes em relação às condições de armazenamento a que são submetidas é de extrema importância para a avaliação de sua armazenabilidade, sendo este um assunto gerador de grandes preocupações no Brasil.

Pelo seu papel na história da humanidade e na cadeia agrícola, a semente se apresenta como um insumo indispensável, sendo importante para o aumento quantitativo e qualitativo de produtividade. Portanto, a utilização de sementes de alta qualidade é um fator preponderante para o sucesso de qualquer cultura (GASPAR; NAKAGAWA, 2002).

A soja Roundup Ready (RR) consiste numa cultivar geneticamente modificada que tem a característica de tolerância ao herbicida Glifosato (N-fosfometilglicina), não seletivo, conferida através da inserção de um gene na planta de soja que codifica a proteína CP4 (KRUSE; TREZZI ; VIDAL, 2000). A introdução desse gene facilitou o controle das plantas invasoras, e seu uso se generalizou em algumas regiões, quando, ao mesmo tempo, surgiram críticas em relação à segurança dessa nova tecnologia.

A qualidade da armazenagem das sementes é preocupação crescente no país, pois, em seu esforço de exportação, é preciso, também nesse segmento, dispor de condições, que permitam atender aos padrões internacionais. Se as condições de armazenagem não forem adequadas, certamente parte da produção de soja não poderá ser exportada ou mesmo ser comercializada no mercado interno, porquanto os órgãos de inspeção sanitária se mostram cada vez mais rígidos em seus critérios (MACIEL et al, 2005).

As condições ambientais do armazém, umidade relativa do ar e temperatura afetam a velocidade dos processos bioquímicos nas sementes armazenadas e, conseqüentemente, a longevidade das mesmas – por isso a importância de que a semente seja armazenada em condições adequadas. Assim, apenas a verificação da qualidade fisiológica das sementes na colheita, classificação e beneficiamento são poucas informações que permitem saber a mudança da qualidade da semente durante o armazenamento.

Para Nakagawa *et al.* (2004), a capacidade de conservação das sementes de uma espécie ou cultivar depende dos fatores que definem a qualidade inicial das sementes e das condições ambientais de armazenagem. O armazenamento sob condições controladas de temperatura ou umidade relativa do ar constitui-se em alternativa tecnicamente viável para a preservação da qualidade das sementes (VILLELA; MENEZES, 2009).

Por isso, a importância da conservação é manter sua qualidade fisiológica, já que o armazenamento adequado diminui a possibilidade e a velocidade de deterioração, ou seja, para se obter sementes de boa qualidade, um armazenamento adequado é indispensável.

Segundo Krohn; Malavasi (2004) , o sucesso de uma lavoura está condicionado à utilização de sementes de alta qualidade. Neste sentido, o armazenamento constitui uma etapa em qual se deve procurar reduzir ao mínimo a velocidade e a intensidade do processo de deterioração, principalmente no caso da soja, pois, geralmente, inicia-se a colheita em fevereiro e as sementes são armazenadas por um período de mais de oito meses até a semeadura.

Entretanto, a cultura da soja ocupa posição de destaque na agricultura brasileira, o que justifica a busca de novas informações no sentido de otimizar seu cultivo e reduzir os riscos de prejuízos. Ainda, a valorização deste insumo tem despertado cada vez mais os agricultores, reconhecendo que é da semente que se obtém parte significativa do sucesso da cultura e que sementes de boa qualidade são tão desejadas tanto no que se refere ao melhoramento genético quanto na produção e armazenamento, sendo o resultado de esforço nas pesquisas brasileiras com objetivo de alta produtividade.

Sabendo que as regiões produtoras de soja no Brasil estão, em sua grande parte, presentes em regiões tropicais e subtropicais, tem-se grande dificuldade na conservação de grãos e de sementes no armazenamento, por essas regiões apresentarem alta temperatura durante o ciclo de armazenamento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o desempenho de sementes de cultivares de soja quanto à germinação e ao vigor, na colheita e durante oito meses de armazenamento em condição ambiente e em resfriamento.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o efeito das condições de armazenamento com e sem controle de temperatura sobre a qualidade de sementes convencional e transgênica, por meio dos testes de germinação, frio, deterioração controlada, envelhecimento acelerado e tetrazólio;
- Comparar o desempenho das cultivares durante o armazenamento e verificar como diferenças de qualidade podem afetar o potencial de armazenagem das sementes;
- Determinar qual cultivar apresenta melhor potencial de armazenamento;
- Quantificar a perda de germinação e de vigor das sementes durante o armazenamento;

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Cultura da soja**

A soja (*Glycine max* L.) é uma leguminosa de grande valor econômico para o Brasil, pois, além de ser utilizada como matéria prima para a indústria, é produto de exportação, justificando estudos que visem ao aumento da produtividade, e que sementes de qualidade é a consequência para evitar prejuízos e reduzir custos (EMBRAPA, 2002).

A cultura da soja ocupa posição de destaque no cenário agrícola nacional, tendo apresentado, nas últimas décadas, expansão não só em termos de área plantada nas regiões tradicionais de cultivo, como também avanço para novas regiões. Paralelamente à expansão da cultura, surgiu uma série de problemas de ordem fitossanitária, fazendo com que a maioria das doenças de importância econômica também aumentasse, tanto em número quanto em intensidade. Além de problemas de ordem fisiológica, a presença de microorganismos ameaça a qualidade das sementes, principalmente por provocar redução na germinação e por se constituir em potencial fonte de inóculo para novas safras (GOMES et al., 2009).

No Brasil, a rápida expansão ocorreu devido aos avanços no melhoramento genético, com o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas às regiões produtoras do país (YORINORI, 2002).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja e, segundo levantamento realizado pela CONAB, estima-se na safra 2011/2012 produção nacional de 69,23 milhões de toneladas, inferior em 8,1% (96,10 milhões de toneladas) ao volume de 75,32 milhões de toneladas produzido em 2010/2011. Tal resultado se deve exclusivamente às condições climáticas adversas, caracterizadas por estiagem nos principais estados produtores da região sul do país. Foram cultivados 24,76 milhões de hectares, 2,4% ou 583,4 mil hectares superior à área cultivada em 2010/11 que foi de 24,18 milhões de hectares, passando a ser a maior safra cultivada com soja no país (CONAB, 2012).

Apesar de boas práticas agrícolas garantirem quase sempre um retorno de produtividade ao produtor, muitas vezes essas não são correlacionadas à melhoria da qualidade das sementes. Assim, o emprego de testes que possam avaliar os atributos qualitativos desejáveis nas sementes pode fazer com que o manejo da cultura seja direcionado à elevação da qualidade (GONELI, 2007).

#### **3.2 Fatores que afetam a qualidade da semente**

A qualidade da semente é atribuída a um conjunto de vários atributos, os quais podem ser divididos em genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. Os genéticos se referem

à pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a doenças, precocidade, qualidade da semente e resistência a condições adversas de solo e clima. Os físicos são as características físicas ou mecânicas das sementes, nas quais se verifica a presença de sementes de invasoras, outras cultivares e material inerte. Os mecânicos seriam qualquer impacto que a semente sofra, causando danos. Considera-se também a umidade e a aparência da semente. Atributos fisiológicos estão relacionados ao potencial da semente quanto à germinação, dormência e vigor. Quanto aos sanitários, as sementes devem ser saudáveis e livres de patógenos, pois sementes infectadas por doenças podem não apresentar viabilidade ou serem de baixo vigor (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003).

A semente de soja é altamente higroscópica, tendo seu teor de água condicionado pelo ambiente, aumentando ou reduzindo seu volume em função da variação da intensidade de absorção de água. Com isso, o baixo teor de água da semente e a baixa temperatura do ambiente, associada à menor umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento, são importantes para a manutenção da viabilidade por um período mais prolongado (COSTA et al., 2005).

Assim, o conteúdo de umidade é um dos fatores mais importantes que afetam os grãos e sementes, sendo que seu efeito tem grande importância sobre a manutenção da qualidade das sementes. Quanto mais alta a umidade e a temperatura, mais intensa será a respiração. Luz (2007) explicou que cada tipo de semente tem uma umidade ideal para a colheita e o armazenamento, o qual é dependente da espécie, da variedade, das condições ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar, do destino do produto, entre outras. Entretanto, considera que 12 a 13% seja o nível de umidade ideal para armazenar a maioria dos grãos e sementes.

Segundo o mesmo autor, sementes com alto teor de umidade são vulneráveis ao ataque de insetos e fungos, pois estes organismos utilizam a água disponível para sobreviver e seu desenvolvimento se acelera rapidamente sob condições ideais de temperatura e umidade, diminuindo o tempo de armazenamento seguro.

Bragantini (2005) destacou a importância do teor de água, tendo este grande influência no processo respiratório da semente. Quando a umidade de armazenamento encontra-se entre 11 e 13%, o processo respiratório se mantém baixo e, assim, é prolongada a qualidade do produto armazenado; porém, se ocorre aumento no teor de água, esse processo acelera-se e ocorre a deterioração das sementes.

Esse é um dos fatores preponderantes para a conservação de grãos e sementes, considerado o mais importante e fator limitante do tempo de conservação dos produtos armazenados. Tanto é que pode-se dizer que quanto maior a umidade do produto armazenado, maior será sua perecibilidade e menor seu tempo de armazenamento. O teor de umidade governa a qualidade do produto armazenado (PUZZI, 2000).

A absorção de água (embebição) representa o passo inicial do processo de

germinação. A quantidade absorvida durante esse processo varia de acordo com a espécie, variedade, temperatura ambiente, composição química da semente, natureza dos tegumentos, teor de umidade da semente e quantidade de água disponível (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

A quantidade de água absorvida durante a germinação varia de acordo com a espécie vegetal. Sementes com maior volume embrionário em relação ao endosperma, com tegumento mais permeável e com a predominância de proteínas nos tecidos de reserva, exibem maior velocidade de embebição (PALAGI, 2004).

Apesar da umidade das sementes ser considerada o fator mais importante na conservação, a temperatura também é muito importante e contribui para alongar o período de armazenamento, mesmo em sementes com umidade elevada. Estudos da ação da temperatura do ambiente sobre a massa de grãos têm oferecido dados importantes para a melhoria das técnicas de armazenagem (BORDIGNON, 2009).

Sendo assim, o teste mais utilizado para se avaliar a qualidade fisiológica das sementes é o teste de germinação, mas este nem sempre apresenta boas correlações com a emergência de plântulas no campo (SCHUAB et al., 2002).

A constatação da inadequação do teste de germinação para estimar a emergência das plântulas em campo, sob condições adversas de ambiente, estimulou o desenvolvimento de conceitos de vigor e, conseqüentemente, de novos testes para aumentar a eficiência da avaliação da qualidade das sementes. Assim, dentre eles, o teste de emergência em campo é utilizado pelos produtores de sementes para se obter a porcentagem de emergência das plântulas em condições de campo antes da venda. Com este teste é possível visualizar a qualidade de cada lote antes da sua distribuição, o que possibilita que as tomadas de decisões sejam baseadas na viabilidade e vigor do lote (GUARNIERI, 2006).

Para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, usam-se testes de germinação e vigor, sendo o vigor um conjunto de atributos que confere à semente a capacidade para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais, atributos não demonstrados pelo teste de germinação (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

Miranda (1987) ao estudar a qualidade das sementes de soja armazenadas em embalagens permeáveis e semipermeáveis no Centro-Oeste e Nordeste brasileiro, concluiu que os locais que apresentaram condições ambientais de menor temperatura e menor umidade relativa do ar propiciaram melhor preservação da qualidade fisiológica da semente.

Contudo, Mayer e Mayber (1989) afirmaram que fatores ambientais e condições de armazenamento têm efeito decisivo sobre a vida de qualquer semente, ou ela permanecerá viável durante todo o período determinado pelo seu genoma ou perderá sua viabilidade em alguma fase anterior. Geralmente, a viabilidade é mantida melhor sob condições cuja

atividade metabólica das sementes é muito reduzida, baixas temperaturas e alta concentração de dióxido de carbono. Além disso, outros fatores são importantes na determinação da viabilidade, particularmente aqueles que determinam a dormência das sementes.

Sementes cuja viabilidade é reduzida são suscetíveis ao ataque de fungos e, portanto, mais suscetíveis ao processo de deterioração. As modificações químicas que ocorrem nas sementes durante a armazenagem são muito lentas, e às vezes, até insignificantes, em baixas temperaturas (SILVA et al., 2000).

O armazenamento após a colheita deve ser conduzido de maneira a reduzir ao máximo as reações bioquímicas que provocam a perda da qualidade fisiológica, sendo que o menor potencial de armazenamento conduz à maior deterioração de sementes, ao decréscimo na porcentagem de germinação e ao aumento na incidência de plântulas anormais, conforme afirmaram Delouche e Baskin (1973).

Para Baudet (2003) a deterioração da semente é um processo irreversível, não se pode impedi-la, mas é possível retardar sua velocidade por meio do manejo correto e eficiente das condições ambientais durante o armazenamento.

A deterioração em campo, também conhecida como deterioração por umidade, é a fase que ocorre após a maturidade fisiológica, antes das sementes serem colhidas, é um dos fatores em detrimento à qualidade de sementes de soja, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (FRANÇA NETO et al., 2000).

A taxa de deterioração depende da atividade das variáveis bióticas, a qual é afetada, principalmente, pela interação da temperatura e umidade. É baixa no início, porém, quando combinações favoráveis dessas variáveis são estabelecidas e o período de armazenagem é prolongado, podem ocorrer perdas significativas na qualidade dos produtos. A deterioração da semente é, portanto, resultante da ação de microorganismos, insetos, ácaros, etc., que utilizam nutrientes presentes na semente para o seu crescimento e reprodução (D'ARCE, 2006).

A respiração das sementes é um importante processo fisiológico gerador de calor, dióxido de carbono e vapor de água. Quando as sementes são armazenadas em ambiente fechado, sem controle de temperatura, pode ocorrer modificação da atmosfera da embalagem, aumentando a umidade relativa e acelerando o envelhecimento da semente. Além disso, sementes com danos mecânicos apresentam taxa respiratória mais acelerada, o que leva a maiores alterações no produto durante o armazenamento (AGUILERA; RIVERA, 1992).

Segundo os mesmos autores, estudos sobre o armazenamento de soja têm sido limitados a algumas condições de armazenagem, principalmente condições extremas, a fim de demonstrar mudanças significativas de qualidade. No entanto, as condições reais de armazenagem variam amplamente, as quais vão desde a baixa temperatura e elevada

umidade (por exemplo, o inverno) a temperaturas elevadas e umidade relativa baixa (por exemplo, uma área tropical, verão).

Além da qualidade inicial da semente e das condições de armazenamento interferirem na longevidade da semente, diferentes espécies apresentam comportamento distinto no armazenamento. Tekrony *et al.* (1993) identificaram que a germinação de sementes de soja decresceu mais rapidamente no armazenamento do que as sementes de outras espécies.

A ocorrência de condições climáticas desfavoráveis como chuvas e altas temperaturas durante as fases de maturação e colheita afetam, além da qualidade fisiológica, a sanidade das sementes (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

A presença de sementes verdes, às vezes, pode ser observada como consequência do clima quente durante o período de maturação, qual provoca estresse hídrico (excesso de perda de água) ou precipitações elevadas, forçando os agricultores a antecipar a colheita das culturas, a fim de evitar perdas (SINNECKER *et al.*, 2005).

Pádua *et al.* (2007) determinaram o nível tolerado de sementes esverdeadas em lotes de sementes de soja, das cultivares CD 206 e FMT Tucunaré e concluíram que índices de até 3% não causaram reduções na germinação, viabilidade e vigor pelo teste de envelhecimento acelerado, nas duas cultivares em estudo. Os níveis de semente verde superior a 9% reduzem a qualidade dos lotes para fins comerciais, devido a seus efeitos significativos na redução do seu potencial fisiológico.

Minuzzi *et al.* (2010) que trabalharam com as cultivares de soja BRS 133, BRS 206, BRS 239 e CD 202, na região de Dourados – MS, observaram que a cultivar CD 202 apresentou qualidade inferior às demais, demonstrado pelos resultados dos testes de germinação e envelhecimento acelerado.

Os eventos que caracterizam o processo de deterioração numa sequência hipotética são: a degradação de membranas celulares, redução das atividades respiratórias e biossintéticas, lentidão do processo de germinação, redução no potencial de longevidade, decréscimo na taxa de crescimento e de desenvolvimento, menor uniformidade de emergência, maior sensibilidade às adversidades do ambiente, redução da emergência das plântulas no campo, aumento da ocorrência de plântulas anormais e, finalmente, perda da capacidade germinativa (DELOUCHE, 1969; DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Sendo assim, sementes de baixa qualidade, aliadas às condições ambientais adversas por ocasião da semeadura, podem causar reduções da porcentagem de germinação e da velocidade de emergência das plântulas. Por outro lado, germinação mais rápida e uniforme é apresentada por sementes de alto vigor, com capacidade, inclusive, de melhor suportar as adversidades do local (LOPES *et al.*, 2002).

### 3.3 Vigor de sementes

O vigor é reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o potencial fisiológico da semente. Desta maneira, o resultado de um teste ou de um conjunto de testes indica lotes com maior ou menor probabilidade de apresentarem bom desempenho, sendo que lotes mais vigorosos apresentam maior possibilidade de sucesso sob condições adversas (MARCOS FILHO, 1994).

Para Vieira e Carvalho (1994), o objetivo da determinação do vigor é a identificação precisa de diferenças importantes na qualidade fisiológica de lotes comercializáveis, principalmente dos que possuem poder germinativo semelhante, ou seja, distinguir lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho após a sementeira ou durante o armazenamento e, no caso deste trabalho, a avaliação do potencial de armazenamento.

Os principais fatores que influenciam o vigor são a constituição genética de cada cultivar, as condições ambientais, o nível de nutrição da planta mãe, o estágio de maturação no momento da colheita, o tamanho da semente, a integridade mecânica, a presença de patógenos e a deterioração (ARTHUR; TONKIN, 1991; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Com relação aos efeitos do vigor das sementes sobre o potencial de armazenamento, sendo o processo deteriorativo inevitável e irreversível, aquelas de alto vigor chegarão ao final do armazenamento em melhores condições que as de menor vigor, independente do tempo de armazenamento (CARVALHO, 1994).

Cerqueira e Popinigis (1981) referiram-se ao nível de vigor das sementes como dependente de aspectos genéticos, fisiológicos, morfológicos, citológicos, mecânicos e microbiológicos, sendo que a condição fisiológica inadequada da semente pode advir da maturação em período desfavorável e do processo deteriorativo.

Sementes de alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos e maiores taxas de crescimento, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação, produzindo plântulas com maior tamanho inicial e raiz primária mais comprida (SCHUCH et al., 1999).

Os testes de vigor servem para identificar possíveis diferenças significativas na qualidade fisiológica das sementes de poder germinativo semelhante e no potencial de desempenho no campo. Eles são utilizados para complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação, alguns testes, como da velocidade de germinação, do envelhecimento acelerado, da condutividade elétrica, o teste de frio, deterioração controlada, germinação a baixa temperatura e o tetrazólio, são mais usados (MARCOSFILHO et al., 1987; DELOUCHE, 2002).

Considerando-se que lotes de sementes podem apresentar diferentes graus de deterioração, não revelados nos testes de germinação, existem sérias dificuldades para

identificar diferenças entre o potencial de armazenamento de lotes com capacidade germinativa semelhante. Toledo e Marcos Filho (1977) relataram que os testes de vigor, embora ainda não padronizados, são de extrema importância, uma vez que podem revelar pequenas diferenças no estágio de deterioração de lotes de sementes.

As sementes são avaliadas em condições desfavoráveis, sob as quais as sementes mais deterioradas não conseguem contribuir para o resultado final. Assim, os testes de vigor como o teste frio e envelhecimento acelerado são testes de estresse, ou seja, as sementes mostram sua habilidade em emergir sob condições adversas no campo. O teste de frio, por exemplo, expõe as sementes a baixas temperaturas, e do envelhecimento acelerado a temperatura e umidade elevadas (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

O teste de frio é dos mais utilizados para avaliar o vigor de sementes, pois se considera que sementes resistentes a condições desfavoráveis são mais vigorosas; assim, a combinação de baixas temperaturas e excesso de água no solo é utilizada para permitir apenas a sobrevivência das sementes vigorosas, pois essas condições podem provocar efeitos diretos às sementes, reduzindo a emergência e favorecendo o desenvolvimento de fungos (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Outro teste de vigor é o método do envelhecimento acelerado, que baseia-se no fato de que lotes de sementes com alto vigor manterão sua viabilidade (germinação) quando submetidas, durante curtos períodos de tempo, a condições de altas temperatura e umidade relativa em uma câmara apropriada, enquanto que os de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida nas mesmas condições. A temperatura, a umidade relativa e o tempo de permanência das sementes na câmara variam entre as espécies (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Logo, o teste de envelhecimento acelerado tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada por meio de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa, como os fatores ambientais, ou seja, amostras com baixo vigor apresentam maior queda de sua viabilidade, e as sementes mais vigorosas retêm sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada após serem submetidas ao teste.

Popinigis (1985) afirmou que o teste de envelhecimento acelerado é eficiente na comparação do vigor entre lotes de sementes, na estimativa do potencial de desempenho da semente em condições de campo e na determinação da capacidade potencial de armazenamento de lotes de sementes.

Segundo Powell (1995), o teste de deterioração controlada permite distinguir o vigor entre lotes de sementes que sofrem diminuição na sua sobrevivência por todas essas sementes estarem submetidas a níveis similares de deterioração por alto teor de umidade e elevada temperatura.

Para Matthews (1980), o teor de água inicial das sementes de todos os lotes é

uniformizado antes da exposição à deterioração. Desse modo, o teor de água das sementes durante o período de deterioração é constante, fato não verificado no teste de envelhecimento acelerado. O ajuste do teor de água faz com que as sementes atinjam, antecipadamente, o ponto de equilíbrio, sendo submetidas a um estresse mais rigoroso que no teste de envelhecimento, em que o teor de água aumenta, descontroladamente, entre as mesmas durante o teste, até atingirem o equilíbrio (KRZYZANOWSKI et al., 2001).

Segundo Rossetto e Marcos Filho (1995), o teste de envelhecimento acelerado é mais drástico do que o de deterioração controlada, pois, neste, o teor de água das sementes mantém-se constante e, no de envelhecimento acelerado, o teor de água aumenta durante o período de exposição, ocorrendo a diferentes velocidades.

França Neto *et al.* (1999) ressaltaram que, dentre os diversos métodos de controle de qualidade adotados pela indústria de sementes no Brasil, destaca-se o teste de tetrazólio, que é um teste bioquímico, recomendado principalmente para soja, devido à rapidez, precisão e também pelo grande número de informações fornecidas pelo mesmo.

Entretanto, Costa *et al.* (2007) também afirmaram que o teste de tetrazólio, além de avaliar o vigor e a viabilidade das sementes, fornece o diagnóstico das causas pela redução da qualidade, como danos mecânicos, deterioração por percevejo e umidade. Porém, além desses, os danos por secagem, estresse hídrico e geada podem também ser facilmente visualizados pelo teste. Aliás, o fornecimento desses diagnósticos tem sido o grande responsável pelo elevado índice de adoção do teste no Brasil, pois, além de apontar os problemas de redução da qualidade da semente, o mesmo, quando aplicado nas diferentes etapas do sistema de produção, pode identificar os pontos de origem desses problemas, permitindo que ações corretivas sejam adotadas, resultando na produção de sementes de alta qualidade.

Os danos mecânicos (impacto que a semente sofre) constituem-se em sérios problemas que reduzem a qualidade das sementes, tendo como consequência a redução do vigor, a diminuição da germinação, o aumento de infecção e a proliferação de patógenos e o menor potencial de armazenamento (VILLELA; MENEZES, 2009).

Segundo Toledo e Marcos Filho (1977), as sementes de soja, devido a suas características morfológicas, são protegidas por um tegumento pouco espesso, o qual não lhe oferece proteção – assim, tem suas partes vitais do eixo embrionário (radícula, hipocótilo e plúmula) muito expostas a impactos. Dessa forma, é muito propensa à deterioração e sensível a práticas inadequadas de manejo durante a colheita e pré-processamento, ocasionando baixo potencial de armazenabilidade.

Há a possibilidade, também, de que lotes de sementes de soja que apresentam porcentagem de germinação elevada e similar podem apresentar comportamentos diferenciados quando cultivados em condições idênticas, sem estresse de campo. Nesse caso é necessário avaliar seu vigor (SALINAS et al., 2001).

De acordo com os mesmos autores, a avaliação do vigor de sementes pode ser útil para o agricultor sob vários aspectos, tais como permitir a decisão sobre a compra de determinado lote, ajudar na definição de qual lote deverá ser utilizado no início da semeadura, da quantidade de sementes a ser utilizada por área e avaliar qual uniformidade pode-se esperar para a população de plantas por área, já que o vigor indica o quanto a semente resistiria às condições adversas que possam surgir no campo.

### **3.4 Influência do armazenamento na qualidade das sementes**

Uma das mais importantes etapas no processo, tanto no que se refere ao beneficiamento como ao recebimento de sementes, é o armazenamento. Etapa fundamental para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes como também das qualidades nutricionais que os grãos oferecem. O armazenamento visa à conservação da qualidade das sementes e grãos, utilizando o controle das condições ambientais para a manutenção da viabilidade do produto armazenado (ELIAS; OLIVEIRA, 2009).

As sementes de soja sofrem alterações físico-químicas e biológicas durante o armazenamento; assim, os principais fatores que afetam a capacidade de armazenamento de soja incluem ambiente, umidade relativa, teor de água, temperatura e tempo de armazenamento. As condições gerais do produto e a quantidade de impurezas também afetam sua capacidade de armazenamento (KONG et al., 2008).

Para Marcos Filho (2005), o armazenamento das sementes tem início imediatamente após atingirem seu ponto de maturação fisiológica, no qual as condições são seguras quando permitem a manutenção do potencial fisiológico das sementes sem perda de vigor e germinação.

O armazenamento, ao contrário do que comumente se pensa, não começa no momento em que a semente entra no armazém, mas a partir da maturidade fisiológica na planta. O intervalo entre a maturidade fisiológica e a colheita pode ser considerado como um período de armazenamento das sementes no campo (DELOUCHE, 1980).

A preservação da qualidade fisiológica das sementes mantidas em armazém convencional por períodos prolongados é um dos maiores obstáculos enfrentados pela tecnologia de sementes. No armazenamento, independente dos fatores hereditários inerentes à própria espécie, a longevidade das sementes está sujeita à ação de vários fatores externos, como a temperatura e a umidade relativa do ar, que mais afetam sua qualidade (VIEIRA et al., 2002).

Segundo Silva (1995), dos fatores que exercem influência sobre a conservação das sementes, o teor de umidade é o elemento principal sobre a qualidade do produto armazenado, o qual difere de acordo com a espécie da semente, tipo de armazenamento,

período de estocagem e condições ecológicas na região do armazenamento. A atividade de insetos é influenciada pelas condições do meio, sendo a temperatura ambiente em torno de 23 a 25 °C e umidade das sementes de 13 a 15%, favorecedoras do surgimento de quase todos os insetos.

Com relação à qualidade das sementes, não há melhora durante a armazenagem, já que o processo de deterioração é irreversível. Para conservar sementes em bom estado, é indispensável planejar as instalações e os equipamentos necessários e o tempo de armazenagem, considerando o período em que os lotes de sementes vão permanecer nos depósitos, as condições ambientais e as características genéticas da espécie (AGRINOVA, 2000).

A viabilidade é fator intrínseco de cada semente e varia entre espécies e variedades. Em sementes de soja, o fator genético sobre o potencial de armazenamento foi correlacionado com seu vigor para algumas variedades. O fator genético de cada cultivar mostra efeito altamente significativo sobre o potencial de armazenamento da semente, sendo, inclusive, sugerido que sementes de soja mais vigorosas poderiam ter melhores resultados durante o armazenamento. Todos os estresses aos quais as sementes são submetidas antes, durante e após a colheita afetam seu potencial de armazenamento. Alguns desses fatores são: condições ambientais no campo, danos mecânicos durante a colheita, manuseio, beneficiamento, secagem, sementes imaturas, estágio nutricional da planta-mãe, etc. (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003).

As sementes ortodoxas são tolerantes à dessecação e a temperaturas baixas, sem que nenhum dano fisiológico ocorra, o que permite a retenção do poder germinativo por longos períodos de armazenamento. As sementes recalcitrantes são sensíveis à desidratação, mesmo mantendo-se um grau de umidade alto, perdendo a viabilidade em um período de tempo relativamente curto (ROBERTS, 1973).

Em uma pesquisa desenvolvida por Alencar *et al.* (2008), os quais avaliaram a qualidade de sementes de soja armazenada em diferentes condições, provenientes de Nova Ponte, MG, sob combinações de teores de água (11,2; 12,8 e 14,8%) e temperatura (20, 30 e 40 °C) a cada 45 dias, durante 180 dias de armazenamento, os autores observaram que, após 135 dias a 20 °C, houve redução do potencial de germinação para o teor de água de 14,8%, pelo fato de este ser considerado um alto teor de água.

O aumento da viabilidade das sementes, durante o armazenamento, foi identificado por Tekrony *et al.* (1984), os quais atribuíram esta diferença à contaminação inicial das sementes por patógenos do gênero *Phomopsis*. Estas sementes foram contaminadas e infectadas no campo e, durante o armazenamento, o fungo, não encontrando condições favoráveis, perdeu sua viabilidade, não mais causando danos às sementes. Galli *et al.* (2007) verificaram outra diferença no comportamento das sementes durante o armazenamento, a qual é atribuída às diferenças genéticas entre cultivares, uma vez que,

quando as condições de armazenamento são favoráveis e as diferenças genéticas entre cultivares não se manifestam, estas apresentam o mesmo comportamento.

O ataque de fungos durante o armazenamento é uma das principais causas de perda da qualidade dos grãos e também da quantidade produzida. A contaminação fúngica resulta não somente na diminuição do peso dos produtos estocados, mas também em alterações indesejáveis na composição nutricional e nas propriedades químicas, as quais dificultam a industrialização. Assim, os fungos prejudicam fortemente as vendas externas, pois o rigor das exigências sanitárias dos importadores restringe as entradas dos produtos contaminados (AGRIANUAL, 2004).

Os fungos estão entre as principais causas de deterioração das sementes armazenadas, superados apenas pelos insetos. Insetos e roedores são controlados no armazenamento comercial, mas provavelmente sejam os fungos os principais deterioradores, como agentes, pois são capazes de provocar o aparecimento de defeitos nas sementes e, no primeiro estágio de germinação podem ser suficientes para destruir a viabilidade das sementes (ELIAS; OLIVEIRA, 2009).

De acordo com a umidade relativa, umidade das sementes e o estágio em que ocorre a infestação, os fungos são classificados em fungos de campo e de armazenagem segundo a descrição a seguir de Elias e Oliveira (2009).

Os fungos de campo são representados pelos gêneros *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Phoma* e *Aspergillus*, morrem rapidamente em sementes com umidade relativa do ar próxima a 70-75% e podem ser completamente destruídos durante a secagem se o procedimento for adequado; do contrário, desenvolvem-se os fungos de armazenagem.

Dentre os fungos de armazenagem, algumas espécies do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* constituem os que mais proliferam nas sementes armazenadas e resistem a umidades menores. Algumas espécies de *Aspergillus*, que são as mais resistentes dentre os fungos de armazenagem, desenvolvem-se em umidades relativas menores do que 65%. Quando as condições de umidade e temperatura são propícias, os esporos germinam e crescem, causando o mofamento das sementes durante o armazenamento,

As sementes, quando armazenadas em silos ou em sacos, formam uma massa porosa constituída das próprias sementes e do ar intersticial. Essa porosidade é responsável pela maior ou menor facilidade de circulação do ar entre as sementes, sendo o espaço ocupado pelo ar intergranular de 40% a 45%, ou seja, a importância da massa porosa é que o O<sub>2</sub> existente no espaço intergranular é utilizado na respiração das sementes (D'ARCE, 2006).

De acordo com o mesmo autor, num sistema ideal de armazenagem, a semente e os microrganismos (fungos e bactérias) estão normalmente em estado de dormência; os insetos, ácaros e, roedores estão ou deveriam estar ausentes. Ao contrário, o ambiente abiótico como temperatura e umidade, está sempre presente e é alterável. Ainda que

lentamente, os níveis de temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa, CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> oscilam. Uma variação anormal em qualquer um desses fatores pode criar condições favoráveis ao desenvolvimento e à multiplicação de microrganismos.

A uniformidade no desenvolvimento de sementes dentro da cultura é um fator pelo qual as práticas de produção agrícola e condições de cultivo afetarão a variação de semente para semente. Durante o crescimento das grandes culturas, a qualidade máxima da semente é geralmente considerada quando atinge a maturidade fisiológica no final do enchimento, ou seja, considera-se que a safra seja colhida no ponto de colheita, quando as sementes secarem a um teor de água que permita a colheita sem danos consideráveis. Pelo tempo, a qualidade das sementes já pode ter deteriorado, porque o desenvolvimento de sementes dentro de uma cultura não é uniforme: há diferenças no momento individual em que as sementes alcançam a maturidade fisiológica. No feijão comum, sementes de vagens precoces alcançam a maturidade fisiológica mais cedo, em menos dias depois da semeadura do que sementes de vagens tardias (MUASYA et al., 2006).

O ponto de colheita é o ponto de máxima qualidade fisiológica da semente, também chamado de ponto de maturidade fisiológica, em qual a planta mãe já cessou o transporte de nutrientes às sementes e está praticamente desligada dela, porém, ainda está com teor de umidade elevada, o que impede a colheita nesse momento. Assim, permanece fisicamente ligada à planta, podendo ser considerada como armazenada; entretanto, representa perigo para a qualidade da semente, pois fica exposta a intempéries, além de ao ataque de pragas e microrganismos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Alencar *et al.* (2009) avaliaram a qualidade das sementes de soja armazenadas na faixa de umidade de 11,2; 12,8 e 14,8% b.u., com diferentes valores de umidade relativa e temperatura e observaram que, para a comercialização de soja, como dentro da referência básica, é possível armazenar, durante 180 dias, sementes com teor de água de até 14,8% nas temperaturas de 20 e 30 °C; logo, na temperatura de 40 °C, somente as sementes com teor de água de até 11,0% poderão ser armazenadas nesse período.

Minuzzi *et al.* (2010) avaliaram a qualidade das sementes de quatro cultivares de soja, BRS 133, BRS 206, BRS 239 e CD 202 por meio dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e teste de frio sem solo, na região de Dourados, MT. Verificaram que as cultivares BRS 206 e CD 202 apresentaram resultados inferiores às demais nos testes de germinação e envelhecimento acelerado.

Trabalhando com a qualidade fisiológica das sementes de dez genótipos de soja colhidos e armazenados em condições de ambiente natural na região de Alegre, ES, com clima predominante quente e úmido no verão com inverno seco, Martins Filho (2001), avaliou as cultivares por meio do teste de germinação e primeira contagem de germinação e observou manutenção do vigor e capacidade germinativa da maioria dos genótipos, após a colheita e armazenamento até cerca de 60 dias, devido à redução da incidência dos fungos

de campo. Houve redução no vigor das sementes a partir de 120 dias e da germinação entre 120 e 150 dias de armazenamento; e, a partir de 210 dias de armazenamento todos os genótipos apresentaram vigor nulo e baixa capacidade germinativa, concluindo que ambiente com controle de temperatura e umidade relativa de acordo com a espécie são fundamentais para a manutenção da sua viabilidade.

Demito e Afonso (2009) desenvolveram um trabalho semelhante com a cultivar BRS 184 proveniente da safra 2004/2005 da cidade de Hernandárias, Paraguai. Estas foram resfriadas artificialmente em silos na faixa de 12 a 15 °C e depois foram acondicionadas em blocos de 840 sacas de 40 kg, e outro bloco foi mantido à temperatura ambiente e armazenado durante 140 dias. Para avaliar a qualidade inicial e a final das sementes de soja durante o armazenamento, foram analisadas quanto à germinação, e observou-se que entre as sementes não-resfriadas e as resfriadas, estas últimas mantiveram o poder germinativo após 140 dias de armazenamento e, em geral, quando armazenadas à temperatura ambiente (não-resfriadas) as sementes de soja degradam suas qualidades fisiológicas.

Santos *et al.* (2005), estudando o comportamento de sementes de feijão de quatro variedades, depois de serem armazenadas por oito meses em condições não-controladas de temperatura e umidade relativa, constataram que os valores de germinação reduziram de 5 a 15%; porém, mantiveram-se dentro dos padrões aceitáveis de germinação, que é de 80% (SEAB, 2005).

Henning *et al.* (1985) estudaram a qualidade de sementes de soja "Tropical" armazenadas com 17 e 9% de teor de umidade em câmara fria e ambiente natural, em Terezina, PI. Observaram que o teor de água da semente decresceu durante a armazenagem estabilizando-se em torno de 8% e que a qualidade fisiológica determinada pelo teste de germinação, envelhecimento precoce e tetrazólio foram sempre superiores para as sementes armazenadas na câmara fria. Após 45 dias em ambiente natural, independente do teor de água, as sementes já apresentavam sensível decréscimo na sua qualidade.

Delouche e Baskin (1973) afirmaram que a partir da maturação da semente podem ocorrer alterações degenerativas, de modo que a qualidade fisiológica pode ser mantida ou decrescer, dependendo das condições do ambiente no período que antecede a colheita, dos cuidados durante a colheita, a secagem e o beneficiamento e das condições de armazenamento.

Cardoso *et al.* (2004) avaliaram a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja, tratadas com fungicida, armazenadas em sistema a frio, durante oito meses. Observaram que as sementes na parte superior das pilhas armazenadas com 14% de umidade sofreram redução da qualidade fisiológica após dois meses de armazenamento.

### 3.5 Caracterização da unidade armazenadora

A produção de sementes é um dos principais segmentos do setor agrícola, não só no Brasil, mas em todo o mundo. Um dos principais problemas no Brasil está ligado diretamente às perdas dos produtores pela inadequação do armazenamento.

As sementes são armazenadas, durante as diferentes etapas do beneficiamento, das seguintes maneiras: a granel, em embalagens sob condições ambientais e sob condições controladas de temperatura e umidade (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003).

As operações de armazenamento e de manutenção dependem do próprio sistema de conservação e podem incluir movimentação, acondicionamento, aeração, transilagem, intrasilagem, expurgo, combate a roedores e retificação da secagem ou limpeza (ELIAS, OLIVEIRA, 2009).

O armazenamento pode ser realizado por meio de vários sistemas, como a granel, em sacaria, hermético, com atmosfera modificada ou não. Em qualquer circunstância, deve ser compatível com as características e com a quantidade de sementes, para que possa haver controle e manejo operacional adequados durante o período de armazenamento. As informações a respeito de armazenamento de sementes são limitadas no Brasil, por isso são necessários estudos que gerem conhecimentos fundamentais para que se possa manter a qualidade das sementes em toda a cadeia produtiva (ELIAS, 2009).

#### 3.5.1 Armazém convencional

O armazenamento pode ser feito em armazéns convencionais ou climatizados, dependendo da identificação da real necessidade da região em que se está trabalhando como, por exemplo, regiões com altitude mais elevada, com temperatura e umidade relativa do ar mais baixas, é a melhor opção para armazenar semente de soja; entretanto, em regiões quentes e úmidas do Brasil Central faz-se necessário o armazenamento em ambientes climatizados (CARDOSO et al., 2004).

Silva *et al.* (2000) afirmaram que quando as sementes são armazenadas em sacos, tecnicamente dispostos no armazém, possuem algumas vantagens, como: oferecer condições para manipular quantidades e tipos de produtos variáveis, permitir individualizar produtos dentro de um mesmo lote – em caso de deterioração localizada, há a possibilidade de removê-la sem o remanejamento de todo o lote; e menor gasto inicial com a instalação. Mas, também há desvantagens, como: elevado custo da sacaria, que, às vezes, é substituída por não ser material permanente, elevado custo de movimentação, por demandar muita mão-de-obra, e necessita muito espaço por tonelada estocada.

No Brasil, ainda predominam, em número, as unidades armazenadoras do sistema

convencional, ainda que a maior capacidade de armazenamento já se concentre no sistema a granel, com o grande incremento ocorrido na construção de silos nos últimos anos, mas ainda é expressiva a participação quantitativa das unidades armazenamento do sistema convencional (ELIAS; OLIVEIRA, 2009).

Assim, apesar de toda a tecnologia disponível à agricultura brasileira, as perdas qualitativas e quantitativas, originadas durante o processo de pós-colheita das sementes, ainda não são bem controladas e, durante o armazenamento, a massa das sementes é constantemente submetida a fatores externos.

Nos armazéns é necessário manter as sementes com baixo teor de umidade, para evitar deteriorações do produto, e é importante que a UR do ambiente de armazenamento seja controlada por um sistema de ventilação com a finalidade de impedir a reabsorção da umidade pela semente. Assim, esse sistema exige tratamentos e cuidados especiais contra pragas (PUZZI, 1986).

Segundo Silva (1995), as perdas são classificadas em dois tipos, sendo elas quantitativas e qualitativas, as quais são provenientes das pragas e insetos no armazenamento. As quantitativas se referem às reduções de peso ou de volume, ocasionadas pelo aquecimento da massa de grãos, disseminação de microrganismos, doenças, danos na estrutura na unidade armazenadora e resíduos tóxicos e outros. As qualitativas caracterizam-se pelas alterações na qualidade do produto, em função da diminuição do valor nutricional pela infestação de pragas. A natureza e a extensão destas alterações podem ser resumidas em seis fatores comumente envolvidos: mudanças químicas, teor de umidade, condução de calor, transformações, consumo e aceitabilidade.

### **3.5.2 Armazenamento sob condições de ambiente controlado**

O armazenamento de sementes com o método de refrigeração favorece condições de ambiente controlado (baixa temperatura e/ou umidade relativa do ar), que permite conservá-las por longos períodos de tempo. Isto faz com que não ocorram alterações nas condições de umidade do ar durante a armazenagem, evitando que as sementes absorvam umidade do ar, o que provocaria aumento do seu teor de água a limites que afetariam sua qualidade (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003).

A refrigeração cria uma superfície fria que absorve calor por condução, convecção ou radiação. Nas câmaras ou nos armazéns refrigerados, as paredes são construídas em blocos de carvão ou de concreto especial reforçados, e geralmente são estruturas de pavimento único para facilitar o uso de empilhadeiras e o manuseio do produto. A circulação do ar é necessária para resfriar o produto à temperatura desejada e mantê-lo uniforme em todos os pontos da câmara e ao longo período de armazenagem (SILVA et al., 2000).

Um ambiente com atmosfera controlada baseia-se na redução dos níveis de O<sub>2</sub> (oxigênio) e na elevação dos níveis de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), retardando assim a taxa de respiração do produto e seu processo de envelhecimento e perda de qualidade (BRACKMANN, 2002). Tem como benefícios de sua utilização: aumento da vida útil do produto, retardamento da deterioração da aparência, coloração, textura, aroma e qualidade nutricional, redução de perdas no manuseio pós-colheita, redução de perdas na distribuição e estocagem e possibilita atingir mercados mais distantes, devido ao aumento da vida útil.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Avaliação de Sementes e Plantas – LASP, do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *campus* de Cascavel, PR, e na Cooperativa Agroindustrial Lar, no município de Medianeira, PR, no período de abril a dezembro de 2010. As sementes utilizadas neste trabalho foram fornecidas pela cooperativa citada. Os testes de avaliação da qualidade das sementes foram realizados no LASP. O armazenamento das sementes ocorreu no Laboratório de Sementes da Cooperativa Agroindustrial Lar, onde está localizada a sala de resfriamento e na sua Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), no município de Medianeira, PR, região oeste do Paraná, situada a 25°17'40" de latitude Sul e a 54°05'30" de longitude Oeste. O clima é subtropical úmido com verões quentes, média anual de 21 °C, precipitação média anual de 1880 mm.

### **4.1 Obtenção das amostras**

Após a colheita, foram retiradas amostras de sementes das cultivares CD 215, CD 202, CD 233RR (transgênica), NK 412113 e NK 7059RR (transgênica), provenientes da safra 2009/2010, produzidas na cidade de Xanxerê, região oeste de Santa Catarina, produtora de sementes da Lar, onde se localiza a sua UBS. A utilização de cultivares diferentes é importante porque a resposta das sementes a estresses, como o provocado pelas condições dos testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada pode ser afetada significativamente pelo genótipo – esta situação deve ser avaliada em pesquisas sobre o assunto. Por isso, com a utilização de potenciais fisiológicos distintos, é fundamental para a identificação do poder discriminatório ou sensibilidade dos testes à amplitude de variação do vigor das amostras de sementes avaliadas.

### **4.2 Armazenamento**

As sementes foram acondicionadas em sacos de papel multifoliado de 40 kg e submetidas a condições diferenciadas de armazenamento durante oito meses: condição ambiente (armazém) e resfriamento (com temperatura em média de 18 a 20 °C), mantida por aparelhos de ar condicionado comuns, e a temperatura controlada por meio de termômetros. O armazenamento ocorreu nas dependências da Cooperativa Agroindustrial Lar.

### **4.3 Avaliações**

Os testes de qualidade foram realizados antes do armazenamento e a cada 60 dias, separadas as amostras das cultivares de cada condição de armazenamento em quantidade suficiente para a realização dos testes, e encaminhadas ao Laboratório de Avaliação de Sementes e Plantas da UNIOESTE. Os testes são descritos a seguir:

#### **4.3.1 Teor de água**

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas, com 5 g de sementes em cápsulas de alumínio, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O teor de água foi expresso em porcentagem.

#### **4.3.2 Teste de germinação**

Quatro repetições de 50 sementes de cada amostra foram colocadas para germinar em substrato de papel de germinação (“germitest”), previamente umedecido em água, utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco embebido em água, enrolados e levados a um germinador regulado à temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A avaliação foi realizada aos oito dias após a montagem do teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas. Foi adaptado dos critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

#### **4.3.3 Envelhecimento acelerado**

Realizado com 250 sementes, sobre uma tela de alumínio, fixada em caixas plásticas tipo “gerbox” e mantidas em câmara de envelhecimento acelerado a  $41\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 48 h. A manutenção da umidade relativa no interior de cada caixa plástica foi por meio da adição de 40 mL de água (100% umidade relativa), conforme descrito por Marcos Filho *et al.* (1987) e França Neto *et al.* (1999). Ao término de cada período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes segundo Brasil (2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais no oitavo dia (considerando plântulas normais, anormais e sementes mortas).

#### **4.3.4 Deterioração controlada**

Diferente do envelhecimento acelerado, o teor de água das amostras de sementes foi ajustado para valor de no mínimo 15,5%, previamente à instalação do teste. Assim, o efeito do teor de água sobre a deterioração é direto, ao contrário do que se verifica no teste de envelhecimento acelerado.

Foram pesados 5 g de cada cultivar de cada tratamento e umedecidas artificialmente até atingir teor de água de 15,5%. Depois de ajustado o teor de água, foram utilizados 250 sementes de cada cultivar, e colocadas em embalagens de alumínio revestidas com plástico, hermeticamente fechada, mantidas em banho-maria, a 40 °C, durante 48 h e, após, as amostras foram colocadas para germinar durante oito dias. A percentagem de plântulas normais é proporcional ao vigor das sementes (MARCOS FILHO; NOVEMBRE; CHAMMA, 2001).

#### **4.3.5 Teste de frio**

Foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada amostra, utilizando-se o mesmo procedimento de instalação do teste de germinação. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e mantidos em câmara B. O. D regulada a 10 °C, durante sete dias. Após este período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para um germinador a temperatura de 25 °C onde permaneceram por oito dias, quando foi avaliado o número de plântulas normais, anormais e sementes mortas, conforme Vieira e Carvalho (1994).

#### **4.3.6 Teste de tetrazólio**

Foram avaliadas duas sub-amostras de 50 sementes, de cada amostra. As sementes foram embaladas em papel "germitest" umedecido e mantidas nessas condições por 16 h a temperatura de 25 °C e, após, foram colocadas em frascos plásticos, sendo submersas na solução de tetrazólio (0,075%) e permaneceram por aproximadamente 150 a 180 minutos à temperatura de 40 °C em estufa com ausência de luz. Após o período de imersão, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas na água para avaliação (FRANÇA-NETO et al, 1988).

As sementes foram avaliadas uma a uma, seccionadas longitudinalmente através do eixo embrionário com auxílio de bisturi, observando a ocorrência de danos nas partes internas e externas dos cotilédones, com atenção especial ao eixo hipocótilo-radícula.

Foram quantificados os danos mecânicos e os provocados por percevejos e umidade, que porventura foram identificados, além da viabilidade e vigor, expressos em porcentagem. Foi dada especial atenção aos ferimentos no eixo embrionário mantendo-se o cuidado de observar se os mesmos atingiram o córtex ou cilindro central. Segundo França Neto *et al.* (1988), são consideradas vigorosas as sementes que apresentarem vigor superior a 75%.

Quando os tecidos apresentaram coloração vermelho carmim, considerou-se vivo e vigoroso, quando vermelho carmim forte considerou-se tecido em deterioração, e, quando de coloração branco leitoso considerou-se tecido morto. A ficha de avaliação do teste de tetrazólio foi preenchida de acordo com os danos encontrados em cada semente analisada. As sementes foram classificadas individualmente em classes de 1 a 8. Após a avaliação visual realizada individualmente foram registrados os níveis de vigor e de viabilidade, sendo o somatório dos percentuais das classes 1 a 3 resultados do índice de vigor, e de 1 a 5 do índice de viabilidade, enquanto o somatório dos índices de 6 a 8 foram enquadrados como sementes inviáveis devido aos danos terem atingido, principalmente, o eixo embrionário, cujos resultados foram expressos em porcentagem segundo metodologia descrita pela Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e Vigor de Sementes: Conceitos e Testes (FRANÇA NETO *et al.*, 1999).

As interpretações do teste basearam-se na descrição encontrada em França Neto *et al.* (1999), e são as seguintes:

Nível de vigor índice estimado pelo somatório dos níveis de (1 a 3):

Vigor muito alto: igual ou superior a 85%

Vigor alto: entre 84% e 75%

Vigor médio: entre 74% e 60%

Vigor baixo: entre 59% e 50%

Vigor muito baixo: igual ou inferior a 49%

Interpretação dos níveis (6 a 8), os quais indicam a porcentagem de perda de viabilidade ocasionada pelos referidos danos:

Sem restrição: inferior a 6%

Problema sério: entre 7% a 10%

Problema muito sério: superior a 10%

#### **4.4 Delineamento experimental**

Foi realizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de cada tratamento, em esquema fatorial 5 x 2 (5 cultivares e 2 condições de armazenamento) em cada período de armazenamento. A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância (ANOVA), utilizando-se o software estatístico SISVAR

(FERREIRA, 2000). Os resultados de qualidade de sementes expressos em porcentagem foram transformados em arco seno  $\sqrt{x}/100$  antes de serem submetidos à análise de variância. No caso de interações significativas, procedeu-se aos desdobramentos necessários e às comparações entre médias foram feitas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

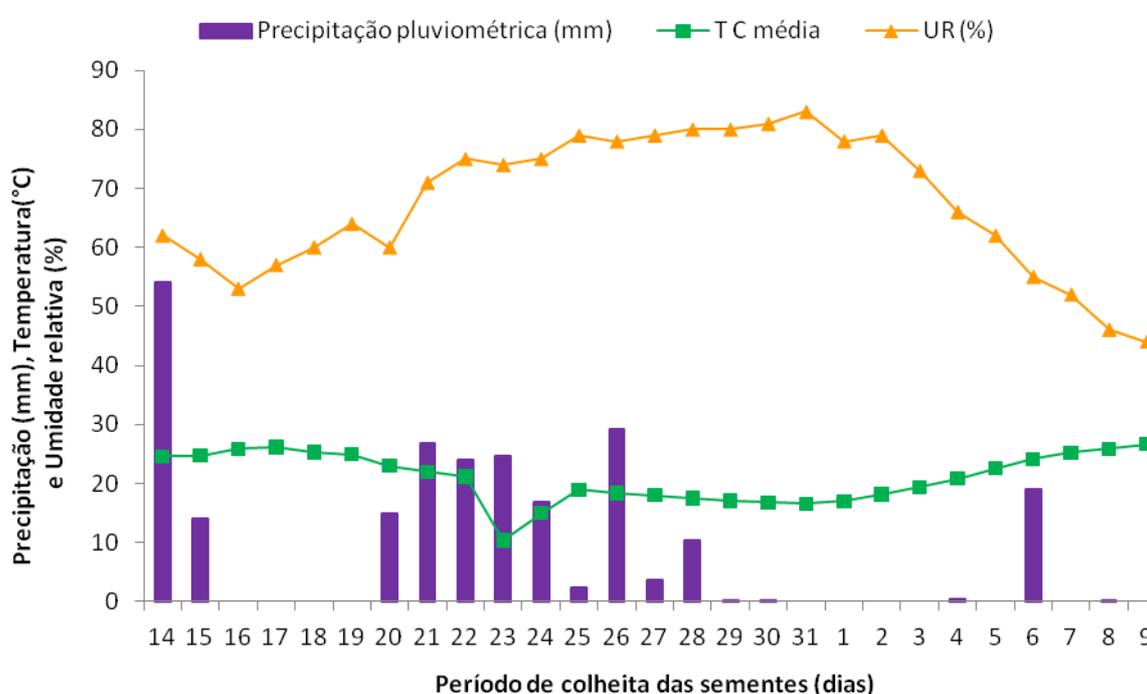
Os dados referentes ao teste de tetrazólio que não apresentaram normalidade pelo programa Minitab 16 foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ .

Os dados cujo coeficiente de variação (CV) apresentaram-se menores que 20%, classificados como baixos ou médios, foram considerados homogêneos conforme Pimentel Gomes (2000).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização do ambiente na colheita e durante o armazenamento

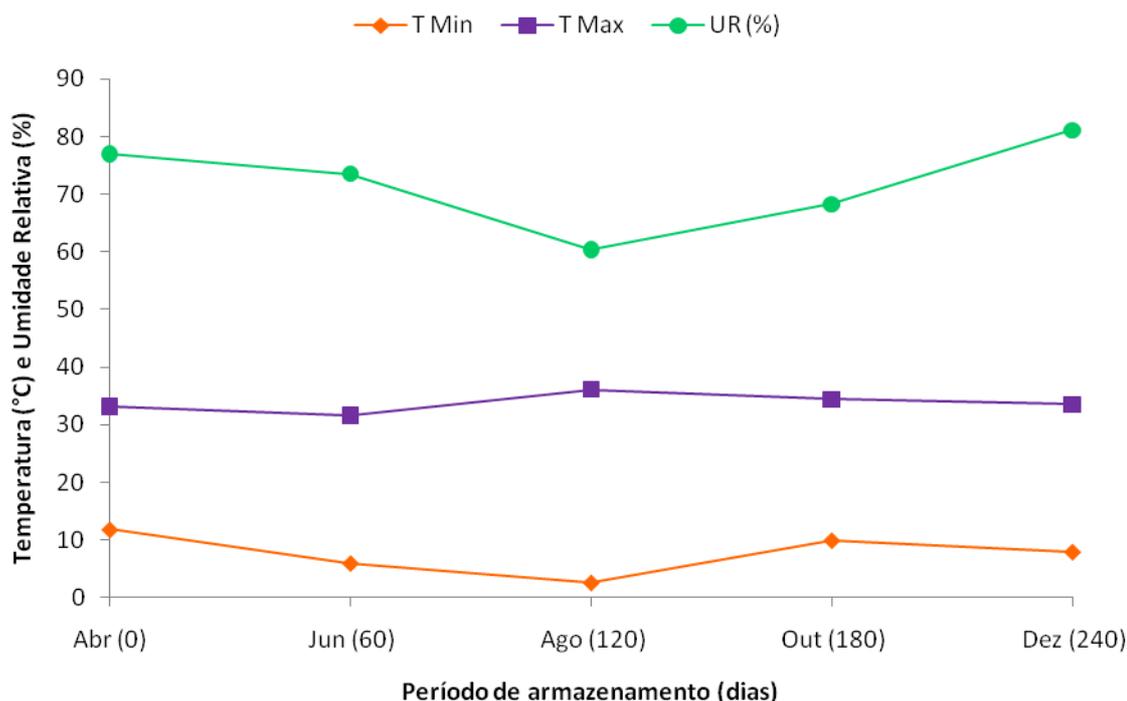
Na Figura 1 estão apresentados os dados diários de precipitação, temperatura média e umidade relativa do ar durante o período de colheita das sementes de soja. Observa-se maior precipitação no início da colheita e temperatura média de 24,6 °C. Os valores de umidade relativa (UR) oscilaram diariamente, com menor valor de 53% e maior de 84%. Houve dias que apresentaram umidade relativa do ar mais elevada, no final de março, podendo influenciar o armazenamento das sementes. A temperatura média durante o período de colheita foi de 20 °C e a umidade relativa média foi de 71%.



**Figura 1** Precipitação pluviométrica (mm), temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) durante o período de colheita das sementes 14/03/2010 a 09/04/2010 na região de Xanxêre, SC (2010)

Fonte: EPAGRI (2011).

Os dados de temperatura e UR do ar durante o período de armazenamento encontram-se na Figura 2. A média da temperatura máxima foi de 37 °C, registrada no mês de setembro/2010, e as mínimas nos meses de julho e agosto/2010 com 1 e 2,5 °C, respectivamente. Observa-se, assim, que houve temperaturas elevadas durante o armazenamento. A UR média do ar durante o período de armazenamento foi de 72%, sendo que a máxima (84,3%) foi registrada em maio/2010 e a mínima (60,4%) em agosto/2010.



**Figura 2** Temperaturas (°C) mínimas e máximas e umidade relativa do ar (%) durante o período de armazenamento das sementes (Jun/2010 a Dez/2010) na região de Medianeira, PR (2010).

Fonte: SIMEPAR (2011)

## 5.2 Qualidade inicial das sementes

Na Tabela 1 são apresentados os valores dos teores de água das cinco cultivares avaliadas após a colheita (dados iniciais) e durante os períodos de armazenamento.

A determinação do teor de água das sementes foi realizada para caracterização inicial das cultivares e para se constatar possível influência nos resultados – por isso, não se realizou análise estatística.

As sementes apresentaram-se, em geral, com teor de água entre 11 e 13% do início até os 60 dias de armazenamento (Tabela 1), condição esta favorável para proporcionar armazenamento satisfatório, segundo Harrington (1972).

Entretanto, a partir dos 120 dias de armazenamento, o teor de água das sementes reduziu-se drasticamente, tanto na condição ambiente quanto na câmara fria. O mesmo foi observado por Henning (1985). Porém, o teor de água das sementes armazenadas na condição ambiente foi maior do que nas sementes armazenadas na câmara fria aos 180 e 240 dias de armazenamento. Isso pode ter ocorrido devido à maior variação das condições psicrométricas do ambiente de armazenamento, coincidindo com o período de menor umidade relativa do ar (Tabela 1).

**Tabela 1** Teor de água das sementes de cinco cultivares de soja, logo após a colheita (dados iniciais) e nos quatro períodos de armazenamento sob condições ambiente (A) e Resfriamento (R). Cascavel, PR (2010)

Cultivar	Dados iniciais	Períodos de armazenamento (dias)							
		60		120		180		240	
		Condições de armazenamento							
		A	R	A	R	A	R	A	R
CD 215	11,2	11,4	11,1	6,8	7,0	8,3	7,0	10,0	8,1
CD 202	13,4	11,7	11,5	7,0	7,0	8,6	7,0	9,5	8,1
NK 412113	11,6	11,7	11,3	6,8	7,1	8,2	7,0	10,1	7,9
CD 233RR	12,6	11,6	11,4	6,9	7,1	8,4	7,0	10,5	7,8
NK 7059RR	11,2	11,7	11,3	7,0	7,0	8,1	7,0	9,6	7,6

Em virtude das oscilações da temperatura e UR (%) do início do armazenamento até os 60 dias, a UR apresentou média em torno de 76,6%, considerada satisfatória. Convém destacar que no período de 120 e 180 dias houve redução da umidade relativa do ar e temperaturas elevadas, conforme Simepar (2011), influenciando a redução do teor de água nas sementes. Aos 240 dias ocorreu acréscimo da umidade relativa do ar, devido ao aumento da precipitação pluviométrica, o que pode ter influenciado o aumento do teor de água das sementes nesse período.

Sob condições de ambiente natural o teor de água das sementes pode alterar-se em função de oscilações da umidade relativa ambiental e, conjugada com variações da temperatura, pode determinar redução da qualidade fisiológica das sementes, como referido por Wetzel e Andrigueto (1987).

Na Tabela 2 encontram-se a caracterização da qualidade física e fisiológica das sementes, antes do armazenamento, determinadas pelos testes de germinação, de frio, envelhecimento acelerado e deterioração controlada.

**Tabela 2** Percentual médio de plântulas normais de cinco cultivares de soja submetidas ao teste de germinação (GER), frio, envelhecimento acelerado (ENV) e deterioração controlada (DC) logo após a colheita. Cascavel, PR (2010)

Cultivar	Testes			
	GER	FRIO	ENV	DC
CD 215	96a	90a	86a	96a
CD 202	90a	74b	72ab	82b
NK 412113	93a	93a	65b	95ab
CD 233RR	94a	92a	84a	97a
NK 7059RR	91a	94a	83ab	94ab
Média	92,6	88,3	77,8	92,6
CV (%)	4,38	9,25	14,08	7,87
DP	4,1	8,2	11	7,3

Nota: médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se que não foi possível identificar diferenças significativas entre as cultivares pelo teste de germinação, pois todas apresentaram bom desempenho, sendo a porcentagem de germinação média acima de 90%.

No teste de frio, as cultivares apresentaram vigor muito alto, diferindo somente da CD 202, com o menor valor, representando vigor médio em relação às demais, o que mostra que esta variedade é mais sensível ao teste de frio, ou seja, a temperaturas baixas.

Quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, nota-se que a cultivar CD 215 apresentou a maior média de vigor, diferindo apenas da NK 412113, com menor média. Porém, esta foi igual estatisticamente às cultivares NK 7059RR e CD 202, as quais apresentaram as seguintes menores médias, sem diferir da cultivar de maior vigor. Isso mostra que as cultivares NK 412113 e CD 202 foram mais sensíveis quando expostas às condições de estresse, como elevada temperatura e umidade relativa.

Em relação ao teste de deterioração controlada, a maior média foi verificada na cultivar CD 233RR, a qual diferiu somente da CD 202, com a menor média, porém, não inferior ao padrão mínimo estabelecido para comercialização. Esta foi igual às cultivares NK 412113 e NK 7059RR.

Vale ressaltar que todas as cultivares apresentaram porcentagens médias de plântulas normais superiores à mínima estabelecida para comercialização de sementes de soja, ou seja, 80% de germinação (SEAB, 2005). Ainda, tanto o teste de frio, envelhecimento acelerado quanto o de deterioração controlada foram semelhantes ao expressar o resultado da cultivar CD 202, a qual se apresentou como a de pior desempenho.

As cultivares recomendadas para as diversas regiões produtoras não são uniformes quanto à qualidade fisiológica das sementes, pois essa qualidade possui sua base assentada no genótipo (PALAGI, 2004).

Dentre os testes disponíveis para a avaliação do vigor das sementes, os de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada, estudados na presente pesquisa, têm sido destacados como os mais eficientes (ROSSETTO; MARCOS FILHO, 1995).

Os dados apresentados são considerados homogêneos, pois o coeficiente de variação foi menor que 20%, considerados baixos ou médios, segundo Pimentel Gomes (2000).

Na Tabela 3 encontra-se o resumo da análise de variância de dados referentes à qualidade inicial das sementes quanto ao vigor, viabilidade, dano mecânico, classe 1-8, dano mecânico classe 6-8, dano por umidade classe 1-8 e dano por ataque de percevejo classe 1-8 obtidos pelo teste de tetrazólio logo após a colheita, antes do armazenamento.

**Tabela 3** Resumo da análise de variância para obtenção dos valores de F, média geral (MG)

e coeficiente de variação (CV%) das variáveis analisadas pelo teste de tetrazólio no tempo 0 dias. Cascavel, PR(2010)

Variáveis	F	MG (%)	CV (%)
Vigor	0,00*	87,4	2,95
Viabilidade	0,00*	93,6	2,06
Mecânico 1-8	0,00*	30,0	11,67
Mecânico 6-8	0,00*	5,8	36,71
Umidade 1-8	0,00*	23,4	11,55
Percevejo 1-8	0,00*	5,6	31,94

\* = significativo a 5% de probabilidade.

Verifica-se que o valor de F foi significativo ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis analisadas. Não houve presença de dano por umidade classe 6-8 e dano por ataque de percevejo classe 6-8. Os coeficientes de variação dos parâmetros vigor, viabilidade, dano mecânico classe 1-8 e dano por umidade classe 1-8 são considerados baixos, com dados homogêneos, pois foram menores que 20% (PIMENTEL GOMES, 2000). Os parâmetros dano mecânico classe 6-8 e dano por percevejo classe 1-8 apresentaram coeficientes de variação maiores que 30%, e são, portanto, considerados dados heterogêneos.

Na Tabela 4, encontra-se a caracterização inicial das sementes na colheita, antes do armazenamento, quanto ao vigor e à viabilidade, obtidos pelo teste de tetrazólio.

**Tabela 4** Porcentagens médias de vigor e viabilidade das sementes de cinco cultivares de soja obtidas pelo teste de tetrazólio logo após a colheita. Cascavel, PR(2010)

Cultivar	Vigor	Viabilidade
CD 215	89a	95ab
CD 202	82b	92bc
NK 412113	80b	88c
CD 233 RR	94a	97a
NK 7059RR	92a	96ab

Nota: médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se que a cultivar com maior média de porcentagem de vigor foi a CD 233RR, sendo estatisticamente igual à NK 7059RR e CD 215. As menores médias de vigor, mas classificadas como de vigor alto (FRANÇA NETO et al., 1999), foram as cultivares NK 412113 e CD 202. Para a variável viabilidade, a cultivar com maior média foi a CD 233RR, sendo igual às NK 7059RR e CD 215 com médias iguais. Porém, estas não diferiram da cultivar CD 202, a qual, por sua vez, foi igual a cultivar NK 412113 com a menor média de viabilidade.

Segundo França Neto *et al.* (1999) o nível de vigor é classificado como muito baixo

para valores inferiores a 49%, baixo para valores entre 50 e 59%, médio para valores entre 60 e 74%, alto para valores entre 75 e 84% e muito alto para valores iguais ou superiores a 85%.

Encontram-se na Tabela 5 os dados de dano mecânico classe 1-8, dano mecânico classe 6-8, dano por umidade classe 1-8 e dano por ataque de percevejo classe 1-8 das sementes obtidos pelo teste de tetrazólio logo após a colheita. Os dados que não apresentaram normalidade, do dano por umidade, foram transformados em  $\sqrt{x+1}$  por meio do programa Excel, para fins de análise estatística, apenas.

**Tabela 5** Porcentagens médias de dano mecânico 1-8, dano mecânico 6-8, dano por umidade 1-8 e dano por ataque de percevejo 1-8 das sementes de cinco cultivares de soja obtidas pelo teste de tetrazólio logo após a colheita. Cascavel, PR(2010)

Cultivar	Mecânico 1-8	Mecânico 6-8	Umidade 1-8	Percevejo 1-8
CD 215	28b	2c	19b	1b
CD 202	49a	8ab	14b	11a
NK 412113	30b	9a	50a	4b
CD 233 RR	20c	4bc	16b	3b
NK 7059RR	23bc	6abc	18b	9a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os dados apresentados são os obtidos das observações originais, e transformados em  $\sqrt{x+1}$  para os que não apresentaram normalidade.

Para a variável dano mecânico classe 1-8 (Tabela 5), a cultivar CD 202 apresentou maior porcentagem do dano, diferindo das demais, em seguida foram as cultivares NK 412113, CD 215 e NK 7059RR, com médias iguais estatisticamente, devido aos menores índices de vigor. A menor porcentagem de dano foi obtida para a cultivar CD 233RR, o que explica porque foi a mais vigorosa (Tabela 4). A alta porcentagem da ocorrência do dano mecânico explica a redução do vigor das sementes (Tabela 4), observando-se maior presença de danos nas cultivares CD 202 e NK 412113.

Em relação ao dano mecânico classe 6-8, os maiores índices foram apresentados pelas cultivares NK 412113, CD 202 e NK 7059, com médias iguais. A cultivar CD 215 obteve a menor porcentagem de dano, seguida da cultivar CD 233RR, as quais não diferiram entre si e também da NK 7059RR. Os níveis 6-8 indicam a porcentagem de perda de viabilidade da semente. Se a porcentagem for inferior a 6% é considerado sem restrição, entre 7 e 10% considerado problema sério, se quando superior a 10%, problema muito sério. Se algum desses problemas forem observados, deve-se realizar ações corretivas para a melhora da qualidade da semente, como melhor ajuste das colhedoras (FRANÇA NETO et al., 1999). Portanto, neste trabalho, as cultivares CD 202 e NK 412113 apresentaram danos entre 7 e 10%, sendo, então, considerados como problema sério.

A principal fonte de danos mecânicos é a operação de colheita, ainda que parte

expressiva dos mesmos possa resultar das operações de secagem, processamento, transporte, armazenamento e semeadura (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Carvalho e Nakagawa (1983) observaram que o local do impacto tem muita influência, sendo um fator totalmente imprevisível. O dano é facilitado quando a semente tem o eixo embrionário em posição muito exposta. Normalmente, sementes maiores sofrem maior dano, como é o caso das leguminosas. O tecido cotiledonar também é mais suscetível. Quanto mais regular o formato da semente, a possibilidade da injúria atingir a semente em uma região vital é igual às demais regiões, o que seria uma possível explicação para a semente de soja ter alta sensibilidade à injúria mecânica. A espessura e o grau de compactação celular do tegumento também exercem papel no controle da injúria mecânica, assim como o espaçamento entre os cotilédones que, quanto menor, menor a suscetibilidade.

Os níveis de dano mecânico são reduzidos quando as sementes atingem a maturidade de campo, na faixa de umidade entre 15% a 13%, em qual se obtém os maiores níveis de vigor e viabilidade, quando a semente está com seu máximo de matéria seca, que é o ponto de colheita. A obtenção de matéria-prima abaixo dos níveis dos padrões de qualidade poderá comprometer a competição de mercado da soja brasileira.

A maior porcentagem média de dano por umidade classe 1-8 foi verificada na cultivar NK 412113, com valor elevado em relação às demais, diferindo de todas as cultivares. Para a variável dano por percevejo classe 1-8, o maior índice do dano foi verificado na cultivar CD 202, a qual foi igual estatisticamente à NK 7059RR. As menores porcentagens dos índices dos danos apresentaram-se para as cultivares CD 215, NK 412113 e CD 233RR, as quais não diferiram entre si.

Costa *et al.* (2003) observaram que sementes de soja que apresentam danos por percevejos na faixa de 5% não apresentaram nível de vigor afetado; porém, a partir de 6% de incidência do dano observou redução significativa no vigor da sementes.

### 5.3 Qualidade das sementes durante o armazenamento

Na Tabela 6 encontra-se o resumo da análise de variância com os valores de F de dados referentes aos testes de germinação, frio, envelhecimento acelerado, deterioração controlada, vigor e viabilidade pelo teste de tetrazólio durante os quatro períodos de armazenamento.

**Tabela 6** Resumo da análise de variância para obtenção dos valores de F, provenientes dos testes de germinação (GER), FRIO, envelhecimento acelerado (ENV), deterioração controlada (DC) e tetrazólio (TZ) vigor e viabilidade aos 60, 120, 180 e 240 dias de armazenamento. Cascavel, PR (2010)

Causas de Variação	Armazenamento
--------------------	---------------

	60 dias					
	GER	FRIO	EVA	DC	TZ Vigor	TZ Viabilidade
Condições	0,00*	0,46 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,56	0,00*	0,00*
Cultivares	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Condições x cultivares	0,85 <sup>ns</sup>	0,00*	0,25 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
120 dias						
Condições	0,33 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,00*	0,64 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>
Cultivares	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Condições x cultivares	0,00*	0,18 <sup>ns</sup>	0,00*	0,23 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>
180 dias						
Condições	0,09 <sup>ns</sup>	0,00*	0,00*	0,05 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>
Cultivares	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Condições x cultivares	0,5 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,00*	0,00*	0,98 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
240 dias						
Condições	0,00*	0,61 <sup>ns</sup>	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Cultivares	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Condições x cultivares	0,00*	0,00*	0,00*	0,76 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>

ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade.

As cultivares diferiram significativamente ( $P < 0,05$ ) em todos os testes e em todos os períodos avaliados.

Houve interação significativa entre condições de armazenamento x cultivares, aos 60 dias, somente para o teste de frio. A variável condições de armazenamento foi significativa nos testes de germinação e tetrazólio nos parâmetros vigor e viabilidade.

Aos 120 dias houve interação nos testes de germinação e envelhecimento acelerado. As condições de armazenamento foram significativas somente no teste de envelhecimento acelerado.

No período de 180 dias, a interação foi significativa para os testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada e, em relação às condições de armazenamento, foram significativas para o teste de frio e envelhecimento acelerado.

Aos 240 dias, a interação entre as condições e cultivares foi significativa nos testes de germinação, frio e envelhecimento acelerado. Para a variável condições de armazenamento foi significativo para todos os testes, exceto para o teste de frio.

Na Tabela 7 estão apresentados os dados referentes ao teste de germinação aos períodos de 60 e 180 dias dos fatores avaliados, cultivares e condições de armazenamento – que não apresentaram interação significativa, somente os parâmetros foram significativos. Aos 60 dias de armazenamento, observa-se diferença entre as condições de armazenamento na porcentagem média de germinação, com destaque ao armazenamento sob resfriamento, com 3,8% a mais que na condição ambiente. Este seria um indicativo de custo para se manter o resfriamento. Em relação às cultivares, a maior germinação foi verificada na cultivar CD 215, a qual somente diferiu da CD 202, com a menor média de

porcentagem de germinação, sendo semelhante estatisticamente às cultivares NK 412113 e CD 233RR.

**Tabela 7** Médias de porcentagem de germinação de sementes de cinco cultivares de soja aos 60 e 180 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e Resfriamento (R), sem interação significativa. Cascavel, PR(2010)

Período (dias)	Condições	Cultivares					Média
		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR	
60	A	95	83	92	89	92	90B
	R	97	90	95	94	97	94A
	Média	96a	87b	94ab	89ab	95a	
	CV (%)	6,62					
	D P	5,5					
180	A	95	79	88	92	92	89A
	R	96	80	93	95	92	91A
	Média	96a	80b	91a	94a	92a	
	CV (%)	5,21					
	D P	6,9					

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula na linha indicam médias iguais entre as cultivares e letra maiúscula igual na coluna indicam médias iguais entre as condições de armazenamento ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Aos 180 dias, a porcentagem de germinação média foi também maior (2%) no armazenamento em câmara fria; porém, não diferiu estatisticamente do armazenamento na condição ambiente, ou seja, não foram observadas diferenças entre as condições de armazenamento dentro das cultivares. A cultivar CD 215 também apresentou a maior porcentagem média de germinação, sendo igual estatisticamente às demais, com exceção da CD 202, que novamente apresentou a menor porcentagem, com 80%.

Menezes *et al.* (2010) avaliaram a germinação de sementes de cultivares de soja (Tucunaré, Tabanara, Conquista, TMG, 801 e TMG 803) submetidas a períodos de armazenamento (3 e 15 meses), na região de Rondonópolis, MT. Concluíram que aos três meses de armazenamento não houve diferença entre as cultivares e, aos 15 meses, as cultivares apresentaram redução drástica na germinação, com maior percentual (48%), para a cultivar Conquista.

Nota-se que a porcentagem de germinação das sementes permaneceu estável em todos os períodos. Isso pode ter acontecido pelo fato do teor de água da semente ter ficado abaixo de 14% (Tabela 1). O mesmo pode ser confirmado por Alencar *et al.* (2008), que observaram que a 20 °C houve redução do potencial de germinação para o teor de água de 14,8%, justamente por ser um valor muito alto, o que acelera a deterioração da semente.

Vale salientar que como o teor de água e a temperatura de armazenamento são os fatores de maior influência sobre a manutenção da viabilidade da semente e sendo que maioria das espécies cultivadas possui características ortodoxas, nas quais o aumento de

conteúdo de água das sementes ou da umidade relativa do ambiente, ou ainda, da temperatura de armazenamento, resulta em uma rápida perda da viabilidade, reduzindo a porcentagem de emergência em campo, além de diminuir o potencial de armazenamento (BORDIGNON, 2009). Isto foi confirmado no presente trabalho porque a germinação das sementes permaneceu semelhante durante todo o armazenamento, pela ocorrência do decréscimo do teor de água das sementes, nas duas condições testadas.

Cerqueira e Costa (1981), estudando a influência da umidade inicial sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em dois níveis de umidade (10 e 14%), durante nove meses em Goiânia, GO, determinaram que, após três meses de armazenamento, o teor de umidade estava em torno de 10%, o que também aconteceu neste trabalho, no qual o teor de água se reduziu após 120 dias de armazenamento.

Na Tabela 8 estão apresentados os valores do desdobramento da interação significativa entre cultivares e condições de armazenamento dos períodos de 120 e 240 dias de armazenamento no teste de germinação. Observa-se que aos 120 dias, a maior porcentagem média de germinação na condição ambiente foi verificada na cultivar NK 7059RR, a qual apenas diferiu da CD 202, com a menor porcentagem, diferindo das demais, sendo estatisticamente igual à cultivar CD 233RR.

**Tabela 8** Médias do teste de germinação de sementes de cinco cultivares de soja provenientes do desdobramento dos fatores cultivares e condições de armazenamento aos 120 e 240 dias sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), com interação significativa. Cascavel, PR(2010)

Período (dias)	Condições	Cultivares				
		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR
120	A	91aB	78bA	90aA	89abA	92aA
	R	97aA	77cA	85bcA	94abA	91bA
	CV (%)	6,82				
	DP	7,6				
240	A	93abA	80cA	87bcA	98aA	93abA
	R	92aA	75bA	92aA	89aB	92aA
	CV (%)	4,61				
	DP	7,2				

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, indicam médias iguais entre as cultivares e maiúsculas, na coluna, indicam médias iguais entre as condições de armazenagem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na condição sob resfriamento, destacou-se a cultivar CD 215 com a maior porcentagem de germinação, sendo igual somente à CD 233RR, e esta não diferiu das cultivares NK 7059RR e NK 412113. Esta última foi igual à CD 202, com a menor média.

As condições de armazenamento diferiram somente na cultivar CD 215, apresentando melhores resultados na condição em câmara fria, com 6% a mais que no ambiente. Para as demais cultivares não houve diferença entre as condições de armazenamento.

Aos 240 dias de armazenamento (Tabela 8), analisando a condição ambiente, a cultivar CD 233RR apresentou maior porcentagem média de germinação, sendo igual à CD 215 e NK 7059RR. Estas não diferiram da NK 412113, que, por sua vez, foi igual à CD 202, que obteve menor média, diferindo das demais.

No resfriamento, somente a cultivar CD 202 diferiu das demais, apresentando novamente a menor média, estando abaixo do padrão mínimo aceitável para comercialização, que é 80% (SEAB, 2005).

Observa-se diferença entre as condições de armazenamento para a porcentagem média de germinação somente na cultivar CD 233RR, destacando-se a condição ambiente que obteve maior média, com 9% a mais que a câmara fria.

Os dados apresentaram-se homogêneos, conforme Pimentel Gomes (2000), pois o coeficiente de variação foi menor que 20%.

Estes resultados corroboram com Minuzzi *et al.* (2010), que observaram que a cultivar CD 202 apresentou resultados inferiores às demais nos testes de germinação e envelhecimento acelerado.

Simoni (2003), trabalhando com sementes de milho, relatou que, com o aumento do período de armazenamento, a germinação foi decrescendo, por causa da diminuição de sua qualidade fisiológica; com três meses de armazenamento já foi possível observar decréscimo significativo na germinação das sementes (de 72,3 para 66,9%), o que não foi observado neste trabalho, pois a porcentagem de germinação permaneceu constante durante todo o período de armazenamento.

Toledo e Marcos Filho (1977) observaram que muitos testes durante armazenamento indicam que o tempo em que as sementes podem ser conservadas, sem declínio significativo na germinação, dobra para cada redução de 1% no teor de água das sementes e também para cada 5,5% de redução na temperatura do ambiente. O mesmo se verificou no presente trabalho em que a redução do teor de água das sementes durante o armazenamento possibilitou que as cultivares mantivessem germinação satisfatória até o final do armazenamento, exceto a cultivar CD 202, a qual desde o início apresentava redução na germinação.

As duas condições avaliadas apresentaram resultados médios de germinação, ao final do período de armazenamento, superior a 80% exigido para comercialização, exceto para a cultivar CD 202 (SEAB, 2005).

Vale salientar que durante as avaliações houve a presença de fungos como o *Aspergillus*, *Fusarium* e *Phomopsis*, em todos os períodos, o que pode ter prejudicado a qualidade das sementes durante o armazenamento, sendo que os mesmos podem ter vindo do campo, logo após a colheita. Porém, estes perdem viabilidade quando a semente é armazenada. As sementes podem ter sido infectadas durante a fase de maturação e colheita, pois, de acordo com França Neto e Henning (1992), quando as sementes são

submetidas a altas temperaturas e umidades relativas nessas fases, estão sujeitas ao aumento na incidência dos fungos, especialmente de *Phomopsis* spp. e *Fusarium* spp. A inexistência de sintomas ou sinais externamente visíveis destes fungos faz com que sementes altamente infectadas sejam consideradas sadias.

Se por um lado a atividade dos fungos de campo é paralisada durante o armazenamento devido à baixa umidade ambiente, podendo até perder sua viabilidade, por outro lado, os fungos de armazenagem são capazes de proliferar em sementes armazenadas com teor de umidade acima de 12-13%. Além da utilização de variedades resistentes a determinados fungos e do manejo adequado nas diversas etapas de produção de colheita, é imprescindível o controle da umidade das sementes pela secagem apropriada (menos de 14%), de modo a minimizar perdas físicas e prejuízos econômicos (MORAES; MELCHIADOS, s/d).

Na Tabela 9, estão apresentados os dados do teste de frio referentes aos períodos de 120 e 180 dias de armazenamento, dos fatores avaliados, que não apresentaram interação significativa.

**Tabela 9** Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor – teste de frio de sementes de cinco cultivares de soja aos 120 e 180 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), sem interação significativa. Cascavel, PR(2010)

Período (dias)	Condições	Cultivares					Média
		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR	
120	A	90	74	94	93	93	89A
	R	94	68	90	94	90	87A
	Média	92a	71b	92a	94a	92a	
	CV (%)	6,01					
	DP	9,7					
180	A	92	83	91	97	93	91B
	R	98	82	95	99	93	93A
	Média	95ab	83c	93b	98a	93b	
	CV (%)	5,11					
	DP	6,2					

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Verifica-se aos 120 dias que não houve diferença entre as condições de armazenamento na porcentagem de germinação do teste de frio; porém, a condição ambiente apresentou média superior em 2%, comparado à câmara fria. A cultivar CD 233RR obteve maior média de germinação no teste de frio, e não diferiu das demais, exceto a CD 202, que, como no teste germinação, também apresentou a menor média, 71% de vigor (FRANÇA NETO et al., 1999).

Aos 180 dias, nota-se diferença entre as condições de armazenamento na porcentagem de germinação no teste de frio, com destaque para a condição resfriamento,

com 1,8% a mais que na condição ambiente.

Em relação às cultivares, a germinação média foi também maior para a cultivar CD 233RR, sendo igual estatisticamente somente à CD 215. Esta não diferiu da NK 412113 e NK 7059RR. A cultivar CD 202 apresentou a menor média, diferindo das demais, assim como no período de 120 dias.

Utilizando-se o teste de frio como indicativo de vigor, ressalta-se que estes resultados foram próximos aos valores da germinação. Cícero e Vieira (1994) confirmaram que, se os resultados do teste de frio se aproximarem dos obtidos no teste padrão de germinação, há grande possibilidade dessas cultivares apresentarem capacidade para germinar sob ampla variação de condições de umidade e temperatura do solo, por ser considerado um teste de resistência.

Observando a interação significativa (Tabela 10) condições de armazenamento x cultivares, do teste de frio aos 60 dias de armazenamento, a maior porcentagem média de germinação no teste na condição ambiente foi verificada na cultivar NK 7059RR, a qual somente diferiu da CD 202, que obteve a menor média, esta por sua vez foi igual à cultivar CD 215.

**Tabela 10** Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor – teste de frio de sementes de cinco cultivares de soja aos 60 e 240 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), com interação significativa. Cascavel, PR(2010)

Período (dias)	Condições	Cultivares				
		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR
60	A	90abB	77bA	93aA	94aA	95aA
	R	96aA	68cA	94abA	88bB	95abA
	CV (%)	6,95				
	DP	9,8				
240	A	95abA	74cA	92bA	91bB	98aA
	R	94aA	78bA	94aA	97aA	94aB
	CV (%)	5,37				
	DP	8,1				

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, indicam médias iguais entre as cultivares e maiúscula, na coluna, entre as condições de armazenamento ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na condição em câmara fria, a maior porcentagem média de plântulas normais foi observada na cultivar CD 215, a qual não diferiu da NK 412113 e NK 7059RR. Porém, essas foram iguais à CD 233RR, que apresentou média intermediária. A cultivar CD 202 obteve a menor média, diferindo das demais.

As condições de armazenamento influenciaram as cultivares CD 215 e CD 233RR aos 60 dias de armazenamento, destacando-se a condição em câmara fria para a CD 215 e a condição ambiente para a CD 233RR.

Palagi (2004) afirmou que quando as sementes secas absorvem água rapidamente,

podem sofrer injúria de embebição. Este aspecto pode ocasionar o surgimento de anormalidades, plântulas deformadas parcialmente e até ausência total de germinação. Sementes de algodão, soja e milho doce são afetadas de forma drástica quando a embebição ocorre em temperaturas baixas.

Aos 240 dias (Tabela 10), observa-se maior porcentagem média de plântulas normais no teste de frio na condição ambiente, para a cultivar NK 7059RR, a qual foi igual somente à CD 215, e esta foi semelhante estatisticamente as cultivares NK 412113 e CD 233RR – porém apresentaram valores altos de vigor, sendo que somente a cultivar CD 202 apresentou a menor média e diferiu das demais.

No resfriamento, a cultivar CD 233RR se destacou com maior média, diferindo somente da CD 202, que novamente apresentou menor porcentagem, diferindo das demais, assim como aos 60 dias de armazenamento.

Em relação às condições de armazenamento, houve diferença entre as cultivares CD 233RR e NK 7059RR aos 240 dias, sendo a condição em câmara fria mais eficiente para a CD 233RR, com 6% a mais que a condição ambiente, e a condição ambiente mais eficiente para a NK 7059RR, com 4% a mais.

Observou-se entre os testes utilizados para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, que os mais sensíveis na detecção de diferenças de vigor foram os testes de envelhecimento acelerado e de frio, fato esse que ratifica sua importância, pois são considerados como alguns dos mais indicados, simultaneamente, pela International Seed Testing Association (1981) e pela Association of Official Seed Analysis (1983), de acordo com Carvalho (1986).

Entretanto, observa-se que o teste de frio continuou detectando a redução do vigor da cultivar CD 202 aos 240 dias, demonstrando esta ser menos resistente quando comparada às demais.

Utilizando-se o teste de frio como indicativo de vigor, ressalta-se que estes resultados foram próximos aos valores da germinação. Cícero e Vieira (1994) confirmaram que se os resultados do teste de frio se aproximarem dos obtidos no teste padrão de germinação, por ser considerado um teste de resistência, há grande possibilidade dessas cultivares apresentarem capacidade para germinar sob ampla variação das condições de umidade e temperatura do solo.

Observa-se na Tabela 11 que não houve interação significativa entre as cultivares e as condições de armazenamento aos 60, 120 e 240 dias no teste de deterioração controlada, havendo somente no período de 180 dias.

**Tabela 11** Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor – deterioração controlada aos 60, 120 e 240 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), sem interação significativa. Cascavel, PR(2010)

Período	Condições	Cultivares
---------	-----------	------------

(dias)		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR	Média
60	A	94	85	90	92	96	91A
	R	94	78	92	98	97	92A
	Média	94a	82b	91a	95 <sup>a</sup>	97a	
	CV (%)	6,7					
	DP	7					
120	A	90	84	90	93	95	90A
	R	92	79	93	96	92	90A
	Média	91a	82b	92a	95 <sup>a</sup>	94a	
	CV (%)	6,17					
	DP	6,1					
240	A	94	81	86	91	92	89B
	R	97	83	92	95	95	92A
	Média	96a	82c	89b	93ab	94ab	
	CV (%)	5,2					
	DP	6,2					

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, indicam médias iguais entre as cultivares e maiúscula, na coluna, para as condições de armazenagem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Aos 60 dias de armazenamento a germinação no teste de deterioração controlada foi maior (1%) no armazenamento sob resfriamento, porém não diferiu estatisticamente do armazenamento na condição ambiente. Em relação às cultivares, a maior média foi obtida para a cultivar NK 7059RR, a qual somente diferiu estatisticamente da CD 202 com média inferior às demais.

No período de 120 dias, as condições de armazenamento também não diferiram entre cultivares. A cultivar CD 233RR apresentou maior porcentagem média de germinação no teste de deterioração controlada, diferindo da CD 202, a qual novamente apresentou a menor porcentagem, diferindo das demais. Aos 240 dias verifica-se diferença entre os tipos de armazenamento quanto ao teste de deterioração controlada, destacando-se o armazenamento em câmara fria, com 3% a mais que na condição ambiente.

A cultivar CD 215 apresentou maior média neste teste, sendo igual estatisticamente às cultivares CD 233RR e NK 7059RR. Estas não diferiram da cultivar NK 412113. A cultivar CD 202 diferiu estatisticamente de todas, apresentando menor média, 82%.

Nota-se que no período de 60 e 120 dias, a cultivar CD 202, quando armazenada sob resfriamento, perdeu a condição de ser comercializada como semente, por ter ficado menor que 80% (SEAB, 2005), sob teste de deterioração controlada.

O desdobramento da interação significativa entre cultivares e condições de armazenamento das sementes (Tabela 12) aos 180 dias, no teste de deterioração controlada, indicou diferença entre as cultivares na condição ambiente, com maior germinação observada para a cultivar NK 7059RR, sendo semelhante estatisticamente às cultivares CD 215 e CD 233RR. Esta última, não diferiu da NK 412113. A cultivar CD 202 obteve a menor média, diferindo estatisticamente das demais. No armazenamento em

câmara fria, a cultivar CD 233RR apresentou a maior média, a qual diferiu apenas da cultivar CD 202, que continuou apresentando a menor média, diferindo das demais.

**Tabela 12** Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor – deterioração controlada aos 180 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), com interação significativa. Cascavel, PR(2010)

Período (dias)	Condições	Cultivares				
		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR
180	A	92abA	81cA	88bA	90abB	93aA
	R	93aA	79bA	91aA	95aA	92aA
	CV (%)	3,09				
	DP	5,4				

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, para as cultivares e maiúscula, na coluna, para as condições de armazenagem, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Segundo Powell (1995), os lotes de sementes que apresentam altas porcentagens de germinação após a deterioração controlada, antes do armazenamento, mantêm alta germinação durante o armazenamento prolongado se comparados com lotes de sementes com baixa germinação, quando submetidas à deterioração controlada antes do armazenamento. O que também pode ser confirmado na presente pesquisa, em que as cultivares que apresentaram alta porcentagem de germinação antes do armazenamento quando submetidas ao teste de deterioração controlada mantiveram essa germinação durante o armazenamento. A cultivar CD 202, que já havia apresentado a menor germinação no início, manteve essa redução e, ainda, apresentou valores inferiores para comercialização quando armazenadas sob resfriamento.

As condições de armazenamento diferiram apenas para a cultivar CD 233RR, com destaque para a condição sob resfriamento, que apresentou maior média, ou seja, 5% a mais que na condição ambiente. Não foram observadas diferenças entre as condições de armazenamento para as demais cultivares.

Rosseto e Marcos Filho (1995) e Marcos Filho (2001) afirmaram que o teste de deterioração controlada foi eficiente e que se pode comparar ao teste de envelhecimento acelerado, além de possibilitar a identificação de diferenças de qualidade entre lotes de sementes de soja. Entretanto, de acordo com o presente trabalho, o teste de envelhecimento acelerado, em comparação com o de deterioração controlada, provocou condições mais adversas, resultantes em menor germinação.

Os resultados obtidos no presente trabalho relacionam-se com os observados por Powell e Matthews (1981), nos quais o teste de deterioração controlada não revelou claramente as diferenças entre lotes de vigor médio, mas apenas entre lotes de vigor baixo e alto.

Padilha *et al.* (2001), avaliando o desempenho de sementes de milho pelo teste de deterioração controlada, constataram que sementes com maior vigor apresentam

desempenho superior em faixa mais ampla de condições ambientais. Sendo assim, cultivares de menor qualidade, como a CD 202, revelam maior dificuldade de resistir às condições de estresse.

Dessa maneira, o teste de deterioração controlada não foi tão eficiente neste trabalho, pois, para Marcos Filho *et al.* (1987), um teste de vigor, para ser considerado eficiente, deve permitir a separação de lotes em diferentes categorias de vigor, principalmente quando as sementes apresentam poder germinativo semelhante.

Com relação aos efeitos do vigor das sementes sobre o potencial de armazenamento, sendo o processo deteriorativo inevitável e irreversível, aquelas de alto vigor chegarão ao final de um período de armazenamento em melhores condições que as de menor vigor (CARVALHO, 1994).

Na Tabela 13 encontram-se os resultados referentes ao teste de envelhecimento acelerado, sem interação significativa aos 60 dias de armazenamento. Observa-se que não houve diferença estatística entre as condições de armazenamento.

**Tabela 13** Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor - envelhecimento acelerado aos 60 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), sem interação significativa. Cascavel, PR(2010)

Período (dias)	Condições	Cultivares					Média
		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR	
60	A	92	81	87	93	92	89A
	R	94	76	92	94	93	90A
	Média	93a	79b	90a	94 <sup>a</sup>	93a	
	CV (%)	5,21					
	DP	6,7					

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para as cultivares e maiúscula na coluna para as condições de armazenagem, não diferem entre si ao nível de 5% de pelo teste de Tukey.

Em relação às cultivares avaliadas, a CD 233RR apresentou melhor desempenho, sendo igual estatisticamente às demais, diferindo somente da cultivar CD 202 que apresentou menor média, como nos demais testes.

Nota-se ainda que, aos 60 dias, as cultivares apresentaram-se vigorosas, exceto a CD 202, que mostrou vigor reduzido, o que também pode ser comparado aos resultados dos outros testes, em que apresentou pior desempenho.

Observa-se que nos períodos de armazenagem aos 120, 180 e 240 dias (Tabela 14) houve interação significativa entre cultivares e as condições de armazenagem no teste de envelhecimento acelerado.

**Tabela 14** Médias de percentual de plântulas normais de soja, determinadas pelo teste de vigor - envelhecimento acelerado de sementes de cinco cultivares de soja aos 120, 180 e 240 dias de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R), com interação significativa. Cascavel, PR(2010)

Período	Condições	Cultivares
---------	-----------	------------

(dias)		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR
120	A	77aA	44bA	27bB	81aB	65aA
	R	80aA	46cA	63bcA	90aA	77abA
	CV (%)	10,14				
	DP	20,8				
180	A	65bB	43bA	24cB	80aA	44bB
	R	82aA	50cA	62bcA	83aA	69bA
	CV (%)	7,97				
	DP	19,6				
240	A	53bB	50bA	26cB	79aA	52bB
	R	81aA	49cA	79abA	84aA	66bA
	CV (%)	9				
	DP	19,3				

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, indicam médias iguais entre as cultivares e letras maiúsculas, na coluna, indicam médias iguais entre as condições de armazenagem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Aos 120 dias, a cultivar CD 233RR apresentou maior média, sendo igual estatisticamente às cultivares NK 7059RR e CD 215; porém, somente a CD 233 RR apresentou média aceitável para comercialização, de 80%. Houve diferença das condições de armazenamento para as cultivares NK 412113 e CD 233RR, destacando-se a condição em câmara fria para ambas as cultivares, com 36 e 9% a mais que na condição ambiente, respectivamente.

Observando o período de 180 dias a maior germinação no teste de envelhecimento acelerado, na condição ambiente, foi verificada na cultivar CD 233RR, diferindo das demais. A menor média obtida foi obtida pela cultivar NK 412113, com redução drástica na germinação, que também diferiu de todas. As demais cultivares apresentaram médias estatisticamente iguais, com o vigor muito reduzido.

Sob resfriamento, aos 180 dias, a cultivar CD 233RR também apresentou maior média, sendo igual à CD 215. As cultivares NK 7059RR e NK 412113 também foram iguais estatisticamente, porém esta última não diferiu da CD 202, que apresentou menor média.

Houve diferença entre as condições de armazenamento nas cultivares CD 215, NK 412113 e NK 7059RR aos 180 e 240 dias de armazenamento, com destaque para a condição sob resfriamento para as três cultivares que tiveram valores mais elevados que a condição ambiente. Num contexto geral, percebe-se que as cultivares CD 215 e CD 233RR apresentaram-se mais vigorosas na condição de câmara fria, em relação a CD 202, NK 412113 e NK 7059RR.

Verifica-se aos 240 dias (Tabela 14) que, na condição ambiente, a cultivar CD 233RR permaneceu com maior média, diferindo estatisticamente das demais. As cultivares CD 215, CD 202 e NK 7059 apresentaram médias estatisticamente iguais, sendo inferiores a 50%. A cultivar NK 412113 apresentou menor média, com redução acentuada, assim como nos períodos anteriores.

Em relação às condições de armazenamento, nota-se que os resultados foram semelhantes ao período de 180 dias, em que diferiram nas cultivares CD 215, NK 412113 e NK 7059RR, mantendo-se maiores médias de germinação na condição em câmara fria devido ao fato desta condição conservar a qualidade da semente. Assim como afirmaram Peske *et al.* (2003) que o armazenamento de sementes em condições de ambiente controlado, com baixa temperatura e/ou umidade relativa do ar, permite conservá-las por longos períodos de tempo.

As condições de armazenamento testadas mostraram queda na germinação das sementes após o envelhecimento acelerado após o período de 120 dias, sendo que as sementes armazenadas na condição ambiente apresentaram maior redução.

Vale salientar que na primeira análise de qualidade inicial das sementes, o vigor das sementes das cultivares CD 202 e NK 412113 apresentou-se baixo, ou seja, já demonstrando baixo potencial de armazenamento. Segundo Lazarini *et al.* (2001), deve-se selecionar sementes de soja com valores adequados de germinação e vigor, principalmente, para armazenamento em condições ambientais, para permitir que algum efeito depressivo do armazenamento seja suportável.

Dutra e Vieira (2004) utilizaram o teste de envelhecimento acelerado como testes de vigor para sementes de soja, obtiveram resultados satisfatórios para a determinação da diferença de vigor entre lotes, o que concorda com este trabalho, em que também o teste de envelhecimento acelerado foi mais sensível em detectar diferença de vigor entre as cultivares a partir dos 120 dias, sendo mais afetadas na condição ambiente, visto que o teor de água se encontrava baixo, em torno de 8,3%.

Do mesmo modo que a cultivar NK 412113 apresentou limitações na sua qualidade inicial antes do armazenamento quando submetida ao teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2), continuou apresentando redução acentuada em relação às demais cultivares após 120 dias quando armazenadas na condição ambiente.

Observou-se decréscimo significativo das cultivares durante o armazenamento após 120 dias quando expostas a este teste, mas as que se mantiveram vigorosas, mesmo submetidas às mesmas condições, foram as cultivares CD 233 RR e CD 215 sob resfriamento. Pois em relação aos efeitos do vigor das sementes sobre o potencial de armazenamento, como colocado anteriormente, Carvalho (1994) relatou que as de alto vigor chegarão ao final de um certo tempo de armazenamento em melhores condições que as de menor vigor.

Suguiy (2009) avaliou a qualidade de sementes de soja armazenadas por 12 meses em armazém convencional, com forro de alumínio e sob refrigeração, por meio da germinação e vigor pelos testes de tetrazólio e envelhecimento acelerado, e demonstrou que o armazém refrigerado apresentou melhores resultados de germinação e vigor se comparados aos armazéns convencional e de forro de alumínio, ainda que as diferenças de

temperatura entre os sistemas de armazenamento não tenham apresentado diferença significativa.

Analisando a qualidade inicial da cultivar CD 202 (Tabela 2) com a Tabela 14, nota-se que esta já apresentava redução da sua qualidade, o que implicou, posteriormente, nos resultados insatisfatórios dos testes durante o armazenamento, tendo em vista que é uma cultivar mais suscetível à danos.

Entretanto, como observou Palagi (2004), a cultivar CD 202, por possuir menor teor de lignina, mostra-se mais propensa a danos mecânicos durante as operações de colheita e manuseio de sementes, do que a cultivar CD 201, o que também pode explicar, no presente trabalho, porque a cultivar CD 202 apresentou baixa qualidade fisiológica.

Comparando os testes de envelhecimento acelerado e o de deterioração controlada em sementes de soja, Rossetto e Marcos Filho (1995) e Marcos Filho *et al.* (2001) constataram alta correlação entre os testes, revelando diferenças entre os lotes. Segundo Rossetto; Marcos Filho (1995), o teste de envelhecimento acelerado é mais drástico do que o de deterioração controlada, pois, neste, o teor de água das sementes mantém-se constante, e no de envelhecimento acelerado, o teor de água aumenta durante o período de exposição, ocorrendo a diferentes velocidades. Isto corrobora com os resultados obtidos no presente trabalho, em que o teste de envelhecimento acelerado foi mais eficaz em detectar diferenças de vigor entre as cultivares, ou seja, foi mais drástico.

Estes resultados de declínio na porcentagem de germinação pode ser reflexo de altos índices de danos mecânicos apresentados pelo teste de tetrazólio. Esses danos, como pode também ser observado neste trabalho, deixa as sementes mais sensíveis quando expostas ao teste de envelhecimento, o que concorda com os resultados obtidos por Baudet *et al.* (1978), que, ao estudar, por meio do teste de envelhecimento precoce, entre outros, os efeitos das injúrias mecânicas causadas pelo processamento sobre o vigor de sementes de soja, também mostraram que este foi sensivelmente reduzido quanto maior o número de danificações sofridas pelas sementes.

Segundo Salinas *et al.* (2001), a qualidade das sementes diminui com o transcorrer do tempo, e a taxa de deterioração depende das condições ambientais durante o armazenamento e o tempo em que essas permanecem armazenadas. O mesmo pode ser observado neste caso, em que a condição ambiente afetou a qualidade da semente ao longo do período de armazenamento estudado. Isso pode ter ocorrido devido à umidade relativa do ar ter ficado na faixa de 67% e altas temperaturas nos meses finais de armazenamento, com conseqüente redução do teor de água, que provavelmente faz com que o tegumento da semente tenha se tornado rígido e, assim, mais sensível a danos, principalmente quando expostas a condições de estresse por altas temperaturas.

Tendo em vista que a condição sob resfriamento preservou a qualidade de algumas cultivares, da CD 215 e CD 233RR, concordando com Villela e Menezes (2009), que

afirmaram que o armazenamento sob condições controladas de temperatura ou umidade relativa do ar constitui-se em alternativa tecnicamente viável para a preservação da qualidade das sementes.

O armazenamento das sementes na condição ambiente afetou negativamente a qualidade das sementes de soja, a partir dos 120 dias de armazenamento, reduzindo seu vigor quando exposta a condições de estresse a altas temperaturas e umidade, simulando condição adversa de ambiente em campo. De acordo com Abba e Lovato (1999), o armazenamento de sementes em ambiente natural, em regiões tropicais, apresenta maiores problemas em decorrência de condições de temperatura e umidade relativa, se comparado com regiões de clima temperado ou frio.

Essa redução do vigor das sementes, na condição ambiente, quando expostas ao teste de envelhecimento, pode ser confirmado também em trabalho realizado por Amaral (1983) que a partir do segundo mês de armazenamento de sementes de soja observou decréscimo no vigor das sementes quando submetidas ao mesmo teste, tornando-se mais acentuado no quarto mês e ficando muito reduzido após o sexto mês.

Comparando os resultados obtidos do teste de envelhecimento acelerado, com os de teste de frio e deterioração controlada, que têm o mesmo princípio de submeter as sementes a condições adversas de ambiente, pode-se observar que alguns são mais sensíveis que outros e, ainda, que o teste de envelhecimento acelerado foi mais sensível em detectar a diferença de vigor entre as cultivares.

Levando em consideração que a deterioração das sementes é aumentada por meio de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa, sendo os fatores ambientais preponderantes a intensidade e velocidade de deterioração, e que o teste de envelhecimento acelerado foi mais eficiente em diferenciar o vigor entre as cultivares. Portanto, verifica-se que sementes com vigor baixo apresentam maior queda de viabilidade que as sementes mais vigorosas. Essas, geralmente, são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada, após serem submetidas ao envelhecimento.

Na Tabela 15, encontram-se as médias de porcentagem de vigor das sementes obtidas pelo teste de tetrazólio nos quatro períodos de armazenamento. Os dados que não apresentaram normalidade, no período de 240 dias, foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ . Observa-se que as condições de armazenamento apresentaram diferenças somente aos 60 dias de armazenamento, com melhor desempenho sob resfriamento, com 7% a mais que a condição de armazém, estando entre vigor alto e muito alto, respectivamente. Portanto, as condições de armazenamento apresentaram-se iguais estatisticamente nos demais períodos, porém, as médias das porcentagens ficaram entre 71 e 79%, o que representa índice de vigor médio, conforme França Neto *et al.* (1999).

**Tabela 15** Percentagens médias de vigor de cinco cultivares de soja obtidas pelo teste de tetrazólio nos quatro períodos de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R). Cascavel, PR(2010)

Período (dias)	Condições	Cultivares					Média
		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR	
60	A	89	74	81	89	85	84B
	R	94	84	93	89	95	91A
	Média	92a	79b	87ab	89ab	90a	
	CV (%)	5,58					
	DP	7,17					
120	A	89	58	61	79	84	74A
	R	88	49	72	75	84	74A
	Média	89a	54c	67bc	77ab	84a	
	CV (%)	8,88					
	DP	14,16					
180	A	81	66	59	80	88	75A
	R	84	71	64	85	89	79A
	Média	83ab	69bc	62c	83ab	89a	
	CV (%)	8,35					
	DP	11,5					
240	A	78	60	53	79	83	71A
	R	85	52	61	81	82	72A
	Média	82a	56b	57b	80a	83a	
	CV (%)	6,84					
	DP	13,6					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si para as condições e iguais na linha não diferem entre si para as cultivares pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os dados apresentados são os obtidos das observações originais, e transformados em  $\sqrt{x+1}$  para os que não apresentaram normalidade.

Em relação às cultivares, nota-se que a CD 215, NK 412113, CD 233RR e NK 7059RR apresentaram médias de porcentagem de vigor iguais estatisticamente, com vigor muito alto, diferindo somente da CD 202, de vigor alto. Porém, esta não diferiu da NK 4122113 e CD 233RR. A cultivar que se apresentou mais vigorosa foi a CD 215, e a menos vigorosa, a CD 202, com índice de vigor médio.

Aos 120 dias de armazenamento, percebe-se que a cultivar CD 215 continuou apresentando a maior média de porcentagem de vigor; porém, não diferiu das cultivares NK 7059RR e CD 233RR, com vigor alto, sendo esta última igual estatisticamente à cultivar NK 412113, de vigor médio. Esta por sua vez, foi igual à CD 202, com vigor baixo, conforme França Neto *et al.* (1999).

Aos 180 dias de armazenamento (Tabela 15), a cultivar que apresentou maior média de porcentagem de vigor foi a NK 7059RR, com vigor muito alto; porém, não diferiu das cultivares CD 233RR e CD 215. Estas não diferiram da CD 202, que obtiveram vigor alto e médio, respectivamente. A cultivar CD 202 foi igual estatisticamente à NK 412113, com vigor médio, que se apresentou como menos vigorosa.

Aos 240 dias (Tabela 15), nota-se redução do vigor nas sementes para as cultivares CD 202 e NK 412113. A cultivar com maior porcentagem média de vigor foi a NK 7059RR; porém, não diferiu da CD 233RR e CD 215, assim como aos 180 dias. A menos vigorosa foi a CD 202, estatisticamente igual à cultivar NK 412113, sendo classificadas como de vigor baixo (FRANÇA NETO et al., 1999).

Observa-se que todos os coeficientes de variação (CV) foram inferiores a 20%, sendo considerados baixos, indicando dados homogêneos, conforme Pimentel Gomes (2000).

Relacionando os níveis de vigor do teste de tetrazólio com os resultados do teste de envelhecimento acelerado, pode-se observar que as sementes responderam semelhantemente aos dois, em que as cultivares CD 215 e CD 233RR aos 240 dias sob resfriamento apresentaram níveis de vigor altos, obtiveram também melhores resultados no teste de envelhecimento acelerado nos mesmos parâmetros. Porém, a cultivar NK 7059RR também apresentou alto vigor neste período.

Nota-se, de maneira geral, que nos testes de tetrazólio e envelhecimento acelerado, o vigor das sementes permaneceu superior quando armazenadas sob resfriamento, o que concorda com os resultados obtidos por Henning *et al.* (1985).

Para o parâmetro viabilidade (Tabela 16), não houve interação significativa nos períodos avaliados, somente as variáveis foram significativas. Os dados que não apresentaram normalidade, nos períodos de 120, 180 e 240 dias, foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ . Observou-se diferença entre as condições de armazenamento aos 60 dias, com destaque para o resfriamento, que foi 7% maior que na condição ambiente. Em relação às cultivares, não houve diferença estatística.

Aos 120 dias de armazenamento não houve diferença entre as condições de armazenamento para o parâmetro viabilidade. A cultivar NK 7059 apresentou maior viabilidade, sendo igual estatisticamente às cultivares CD 215 e CD 233RR. Esta última não diferiu da cultivar NK 412113. A cultivar CD 202 apresentou menor viabilidade, sendo igual à cultivar NK 412113.

No período de 180 dias as condições de armazenamento diferiram entre si, com destaque sob resfriamento, com 4% de viabilidade a mais que a condição ambiente. Em relação às cultivares, a que apresentou maior porcentagem de viabilidade novamente foi a cultivar NK 7059RR, porém, não diferiu das cultivares CD 215 e CD 233RR, assim como aos 120 dias. As cultivares CD 202 e NK 412113 foram iguais estatisticamente, apresentando os menores valores de viabilidade, o que também pode ser verificado quanto ao vigor (Tabela 1).

As condições de armazenamento também apresentaram diferenças aos 240 dias de armazenamento (Tabela 16) no parâmetro viabilidade. Os dados que não apresentaram normalidade, nos períodos de 120, 180 e 240, foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ . Observa-se

melhor desempenho sob resfriamento, com 6% a mais que na condição ambiente. A cultivar CD 215 obteve maior viabilidade; entretanto, não diferiu das cultivares CD 233RR e NK 7059RR. As cultivares que apresentaram menor viabilidade foram a CD 202 e a NK 412113 que foram iguais estatisticamente – resultados estes semelhantes ao período de 180 dias.

**Tabela 16** Porcentagens médias de viabilidade de cinco cultivares de soja obtidas pelo teste de tetrazólio nos quatro períodos de armazenamento sob condições ambiente (A) e resfriamento (R). Cascavel, PR(2010)

Período (dias)	Condições	Cultivares					Média
		CD 215	CD 202	NK 412113	CD 233RR	NK 7059RR	
60	A	93	87	87	94	94	91B
	R	99	98	96	98	100	98A
	Média	96a	93a	92a	96a	97a	
	CV (%)	2,67					
	DP	4,77					
120	A	93	79	88	92	92	89A
	R	93	78	89	84	96	88A
	Média	93a	79c	89bc	88ab	94a	
	CV (%)	7,62					
	DP	6,61					
180	A	87	76	76	91	94	85B
	R	94	82	83	92	94	89A
	Média	91a	79b	80b	92a	94a	
	CV (%)	4,69					
	DP	7,74					
240	A	84	69	69	88	90	80B
	R	93	76	81	90	89	86A
	Média	94a	73b	75b	89a	90a	
	CV (%)	4,75					
	DP	9,26					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si para as condições e iguais na linha, não diferem entre si para as cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados apresentados são os obtidos das observações originais, e transformados em  $\sqrt{x+1}$  para os que não apresentaram normalidade.

Observa-se que todos os coeficientes de variação (CV%) foram inferiores a 20%, sendo considerados baixos, indicando dados homogêneos, conforme Pimentel Gomes (2000).

Percebe-se que o armazenamento sob resfriamento resultou em melhores resultados para as sementes para o parâmetro viabilidade, isto provavelmente porque, em um ambiente controlado, não há constantes alterações de temperatura e umidade, o que é uma vantagem para a semente; assim, esta se mantém estável.

Testando embalagens para o armazenamento em sementes de soja em diferentes locais, Henning *et al.* (1995) verificaram que sementes com umidades iniciais ao redor de 8,5% mantiveram a viabilidade superior a 80% após armazenamento por 7,5 meses,

independente do local. Como pode ser observado neste trabalho, que mesmo com o teor de água das sementes ter sido reduzido ao longo do armazenamento, as cultivares mantiveram sua viabilidade nas duas condições, isto para as que se apresentaram mais vigorosas, como a CD 215, CD 233RR e NK 7059RR.

## 6 CONCLUSÕES

Nas condições de realização deste experimento, foi possível concluir que:

- A cultivar CD 233RR apresentou maior potencial de armazenamento;
- Sementes de soja armazenadas em diferentes condições apresentam comportamento distinto quanto ao vigor após 120 dias de armazenamento;
- Não há diferença em relação ao vigor das sementes por serem convencional ou transgênica.
- Levando em conta que o teste de germinação tem validade por seis meses, todas as cultivares apresentaram bom desempenho dois meses após o prazo de validade, exceto a cultivar CD 202;
- Considerando o tempo de armazenamento estudado, de oito meses, pode-se afirmar que o resfriamento manteve o vigor das cultivares CD 215 e CD 233RR até o final do período.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Devido à qualidade da semente ser sempre influenciada por diversos fatores, sendo os mais importantes, a umidade relativa do ar e a temperatura, a semente terá seu teor de água reduzido ou aumentado em função dessas condições, o que pode afetar diretamente seu poder germinativo no que se refere ao vigor durante o armazenamento. Entretanto, torna-se indispensável um ambiente adequado, que mantenha reduzidas as taxas metabólicas das sementes, pois as condições sob as quais as sementes estão armazenadas podem limitar sua qualidade, afetando seu desempenho por ocasião da semeadura.

## 8 REFERÊNCIAS

- ABBA, E. J.; LOVATO, A. Effect of seed storage temperature and relative humidity on maize (*Zea mays* L.) seed viability and vigour. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, p. 101-114, 1999.
- AGRIBUS. **Consultoria & agroinformativos**. São Paulo: FNP, p. 324, 2004.
- AGRINOVA. Grãos e Fibras: Recorde a caminho. **Revista AGRINOVA**, Rio Grande do Sul, n. 1, p. 42-51, 2000.
- AGUILERA, J. M.; RIVERA, R. Hard-to-cook defect in black beans: hardening rates, water imbibition and multiple mechanism hypothesis. **Food Research International**, Elsevier, v. 25, n. 2, p. 101-108, 1992.
- ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; FILHO, A. F. L.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, A. R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.5, p.606-613, 2009.
- AMARAL, A, DOS, S., BAUDET, L. M. Efeito do teor de umidade da semente, tipo de embalagem e período de armazenamento, na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 5 n. 3, p. 27-36. 1983.
- ARTHUR, T. J.; TONKIN, J. H. B. Testando o vigor da semente. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 3, p. 38-42, 1991.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Springfield, p. 88, 1983 (Contribution, 32).
- BAUDET, L.; POPININGS, F.; PESKE, S. T. Danificações mecânicas em sementes de soja transportados por um sistema de elevador secador. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 3, n. 4, p. 29-38, 1978.
- BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. M. (Ed.) **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Gráfica Universitária - UFPel, p. 369-418, 2003.
- BORDIGNON, B. C. S. Relação das condições de armazenamento com a qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2009).
- BRACKMANN, A.; NEUWALD, D. A.; RIBEIRO, N. D.; FREITAS, S. T. de. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 911-915, 2002.
- BRAGANTINI, A. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**. Documentos 187/Embrapa Arroz e Feijão, 28p., 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009.
- CARDOSO, P. C.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A. Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p.15-23, 2004.

CARVALHO, N. M. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R., (Coord.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 207-223.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.1-30.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal, SP, Funep, 4 ªed, p. 98-99, 2000.

CERQUEIRA, W. P.; POPINIGIS, F. Sementes. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p.711-718.

CERQUEIRA, W. P; COSTA, A. C. Influência da umidade inicial de armazenamento sobre a qualidade fisiológica de soja. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 35-40. CENTREINAR, 1981.

CONAB. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2011/2012**. Quinto Levantamento. Fevereiro/2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 06 fev. 12.

COSTA, N. P; FRANÇA NETO, J. B; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em semente de soja – Série Sementes. **Circular Técnica 39**. Londrina, PR, Jan/2007.

COSTA, N. P; MESQUITA, C. M; MAURINA, A. C; FRANÇA NETO, J. B; KRZYZANOWSKI, F. C; HENNING, A. A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.

COSTA, N. P; MESQUITA, C. M; FRANÇA NETO, J. B; MAURINA, A. C; KRZYZANOWSKI, F. C; OLIVEIRA, M. C. N; HENNING, A A; Validação do zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas, v. 27, n. 1, p. 37-44, 2005.

D'ARCE, M. A. B. R. **Pós-colheita e armazenamento de grãos**. Universidade de São Paulo. Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição. Esalq, USP, 2006.

DELOUCHE, J. C. Planting seed quality. In: Proc. 1969 **Beltwide Cotton Production Mechanization Conference**. New Orleans, 1969. p. 16-8.

DELOUCHE, J. C., BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, [local], v. 1, n. 2, p. 427-52, 1973.

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. **Hort Science**, Alexandria, v. 15, n. 6, p. 775-780, 1980.

DEMITO, A; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.17, n.1, p. 7-14, 2009.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 715-721, 2004.

ELIAS, M. C. **Manejo tecnológico na secagem e no armazenamento de grãos**. Ed. Santa Cruz. Pelotas, p. 378, 2009.

ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. **Aspectos Tecnológicos e Legais na Formação de Auditores Técnicos do Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras.** Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, p. 75-79, 337-2009.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil - 2003. Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, Londrina, ESALQ, 2002. 199 p.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. CIRAM: Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2011.

FAGUNDES, S. R. F. **Latent effects of mechanical injury on soybean seed** (*Glycine max*(L.) Merrill). Starkville: 1971. p. 80. Msc - Mississippi State University.,1971.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica da semente.** Londrina: EMBRAPA: CNPSo, 1984. p.5-24. (Embrapa - CNPSo. Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, L. A. G., COSTA, N. P., KRZYZANOWSKI, F. C; HENNING, A. A. Metodologia do teste do tetrazólio em semente de soja. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, p. 60, **Documentos 32**, 1988.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **Vigor de sementes:** Conceitos e testes. ABRATES. Londrina, p. 8.5-3, 1999.

FRANÇA NETO, J. B; KRZYZANOWSKI, F. C; HENNING, A. A; COSTA, N. P, da. **A cultura da soja no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2000.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

GUARNIERI, K. C. S. **Comparação de métodos para avaliar o desempenho de lotes de sementes de soja.** F. 14. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal de Pelotas – RS, 2006.

GALLI, J. A; PANIZI, R. C; VIEIRA, R. D. Sobrevivência de patógenos associados a sementes de soja armazenadas durante seis meses. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 205-213, 2007.

GONELI, A. L. D. Análise de grãos: importante ferramenta na busca pelo aumento da lucratividade. **Revista Campo & Negócios.** Uberlândia, Ano IV, n. 48, p. 38-40, 2007.

GOMES, D. P; KRONKA, A. Z; BARROZO, L. M; SILVA, R. P. da; SOUZA, A. L; SILVA, B. M. S e; PANIZZI, R. de. C. Efeito da colhedora, velocidade e ponto de coleta na contaminação de sementes de soja por fungos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 160-166, 2009.

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. (ed.). **Seed biology.** New York: Academic Press, 1972. p.145-245.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods.** Zurich, p. 1172, 1981.

KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes:** conceitos e testes. Londrina: ABRATES, cap.1, p. 1-21, 1999.

KRYZANOWSKI, F. C., WEST, S. H., FRANÇA NETO, J. B. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 185, 2001 (Resumo 277).

KROHN, N. G; MALAVASI, M. M. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas durante e após o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 26, n. 2, p. 91-97, 2004.

KONG, F; CHANG, S. K. C; LIU, Z; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 3, p. 134-135, 2008.

KRUSE, N. D; TREZZI, M. M; VIDAL, R. R. Herbicidas inibidores da EPSPS: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.

LACERDA-FILHO, A. F; SILVA, J. S e.; REZENDE, R. C. Estruturas para armazenagem de grãos. In. SILVA, J.S e. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Ed. Aprenda Fácil. 1a. ed. Viçosa, MG, p. 326-329, 2000.

LAZARINI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; BUZO, C. L.; SÁ, M. E. de,. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja semeadas em diferentes densidades no período de primavera e de outono após a colheita e o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n. 1, p. 68-75, 2001.

LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; TAGLIAFERRI, C.; RANGEL, O. J. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.24, n.1, p.51-58, 2002.

LUZ, M. L. G. S. Importância de medir a umidade dos grãos. **Revista Campo & Negócios**. Uberlândia, MG, Ano IV, n. 48, p. 42-44, 2007.

MACIEL, C. D. G; POLETINE, J. P; PEREIRA, J. C; MONDINI, M. L. Avaliação da qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) cultivar IAC-18. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Disponível em: <<http://www.faef.edu.br/testergb/downloads/images/Avaliacaosoja.pdf>>. Acesso em: 01 out 2008.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 3-35, 1994.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de planta cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, v. 12, 2005.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 421-426, 2001.

MARTINS-FILHO, S; LOPES, J. C; RANGEL, O. J. P; TAGLIAFERRE, C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente natural em Alegre – ES, 2001. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n. 2, p. 201-208, 2001.

MATTHEWS, S. Controlled Deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P.D. **Seed Production**, London: Butterworths, 1980. p.647-60.

MAYER, A. M; MAYBER, A.O. **The germination of seeds**. 4a. ed, p. 38-39, 1989.

MINUZZI, A; BRACCINI, A. L; RANGEL, M. A. S; SCAPIM, C. A; BARBOSA, M. C; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro variedades de soja, colhidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 176-185, 2010.

MIRANDA, L. C. Armazenamento de sementes de soja em embalagens permeáveis e semipermeáveis, no Centro - Oeste e Nordeste Brasileiro. 1987. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Universidade Federal de Pelotas, RS, 1987.

MONDO, V. H. V.; GOMES JUNIOR, F. G.; PUPIM, T. L.; CICERO, S. M. Avaliação de danos mecânicos em sementes de feijão por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 27-35, 2009.

MORAES, S. R., MELCHIADES, A. R. **Apostila do Laboratório de Patologia de Sementes**. EMBRAPA CPAO. s/d

MUASYA, R. M; LOMMEN, W. J. M; AUMA, E. O; STRUIK, P. C. Relationship between variation in quality of individual seeds and bulk seed quality in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed lots. **Journal of Agricultural Science**, Netherlands, v. 52, n. 1, p. 5-7, 2006.

NAKAGAWA. J; CAVARIANI, C; CASTRO, M. M. Armazenamento de sementes de aveia preta produzidas em solos de diferentes fertilidades. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 26, n. 2, p.07-14, 2004.

PADILHA, L.; VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R.; CARVALHO, M. L. M. Relação entre o teste de deterioração controlada e o desempenho de sementes de milho em diferentes condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, p. 198-204, 2001.

PÁDUA, G. P; FRANÇA-NETO, J. B; CARVALHO, M. L. M; COSTA, O; KRZYZANOWSKI, F. C; COSTA, N. P. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 128-138, 2007.

PALAGI, A. C. **Embebição de sementes de soja para o teste de germinação**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rondon, PR, 2004.

PESKE, S. T; ROSENTHAL, M. D; ROTA, G. R M. **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. 1a. ed. Pelotas, RS, p. 30-34, 2003.

PIMENTEL GOMES, F. **Estatística experimental**, 14a. ed. Piracicaba: Degaspar ed., 2000.

POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration, a new vigour test for small seeds vegetables. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.9, n.2, p.633-640, 1981.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas, SP, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2a. ed, p. 231-232, 2000.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich,v. 1, n. 2, p.499-514, 1973.

- ROBERTS, E. H. **Viability of seeds**. London, Chapman and Hall Ltd., 1974. 448p.
- ROSSETTO, C. A. V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n. 1, p.123-131, 1995.
- SALINAS, A. R; YOLDJIAN, A. M; CRAVIOTTO, R. M; BISARO, V. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 371-379, 2001.
- SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 104-114, 2005.
- SCHUAB, S. R. P.; BRACCINI, A. L.; FRANÇA NETO, J. B.; SCAPIM, C. A.; MESCHÉDE, D. K. Utilização da taxa de crescimento das plântulas na avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 90-95, 2002.
- SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 229-234, 1999.
- SEAB. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Padrões para produção e comercialização de sementes de soja**. 2005. Disponível em: [http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroes\\_soja.pdf](http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroes_soja.pdf). Acesso em 10/07/2011.
- SILVA, J. S. e. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de fora: Instituto Maria, p. 509, 1995.
- SILVA, J. S. e. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Ed. Aprenda Fácil. 1a. ed. Viçosa, MG, p. 326-329, 2000.
- SILVA, J. S. e, FINGER, F. L; CORRÊA, P. C. Armazenamento de frutas e hortaliças. In: SILVA, J. S e. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Ed. Aprenda Fácil. 1a. ed. Viçosa, MG, p. 326-329, 2000.
- SIMEPAR. Instituto Tecnológico Simepar, Sistema Meteorológico do Paraná. Curitiba, PR, 2011.
- SIMONI, F. D. **Teste de deterioração controlada em sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 2003. 57f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- SINNECKER, P; BRAGA, N; MACCHIONE, E. L. A.; MARQUEZ, U. M. L. Mechanism of soy bean (*Glycine max* L. Merrill) degreening related to maturity stage and postharvest drying temperature. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 38, n. 3, p. 269-279, 2005.
- SUGUIY, M. M. T. Análise térmica de diferentes armazéns (convencional, climatizado e com forro de alumínio) na armazenabilidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR, 2005.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; BALLEES, J. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis* sp. infection. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 1, p. 189-193, 1984.

TEKRONY, D. M.; NELSON, C.; EGLI, D. B.; EGLI, G. M. Predicting soybean seed deterioration during warehouse storage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 21, n. 1, p. 127-137, 1993.

TOLEDO, F. F., MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes**: tecnologia da produção. São Paulo: Ceres, 1977. 224p.

TOLEDO, A; TABILE, R. A; SILVA, R. P; FURLANI, C. E. A; MAGALHÃES, S. C; COSTA, B. O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 710-719, 2008.

VIEIRA, R. D; CARVALHO, N. M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, Funep, 164p. 1994.

VIEIRA, A. C.; FRAGA, A. C.; VIEIRA, M. das, G. G. C.; SOARES, A. A. OLIVEIRA, J. A. Dormência e qualidade fisiológica de sementes de arroz armazenadas em diferentes regiões do estado de minas gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 33-44, 2002.

VILLELA, F. A; MENEZES, N. L. O Armazenamento de cada semente. **Revista SEED NEWS**, Pelotas, Ano XIII, n. 4, 2009.

YORINORI, J. T. **Situação atual das doenças potenciais do cone sul**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA 2, 2002, MERCOSOJA, Foz do Iguaçu. Anais, Londrina. EMBRAPA Cnpso, p. 379, 2002.