



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SEMENTES**

**ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE SOJA,  
ATRAVÉS DO VIGOR DAS SEMENTES**

**LUIZ CARLOS PASCUALI**

**PELOTAS  
RIO GRANDE DO SUL – BRASIL  
2012**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SEMENTES**

## **ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE SOJA, ATRAVÉS DO VIGOR DAS SEMENTES**

**LUIZ CARLOS PASCUALI**

Tese apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Silmar Teichert Peske, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**PELOTAS  
RIO GRANDE DO SUL – BRASIL  
2012**

## **Dados de catalogação na fonte:**

(Raquel Siegel Barcellos – CRB 10/2037)

P287e Pascuali, Luiz Carlos

Estimativa do potencial de armazenamento de soja, através do vigor das sementes / Luiz Carlos Pascuali; Silmar Teichert Peske, orientador. - Pelotas: UFPel, 2012.

52f.

Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

1. *Glycine max*; 2. Qualidade e envelhecimento acelerado; 3. Estocagem. I.Título; II.Peske, Silmar Teichert.

CDD 631.5

# **ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE SOJA, ATRAVÉS DO VIGOR DAS SEMENTES**

**AUTOR:** Luiz Carlos Pascuali, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>

**ORIENTADOR:** Prof. Silmar Teichert Peske, Ph.D.

## **BANCA EXAMINADORA**

Prof. SILMAR TEICHERT PESKE, Ph.D.  
Orientador

Prof. PAULO DEJALMA ZIMMER, Dr.

Prof. CARLOS EDUARDO DA SILVA PEDROSO, Dr.

Prof. NILSON LEMOS DE MENEZES, Dr.

Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> GILBERTO ANTONIO PERIPOLLI BEVILAQUA, Dr.

Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> CARLOS EDUARDO SCHAEGLER, Dr.

## DEDICATÓRIA

*A Deus, por mais esta vitória.  
A meus pais, Avelino Pascuali e Elda  
Terezinha Zampiva Pascuali, pelos  
ensinamentos e lições de vida.  
A minha esposa, Jaqueline da Rosa  
Pascuali, pela compressão, paciência e  
colaboração.  
Aos meus filhos, Luiz Carlos Pascuali  
Júnior e Gabriel Luiz Pascuali, pela  
ausência durante a realização deste  
trabalho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Silmar Teichert Peske, Ph.D., pela orientação, confiança e amizade durante o curso e a execução deste estudo.

Ao Prof. Antônio Carlos Souza Albuquerque Barros, Dr., pela ajuda na concessão de bolsa.

Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Geri Eduardo Meneghello, Dr., pela ajuda, confiança e amizade durante o curso e a execução deste estudo.

À Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.

Aos professores e colegas Carla Cristina Rosa de Almeida e Eduardo Soares Gonçalves, pelo apoio e colaboração em assumir as disciplinas.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Barra dos Bugres, pela minha liberação e oportunidade de realização deste curso.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pela ajuda e colaboração.

Às funcionárias do Laboratório de Didático de Análise de Sementes, Irene e Verônica, pela ajuda na execução deste trabalho.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pelo companheirismo, ajuda e colaboração.

Ao Dr. Flávio Teles Carvalho da Silva, pelo apoio a minha liberação junto à UNEMAT.

Ao Dr. Sandro Pioli Zela, pelo apoio, ajuda e colaboração dedicados.

Ao Dr. Alexandre Gonçalves Porto, pelo apoio, companheirismo e colaboração.

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de germinação em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento .....	28
Figura 2. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento .....	28
Figura 3. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (42°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento .....	30
Figura 4. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de frio (7 dias a 10°C), em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento .....	31
Figura 5. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de emergência em solo, em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento .....	32
Figura 6. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de germinação em sementes de soja da variedade BMX Potência RR, em função do período e local de armazenamento .....	33
Figura 7. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade BMX Potência RR, em função do período e local de armazenamento .....	34
Figura 8. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (42°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade BMX Potência RR, em função do período e local de armazenamento .....	36
Figura 9. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de frio (7 dias a 10°C), em sementes de soja da variedade BMX Potência RR, em função do período e local de armazenamento .....	37
Figura 10. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de emergência em solo, em sementes de soja da variedade BMX Potência RR, em função do período e local de armazenamento ..	37
Figura 11. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de germinação em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento .....	38
Figura 12. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento .....	39

Figura 13. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (42°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento .....	40
Figura 14. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de frio (10°C por 7 dias), em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento .....	41
Figura 15. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de emergência em solo, em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento .....	41

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Caracterização inicial dos lotes de sementes das variedades BMX Apolo RR, BMX Potência RR e FUNDACEP 53 RR usados para execução do presente estudo .....	26
Tabela 2. Caracterização inicial com os principais patógenos transmitidos via sementes, identificados nas variedades BMX Apolo RR, BMX Potência RR e FUNDACEP 53 RR.....	26

## RESUMO

PASCUALI, Luiz Carlos. **Estimativa do potencial de armazenamento de soja, através do vigor das sementes**. Pelotas, 2012. 52f. Tese (Doutorado em Ciências), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de sementes. Universidade Federal de Pelotas.

O potencial de armazenamento das sementes é afetado pela época de colheita, pelo genótipo da cultivar, pelas condições ambientais entre o ponto de maturação fisiológica e a colheita e as condições de armazenamento. A manutenção do vigor das sementes garante estande adequado da cultura, menor quantidade de falhas, redução do replantio e conseqüentemente obtenção de alto desempenho agrônômico. Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar a redução de vigor e qualidade fisiológica de sementes de soja em relação ao local e ao período de armazenamento. Foram conduzidos três experimentos com as variedades: BMX Apolo RR; BMX Potência RR e FUNDACEP 53 RR. As sementes foram obtidas em campo de produção localizado no município de Pelotas, RS, logo após atingirem o estágio reprodutivo R7, sendo secas, debulhadas manualmente, acondicionadas em sacos de papel multifoliado e armazenadas em ambiente refrigerado, condição ambiente e temperatura constante de 30°C e umidade relativa média de 70%. Este último parâmetro simulando as condições climáticas de zonas tropicais e subtropicais. As análises foram realizadas mensalmente para acompanhamento da qualidade fisiológica das sementes, através dos testes de germinação, envelhecimento acelerado 41°C por 48 horas, envelhecimento acelerado 42°C por 48 horas, teste de frio e emergência em solo. Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que: 1) o armazenamento de sementes de soja em temperatura constante de 30°C causa redução do vigor a partir de 60 dias de armazenamento; 2) a perda de vigor não se dá de forma linear; 3) o potencial de armazenamento de sementes de soja em condições frias é superior a 210 dias; 4) o potencial de armazenamento das sementes de soja também é função da cultivar.

Palavras-chave: *Glycine max*, qualidade e envelhecimento acelerado, estocagem.

## ABSTRACT

PASCUALI, Luiz Carlos. **Vigor tests to estimate soybean seed storage potential.** Pelotas, 2012. 52f. Tese (Doutorado em Ciências), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de sementes, Universidade Federal de Pelotas.

Seed storage potential is affected by harvesting time, genotype, environment conditions and storage conditions. Maintenance of seed vigor ensures adequate crop establishment with high agronomic performance. Thus, the present study aimed to evaluate the reduction in vigor of soybean seeds in relation to the location and storage period. Three experiments were conducted with soybean varieties: BMX Apolo RR; BMX Potência RR and 53 RR FUNDACEP. The seeds were obtained in the field, soon after reaching reproductive R7, being dry, threshing by hand, placed in paper bags and stored in a refrigerated environment, environmental conditions and at 30°C and relative humidity of 70%. Analyses were performed monthly to monitor the physiological quality of the seeds through germination, accelerated aging 41° C for 48 hours, accelerated aging 42°C for 48 hours, cold test and field emergence. Based on the results it was concluded that: 1) the soybean seed storage at constant temperature of 30°C causes vigor reduction on 60 days storage; 2) loss of vigor is not linearly; 3) the potential storage of soybean seeds under cold conditions is more than 210 days; and 4) soybean seed storage potential depends also on the cultivar.

Index terms: *Glycine max*, quality, accelerated aging, storage.

## SUMÁRIO

	Página
<b>BANCA EXAMINADORA .....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATÓRIA.....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>42</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>44</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, atrás dos Estados Unidos, sendo a soja o mais importante produto agrícola para a exportação. É cultivada em praticamente todo o território nacional, destacando-se a região centro-oeste por produzir mais da metade da produção.

O cultivo da soja é considerado um empreendimento de alto risco, devido às variações meteorológicas, ataque de pragas, doenças etc. O estabelecimento da cultura com estande adequado é o marco inicial para a obtenção de alto desempenho das plantas e, conseqüentemente, alta produtividade; portanto, está atrelado ao histórico de produção, processamento e armazenamento das sementes.

O melhoramento genético vem produzindo cultivares adaptadas e com alto desempenho nas diferentes regiões geográficas do país, contribuindo no planejamento sistemático da lavoura com adaptações às exigências fisiológicas.

Informações sobre a qualidade fisiológica e sanitária das sementes é essencial para a instalação da lavoura. O teste padrão de germinação fornece o potencial máximo para a formação de plântulas normais por ser conduzido nas condições ideais da cultura. Assim, faz-se necessário o conhecimento do vigor das sementes como informação adicional, evidenciando o desempenho máximo das sementes sobre condições abióticas variadas, identificando lotes com rápida emergência e, conseqüentemente, produzindo estandes uniformes.

A retirada imediata das sementes do campo logo após a maturidade fisiológica garantiria alto vigor das sementes; no entanto, neste ponto as sementes se encontram com elevado teor de água, impedindo a colheita mecanizada. Dessa forma, as sementes ficam expostas às condições meteorológicas até que o teor de água atinja o ponto adequado para a colheita, período em que ocorre redução da qualidade fisiológica em menores ou maiores proporções, dependendo das condições meteorológicas.

Durante o período de armazenamento das sementes, a qualidade fisiológica sofre redução, sendo proporcional às condições do armazenamento. Temperaturas baixas favorecem a manutenção desta qualidade por períodos prolongados de tempo. O armazenamento correto das sementes até o momento de sua utilização é

uma etapa importante do processo de produção de sementes de alta qualidade, uma vez que o armazenamento não melhora a qualidade, somente a mantém por um período maior ou menor de tempo.

As condições climáticas de zonas tropicais e subtropicais apresentam elevadas temperaturas e alta umidade, condições que favorecem o aumento da atividade respiratória das sementes, acelerando a deterioração durante o armazenamento. Como alternativa, produtores de sementes dessas regiões estão investindo na climatização dos armazéns, visando à manutenção da qualidade inicial das sementes (germinação e principalmente vigor).

O vigor das sementes torna-se fundamental para o estabelecimento adequado da cultura e, conseqüentemente, obtenção de alto desempenho agrônômico, já que as sementes de soja com altos índices de viabilidade e vigor garantem maior uniformidade de estande, menos falhas na semeadura, redução da necessidade de replantio e, portanto, aumento da produtividade, gerando mais renda aos agricultores.

No entanto, ainda existem divergências sobre o ambiente de armazenamento e as respostas obtidas na qualidade final das sementes.

Neste estudo, foram utilizados para armazenamento o ambiente refrigerado, a condição ambiente e a temperatura constante de 30°C com umidade relativa média de 70%, sendo que este último parâmetro simulou as condições climáticas de zonas tropicais e subtropicais. Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar a redução do vigor (qualidade fisiológica) de sementes de três cultivares de soja em relação ao local e ao período de armazenamento.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na implantação de lavouras comerciais, as sementes devem possuir alta qualidade genética, física, fisiológica e sanitária que conferem altos índices de vigor, germinação, sanidade e pureza física. Esses fatores afetam o desempenho agrônômico da semente no campo, culminando com o estande desejado para a cultivar, garantindo com isso alta produtividade e lucratividade do agronegócio (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

Sementes de alto vigor originam plantas com maior índice de área foliar, maior produção de massa seca e maior produtividade de sementes. Essa produção chega a atingir 35% de aumento em relação ao uso de sementes de baixo vigor, conforme Kolchinski, Schuch e Peske (2005). No entanto, as plantas provenientes de sementes de alto vigor não exercem efeito de dominância sobre as plantas adjacentes originadas de sementes de baixo vigor.

Ainda neste contexto, Kolchinski, Schuch e Peske (2006) e Tavares et al. (2012) relatam que plantas oriundas de sementes de alto vigor apresentam maior taxa de crescimento inicial. Já, Panozzo et al. (2009) e Scheeren et al. (2010) obtiveram aumento de 17% na produção de grãos em plantas oriundas de sementes de alto vigor.

O vigor das sementes afeta o desenvolvimento inicial das plantas com redução da emergência total e na velocidade de germinação, resultando em menor estande e, conseqüentemente, devido a este, as plantas produziram mais vagens, compensando as falhas e não diferindo dos lotes de alto vigor na produção final. Observaram ainda prolongamento da fase vegetativa com atraso no florescimento das plantas originadas por sementes de baixo vigor (VANZOLINI e CARVALHO, 2002).

A maturidade fisiológica das sementes ocorre quando cessa o acúmulo de matéria seca, estando esta com a máxima viabilidade e vigor. Normalmente, essa transição é marcada pela passagem da coloração verde para a amarela das vagens e, neste ponto, a semente de soja encontra-se com aproximadamente 50% de umidade, estando pronta para iniciar a próxima geração (PESKE et al., 2012).

As sementes de soja colhidas no estágio R7 apresentam maior qualidade fisiológica, tolerância à dessecação e padrão de proteínas *lea* similares às sementes que permaneceram no campo até atingir 14% de teor de umidade (VEIGA et al., 2007).

Da maturidade fisiológica até a colheita, as sementes permanecem armazenadas a campo sob a influência das condições meteorológicas, as quais frequentemente são desfavoráveis à manutenção da qualidade. Devido às características higroscópicas das sementes, as variações no teor de água podem chegar até cinco pontos percentuais; dependendo da temperatura e umidade relativa do ar, esse processo de sorção e dessorção de água ocasiona a perda de flexibilidade dos tecidos, acelerando a deterioração e, conseqüentemente, a perda de viabilidade e vigor das sementes (BAUDET e AMARAL, 1983; AHRENS, DONI-FILHO e VILLELA, 2000).

No período compreendido entre a maturidade fisiológica e colheita as sementes ficam expostas às condições meteorológicas e sofrem deterioração por umidade, agravando esse processo em locais de clima quente e úmido, durante a fase de maturação. O agravamento dos danos ocorre devido a um longo período de exposição da semente no campo, que está relacionado à variação e à desuniformidade da maturação, dentro da população de plantas, o que aumenta o período de permanência no campo das sementes (FRANÇA-NETO et al., 2005).

O retardamento da colheita ocasiona redução do vigor e germinação, diminuição da densidade, aumento do enrugamento do tegumento e menor resistência, ocasionando aumento da velocidade de embebição pela elevação do grau de deterioração, além de elevar a susceptibilidade ao dano mecânico durante a colheita e beneficiamento de sementes (VIEIRA et al., 1982).

Além das características do genótipo em conferir maior ou menor qualidade das sementes de soja, as condições meteorológicas podem interferir na qualidade, pois locais com boa distribuição de chuvas ou cultivos com irrigação favorecem a obtenção de sementes de alta qualidade (VUJAKOVIC et al., 2011).

Ahrens e Peske (1994) identificaram amplitudes de 5,6% no teor de água das sementes entre a manhã e a tarde em períodos sem chuva na região de Pelotas, RS. Esses autores observaram que as sementes de soja no campo não

atingiram teores de água inferiores a 13%, evidenciando a necessidade da secagem artificial para garantir a qualidade fisiológica das sementes.

A amplitude do teor de água das sementes de uma planta de soja pode chegar a 30 pontos percentuais. E mesmo quando o teor médio de água for inferior a 12% ocorre a presença de sementes com teor de água superior a 13%. Por esses motivos, os autores recomendam que as sementes sejam submetidas à secagem, mesmo quando o teor médio de água for adequado para o armazenamento; essa secagem visa à redução da umidade das sementes que apresentam valores acima da média do lote (PESKE, HÖFS e HAMER, 2004).

Com relação à colheita mecânica, ela deve ser realizada com teor de água entre 15 e 18%, visando à minimização dos danos ocasionados pela deterioração a campo e as perdas ocasionadas pelas sementes com elevado teor de água (PESKE, HÖFS e HAMER, 2004). Nesse contexto, Silva, Mesquita e Pereira (1979) ressaltam que a colheita deve ser realizada quando pela primeira vez o teor água atingir 16%, a fim de garantir alta germinação. Percentuais de umidade inferiores favorecem a danificação mecânica e conseqüentemente a redução de vigor.

A colheita realizada com o sistema de trilha axial e tangencial não afeta o índice de velocidade de emergência, o vigor e a germinação de semente de soja, desde que observadas as indicações e regulagens adequadas. As colhedoras axiais causam menor danificação mecânica nas sementes em velocidades entre 6 e 8km.h<sup>-1</sup> (CUNHA et al., 2009).

O armazenamento de sementes de soja com embalagens permeáveis e semipermeáveis, com teores de água de 11,4 e 13,4%, após dois meses de armazenamento, em Pelotas, RS, entraram em equilíbrio higroscópico próximo a 13,4% sendo que, após três meses, os teores de água das sementes atingiram 15,1%, coincidindo com a umidade relativa mensal mais elevada para o período, comprometendo severamente o vigor a partir do quinto mês de armazenamento (AMARAL e BAUDET, 1983).

A época de colheita afeta a qualidade fisiológica das sementes e o teor de água mantido nessas durante o período de armazenamento influencia no comportamento das sementes, sendo que lotes com teores de água maiores que 12% sofrem rápida redução de germinação e vigor (MARCOS-FILHO et al., 1994).

O retardamento da colheita afeta negativamente a qualidade fisiológica, acarretando também maior velocidade de absorção de água pela redução da resistência oferecida pelo tegumento, cuja permeabilidade aumenta com a deterioração das sementes (ROCHA et al., 1984).

A deterioração por umidade ocorre devido às oscilações meteorológicas como chuvas, neblina e orvalho, agravando-se quando associadas a altas temperaturas. O dano evidencia-se provocando rugas na região oposta do hilo. Esse efeito deve-se às expansões e contrações do tegumento, decorrente das sucessivas hidratações e desidratações que ocorrem em diferentes proporções no tegumento e nos cotilédones (FRANÇA-NETO et al., 2007).

Os genótipos de soja que apresentam a enzima lipoxigenase em sua constituição apresentam melhor qualidade fisiológica de sementes, e o retardamento da colheita após o estágio R8 pode diferenciar genótipos em função da qualidade de suas sementes, principalmente quando associado ao teste de envelhecimento acelerado, e que a intensidade de redução do vigor das sementes expostas a condições meteorológicas desfavoráveis ocorre em diferentes intensidades entre os genótipos (LIMA et al., 2007). Silva, Lazarini e Sá (2010) relatam ainda que o teste de envelhecimento acelerado pode ser utilizado para a seleção de cultivares em regiões de clima quente e úmido.

A diferença de qualidade fisiológica entre cultivares pode ser atribuída a fatores com influência direta sobre a qualidade de sementes, como resistência a danificação mecânica, atribuído ao teor de lignina no tegumento da semente e à variação do ambiente entre a maturidade fisiológica e a colheita; porém, essas diferenças desaparecem quando as sementes são colhidas no ponto de maturidade fisiológica (VIEIRA et al., 1998).

Aguero, Vieira e Bittencourt (1997) observaram diferenças na qualidade fisiológica de sementes de soja atribuídas não somente ao genótipo, mas principalmente aos efeitos das condições meteorológicas ocorridas entre a maturidade fisiológica e a colheita, concordando com Vieira et al. (1982), Tekrony et al. (1984) e Braccini et al. (2003), relatando que a permanência das sementes de soja no campo após o estágio reprodutivo oito (R8) provocou redução na sua qualidade fisiológica em decorrência do processo de deterioração, e que as cultivares apresentaram intensidades diferenciadas no processo, fato esse

associado ao aumento da percentagem de sementes infectadas por micro-organismos patogênicos. Portanto, os testes de vigor podem detectar diferenças de qualidade fisiológica mesmo entre cultivares diferentes.

No armazenamento de sementes de soja em sacos de polietileno e juta, acondicionados a 15°C e em temperatura ambiente (SHARMA, GAMBHIR e MUNSHI, 2007), os autores verificaram redução de germinação e vigor com o armazenamento por 180 dias em ambas as embalagens, sendo que o armazenamento a 15°C propiciou a manutenção dos maiores índices de germinação e vigor das sementes em comparação com o armazenamento à temperatura ambiente.

Ferris e Baker (1990), avaliando os testes de vigor (envelhecimento acelerado, frio, emergência em solo e germinação), para prever o desempenho de sementes de soja no campo, observaram alta correlação para os testes de envelhecimento acelerado, teste de frio e emergência em solo.

A utilização do substrato papel toalha na realização do teste de frio reduz os efeitos do teste, tornando-o menos drástico, porém sensível para detectar diferenças de vigor entre materiais, além de maior simplicidade de execução e facilidade para padronização (LOEFFLER, MEIER e BURRIS, 1985).

O tratamento das sementes com fungicidas antes do armazenamento favorece a manutenção da qualidade fisiológica e o aumento da vida útil das sementes, além de melhorar a qualidade sanitária (GOULART, FIALHO e FUJINO, 1999; ADEBIASI, DANIEL e AJALA, 2004; CARDOSO et al., 2004; PEREIRA et al., 2007; PEREIRA et al., 2011). O aumento da contaminação das sementes por patógenos resulta em decréscimo da germinação (OWOLADE, OLASOJI e AFOLABI, 2011).

Os lotes de sementes com altos índices de infecção de *Phomopsis* sp. apresentaram baixa germinação quando submetidos ao teste padrão de germinação em rolo de papel, porém durante o armazenamento em condição ambiente, o fungo perde a viabilidade extremamente rápido, permitindo a expressão da germinação, quando a semente apresenta boa qualidade fisiológica (HENNING, 2005). O armazenamento em câmara fria por seis meses diminui a incidência de *Phomopsis sojae* e *Colletotrichum dematium* var. *truncata* (GALLI, PANIZI e VIEIRA, 2007). Já, Martins Filho et al. (2001) observaram “aumento” de vigor e germinação, decorrente

da redução da contaminação das sementes por *Phomopsis* sp., indo até 90 dias de armazenamento, devido às condições de condução do teste de envelhecimento acelerado favorecerem a redução de contaminação das sementes, resultando em aumento da percentagem de germinação (CARVALHO et al., 2011).

A redução da infestação patogênica das sementes resulta em “aumento” de vigor e germinação de sementes de soja no início do armazenamento, que pode ir de 60 a 90 dias, dependendo do genótipo estudado. Esse “aumento” no vigor e na germinação deve-se à redução da infestação patogênica das sementes por *Phomopsis* sp., que, logo após a colheita, apresentavam índices de infestação de 60%. A redução de vigor ocorreu após 120 dias de armazenamento e a redução de germinação entre 120 e 150 dias após o início do armazenamento (MARTINS-FILHO et al., 2001).

A aplicação do teste de frio encontra-se embasada na consideração de que as sementes mais resistentes a condições desfavoráveis possuem maior vigor, ou seja, a aplicação de baixas temperaturas combinadas com o excesso de água no solo é utilizada para prever o vigor das sementes, onde o ambiente gerado permitirá apenas a sobrevivência das sementes vigorosas. Conforme Miguel e Cicero (1999), o teste de frio realizado em rolos de papel sem terra apresenta melhor correlação com os testes de primeira contagem de germinação, condutividade elétrica e a emergência a campo.

De acordo com Carvalho et al. (2000), testando variações do teste de frio com modificações da temperatura e tempo de exposição das sementes, concluíram que variações da metodologia de condução do teste com temperatura de 7°C por três e cinco dias apresentam melhor correlação com a emergência em solo.

Para sementes de milho, os testes de frio e de envelhecimento acelerado são os que melhor se relacionaram com a emergência de plântulas em campo (MEDINA e MARCOS-FILHO, 1990). Milošević, Vujakovic e Karagic (2010) destacam que o teste de envelhecimento acelerado é o principal teste de vigor utilizado hoje, devido a sua boa correlação com a emergência em solo.

Os testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada possibilitam a identificação de diferenças de qualidade fisiológica entre lotes de sementes de soja, sendo que o envelhecimento acelerado realizado a 41°C por 48

horas mostra-se mais drástico que a deterioração controlada, devido à menor percentagem de plântulas normais obtidas (ROSSETO e MARCOS-FILHO, 1995).

O teste de envelhecimento acelerado realizado com temperatura de 42°C por 48 horas apresenta alta correlação com a emergência das plântulas em campo para resultados maiores ou iguais a 90% (TORRES, VIEIRA e PANOBIANCO, 2004). Os autores relatam que a eficiência na predição reduz quando as condições de campo não são as mais adequadas para realização do plantio, sendo que a utilização do teste de envelhecimento acelerado é eficiente para a identificação de lotes vigorosos de sementes para semeadura.

Os testes mais promissores para avaliação da qualidade fisiológica de sementes são o teste de envelhecimento acelerado, deterioração controlada e lixiviação de potássio. Isso devido à simplicidade e eficiência em fornecer informações sobre a qualidade fisiológica das sementes para tomadas de decisões, sendo que, para identificação de lotes de sementes com alta qualidade fisiológica, que poderão ser armazenado por períodos prolongados, devem-se associar informações de diferentes métodos (MARCOS-FILHO, 1998).

Braccini et al. (1999), avaliando a qualidade fisiológica de sementes submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado, verificaram respostas diferenciadas para as cultivares testadas, onde o aumento do tempo de exposição ao envelhecimento acelerado afetou negativamente o desempenho das sementes de soja.

O tempo de exposição das sementes de soja ao envelhecimento acelerado promove efeito significativo na percentagem de germinação, na média diária de germinação, no tempo médio de germinação, no coeficiente de velocidade de germinação e no índice de germinação, além de afetar a uniformidade de germinação e aumento na percentagem de plântulas anormais (RASTEGAR, SEDGHI e KHOMARI, 2011). Os autores destacam que o teste de envelhecimento acelerado pode ser utilizado para a determinação da qualidade de sementes de soja.

Em sementes de pimentão, o envelhecimento acelerado causa aumento da peroxidação lipídica devido à formação de radicais livres (KAEWNAREE et al., 2011). Esses resultados indicam que a deterioração ocorrida durante o envelhecimento acelerado está intimamente relacionada com danos nas membranas, reduzindo com isso o transporte de proteínas e, conseqüentemente, a perda da capacidade de germinação.

O envelhecimento acelerado de sementes de algodão causa aumento da oxidação e da acidificação lipídica (ácidos graxos livres) como a principal causa da deterioração de sementes, incluindo a ruptura de membrana celular, redução da germinação, aumento da condutividade elétrica e redução do comprimento radicular e da parte aérea das plântulas (MOSAVI NIK et al., 2011).

A distribuição de amostras com massa uniforme ou formando camada única sobre a tela do gerbox não influi na capacidade do teste envelhecimento acelerado em identificar diferenças no potencial fisiológico de sementes de soja (MARCOS-FILHO, NOVEMBRE e CHAMMA, 2001).

Dutra e Vieira (2004) testaram variações na metodologia de condução do teste de envelhecimento acelerado, testando as combinações de 41°C por 48 e 72 horas e 42°C por 48 e 72 horas e a distribuição das sementes em camada única e por peso para acondicionamento nos gerbox, concluindo que não houve diferença entre as formas de acondicionamento. Esses autores concordam com Lopes et al. (2002) e recomendam que o teste de envelhecimento acelerado deve ser realizado com acondicionamento das sementes na temperatura de 42°C por 48 horas para sementes de soja.

Os testes que melhor se correlacionam com a emergência em campo são os de envelhecimento acelerado, germinação, tetrazólio (1-3 e 1-5) e condutividade elétrica, com coeficientes de correlação de 0,80, 0,71, 0,66, 0,61 e 0,60, respectivamente (SCHUAB et al., 2006).

Marcos-Filho et al. (1994) relatam que o teste de envelhecimento acelerado é eficiente para fornecer informações sobre a capacidade de armazenamento de sementes de soja. Nesse contexto, Balešević-Tubić et al. (2010) indicam o teste de envelhecimento acelerado para prever a qualidade fisiológica de sementes de soja e girassol submetidas ao armazenamento, sendo que o acondicionamento à temperatura de 42°C por cinco dias para soja e três dias para girassol prediz a germinação das sementes após um período de armazenamento de 12 meses. Lima et al. (2011) obtiveram correlação significativa entre o teste de envelhecimento acelerado e a emergência em solo de sementes de alfavaca-cravo.

A evolução dos danos por umidade durante o armazenamento e, conseqüentemente, redução do potencial fisiológico de sementes de soja foi maior quando as sementes foram armazenadas em ambiente não controlado do que para

as sementes armazenadas em câmara fria (10°C e UR 65%) (FORTI, CICERO e PINTO, 2010).

Simic et al. (2006) analisaram o efeito de duas condições de armazenamento sob a qualidade de sementes de milho, soja e girassol. A redução de vigor foi de 18,7% para milho e 57,1% para soja e girassol quando armazenados a 25°C e UR 75%. Já na temperatura de 12°C, com UR 60%, as reduções de vigor foram de 17% para milho e 24% para soja e girassol. As condições de armazenamento podem garantir a manutenção da qualidade fisiológica inicial das sementes ou favorecer seu declínio, culminando com a inviabilidade da utilização da semente para plantio.

Marcos-Filho e Souza (1983), avaliando o comportamento de sementes de soja tratadas com fungicidas e armazenadas durante seis meses, concluíram que o tratamento das sementes antes do armazenamento favorece a manutenção do vigor das sementes. No entanto, Cardoso et al. (2004) e Krohn e Malavasi (2004) relatam que sementes tratadas e armazenadas apresentam melhor desempenho nos períodos iniciais de armazenamento e, após quatro meses, apresentam redução da qualidade fisiológica, provavelmente devido ao efeito fitotóxico do fungicida.

Marcos-Filho et al. (1985) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas semanalmente após atingirem o estágio de maturidade fisiológica e armazenadas em câmara seca, câmara fria e ambiente. Concluíram que sementes de cultivares de ciclo semitardio apresentam qualidade fisiológica e potencial de conservação superior às cultivares precoces, devido principalmente às condições meteorológicas predominantes entre a maturidade fisiológica e a colheita. Os autores (MARCOS-FILHO et al., 1986) relatam ainda que as condições de umidade relativa do ambiente e a qualidade fisiológica das sementes no início do processo de armazenamento garantem melhor conservação das sementes durante o armazenamento. A qualidade fisiológica das sementes pode afetar o estande da lavoura, porém os efeitos não se estendem à produção final da cultura.

O período de armazenamento das sementes sem perdas consideráveis de qualidade fisiológica dobra para cada ponto percentual de redução no grau de umidade das sementes e/ou para cada 5,5°C de redução na temperatura de armazenamento (TOLEDO e MARCOS-FILHO, 1977).

Sementes de soja incubadas a 41°C e umidade relativa de 100%, no teste de envelhecimento acelerado, apresentam perda de vigor, redução da atividade respiratória, aumento da perda de eletrólitos, perda de peso e redução de embebição, devido ao processo de deterioração das membranas, proporcionado pelo envelhecimento acelerado, sendo que a perda de germinação total das sementes ocorreu com 7 dias de incubação (PARRISH e LEOPOLD, 1978).

Conforme Stewart e Bewley (1980), a perda de integridade de membranas e a oxidação de lipídeos que ocorrem durante a condução do teste de envelhecimento não podem ser revertidas.

Simic et al. (2005) relatam que durante o envelhecimento acelerado ocorre aumento do teor de compostos fenólicos, semelhante à curva de plântulas anormais, com coeficientes de correlação entre 0,75 e 0,96, sendo que a percentagem de plântulas anormais apresentou três estágios, manteve-se estável por dois a três dias, seguido de um aumento e, posteriormente, uma redução lenta. Já a percentagem de plântulas normais manteve-se estável por dois a três dias, seguida de uma redução evidente no percentual de plântulas normais.

Sung e Chiu (1995) avaliaram o efeito do envelhecimento natural de sementes de soja sobre a germinação e as características relacionadas à peroxidação lipídica. As sementes de duas cultivares colhidas em diferentes estações foram acondicionadas em embalagem de alumínio e nas temperaturas de 5 e 25°C, com avaliações trimestrais durante um ano. Os autores verificaram que a redução de germinação e a peroxidação lipídica ocorreram em ambas as temperaturas, porém com maior intensidade na temperatura mais elevada.

A inibição da germinação deve-se à perda da capacidade de reparação de membranas durante o envelhecimento natural das sementes, sendo que a peroxidação lipídica induzida por radicais livres é a principal causa de danos às membranas. O envelhecimento inibiu a atividade da peroxidase, da catalase, da ascorbato peroxidase, da superóxido dismutase e da lipoxigenase. Verificaram ainda que a época de colheita afeta a capacidade das sementes em suportar as condições de armazenamento.

A divergência entre os trabalhos analisados sob o efeito das condições de armazenamento e as respostas obtidas na qualidade final das sementes, possibilitou a necessidade de executar o presente estudo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

Foram conduzidos três experimentos entre os meses de abril e novembro de 2011 em Pelotas, RS, com sementes colhidas na safra 2010/2011, das variedades BMX APOLO RR superprecoce, grupo de maturação 5.5, hábito de crescimento indeterminado, BMX POTÊNCIA RR semiprecoce, grupo de maturação 6.6 e hábito de crescimento indeterminado e FUNDACEP 53 RR precoce, grupo de maturação 6.4 e hábito de crescimento determinado.

As sementes colhidas, logo após o estágio reprodutivo R7 (vagens com coloração amarela), atingiram o maior acúmulo de matéria seca e apresentaram alta qualidade fisiológica. Imediatamente após a colheita das plantas, essas foram secas em estufa com circulação de ar a temperaturas inferiores a 34°C ou ao sol quando as condições meteorológicas permitiram.

Após atingirem teor de água entre 11-12%, foram debulhadas manualmente e acondicionadas em sacos de papel multifoliado para serem armazenadas em três ambientes, ou seja: condição ambiente (Pelotas, RS, temperatura média de 17±3°C), sob refrigeração (10 °C) e temperatura de 30°C, com umidade relativa de 70%. Mensalmente, foram realizadas análises para acompanhamento da qualidade fisiológica das sementes, conforme metodologia descrita a seguir:

**PREPARO DAS AMOSTRAS:** mensalmente homogeneizavam-se as amostras com um homogeneizador de sementes e retirava-se de cada tratamento dois conjuntos de seis amostras de 95 gramas, referentes às repetições estatísticas que o compunham, para a realização dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio e emergência em solo.

**TRATAMENTO DAS AMOSTRAS:** o tratamento das amostras foi realizado para evitar variações decorrentes dos locais de armazenamento, do período e do percentual de contaminação das sementes, sendo utilizado para tratamento o fungicida Derosal Plus® na proporção de 200ml de produto comercial para 100kg de sementes. A aplicação da calda foi realizada com o auxílio de uma micropipeta de

100 a 1000 microlitros, regulada para aplicação de 570 microlitros em cada amostra, respeitando-se a proporção recomendada de, no máximo, 600ml de calda para 100kg de sementes.

**TESTE DE GERMINAÇÃO:** realizado com 200 sementes para cada repetição, semeadas em substrato papel “Germitest” umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, de acordo com o descrito nas Regras para Análises de Sementes (RAS) para o substrato papel (BRASIL, 2009a). Os rolos com 50 sementes (cada) foram colocados em germinador do tipo “Mangelsdorf”, regulado na temperatura constante de 25°C. As contagens foram realizadas no 5° e no 8° dia e o resultado expresso em percentagem de plântulas normais.

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO:** as sementes foram acondicionadas em caixas plásticas tipo “gerbox” (11 x 11 x 3cm), contendo 40ml de água destilada, acondicionadas em câmaras tipo “Biological Organism Development” (BOD), reguladas nas temperaturas constantes de 41°C por 48 horas (ISTA, 2011; MARCOS-FILHO, 1999) e 42°C durante 48 horas (LOPES et al., 2002; DUTRA e VIEIRA, 2004; TORRES et al., 2004). Após esse período, foi realizado o teste de germinação, conforme metodologia descrita no item “teste de germinação”. As contagens foram realizadas no 5° dia e o resultado expresso em percentagem de plântulas normais.

**TESTE DE FRIO:** as sementes foram semeadas em substrato papel “Germitest” umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, de acordo com o descrito nas Regras para Análises de Sementes (RAS) para o substrato papel (BRASIL, 2009a). Os rolos com 50 sementes cada foram colocados em sacos de polietileno e acondicionados à temperatura de 10°C por 7 dias. Após esse período, foi realizado o teste de germinação, conforme metodologia descrita no item “germinação”, e as contagens realizadas no 5° dia, com o resultado sendo expresso em percentagem de plântulas normais.

**TESTE DE EMERGÊNCIA EM SOLO:** foram utilizadas duas amostras de 100 sementes para cada repetição, semeadas em linhas espaçadas 15cm, na profundidade de 3 a 4cm, aproximadamente. Os canteiros foram preparados e molhados no dia anterior ao plantio a fim de manter a umidade ideal para a semeadura e molhados novamente quando necessário. As contagens foram

realizadas no 15º dia e os resultados expressos em percentagem de plântulas emergidas.

**SANIDADE:** através do teste do papel de filtro (“blotter test”), com 200 sementes, distribuídas em oito repetições de 25 sementes e colocadas sobre duas folhas de papel mata-borrão previamente umedecidas com água destilada, em caixas plásticas tipo “gerbox” e incubadas na temperatura de  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , com regime de 12 horas de luz por 7 dias em câmaras com lâmpadas fluorescente branca e sob fotoperíodo de 12 horas. Após esse período, as sementes foram analisadas individualmente, identificando-se os fungos a elas associados, sendo os resultados expressos em percentagem de sementes infestadas para cada patógeno (BRASIL, 2009b).

**TETRAZÓLIO:** foram utilizadas duas repetições de 50 sementes, acondicionadas em papel para germinação, umedecido por 16 horas a  $25^{\circ}\text{C}$  e, logo após, colocadas em recipientes plásticos, totalmente submersas na solução de 0,075% de sal de tetrazólio, permanecendo por 3 horas em estufa à temperatura de 35 a  $40^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 2009a).

**TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES:** foi realizado pelo método da estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  por um período de 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009a).

**PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO:** o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial (3 ambientes de armazenamento x 8 períodos de avaliação), com seis repetições por tratamento. A análise estatística foi realizada, com o Sistema de Análise Estatística para Windows versão 1.0 – Winstat.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO INICIAL DOS LOTES: imediatamente após a trilha das amostras, foi realizada a caracterização inicial dos lotes, onde se determinou a umidade de colheita, o peso de 1.000 sementes, o tetrazólio e a sanidade, que são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Caracterização inicial dos lotes de sementes das variedades BMX Apolo RR, BMX Potência RR e FUNDACEP 53 RR usados para execução do presente estudo.

Variedade	Umidade de colheita (%)	Peso de 1.000 sementes (g)	Tetrazólio (%)		
			Vigor	Vigor nível 1	Viabilidade
BMX Apolo RR	37,0	163,7	93	83	97
BMX Potência RR	31,7	153,9	98	94	99
FUNDACEP 53 RR	30,7	181,1	95	80	97

Na Tabela 2 estão relacionados os principais patógenos transmitidos via sementes que foram identificados nos lotes de sementes das variedades BMX Apolo RR, BMX Potência RR e FUNDACEP 53 RR, utilizados neste estudo.

Tabela 2. Caracterização inicial com os principais patógenos transmitidos via sementes, identificados nas variedades BMX Apolo RR, BMX Potência RR e FUNDACEP 53 RR.

Variedade	Patógenos (%)							
	Época de colheita	Fus.	Cer. k.	Coll.	Cer. s.	Pho.	Rhi. S.	Outros
BMX Apolo RR		25,0	20,8	2,1	2,2	0,7	0,0	15,2
BMX Potência RR		26,5	9,7	0,9	1,4	0,1	0,3	23,6
FUNDACEP 53 RR		40,3	21,5	0,3	1,6	0,3	0,1	27,9

Legenda: Fus = Fusarium sp.; Cer.k. = Cercospora kikuchi; Coll. = Colletotrichum sp.; Cer. s. = Cercospora sojina; Pho = Phomopsis sp.; Rhi. s. = Rhizoctonia solani.

Os resultados da análise de variância para os testes de: germinação; envelhecimento acelerado a 41°C por 48 horas, envelhecimento acelerado 42°C por

48 horas, teste de frio sem solo e emergências a campo revelou efeito significativo ( $P < 0,01$ ) dos ambientes de armazenamento e do período de armazenamento nesses resultados. Também foi detectado efeito significativo ( $P < 0,01$ ) das interações entre os fatores estudados nos três experimentos realizados.

Na realização do teste de envelhecimento acelerado, as sementes apresentavam umidade inicial variando de 9,0 a 11,9%. E, após o período de realização do teste, a umidade ficou entre 24,0 e 26,0%, estando de acordo com os valores referenciais citados por Marcos-Filho (1999), sendo ainda essa variação considerada adequada para sementes de soja, conforme Tekrony (1993), o qual cita variação de 3 a 4% no teor final de água das sementes.

### **Experimento 1 – Cultivar BMX Apolo RR**

Os resultados do teste de germinação apresentaram-se significativos para o ajuste de regressão, as sementes armazenadas na temperatura ambiente, sob refrigeração, foram explicadas por equação linear, com redução de 0,4 e 0,5 pontos percentuais ao mês, com coeficiente de determinação de 0,95 e 0,97, respectivamente, conforme Figura 1. Já as sementes armazenadas na temperatura de 30°C apresentaram reduções explicadas por equação de segundo grau, com coeficiente de determinação 0,98; todos os coeficientes indicam um bom ajuste entre os pontos observados e os estimados pela equação.

Verificou-se que a redução de germinação durante o armazenamento ocorreu nos três ambientes estudados, sendo maior para a condição de armazenamento a 30°C, com queda de 9 pontos percentuais (Figura 1). Para as sementes armazenadas na temperatura ambiente, sob refrigeração, a redução de germinação foi idêntica, com redução de somente 3 pontos percentuais para ambos os ambientes durante os 210 dias de armazenamento.

O teste de envelhecimento acelerado realizado na temperatura de 41°C apresentou redução significativa do percentual de plântulas normais durante o período de armazenamento, sendo representado por uma equação de segundo grau, com queda de 2 pontos percentuais de plântulas normais até os 60 dias, passando para 8 pontos percentuais aos 90 dias e intensificando-se a partir de então, atingindo 43 pontos percentuais de redução, nas plântulas normais, aos 120

dias. Por outro lado, as sementes armazenadas na temperatura ambiente e refrigeradas não diferiram entre si no período estudado (Figura 2).

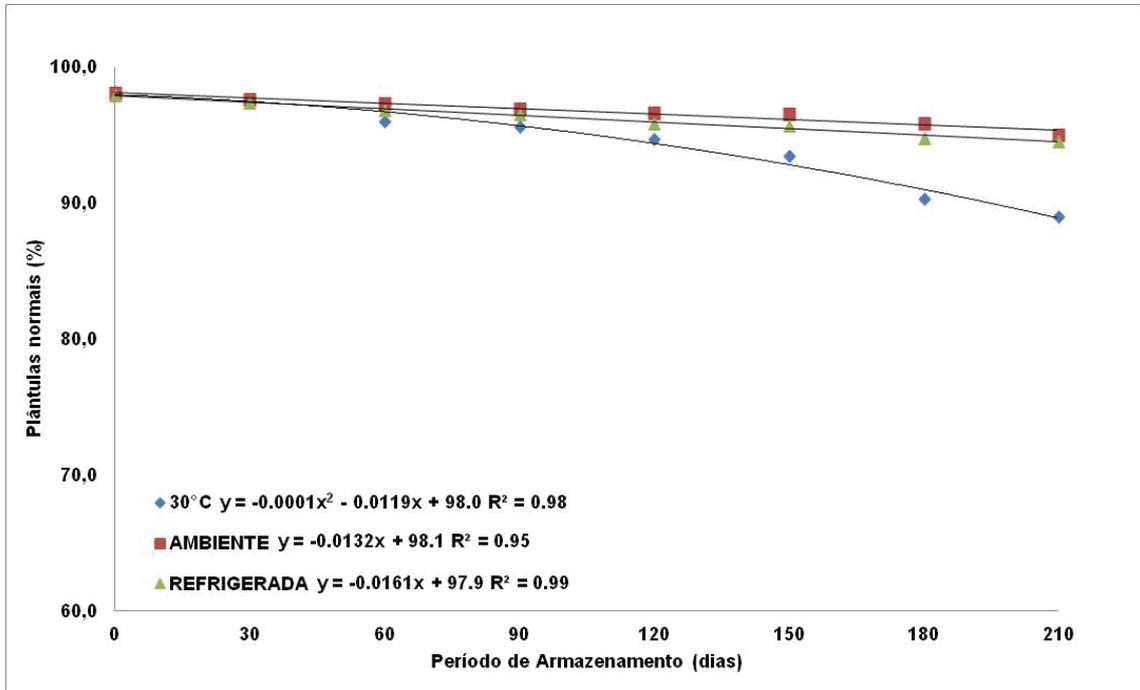


Figura 1. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de germinação em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento.

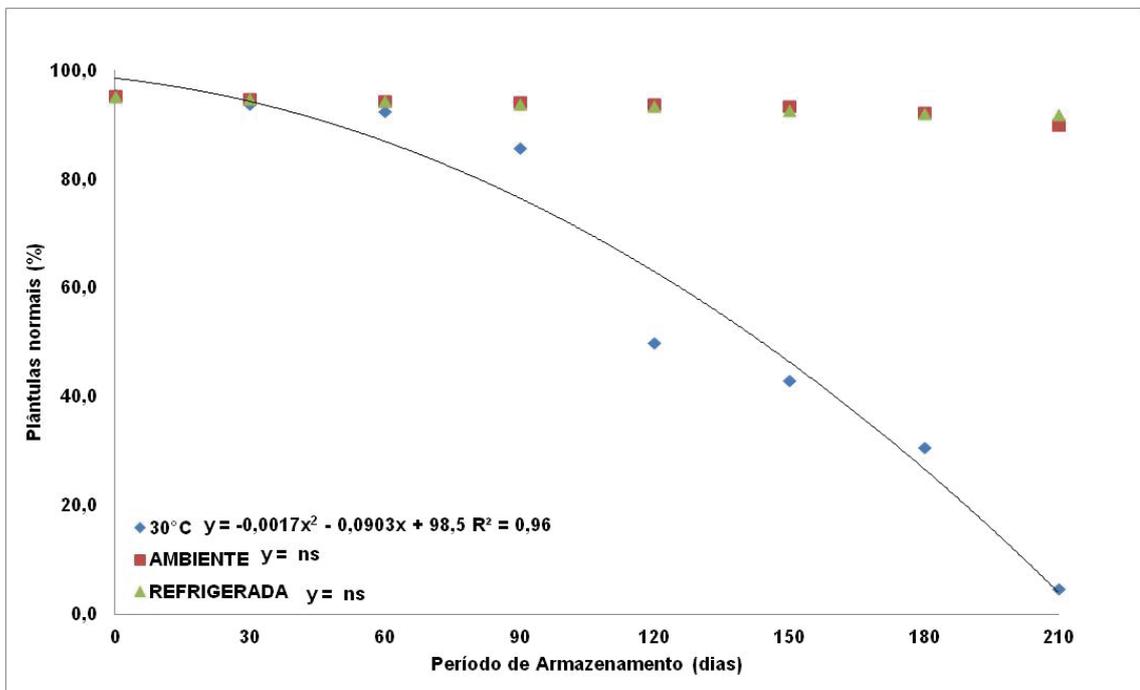


Figura 2. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento.

Durante o armazenamento, as sementes permanecem expostas a fatores que aceleram ou retardam sua deterioração. Nos dados da Figura 2, pode-se verificar que as sementes mantidas na temperatura ambiente, e sob refrigeração, preservaram o vigor inicial sem perdas consideráveis de qualidade durante os 210 dias de armazenamento. No entanto, as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C sofreram redução drástica de vigor a partir dos 90 dias de armazenamento, concordando com Carvalho e Nakagawa (2000), os quais relatam que o aumento da temperatura eleva a taxa de respiração e, conseqüentemente, o consumo de reservas, culminando com a perda da qualidade fisiológica das sementes.

Para as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C, ocorreu redução lenta de vigor até os 120 dias de armazenamento, pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C por 48 horas), acentuando-se drasticamente a partir desse período. Essa rápida perda de viabilidade apresentada pelas sementes de soja foi atribuída à homogeneidade apresentada pelas sementes antes do armazenamento (Tabela 1), onde se pode verificar que 83% das sementes encontravam-se com nível 1 de vigor pelo teste de tetrazólio, devido à colheita realizada próxima ao ponto de maturidade fisiológico, que garante maior qualidade (OLASOJI et al., 2012). Esse fato, conseqüentemente, culminou com uma redução de vigor semelhante entre as sementes do lote, já que a sobrevivência delas às condições do teste de envelhecimento acelerado depende das condições iniciais de vigor (MARCOS-FILHO, 1999).

A condução do teste de envelhecimento acelerado na temperatura de 42°C mostrou redução significativa do vigor nas sementes armazenadas na temperatura de 30°C, a partir de 71 dias, com base na regressão, chegando praticamente a zero o percentual de plântulas normais aos 120 dias de armazenamento. As sementes armazenadas na temperatura ambiente apresentaram redução somente aos 210 dias e, ainda assim, bem pequena, sendo menos de 5 pontos percentuais em relação ao início do armazenamento, enquanto que para as sementes mantidas sob refrigeração não houve redução significativa em sua qualidade fisiológica durante o armazenamento (Figura 3).

De acordo com Carvalho e Silva (1994), o teste de envelhecimento acelerado consegue detectar variações de qualidade fisiológica com maior

sensibilidade que outros testes de vigor. Nos resultados apresentados na Figura 3, pode-se observar que as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C apresentaram redução significativa da viabilidade aos 60 dias de armazenamento, com a temperatura de incubação do teste de envelhecimento acelerado de 42°C, sendo que essa redução foi observada somente com 120 dias de armazenamento, pelos testes de germinação, frio e emergência em solo.

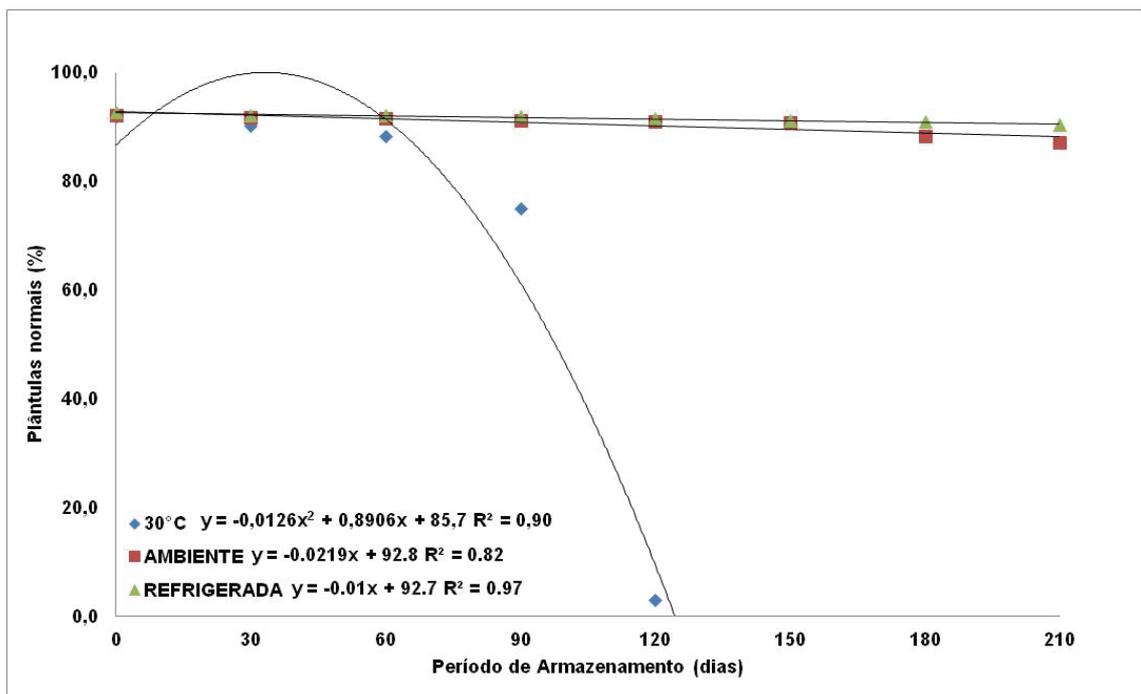


Figura 3. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (42°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento.

Os resultados do teste de frio mostram que as sementes armazenadas na temperatura ambiente, e sob refrigeração, não apresentaram diferenças significativas durante todo período de armazenamento. Por outro lado, as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C mostraram redução significativa do percentual de plântulas normais a partir dos 120 dias, com uma redução total de 10 pontos percentuais aos 210 dias em relação ao início do armazenamento (Figura 4).

Ao relacionar os efeitos do teste de frio com os ambientes de armazenamento, verifica-se que as sementes mantidas na temperatura ambiente, e sob refrigeração, apresentaram resultados condizentes com os relatos de Medina e Marcos-Filho (1990), Barros e Dias (1992), em que o teste de frio detecta somente diferenças acentuadas de qualidade entre os lotes, não separando lotes com

pequenas diferenças de qualidade fisiológica. Com base nos testes realizados, verificou-se que o teste de envelhecimento acelerado (42°C por 48 horas) detecta diferenças significativas entre os lotes de sementes a partir dos 60 dias de armazenamento, enquanto que no teste de frio as diferenças se evidenciam a partir dos 120 dias de armazenamento.

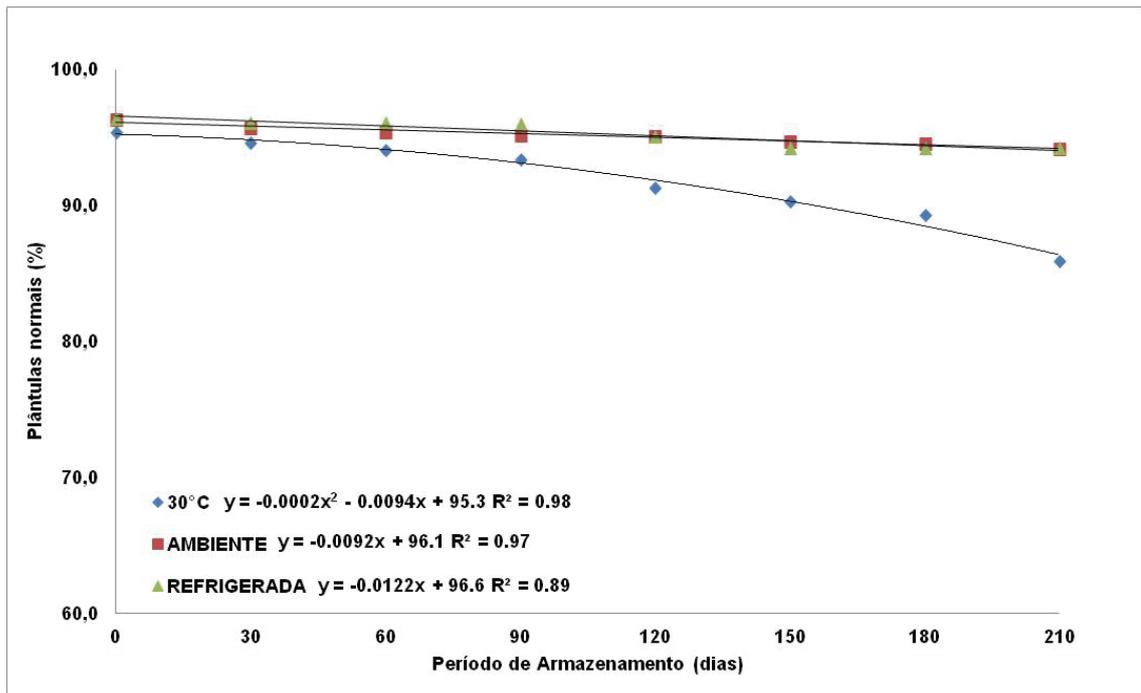


Figura 4. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de frio (7 dias a 10°C), em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento.

Nas estimativas do teste de emergência em solo (Figura 5) as variações de plântulas normais dos três ambientes de armazenamento apresentaram comportamento descrito por equações de regressão linear com redução de 0,7, 0,6 e 0,4 pontos percentuais para cada mês de armazenamento, respectivamente para as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C ambiente e sob refrigeração. Nesse teste foi verificado que as reduções de plântulas normais foram mais acentuadas nas sementes mantidas na temperatura de 30°C do que nos demais ambientes de armazenamento, concordando com os autores Popinigis, (1985), Resende et al. (1996) e Carvalho e Nakagawa, (2000) os quais relatam que o ambiente de armazenamento é o fator determinante sobre a qualidade fisiológica das sementes.

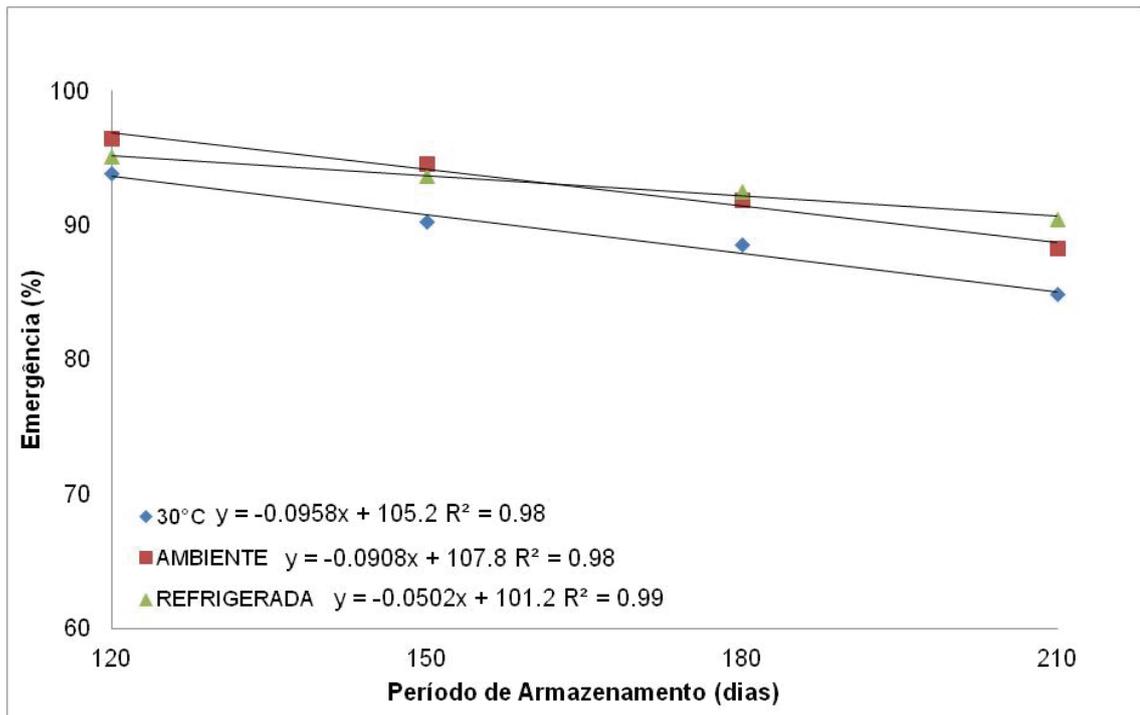


Figura 5. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de emergência em solo, em sementes de soja da variedade BMX Apolo RR, em função do período e local de armazenamento.

Aos 120 dias de armazenamento as sementes mantidas na temperatura ambiente apresentaram germinação levemente superior àquelas mantidas sob refrigeração. Esse fato pode ser atribuído às condições de temperatura ambiente por ser inferior às condições de temperatura da refrigeração (10°C), fazendo com que as sementes mantivessem melhor qualidade; porém, pode-se verificar que a perda de viabilidade dessas sementes foi superior às refrigeradas a partir dos 120 dias, coincidindo com o final do inverno e início da primavera, em que ocorre elevação da temperatura. Devido à exposição à alta umidade relativa dos meses de inverno, as sementes elevaram o teor de umidade, concordando com Amaral e Baudet (1983) e, conseqüentemente, com a elevação da temperatura durante a primavera, ficam mais propensas à perda de viabilidade. Carvalho e Nakagawa (2000) enfatizam que o aumento da temperatura e umidade provoca aumento na taxa de respiração, consumo de reservas e, por conseqüência, redução da qualidade fisiológica das sementes.

## Experimento 2 – Cultivar BMX Potência RR

Os resultados dos percentuais de germinação para as sementes armazenadas na temperatura ambiente e sob refrigeração não diferiram entre si

durante o período estudado (Figura 6). No entanto, ambas diferiram significativamente a partir dos 180 dias das sementes mantidas na temperatura constante de 30°C. Em todos os ambientes ocorreram reduções significativas entre o período inicial e final de armazenamento, sendo que as sementes mantidas na temperatura constante de 30°C apresentaram a maior queda de germinação.

No ajuste de regressões, as sementes armazenadas na temperatura ambiente e sob refrigeração foram explicadas por equações lineares, e para as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C a redução de germinação foi explicada por uma equação de segundo grau, onde verificamos pequena redução até os 180 dias, intensificando-se a partir deste período de armazenamento, atingindo redução de 21 pontos percentuais aos 210 dias com relação ao início do armazenamento (Figura 6).

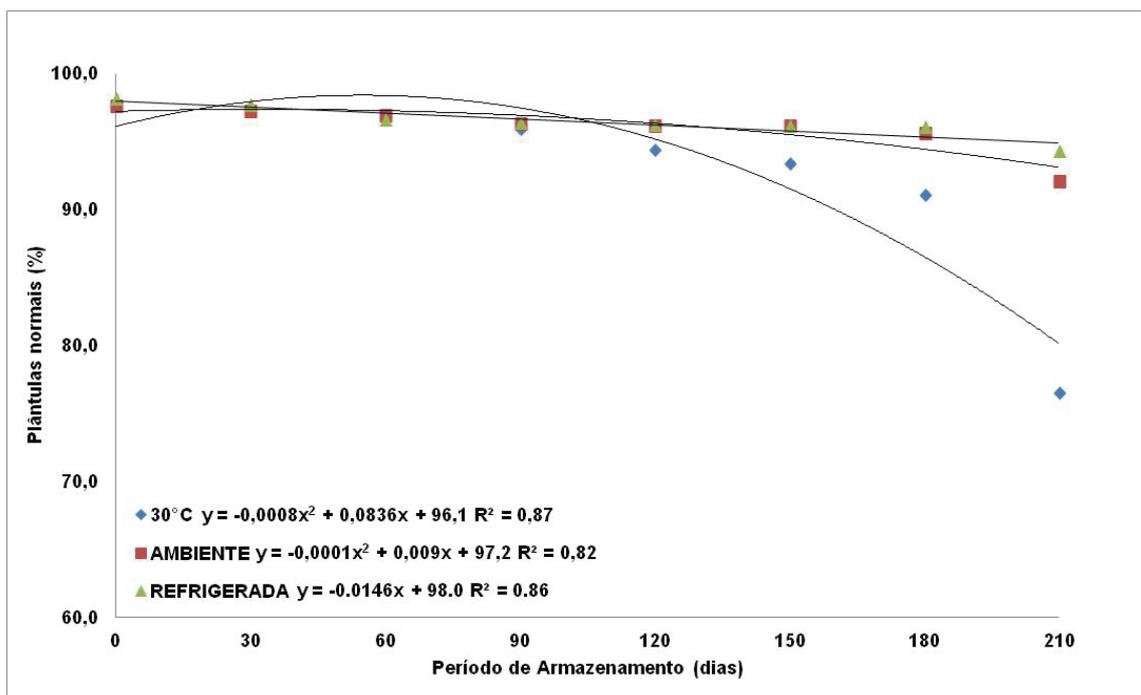


Figura 6. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de germinação em sementes de soja da variedade BMX POTÊNCIA RR, em função do período e local de armazenamento.

A diferença de qualidade entre lotes de sementes armazenados em locais distintos deve-se às condições do ambiente, em especial à temperatura e à umidade relativa. Neste estudo, conforme citado anteriormente, as sementes armazenadas sob refrigeração apresentaram menor perda de germinação, concordando com Roberts (1981) de que as condições do ambiente atuam regulando a velocidade de

perda da viabilidade. Mesmo sementes que apresentam baixo potencial de armazenamento, se mantidas nas condições ideais, permanecem viáveis por vários anos (BALESEVIC-TUBIC et al., 2010).

No teste de envelhecimento acelerado, realizado na temperatura de 41°C, ocorreu redução significativa do percentual de plântulas normais para as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C a partir de 120 dias de armazenamento, reduzindo a menos de 50% aos 150 dias (Figura 7). A regressão que melhor descreveu o comportamento dos dados foi a equação quadrática. Para os demais ambientes de armazenamento não ocorreram diferenças significativas.

Ainda considerando a Figura 7, verifica-se que as sementes mantidas na temperatura ambiente e sob refrigeração preservaram o vigor inicial sem perdas de qualidade durante os 210 dias de armazenamento; entretanto, as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C apresentaram perda de vigor a partir dos 120 dias, acentuando-se drasticamente após esse período, atingindo praticamente zero de plântulas normais aos 210 dias.

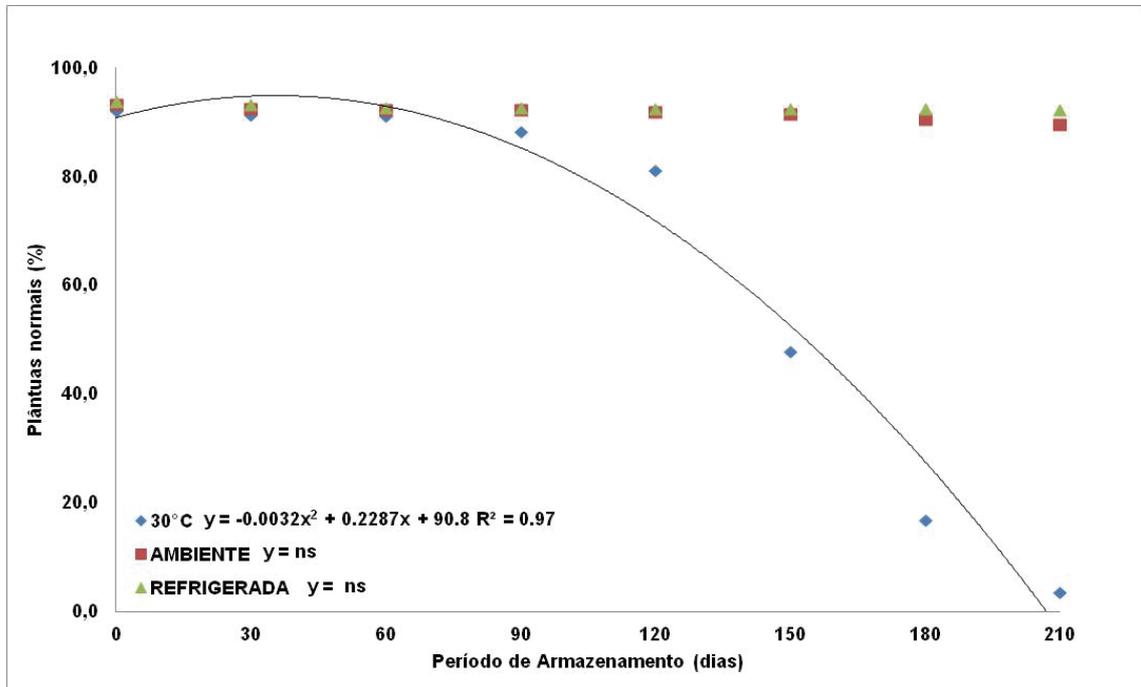


Figura 7. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade BMX POTÊNCIA RR, em função do período e local de armazenamento.

A redução de vigor das sementes armazenadas sob refrigeração não foi significativa no período do estudo pelo teste de envelhecimento acelerado (42°C por

48 horas), demonstrando que as condições de armazenamento foram ideais para a manutenção da qualidade das sementes. Quando armazenadas na temperatura ambiente, a perda de vigor foi explicada por equações lineares, concordando com Cardoso et al. (2004) e Guedes et al. (2010). Entretanto, para as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C, o vigor sofreu pequena redução até os 71, dias sendo descrito no ajuste de regressões por equações de segundo grau, concordando com Alves e Lin (2003), Amaral e Baudet (1983) e Silva et al. (2010), os quais relatam que a redução de vigor de sementes intensifica-se após um período de armazenamento.

A rápida perda de viabilidade apresentada pelas sementes de soja pode ser justificada pela homogeneidade das sementes utilizadas (Tabela 1), as quais apresentavam inicialmente 94% das sementes no nível 1 de vigor pelo teste de tetrazólio. Essa característica influenciou na redução homogênea de vigor entre as sementes do lote, já que Marcos-Filho (1999) relata que a sobrevivência das sementes depende das condições iniciais de vigor.

Azevedo et al. (2003) verificaram que o ambiente de armazenamento não influenciou na perda de vigor de sementes de gergelim. Neste estudo, contrariamente aos autores, ocorreram diferenças de comportamento das sementes e a redução de vigor foi diretamente dependente das condições de estocagem. As sementes mantidas na temperatura constante de 30°C apresentaram grande redução da qualidade pelo teste de envelhecimento acelerado, em comparação com as mantidas na temperatura ambiente e sob refrigeração, evidenciando o efeito do ambiente de armazenamento na qualidade, o que concorda com os resultados de Vieira et al. (2002), os quais relatam que a queda de vigor de sementes de arroz comporta-se de acordo com o local de armazenamento.

No envelhecimento acelerado (42°C por 48 horas), as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C apresentaram redução a partir de 81 dias de armazenamento, de acordo com o modelo e atingindo zero no percentual de plântulas normais aos 150 dias de armazenamento. Já as armazenadas na temperatura ambiente e sob refrigeração não diferiram entre si e apresentaram redução inferior a 4 pontos percentuais durante o período de armazenamento (Figura 8).

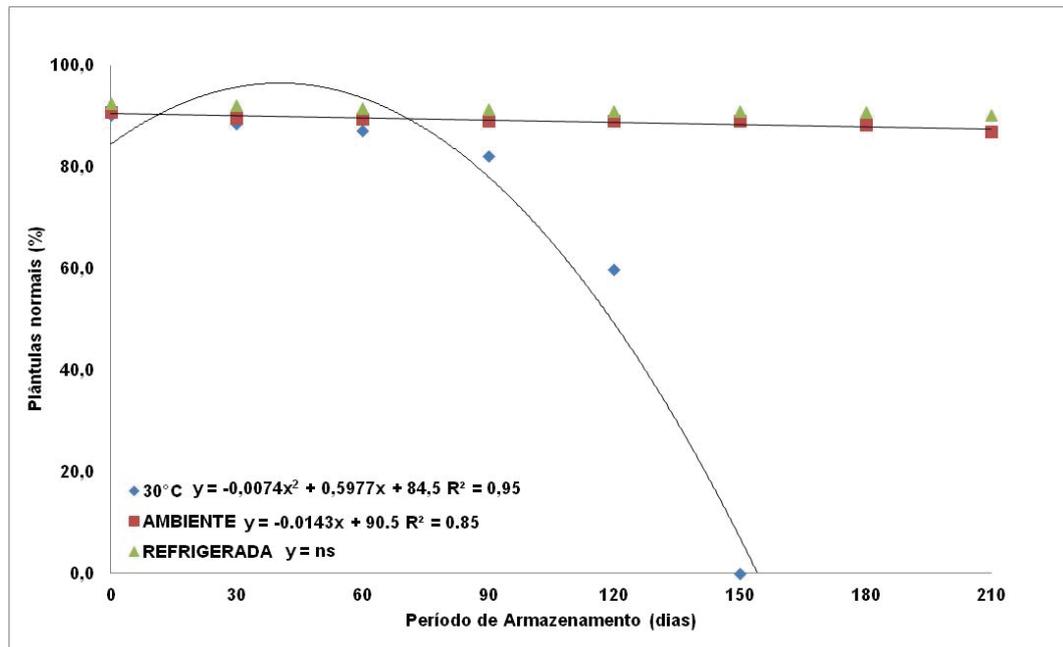


Figura 8. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (42°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade BMX POTÊNCIA RR, em função do período e local de armazenamento.

Nas Figuras 7 e 8, verifica-se que a temperatura de 42°C para realização do teste de envelhecimento acelerado resultou em uma perda total da viabilidade das sementes aos 150 dias de armazenamento, enquanto que a o envelhecimento realizado na temperatura de 41°C a perda total de viabilidade foi aos 210 dias. Esses resultados concordam com Tomes, Tekrony e Egli (1988) onde o aumento na temperatura de realização do teste de envelhecimento acelerado promove redução drástica na germinação das sementes.

No teste de frio as sementes armazenadas sob refrigeração não apresentaram diferenças significativas no percentual de plântulas normais durante o período de realização deste estudo. Já as sementes armazenadas na temperatura ambiente e constante de 30°C mostraram redução significativa. As reduções foram pequenas até os 180 dias, intensificando-se a partir desse período. Para a temperatura ambiente, a redução foi de 5 pontos percentuais, já para o ambiente de 30°C essa redução foi de 27 pontos (Figura 9), sendo que no ajuste de regressões as equações que melhor representaram as variações foram as de segundo grau.

Na emergência em solo (Figura 10), o comportamento da qualidade das sementes foi similar para os três ambientes. No ajuste de regressão os resultados foram representados por equações lineares com redução de 8, 7 e 5 pontos percentuais dos 120 aos 210 dias de armazenamento, respectivamente, para as

sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C ambiente e sob refrigeração. Entretanto a redução de plântulas normais foi mais acentuada nas sementes mantidas na temperatura de 30°C do que para a temperatura ambiente e sob refrigeração respectivamente, devido ao efeito do ambiente de estocagem na qualidade fisiológica das sementes conforme salientado também por Ferreira et ( 2010).

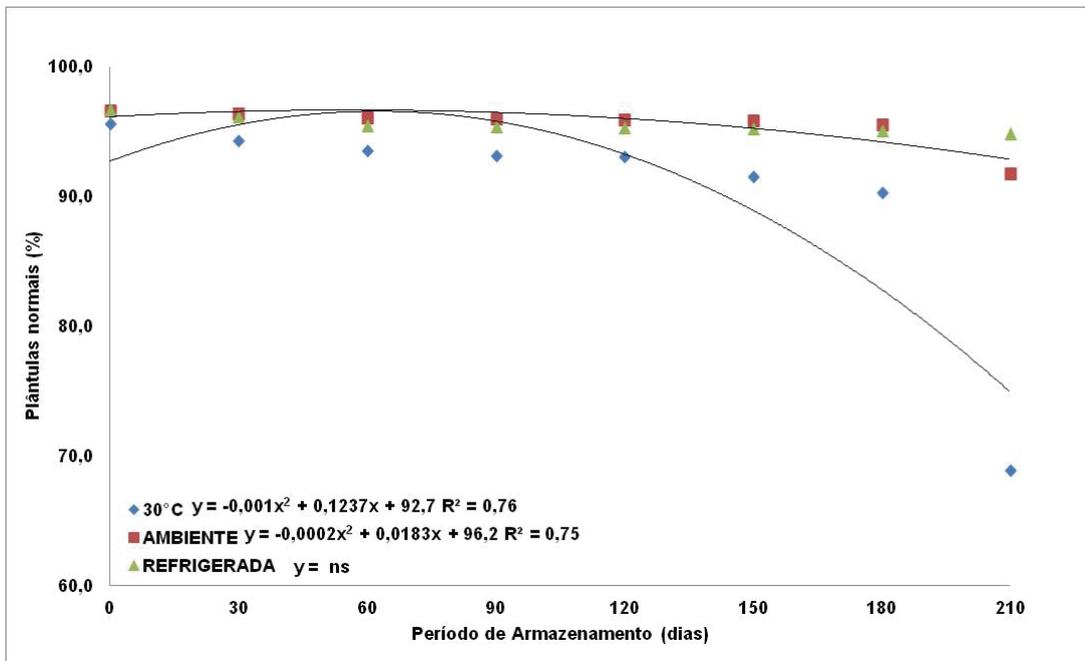


Figura 9. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de frio (7dias a 10°C), em sementes de soja da variedade BMX POTÊNCIA RR, em função do período e local de armazenamento.

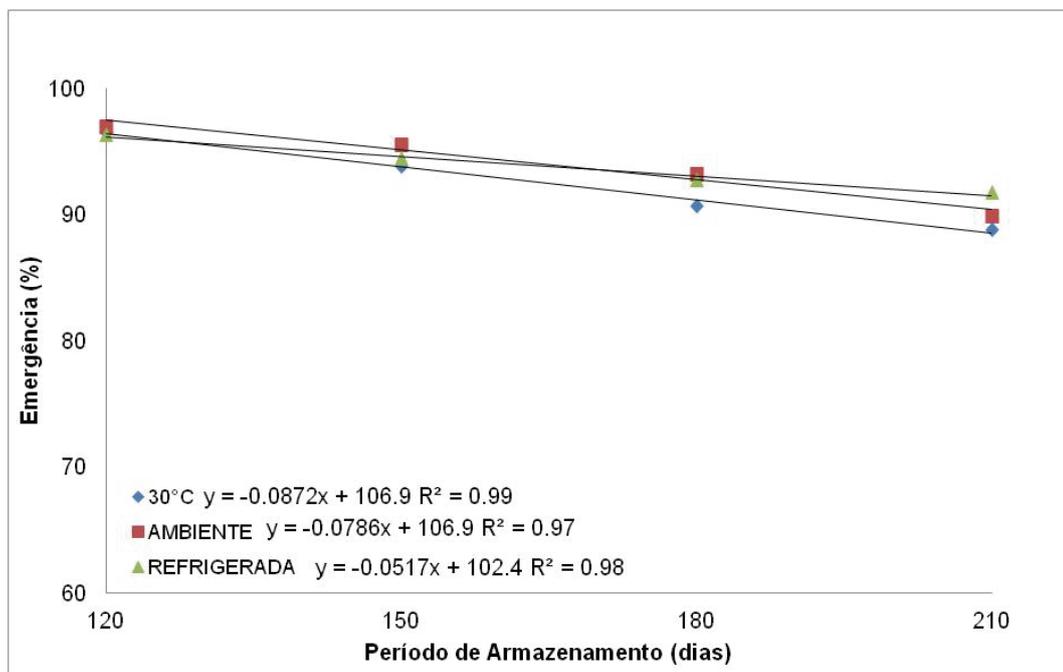


Figura 10. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de emergência em solo, em sementes de soja da variedade BMX POTÊNCIA RR, em função do período e local de armazenamento.

### Experimento 3 – Cultivar Fundacep 53 RR

Os resultados da Figura 11 mostram que no teste de germinação as sementes apresentaram redução do percentual de plântulas normais, sendo que as sementes mantidas na temperatura constante de 30°C, temperatura ambiente e com refrigeração, apresentaram 9, 4 e 3 pontos percentuais de redução, respectivamente, durante os 210 dias de armazenamento. Essa redução foi mais bem descrita no ajuste de regressões por equações de segundo grau para as sementes mantidas na temperatura constante de 30°C e ambiente. Já para as mantidas sob refrigeração foi explicada por equação linear.

A redução de germinação ocorreu independente do ambiente de armazenamento, sendo que a maior redução de germinação foi verificada para as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C (Figura 11), a qual apresentava aos 120 dias de armazenamento redução de 3 pontos percentuais em relação aos demais ambientes.

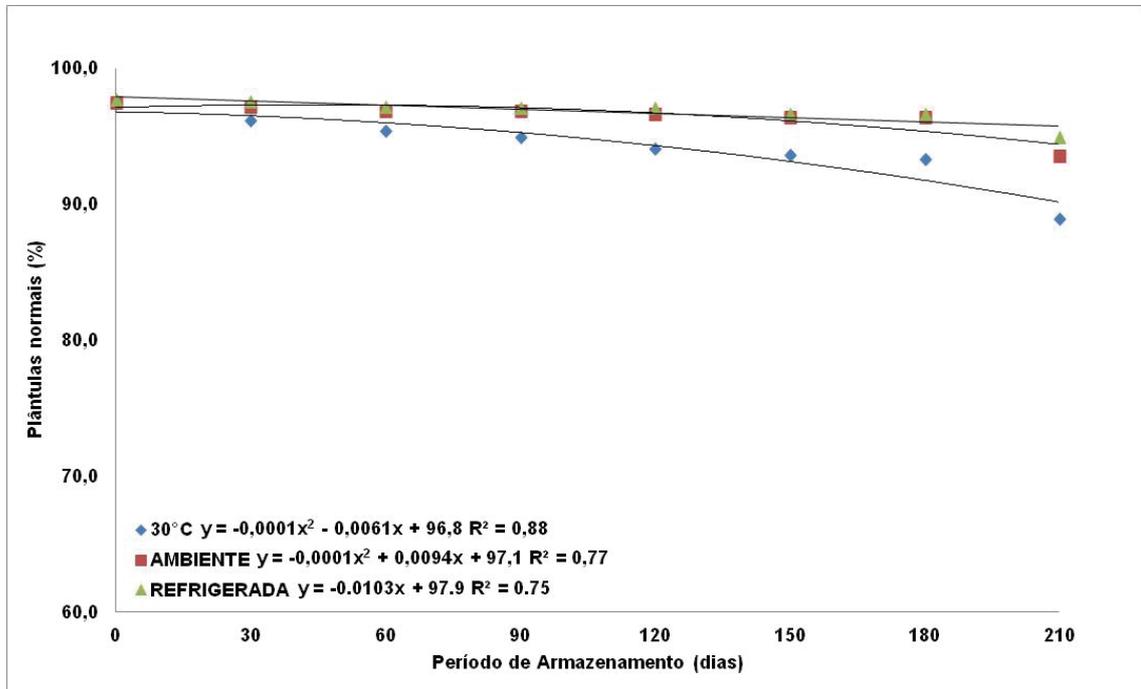


Figura 11. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de germinação em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento.

Por outro lado, os resultados do teste de envelhecimento acelerado, realizado na temperatura de 41°C, apresentaram redução significativa do percentual

de plântulas normais para o ambiente com temperatura constante de 30°C (Figura 12), com queda de viabilidade inicial aos 120 dias de armazenamento e reduziu, aos 210 dias, a menos de 20% o percentual de sementes viáveis, conforme o modelo de regressão. Já as sementes armazenadas na temperatura ambiente e refrigeradas não foram afetadas pelo armazenamento.

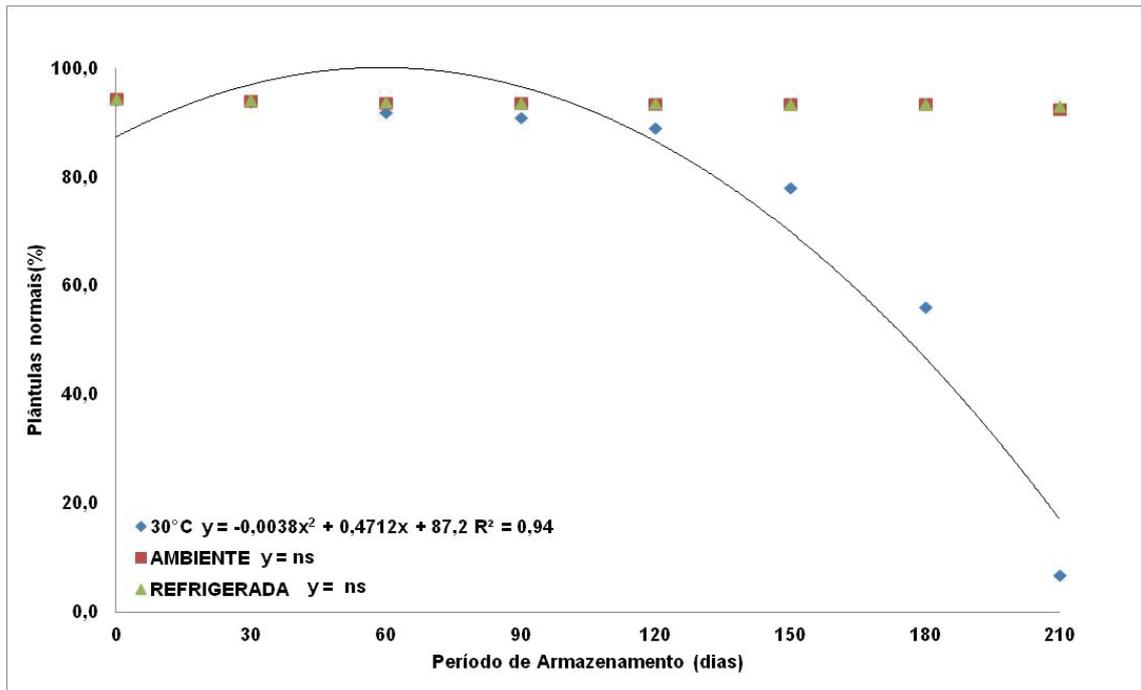


Figura 12. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento.

Para o ajuste de equações de regressão, as sementes armazenadas na temperatura ambiente e refrigerada não apresentaram alterações significativas no teste de envelhecimento acelerado (41°C por 48 horas). Entretanto, para as sementes armazenadas na temperatura de 30°C, a redução de vigor foi descrita por uma equação de segundo grau, concordando com as descrições de redução de vigor encontradas por Alves e Lin (2003), Amaral e Baudet (1983) e Silva et al. (2010), em que a redução de vigor se intensifica após um período de armazenamento. A redução de vigor foi pequena até os 150 dias na temperatura constante de 30°C, acentuando-se a partir desse período, sendo que a queda de vigor culminou com a inviabilidade total das sementes aos 210 dias, quando os níveis de vigor apresentaram resultados próximos a zero.

Já o envelhecimento acelerado realizado com 42°C por 48 horas apresentou redução significativa do vigor nas sementes armazenadas na temperatura de 30°C, reduzindo de 90% aos 90 dias para 50% aos 120 dias e zero aos 150 dias de armazenamento. Para os ambientes de armazenamento na temperatura ambiente e sob refrigeração não houve redução significativa na qualidade fisiológica durante o período estudado (Figura 13).

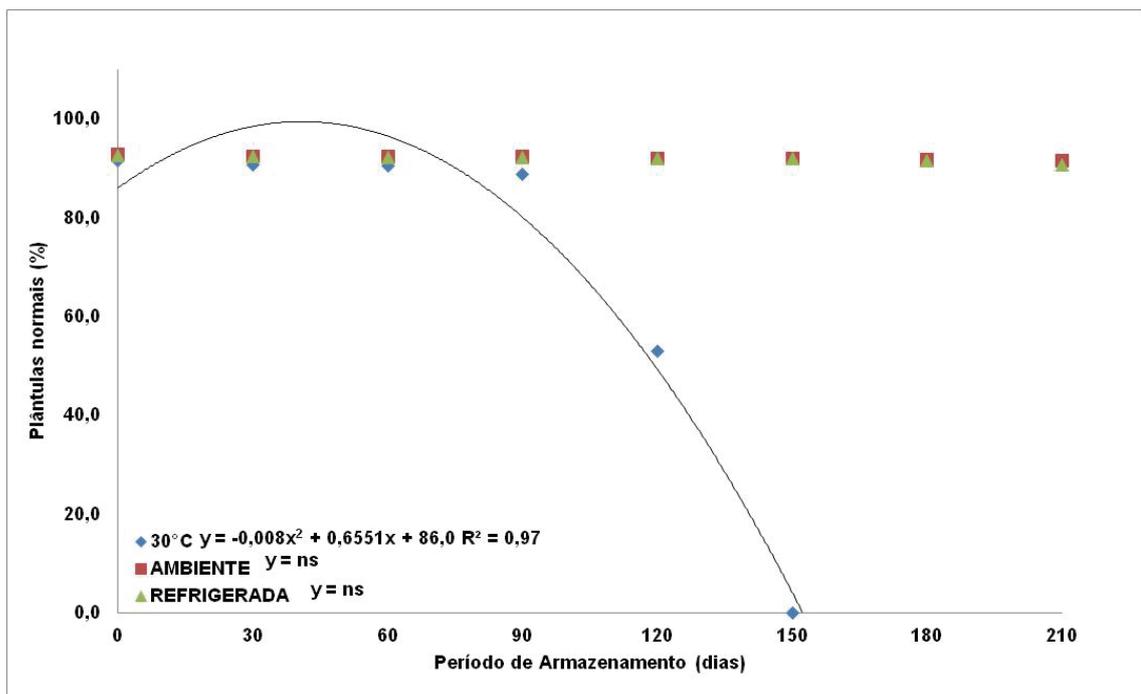


Figura 13. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de envelhecimento acelerado (42°C por 48 horas), em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento.

Os resultados do teste de frio, conforme a Figura 14, evidenciam que as sementes armazenadas na temperatura constante de 30°C apresentaram redução significativa apenas no período final de armazenamento, diminuindo 13 pontos percentuais em relação ao seu início.

No teste de emergência em solo (Figura 15) as variações de plântulas normais dos três ambientes de armazenamento apresentaram comportamento descrito por equações de regressão linear com redução de 6 pontos percentuais entre os 120 e 210 dias de armazenamento, não diferindo entre si no percentual de emergência durante o teste. Essa característica deve-se às diferenças entre as variedades, como descrito pelos autores Agüero et al. (1997) e Vieira et al. (1998),

em que a qualidade fisiológica comporta-se diferentemente em relação à variedade para uma mesma condição de armazenamento.

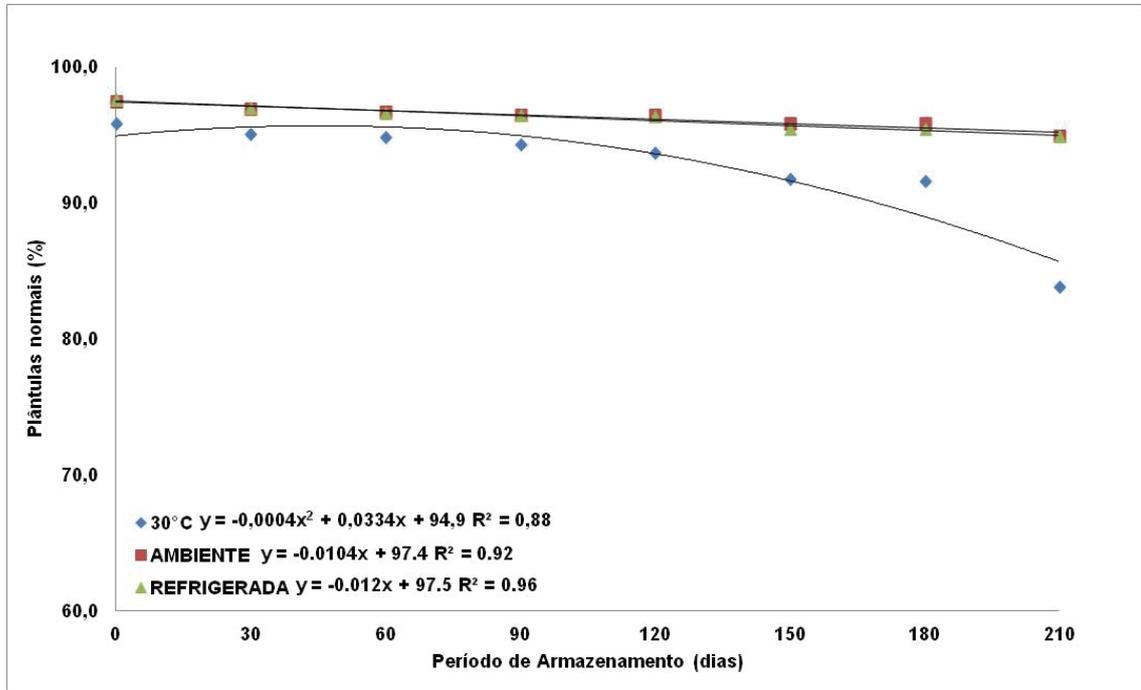


Figura 14. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de frio (10°C por 7dias), em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento.

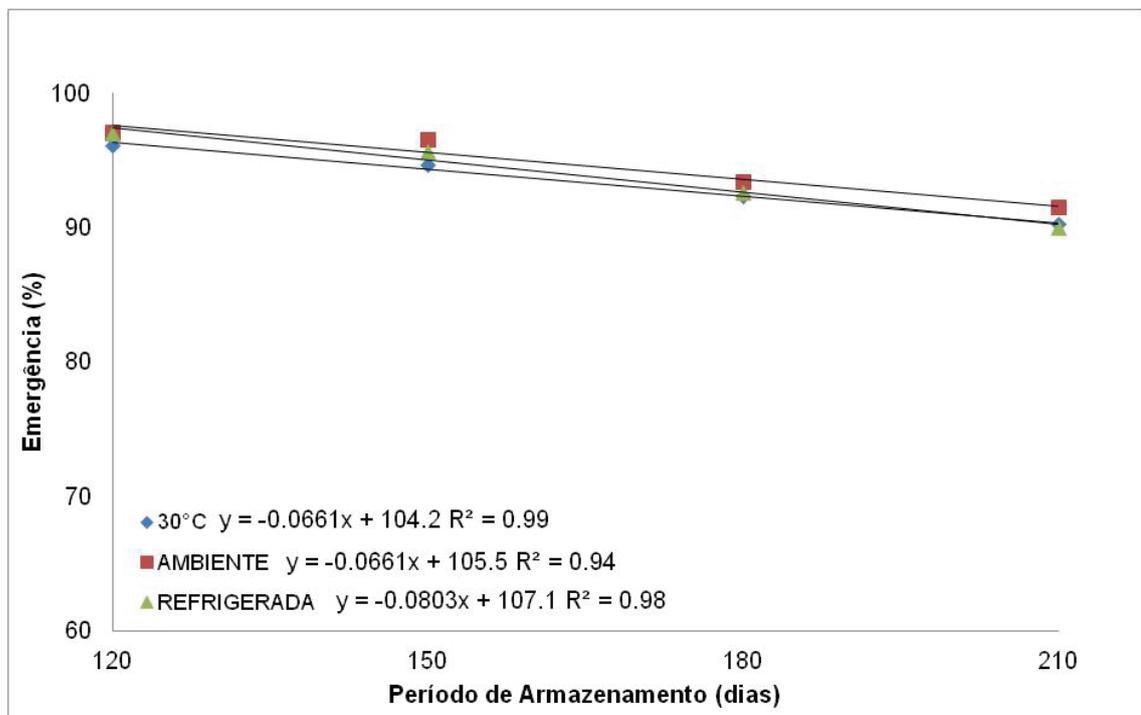


Figura 15. Estimativa de plântulas normais determinada pelo teste de emergência em solo, em sementes de soja da variedade FUNDACEP 53 RR, em função do período e local de armazenamento.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes utilizadas neste estudo apresentavam alta qualidade fisiológica, conforme se pode verificar nos resultados do teste de tetrazólio, onde as sementes das variedades BMX Apolo RR, BMX Potência RR e FUNDACEP 53 RR apresentaram 83, 94 e 80% das sementes classificadas no nível de vigor 1, respectivamente. Assim, a estimativa do potencial de armazenamento das sementes foi apenas conseguida através do teste de vigor, o qual utiliza as condições mais adversas para a semente, ou seja, o teste de envelhecimento acelerado (42°C por 48 horas), conseguindo-se detectar declínio acentuado da qualidade fisiológica por esse teste, a partir dos 90 dias de armazenamento, em todas as variedades.

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que o comportamento das variedades foi semelhante em todos os testes realizados, com pequenas variações. A variedade BMX Potência RR, por exemplo, apresentou diferença de germinação somente aos 180 dias, entre as sementes mantidas a 30°C e as mantidas na temperatura ambiente e sob refrigeração, sendo que nas outras variedades essa diferença evidenciou-se aos 120 dias de armazenamento, não apresentando diferença entre os dois últimos ambientes de armazenamento.

No teste de envelhecimento acelerado, a variedade FUNDACEP 53 RR diferiu das demais apresentando diferenças entre as sementes mantidas na temperatura de 30°C e os outros ambientes aos 150 e 120 dias, respectivamente, para as temperaturas de condução do teste de envelhecimento acelerado de 41 e 42°C. As outras variedades diferiram após 120 e 60 dias de armazenamento, respectivamente, sendo que não foram apresentadas diferenças entre as mantidas na temperatura ambiente e refrigerada.

Pelo teste de frio, a variedade BMX Potência RR apresentou diferença aos 180 dias entre as sementes mantidas na temperatura ambiente e refrigerada em relação às mantidas a 30°C. Já as outras variedades apresentaram diferenças entre os ambientes aos 120 dias de armazenamento, novamente não apresentando diferença entre a temperatura ambiente e refrigerada. Esses resultados concordam com os autores Medina e Marcos-Filho (1990), Barros e Dias (1992), em que o teste

de frio em soja detecta somente diferenças acentuadas de qualidade entre os lotes, não diferenciando lotes com variações pequenas na qualidade fisiológica.

Em termos de tendência da redução da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento, constatou-se que no teste de envelhecimento acelerado o melhor ajuste foi através de uma equação de segundo grau, ou seja, as sementes permanecem pelo menos 60 dias com sua qualidade fisiológica inicial para depois diminuir acentuadamente, o que difere de alguns autores. Esses ilustram que o vigor das sementes diminui de forma linear durante o armazenamento.

O potencial de armazenamento das sementes de soja em condições ambientais de clima temperado e a de 10°C é superior a 7 meses de armazenamento, pois até esse período os testes praticamente não detectaram redução em sua qualidade fisiológica. Agrega-se a essa constatação que as sementes armazenadas em condição ambiente ainda irão apresentar redução em sua qualidade antes das sementes armazenadas a 10°C. Essa informação é importante, pois se visualiza a possibilidade de armazenar as sementes de soja por longos períodos de tempo, conforme já é utilizado para sementes de milho em condições comerciais.

Segundo Adebiasi et al. (2004), a redução da qualidade durante o armazenamento depende da qualidade inicial das sementes. Nesse sentido, Balesevic-tubic et al. (2010) relatam que mesmo sementes com alta sensibilidade às condições adversas de armazenamento podem ser armazenadas por vários anos, desde que em ambiente com baixo teor de umidade e a baixas temperaturas, conservando assim alto vigor.

Considerando os resultados de Agüero et al. (1997), Vieira et al. (1998), Braccini et al. (2003), Lima et al. (2007), Silva et al. (2010) e Kapoor et al. (2011), que as variedades de soja apresentam comportamento diferenciado, característico de cada genótipo, confirmou-se neste estudo que as variedades respondem de modo distinto aos diferentes testes de qualidade fisiológica, porém com pequenas variações, o que não inviabiliza a generalização das informações identificadas nas diferentes variedades.

Considerando-se o teste de emergência em solo, pode-se verificar que as diferenças entre os ambientes de armazenamento foram de 5, 3 e 2% entre as variedades para os ambientes de armazenamento a 30°C, temperatura ambiente e sob refrigeração, respectivamente.

## 6 CONCLUSÕES

- O armazenamento de sementes de soja em temperatura constante de 30°C causa redução do vigor a partir de 60 dias de armazenamento;
- A perda de vigor não se dá de forma linear;
- O potencial de armazenamento de sementes de soja em condições frias é superior a 210 dias;
- O potencial de armazenamento das sementes de soja também é função da cultivar.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEBIASI, M.A.; DANIEL, I.O.; AJALA, M.O. Storage life of soybean (*Glycine max* L. Merrill) seeds after seed dressing. **Journal of Tropical Agriculture**, v.42, n.1-2, p.3-7, 2004.

AGUERO, J.A.P; VIEIRA, R.D.; BITTENCOURT, S.R.M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.254-259, 1997.

AHRENS, D.C.; PESKE, S.T. Flutuações de umidade e qualidade de semente de soja após a maturação fisiológica. II. Avaliação da qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.2, p.111-115, 1994.

AHRENS, D.C.; DONI-FILHO, L.; VILLELA, F.A. Secagem intermitente de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.) empregando altas temperaturas iniciais. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.97-105, 2000.

ALVES, A.C.; LIN, H.S. Tipo de embalagem, umidade inicial e período de armazenamento em sementes de feijão. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v.4, n.1, p.21-26, 2003.

AMARAL, A.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**, v.5, n.3, p.27-36, 1983.

AZEVEDO, M.R.Q.A.; GOUVEIA, J.P.G.; TROVÃO, D.M.M.; QUEIROGA, V.P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.519-524, 2003.

BALEŠEVIĆ-TUBIĆ, S.; TATIĆ, M.; ĐORĐEVIĆ, V.; NIKOLIĆ, Z.; ĐUKIĆ, V. Seed viability of oil crops depending on storage conditions. **Helia, Novi Sad**, v.33, n.52, p.153-160, 2010.

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L. Aferição de testes de vigor para sementes de milho. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.2, n.4, p.10-22, 1992.

BAUDET, L.M.L.; AMARAL, A.S. Efeitos da temperatura de secagem sobre a qualidade fisiológica de sementes de sorgo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3 Campinas, 1983. **Resumos...** Brasília: ABRATES, 1983, p.143.

BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, F.E.I.; SCHUAB, S.R.P. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento da colheita. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.449-457, 2003.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja após o processo de

hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.6, p.1053-1066,1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009 (a). 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. 1.ed., 1. reimpr. rev. e atual. – Brasília : Mapa/ACS, 2009 (b). 200p.

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, M.A.C.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E.; OLIVEIRA, A.L. Variações na metodologia do teste de frio para avaliação do vigor em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.74-80, 2000.

CARVALHO, M.L.M.; SILVA, W.R. Refrigeração e qualidade de sementes de milho armazenadas em pilhas com diferentes embalagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.1319-1332, 1994.

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

CARVALHO, T.C.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; MORAES, M.H.D.; GAGLIARDI, B. Envelhecimento acelerado e ocorrência de fungos em duas cultivares de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.165-172, 2011.

CUNHA, J.P.A.R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C.M.; MION, R.L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1420-1425, 2009.

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

FERREIRA, E.G.B.S.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; SALES, A.G.F.A.; SENA, L.H.M. Vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl., sob diferentes condições de armazenamento e embalagens. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.2, p.295-305, 2010.

FERRIS, R.S.; BAKER, J.M. Relationship between soybean seed quality and performance in soil. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.18, n.1, p.51-73, 1990.

FORTI, V.A.; CICERO, S.M.; PINTO, T.L.F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.3, p.123-133, 2010.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade** – Série sementes. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2007. 12p. (EMBRAPA - CNPSO, Circular Técnica, 40).

FRANÇA-NETO, J.B.; PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; BRUMATTI, P.S.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; SANCHES, D.P. **Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 8p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 38).

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**, Brasília, v.29, n.2, p.205-213, 2007.

GOULART, A.C.P.; FIALHO, W.F.B.; FUJINO, M.T. **Viabilidade técnica do tratamento de sementes de soja com fungicidas antes do armazenamento**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1999. 41p. (Boletim de Pesquisa, 2).

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; FRANÇA, P.R.C.; SANTOS, S.S. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.2, p.331-342, 2010.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. Londrina: EMBRAPA - CNPSO, 2005. 52p. (EMBRAPA - CNPSO, documentos 264).

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. **Proc. Int. Seed Test.**, 2011.

KAEWNAREE, P.; VICHITPHAN, S.; KLANRIT, P.; SIRI, B.; VICHITPHAN, K. Effect of accelerated aging process on seed quality and biochemical changes in sweet pepper (*Capsicum annuum* Linn.) seeds. **Biotechnology**, v.10, n.2, p.175-182, 2011.

KAPOOR, N.; ARYA, A.; SIDDIQUI, M.A.; KUMAR, H.; AMIR, A. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in aged seeds of Rice (*Oryza sativa* L.). **American Journal of Plant Physiology**, v.6, n.1, p.28-35, 2011.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intraespecífica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1248-1256, 2005.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.12, n.2, p.163-166, 2006.

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.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades**. Série

sementes. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, 2008. 8p. (EMBRAPA - CNPSo, Circular Técnica, 55).

LIMA, C.B.; COSSA, C.A.; NEGRELLE, R.R.B.; BUENO, J.T.; LOURENÇO, C.C.; BATISTA, N.A.; JANANI, J.K. Germinação e envelhecimento acelerado na análise da qualidade fisiológica de sementes de alfavaca-cravo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.3, p.865-874, 2011.

LIMA, W.A.A.; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.S.; MOREIRA, M.A.; DIAS, L.A.S.; PIOVESAN, N.D. Retardamento de colheita como método de diferenciação de genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.186-192, 2007.

LOEFFLER, N.L.; MEIER, J.L.; BURRIS, J.S. Comparison of two cold tests procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.13, n.3, p.653-658, 1985.

LOPES, J.C.; MARTINS-FILHO, S.; TAGLIAFERRE, C.; RANGEL, O.J.P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre, ES. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.51-582, 2002.

MARCOS-FILHO, J.; SOUZA, F.H.D. Conservação de sementes de soja tratadas com fungicidas. **Anais...** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", v.40, p.181-201, 1983.

MARCOS-FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CICERO, S.M.; DEMETRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no armazenamento e no campo. **Anais...** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", v.42, p.195-249, 1985.

MARCOS-FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CICERO, S.M.; DEMETRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no armazenamento e no campo. **Anais...** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", v.43, p.389-443, 1986.

MARCOS-FILHO, J.; CHAMMA, H.M.C.P.; CASAGRANDE, J.R.R.; MARCOS, E.A. Effect of harvesting time on seed physiological quality, chemical composition and storability of soybeans. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.2, p.298-304, 1994.

MARCOS-FILHO, J. New approaches to seed vigor testing. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n. especial, p.27-33, 1998.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999, cap.3, p.1-24.

MARCOS-FILHO, J.; NOVEMBRE, 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 Agricola**, 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. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.201-208, 2001.

MEDINA, P.F.; MARCOS-FILHO, J. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Anais...** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", v.47, p.47-70, 1990.

MIGUEL, M.H.; CICERO, S.M. Teste de frio na avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.35-42, 1999.

MILOŠEVIC, M.; VUJAKOVIC, M.; KARAGIC, D. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetika**, v.42, n.1, p.103-118, 2010.

MOSAVI NIK, S.M.; TILEBENI, H.G.; JAE, G.H.K.F.; SADEGHI, M.; SEDIGHI, E. Free fatty acid and electrical conductivity changes in cotton seed (*Gossypium hirsutum*) under seed deteriorating conditions. **International Journal of AgriScience**, v.1, n.2, p.62-66, 2011.

OLASOJI, J.O.; ALUKO, A.O.; ADENIYAN, O.N.; OLANIPEKUN, S.O.; OLOSUNDE, A.A. OKOH, J.O. Effect of time of harvest on physiological maturity and kenaf (*Hibiscus cannabinus*) seed quality. **African Journal of Plant Science**, v.6, n.10, p.282-289, 2012.

ONYILAGHA, J.C.; ELLIOTT, B.H.; BUCKENER, E.; OKIROR, S.O.; RANEY, P.J. Seed chlorophyll influences vigor in oilseed rape (*Brassica napus* L. var AC Excel.). **Journal of Agricultural Science**, v.3, n.2, p.73-79, 2011.

OWOLADE, O.F.; OLASOJI, J.O.; AFOLABI, C.G. Effect of storage temperature and packaging materials on seed germination and seed-borne fungi of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) in South West Nigeria. **African Journal of Plant Science**, v.5, n.15, p.873-877, 2011.

PANOZZO, L.E.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F.B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.16, n.1, p.32-41, 2009.

PARRISH, D.J.; LEOPOLD, A.C. On the mechanism of aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, Lancaster, v.61, n.3, p.365-368, 1978.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; BOTELHO, F.J.E.; OLIVEIRA, G.E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.656-665, 2007.

PESKE, S.T.; HÖFS, A.; HAMER, E. Seed moisture range in a soybean plant. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.120-124, 2004.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3.ed., Pelotas: Editora e Gráfica da UFPel, 2012. 573p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Ministério da Agricultura- AGLIPAN, 1985. 289p.

RAHMAN, M.M.; MWAKANGWALE, M.G.; HAMPTON, J.G.; HILL, M.J. Plant density affects soybean seed quality. **Seed Science and Tecnology**, Zürich, v.33, n.2, p.521-525, 2005.

RASTEGAR, Z.; SEDGHI, M.; KHOMARI, S. Effects of accelerated aging on soybean seed germination indexes at laboratory conditions. **Notulae Scientia Biologicae**, v.3, n.3, p.126-129, 2011.

RESENDE, J.C.F.; REIS, M.S.; ROCHA, V.S.; SEDYIAMA, T.; SEDYIAMA, C.S. Efeito da época de colheita e condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.). **Ceres**, v.43, n.245, p.17-27, 1996.

ROBERTS, E.H. Physiology of aging and its application to drying and storage. **Seed Science and Tecnology**, Zürich, v.9, n.2, p.359-372, 1981.

ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T.L. Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.6, n.2, p.51-66, 1984.

ROSSETO, 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.

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.S.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

SCHUAB, S.R.P.; BRACCINI, A.L.; FRANÇA-NETO, J.B.; SCAPIM, C.A.; MESCHEDE, D.K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.4, p.553-561, 2006.

SHARMA, S.; GAMBHIR, S.; MUNSHI, S.K. Changes in lipid and carbohydrate composition of germinating soybean seeds under different storage conditions. **Asian Journal of Plant Science**, v.6, n.3, p.502-507, 2007.

SILVA, C.M.; MESQUITA, A.N.; PEREIRA, L.A.G. Efeito da época de colheita na qualidade da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.2, p.41-48, 1979.

SILVA, J.B.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.5, p.755-762, 2010.

SILVA, R.P.; TEIXEIRA, I.R.; DEVILLA, I.A.; REZENDE, R.C.; SILVA, G.C. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L.) durante o

beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.4, p.1219-1230, 2011.

SIMIC, A.; SREDOJEVIC, S.; TODOROVIC, M.; DUKANOVIC, L.; DAMAJANOVIC, M. Estimation of total phenolics in soybean (*Glycine max* L.) exudates and seed quality during accelerated ageing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.33, n.3, p.761-765, 2005.

ŠIMIC, B.; A. SUDARIC, A.; LIOVIC, L.; KALINOVIC, L.; ROZMAN, V.; COSIC, J. Influence of storage conditions on seed quality of maize, soybean and sunflower. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 9th. Campinas. **Anais...** Campinas, 2006, p.59-63.

STEWART, R.R.C.; BEWLEY, J.D. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. **Plant Physiology**, Lancaster, v.65, n.2, p.245-248, 1980.

SUNG, J.M.; CHIU, C.C. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes of naturally aged soybean seed. **Plant Science**, v.110, n.1, p.45-52, 1995.

TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; TUNES, L.M.; TRZECIAK, M.B.; PINO, M.; BARROS, A.C.S.A. Initial growth of soybean plants from seeds of high and low vigor subjected to water stress. **Journal of Agricultural Science**, v.4, n.6, p.246-257, 2012.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; BALLE, J.; TOMES, L.; STUCKEY, R.E. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis* sp. seed information. **Crop Science**, Madison, v.24, n.1, p.189-193, 1984.

TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.7, n.4, p.573-577, 1993.

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

TOMES, L.J.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.12, n.1, p.24-36, 1988.

TORRES, R.M.; VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M. Accelerated aging and seedling Field emergence in soybean. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.5, p.476-480, 2004.

VANSOLINI, S.; CARVALHO, N.M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.33-41, 2002.

VEIGA, A.D.; ROSA, S.D.V.F.; SILVA, P.A.; OLIVEIRA, J.A.; ALVIM, P.O.; DINIZ, K.A. Tolerância de sementes de soja à dessecação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.773-780, 2007.

VIEIRA, A.R.; FRAGA, A.C.; VIEIRA, M.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.

VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; DASILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIÉBAUT, J.T.L. Efeito do retardamento da colheita, sobre a qualidade de sementes de soja CV "UFV-2". **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4, n.2, p.09-22, 1982.

VIEIRA, R.D.; MINOHARA, L.; PANABIANCO, M.; BERGAMASCHI, M.C.M.; MAURO, A.O. Comportamento de cultivares de soja quanto à qualidade fisiológica de sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.2, p.123-130, 1998.

VUJAKOVIC, M.; BALEŠEVIC-TUBIC, S.; JOVICIC, D.; TAŠKI-AJDUKOVIC, K.; PETROVIC, D.; NIKOLIC, Z.; DORDEVIC, V. Viability of soybean seed produced under different agro-meteorological conditions in Vojvodina. **Genetika**, v.43, n.3, p.625-638, 2011.