

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



Dissertação

**TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
SOJA**

Leomar Maurício Magro

Pelotas, 2016

Leomar Maurício Magro

**TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre Profissional.

Orientador: Prof. Doutor Francisco Amaral Villela
Coorientador: Doutor André Pich Brunes

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M212t Magro, Leomar Maurício

Temperatura de armazenamento e germinação de sementes de soja / Leomar Maurício Magro ; Francisco Amaral Villela, orientador. — Pelotas, 2016.

42 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Glycine max. 2. Conservação. 3. Deterioração. I. Villela, Francisco Amaral, orient. II. Título.

CDD : 633.34

Elaborada por Maria Beatriz Vaghetti Vieira CRB: 10/1032

Leomar Maurício Magro

TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas

Data da defesa: 03 de novembro de 2016

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela (Orientador) Doutor em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria.

Profa. Dra. Andréia da Silva Almeida. Doutor em Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

Dr. André Pich Bunes. . Doutora em Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas.

**Dedico este trabalho, com muito
carinho, respeito e amor a minha
família.**

Agradecimentos

À Deus, que todos os dias de minha vida me deu forças para nunca desistir.

Ao Departamento de Ciências e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal De Pelotas– UFPel, pelo apoio à minha participação no mestrado.

Ao meu orientador, Professor Dr. Francisco Amaral Villela, por seu apoio e amizade, além de sua dedicação, competência e especial atenção nas revisões e sugestões, fatores fundamentais para a conclusão deste trabalho.

A todos os professores do mestrado que de alguma forma contribuíram para minha formação.

Aos familiares e amigos (novos e antigos) que sempre me incentivaram e apoiaram nessa jornada.

Resumo

MAGRO, Leomar Maurício. **Temperatura de armazenamento e germinação de sementes de soja**, 2016. 42f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

A qualidade fisiológica da semente é avaliada através da viabilidade, vigor e viabilidade é medida, principalmente, pelo teste de germinação, que procura determinar a máxima capacidade germinativa das sementes nas condições mais favoráveis possíveis de umidade e temperatura. Predições exatas da deterioração da semente em condições de mudanças climáticas no armazém, portanto, são de grande valia para os produtores de sementes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura e do tempo de armazenamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 8, constando de cinco temperaturas (6°C, 18°C, 25°C e 33°C) e sete tempos de armazenagem (0, 28, 56, 84, 112, 140, 168, 196 dias), com quatro repetições. As variáveis avaliadas foram plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas. Sementes de soja armazenadas por um período de 196 dias em temperaturas de 6 a 18°C mantêm a germinação. Durante o armazenamento em temperaturas de 25 e 33°C, a germinação decresce 1,5 pontos percentuais por mês, na temperatura de 33°C aumenta a incidência de plântulas anormais e na temperatura de 25°C incrementa a incidência de sementes mortas.

Palavras-chave: *Glycine max*; conservação; deterioração

Abstract

MAGRO, Leomar Maurício. **Storage temperature and germination of soybean seed**, 2016. 42f. Dissertation (Master Degree em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

The viability is measured mainly by the germination test, which seeks to determine the maximum seed germination in the most favorable conditions of humidity and temperature, accurate predictions of seed deterioration under climate change in the warehouse, therefore, are of great value for seed producers. The objective of this study was to evaluate the influence of temperature and storage time on the physiological quality of soybean seeds. The experimental design was completely randomized in a factorial 4 x 8, consisting of five temperatures (6 °C, 18 °C, 25 °C and 33 °C) and seven storage times (0, 28, 56, 84, 112, 140, 168, 196 days), with four replications. The variables were viable seeds, abnormal seedlings and dead seeds. Soybean seeds stored for a period of 196 days in temperatures of 6 to 18° C keeps the germination. During storage at temperatures of 25 and 33° C, germination decreased 1.5 percentage points per month, at the temperature of 33° C increases the incidence of abnormal seedlings and temperature of 25° C increases the incidence of dead seeds.

Keys words: *Glycine max*, conservation, deterioration

Lista de figuras

Figura 1. Plântulas normais (%) de soja no teste de germinação em função do período e temperatura de armazenamento.....	29
Figura 2. Plântulas anormais (%) de soja no teste de germinação em função do período e temperatura de armazenamento.....	32
Figura 3. Sementes mortas (%) de soja no teste de germinação em função do período e temperatura de armazenamento.....	34

Lista de tabelas

Tabela 1.	Descrição dos estádios vegetativos da cultura da soja.....	15
Tabela 2.	Descrição dos estádios reprodutivos da cultura da soja.....	20
Tabela 3.	Resumo da análise de variância para sementes viáveis, plântulas anormais e sementes mortas no teste de germinação em função de diferentes tempos e temperaturas de armazenagem de sementes de soja, cultivar NK-7059RR.....	28
Tabela 4.	Resultados médios para plântulas normais no teste de germinação em função de diferentes tempos e temperaturas de armazenagem de sementes de soja, cultivar NK-7059RR.....	30
Tabela 5.	Resultados médios para plântulas anormais no teste de germinação em função de diferentes tempos e temperaturas de armazenagem de sementes de soja, cultivar NK-7059RR.....	33
Tabela 6.	Resultados médios para sementes mortas no teste de germinação em função de diferentes tempos e temperaturas de armazenagem de sementes de soja, cultivar NK-7059RR.....	34

Sumário

Resumo	7
Abstract.....	8
1. Introdução geral	12
2. Revisão de Literatura.....	14
2.1. Cultura da soja	14
2.2. Origem e evolução da soja.....	15
2.3. Soja no Brasil	16
2.4. Características botânicas da soja	17
2.5. Ecofisiologia da soja	18
2.6. Aspectos fenológicos da cultura da soja	18
2.7. Sementes	20
2.8. Armazenamento das sementes.....	24
2.9. Resfriamento de sementes.....	25
3. Material e métodos	27
4. Resultados e discussão.....	28
5. Conclusão	36
6. Referências bibliográficas.....	37

1. Introdução geral

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) pertence à família *Fabaceae* e à subfamília *Faboideae* (Gomes, 1986). Importante espécie cultivada em todo o mundo, com participação em cerca de 50% do total da produção mundial de grãos (CONAB, 2016).

O aumento de sua importância no mercado internacional se deve ao alto teor de óleo presente no grão, sendo a principal fonte de óleo vegetal comestível, e ao farelo com elevado teor de proteínas, amplamente utilizado na formulação de ração. Considerando a produtividade da lavoura e os custos de produção, a soja constitui-se em uma das fontes mais viáveis de proteínas.

Busca-se, a cada safra, incrementar a produção da soja no Brasil, seja por meio do aumento da área cultivada e/ou rendimento da cultura. Neste contexto, é fundamental o uso de sementes de alta qualidade na implantação das lavouras. Sementes com baixo vigor podem provocar reduções na velocidade e na porcentagem de emergência de plântulas, na estatura inicial, na produção de matéria seca, na área foliar e nas taxas de crescimento da cultura (KHAH et al., 1989; HÖFS et al., 2004; KOLCHINSKI et al., 2005;) podendo afetar o estabelecimento da cultura, o desempenho ao longo do ciclo e a produtividade final.

Sementes de soja de baixo vigor resultam em emergência mais lenta e produzem plantas com menor tamanho inicial (EDJE e BURRIS, 1971). Nesse sentido, Pinthus e Kimel (1979) observaram que as plântulas de soja que emergiram rapidamente, apresentaram as primeiras folhas trifolioladas maiores em relação às plântulas de menor vigor, resultando em maior taxa de acúmulo de matéria seca ao longo do período de crescimento. Contudo, lotes de sementes de soja de diferentes níveis de vigor, no teste acima de 75%, podem apresentar produtividades semelhantes (VANZOLINI e CARVALHO, 2002), desde que as condições ambientais sejam favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

O controle de qualidade de sementes deve ser cada vez mais eficiente, em razão da competitividade e exigência do mercado. Avaliações rápidas que permitam obtenção de informações sobre o potencial fisiológico das sementes são importantes para a tomada de decisão nas diferentes etapas do processo de produção,

armazenamento e comercialização. Dessa maneira, o controle de qualidade envolve, dentre outras atividades, a avaliação da germinação e do vigor de sementes (FERGUSON, 1988).

Dentre os fatores determinantes da qualidade da semente no armazenamento estão a temperatura e o teor de água, que se mantidos baixos, minimizando o efeito do ataque de microrganismos e insetos e a respiração das sementes terão seus efeitos minimizados.

A redução da temperatura é, de acordo com Demito e Afonso (2009), uma técnica economicamente viável para a preservação da qualidade de sementes durante o armazenamento (DEMITO e AFONSO, 2009).

Para reduzir a taxa de deterioração das sementes após a colheita, e, consequentemente, manter a qualidade fisiológica dessas, pode lançar-se mão do resfriamento com temperaturas entre 15 e 18 °C, armazenando-as em sacolões ou em sacas (BARRETO e DEMITO, 2009).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da temperatura e do tempo de armazenagem na qualidade fisiológica de sementes de soja.

2. Revisão de Literatura

2.1. Cultura da soja

A soja é o produto que mais tem se destacado, evidência disso é o expressivo crescimento da área de cultivo (MISSÃO, 2006). A plena expansão e demanda da soja ocorre devido ao crescimento da população global, aos diversos produtos derivados do grão e ao seu preço, que segue um padrão mundial de comercialização, tomando como ponto balizador os preços auferidos na Bolsa de Commodities de Chicago (MISSÃO, 2006).

A introdução da soja no Brasil deu-se no início do século XX, mas seu impulso maior aconteceu em meados dos anos 1970, em razão da grande quebra de safra da Rússia e a incapacidade dos Estados Unidos em suprir a demanda mundial. Nesta época o Brasil superou até a China, que era a segunda maior produtora mundial de soja (EMBRAPA, 2005).

Atualmente, Brasil e Estados Unidos são os maiores produtores mundiais. Na safra atual, foram semeados 33,2 milhões de hectares com soja, correspondente a 57% da área cultivada no país (CONAB, 2016). Destes, as regiões Centro-Oeste e Sul participaram com 14,9 e 11,5 milhões de hectares, respectivamente, representando quase 80% do total (CONAB, 2016).

A produção de grãos de soja representou quase a metade do total de grãos produzidos no país na safra de 2015/16, participando com 95,6 milhões de toneladas, o equivalente a 48,7% da produção brasileira. As regiões Centro-Oeste e Sul participaram com 43,8 e 35,4 milhões de toneladas, respectivamente, ou seja, 83% do total produzido (CONAB, 2016).

O clima é o principal fator responsável pelas oscilações anuais de produção de grãos no Brasil. Um relatório sobre segurança agrícola, elaborado pelo Ministério do Planejamento, aponta a ocorrência de secas como o principal evento de sinistros (71%), seguida por chuva excessiva (22%), granizo, geada, pragas e doenças (CASAGRANDE et al., 2001).

2.2. Origem e evolução da soja

A soja (*Glycine max (L.) Merrill*) atualmente cultivada em todo o mundo, é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas prostradas que se desenvolviam na Costa Leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China.

A evolução começou com o surgimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas na antiga China. Sua importância na dieta alimentar da civilização chinesa era tal, que a soja juntamente com trigo, arroz, centeio e milheto, eram considerados grãos sagrados, consagrados em ceremoniais ritualísticos realizados na semeadura e na colheita (ALMEIDA et al., 2008).

O cultivo da soja distribuiu-se pela Ásia tornando-se uma das bases da culinária de países do Oriente, principalmente na China e no Japão (MORAIS, 1996). Até aproximadamente 1894, término da guerra entre a China e o Japão, a produção de soja ficou restrita à China. Apesar de ser conhecida e consumida pela civilização oriental por milhares de anos, só foi introduzida na Europa no final do século XV, como curiosidade, nos jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha (ALMEIDA et al., 2008).

Na passagem do século XIX para o século XX, a soja era considerada uma planta hortícola, mais cultivada por descendentes chineses e japoneses. Passados 100 anos, tornou-se a mais importante commodity do mercado internacional. Tal importância deve-se, principalmente, ao alto teor e qualidade de óleo e proteína presentes no grão, dos quais derivam diversos produtos, tais como biodiesel, óleos, graxas, desinfetantes, lubrificantes, farelos protéicos para alimentação humana e animal.

Segundo Boerger (1943), por volta de 1904, o químico Carver descobriu que a soja era uma excelente fonte de proteína e óleo. Nesse contexto, surgiram os primeiros relatos nos Estados Unidos, Argentina e Brasil que realçavam as qualidades dos grãos de soja, podendo ser utilizados para fins industriais, inclusive na fabricação de parte de automóveis.

2.3. Soja no Brasil

No ano de 1882, iniciou-se a expansão do cultivo da soja no Brasil, mais precisamente no estado da Bahia, ao serem introduzidos e testados os primeiros materiais genéticos. O germoplasma foi trazido dos Estados Unidos, mas devido às condições climáticas não favoráveis, a produção não apresentou resultados satisfatórios. Somente a partir dos anos 1940 que ela adquiriu alguma importância econômica, merecendo o primeiro registro estatístico nacional em 1941, no Anuário Agrícola do RS: área cultivada de 640 ha, produção de 450 t e rendimento de 700 kg ha⁻¹. Nesse mesmo ano instalou-se a primeira indústria processadora de soja do País, em Santa Rosa, no Rio Grande do Sul e, em 1949, com produção de 25.000 t, o Brasil figurou, pela primeira vez, como produtor de soja nas estatísticas internacionais (ALMEIDA et al., 2008).

No final da década de 1960, dois fatores internos fizeram o Brasil começar a enxergar a soja como um produto comercial, fato que mais tarde influenciaria no cenário mundial de produção de grãos. Na época, o trigo era a principal cultura do Sul do Brasil e a soja surgia como uma opção de verão, em sucessão ao trigo. O Brasil também iniciava um esforço para produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja. Em 1966, a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, sendo produzidas cerca de 500 mil toneladas no País (ALMEIDA et al., 2008).

O aumento contínuo do volume de produção no sul do Brasil é explicado fundamentalmente, pela evolução técnica do cultivo, já que as últimas terras disponíveis nessa região foram ocupadas no início dos anos 1960. A cultura impôs-se como o mais importante cultivo no Brasil meridional, substituindo outras atividades agropecuárias, como, por exemplo, o café no norte do Paraná (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

No final da década de 1990, a soja já era produzida em todas as regiões brasileiras e seu cultivo distribuía-se pelo restante do país. Nesse período, embora a produção tenha aumentado em todas as regiões, a participação da produção das regiões Sul e Sudeste apresentou gradativa diminuição, enquanto o Centro-Oeste, o Norte e o Nordeste mostraram sensíveis aumentos (YORINORI, 2003).

No Paraná, começou a ser cultivada nas entre ruas dos cafezais, como produto alternativo. A partir dos anos 1970, com a quase erradicação do café no

estado e a abertura de novas áreas de cultivo, principalmente na região sudeste, a soja passou a ser de importância comercial (MATTOS, 1987).

A soja é uma das mais importantes culturas no Paraná e no Brasil. Devido a sua grande importância econômica, a produção da soja vem aumentando cada vez mais. Este aumento na produção exige na mesma proporcionalidade, um aumento de produção de sementes. A produção de sementes de soja de elevada qualidade é um desafio para o setor sementeiro. A produção eficiente depende da adoção de técnicas especiais em praticamente todas as etapas do processo produtivo (KRZYZANOWSKI et al., 2011).

No entanto, segundo a Associação Brasileira de Sementes e Mudas, (ABRASEM), a taxa de utilização de sementes sofre flutuações ano a ano. Em 2011, houve queda de 30% na utilização de sementes certificadas, comparando dados das últimas safras (ABRASEM, 2016). As sementes certificadas, ao contrário das não certificadas, podem dar garantias ao produtor de soja de uma implantação da lavoura com segurança, uma vez que a semente representa o alicerce, onde se implanta toda a lavoura (KRZYZANOWSKI et al., 2011).

2.4. Características botânicas da soja

A soja é uma planta herbácea pertencente à família da *Fabaceae*, subfamília das *Faboideae* de ordem *Fabaales*, geralmente anual, raramente perene. É ereta ou volúvel, protumbente. O caule é ramoso, híspido, com 80 a 150 cm de comprimento. As folhas são longo pecioladas, com três folíolos cordiformes, muito desenvolvidos e peludos na parte inferior. As flores, reunidas em cachos curtos axilares, sésseis, brancas, violáceas ou amarelas, conforme a variedade (GOMES, 1986).

As vagens, levemente arqueadas, subcompridas, peludas, tem 1 a 5 sementes. As sementes lisas, ovoides, globosas ou elípticas, possuem hilo quase sempre castanho, mas cuja coloração difere de acordo com a variedade. Há sementes brancas, verde-amarelas, escuras, negras, vermelhas, vermelho-escuras, verdes, verde-amareladas ou matizadas (GOMES, 1986).

A semente da soja, ao contrário do que ocorre com as sementes das outras fabáceas, não possui amido ou possui em pequena quantidade, sendo, porém, muito rica em substâncias proteicas e graxas (GOMES, 1986).

2.5. Ecofisiologia da soja

A água constitui aproximadamente 90% do peso da planta de soja, atuando em praticamente todos os processos fisiológicos e bioquímicos. Desempenha a função de solvente, por meio do qual, gases minerais e outros solutos entram nas células e movem-se na planta. Ainda possui papel importante na regulação térmica da planta, agindo tanto no resfriamento como na manutenção e distribuição do calor (NEPOMUCENO et al., 1994).

Em soja, nas fases de germinação e emergência, a falta de água diminui o estande de plantas. No florescimento, causa o aborto das flores e impede a antese, enquanto no enchimento dos grãos, afeta o peso dos grãos e a produção (CASAGRANDE et al., 2001). A falta de água pode afetar ainda a eficiência do processo fotossintético, tanto de forma direta, com a desidratação do citoplasma, como indiretamente, devido ao fechamento estomático (CASAGRANDE et al., 2001). Mudanças morfológicas, fisiológicas e de desenvolvimento de plantas apresentam bases moleculares e genéticas.

De acordo com Marcos Filho (1986), as regiões aptas à cultura da soja são as que apresentam boa distribuição de precipitações pluviais (500-700mm) durante o ciclo das plantas. O desenvolvimento da soja está condicionado pelos fatores ambientais, sendo que a água é o principal fator que altera sua produtividade no tempo e no espaço.

2.6. Aspectos fenológicos da cultura da soja

A semente de soja inicia a germinação por meio da absorção de água em quantidades equivalentes a 50% de seu peso. Uma vez embebida a semente, evidencia-se a sua germinação com o crescimento da radícula, ou raiz primária, que se prolonga para baixo, fixando-se sozinha no solo. Logo após o crescimento inicial da raiz primária, o hipocótilo, isto é, a pequena seção do caule situada entre o nó cotiledonar e a raiz primária, inicia a elongação para a superfície do solo, levando consigo os cotilédones (GOMES, 1986).

A fixação da raiz primária no solo junto com a elongação do hipocótilo estabelece uma alavanca que ergue os cotilédones à superfície do solo, caracterizando-se o estádio de emergência. O estádio de emergência ocorre uma a

duas semanas após a semeadura, dependendo das condições de umidade e temperatura do solo e da profundidade de semeadura (JANN e AMEN, 1977).

As raízes laterais iniciam o seu crescimento a partir da raiz primária antes da emergência. Logo após a emergência, o hipocótilo em forma de gancho endireita-se e cessa seu crescimento, enquanto os cotilédones dobram-se para baixo. As reservas nutritivas armazenadas nos cotilédones suprem as necessidades da planta jovem durante os primeiros 7 a 10 dias depois de estágio de emergência, ou até próximo ao estádio (JANN e AMEN, 1977).

De acordo com a escala fenológica de Fehr e Caviness (1977) o desenvolvimento da planta é dividido em duas fases: vegetativa (V) e reprodutiva (R) (Tabelas 1 e 2). Subdivisões da fase vegetativa são designadas numericamente como V₁, V₂, V₃, até V_n, menos os dois primeiros estádios que são designados como VE (emergência) e VC (estádio de cotilédone). O último estádio vegetativo é designado como V_n, onde “n” representa o número do último nó vegetativo formado por um cultivar específico. O valor de “n” varia em função das diferenças varietais e ambientais. A fase reprodutiva apresenta oito subdivisões ou estádios (RITCHIE et al., 1997).

Tabela 1. Descrição dos estádios vegetativos da cultura da soja.

ESTÁDIO	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Cotilédone	Cotilédones completamente abertos
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas
V2	Segundo nó	Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida
V3	Terceiro nó	Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida
V4	Quarto nó	Terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida
V5	Quinto nó	Quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida
V(n)	Enésimo nó	Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida

Fonte: Fehr e Caviness (1977).

A partir do estádio VC, os estádios vegetativos (V) são definidos e numerados à medida que as folhas dos nós superiores se apresentam completamente desenvolvidos. Um nó vegetativo com folha completamente desenvolvida é

identificado quando no nó vegetativo acima os folíolos não estão enrolados e nem dobrados. Em outras palavras, quando as extremidades dos folíolos não mais se tocam (RITCHIE et al., 1997).

Ao se dividir em estádios um campo de soja, cada estádio específico V ou R é definido somente quando 50% ou mais das plantas no campo estão nele ou entre aquele estádio. O estádio VE ocorre uma a duas semanas após a semeadura, dependendo das condições de umidade e temperatura do solo e da profundidade de semeadura. As raízes laterais iniciam o seu crescimento a partir da raiz primária antes da emergência (RITCHIE et al., 1997).

Tabela 2. Descrição dos estádios reprodutivos da cultura da soja.

Estádio	Denominação	Descrição
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste principal)
R2	Pleno florescimento	Uma flor aberta num dos 2 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R3	Início da formação das vagens	Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R4	Plena formação das vagens	Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R5	Início do enchimento das sementes	Grão com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
R6	Pleno enchimento das vagens	Vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades das vagens de um dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
R7	Início da maturação	Uma vagem normal no caule com coloração de madura
R8	Maturação plena	95% das vagens com coloração de madura

Fonte: Fehr e Caviness (1977).

2.7. Sementes

O Sistema Nacional de Sementes e Mudas – SNSM estabelece: I - semente genética; II - semente básica; III - semente certificada de primeira geração – C1; IV - semente certificada de segunda geração – C2; V - semente S1; e VI- semente S2. Nas classes básica, C1, C2, S1 e S2, a qualidade é garantida por padrões mínimos de germinação e purezas física, exigidos por normas de produção e comercialização estabelecidas e controladas pelo governo (MAPA,2013).

Na categoria “produtores de semente” estão incluídas as empresas nacionais de sementes, cooperativas, a Embrapa e empresas multinacionais de sementes (PORCIUNCULA, 2010).

Além de ser um membro da *International Seed Testing Association* (ISTA), o Brasil é parte integrante dos mecanismos de certificação de sementes no ambiente da *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD). No mercado nacional, desde 2003 adotou-se um forte programa de certificação de sementes, que atinge mais de 40% das sementes comercializadas. Este sistema de certificação pode ser feito por uma agência de certificação independente (PORCIUNCULA, 2010).

Dentre as principais culturas produzidas no Brasil, a soja consome cerca de 58% do volume de sementes total produzido no País, segundo a Associação Brasileira de Sementes (ABRASEM, 2002).

Germinação e vigor da semente são os três aspectos da qualidade das sementes que podem influenciar na produção em campo, através de efeitos relacionados com a percentagem de emergência e a velocidade para emergência além do desempenho da planta. Presumivelmente, os hormônios vegetais são os mediadores dos eventos bioquímicos que constituem a germinação (JANN; AMEN, 1977). Os reguladores endógenos podem estar envolvidos em vários processos durante o desenvolvimento das sementes desde o crescimento e desenvolvimento desta, acúmulo e armazenagem de reservas, até efeitos fisiológicos em tecidos e órgãos para o desenvolvimento do fruto (BEWLEY; BLACK, 1994).

A qualidade das sementes pode ser descrita em termos físicos e em termos fisiológicos. A qualidade física da semente está relacionada com a integridade de suas partes, ou seja, o tegumento, o eixo embrionário e os cotilédones, os quais devem estar fisicamente aptos para atenderem às necessidades determinadas pela fisiologia da semente durante o processo de germinação. A qualidade fisiológica da semente é avaliada por meio da viabilidade e do vigor. A viabilidade é medida, principalmente, pelo teste de germinação, que procura determinar a máxima capacidade de germinação da semente nas condições mais favoráveis possíveis de umidade e temperatura. (COSTA, 1996).

A qualidade fisiológica tem sido um dos aspectos mais pesquisados há vários anos, em decorrência das sementes estarem sujeitas a uma série de alterações degenerativas após a maturidade (ABDUL-BAKI; ANDERSON, 1972). A avaliação

da qualidade de sementes tem merecido permanente atenção dos tecnologistas, produtores e pesquisadores, refletindo o refinamento da demanda pela utilização de materiais que proporcionam maior segurança para fins de semeadura e/ou armazenamento (HAMPTON; COOLBEAR, 1990).

Para Sá (1994), a análise de sementes apresenta as seguintes finalidades: determinar sua qualidade; servem para semeadura; identificar problemas de qualidade e suas prováveis causas; determinar se as sementes alcançam os padrões estabelecidos por lei e especificados nas etiquetas; estabelecer sua qualidade e fornecer uma base para adoção de preço e discriminação entre lotes pelo consumidor.

A qualidade de um lote de sementes compreende uma série de atributos que determinam seu valor para a semeadura, sendo de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (POPINIGIS, 1985). Em adição à temperatura do solo, concentração de oxigênio, microrganismos e estrutura do solo, a disponibilidade de água é um fator importante para a emergência e o desenvolvimento das plântulas (POLLOCK, 1972). Marcos Filho (1994) relatou que os testes de vigor descrevem informações adicionais sobre a qualidade fisiológica de sementes, como seu potencial de armazenamento e de produzir plântulas normais em condições adversas.

Para Marcos Filho (1999), os testes de vigor devem além de possuir base teórica consistente apresentar as seguintes características: simplicidade, para que seja executado em diferentes laboratórios sem exigir equipamentos sofisticados; rapidez, visando à necessidade de obtenção de respostas em curto espaço de tempo; baixo custo, menor necessidade de investimentos combinados à máxima eficiência; objetivo, com apresentação de resultados numéricos preferencialmente aos subjetivos para facilidade de interpretação; reproduzível, possibilitando comparação entre resultados obtidos por diferentes analistas e laboratórios; e os resultados devem ser relacionados com a emergência das plântulas em campo, logo as sementes são utilizadas para a propagação de plantas de expressão econômica.

Para Castro e Moraes (1981), o desenvolvimento de compostos potencialmente ativos, que poderiam aumentar significativamente a produção tem sido limitado por inúmeras variáveis. Além das limitações fisiológicas, tais como, a fotossíntese e a eficiência da fixação de nitrogênio, os fatores ambientais também interferem na produção de sementes. Assim, a habilidade de um regulador vegetal

em favorecer o desenvolvimento ou estimular a produção, pode não ser aparente em função de fatores ambientais limitantes.

Alguns fatores podem influenciar severamente a qualidade das sementes ainda no campo antes da colheita e durante a colheita, na secagem, processamento, armazenamento, transporte e semeadura. Períodos de temperaturas extremas durante a maturação, variações na umidade (inclusive secas), deficiência de nutrientes, manejo inadequado e ocorrência de insetos, durante a secagem e armazenamento (FRANÇA NETO, 2004).

A deterioração de sementes é um processo natural que envolve fatores citológicos, fisiológicos, bioquímicos e mudanças físicas em cada uma das sementes. Essas mudanças reduzem a viabilidade e eventualmente causam a morte da semente. Este processo foi descrito como progressivo, irreversível e inexorável (DELOUCHE, 1973).

A ocorrência de condições climáticas desfavoráveis durante o desenvolvimento da semente ou a exposição a períodos de alta umidade e temperatura após a maturação de sementes de soja, quando ainda no campo, tem causado danos fisiológicos e, consequentemente, prejudicado a qualidade das sementes (COSTA, 1979). Alternando a data de semeadura, de modo que cultivares com diferentes ciclos fossem colhidas na mesma época, Tekrony e Egli (1984) mostraram que as condições ambientais, em muitos casos, são mais importantes do que outras características da planta na determinação da qualidade de sementes de soja. Também Marcos Filho et al. (1986) atribuíram ao ambiente as diferenças de qualidade entre as cultivares de soja de ciclo precoce e médio.

Neste contexto, é fundamental o uso de sementes de alta qualidade na implantação das lavouras. Sementes com baixo vigor podem provocar reduções na velocidade e na emergência total, no tamanho inicial, na produção de matéria seca, na área foliar e nas taxas de crescimento das plantas (KHAH et al., 1989; SCHUCH et al., 1982; HÖFS et al., 2004; SCHEEREN et al., 2010). A semente pode ser considerada como o insumo agrícola de maior importância, representando a base do processo produtivo, uma vez que conduz ao campo as características genéticas determinantes do desempenho da cultivar e contribui decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande (MARCOS FILHO, 2005).

2.8. Armazenamento das sementes

Sementes de soja armazenadas em galpões abertos, normalmente não estão expostas à temperatura constante ou umidade relativa estabilizada. Por isso, Delouche e Baskin (1973) propuseram o teste de envelhecimento precoce para predizer o potencial de armazenamento de lotes de sementes de várias espécies em condições de ambiente aberto, mas não desenvolveram um modelo. Utilizando as equações de viabilidade de Ellis e Roberts (1980).

Dentre os fatores que afetam a qualidade durante o armazenamento estão a temperatura e o teor de água da semente. Segundo Berbert et al. (2008), o teor de água é o fator de maior significância na prevenção da deterioração do grão durante o armazenamento. Mantendo-se baixo o teor de água e a temperatura do grão, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos minimizados.

A temperatura e a umidade relativa são determinantes no processo de perda de viabilidade de sementes durante o armazenamento e alterações na qualidade do produto e, em contrapartida, dos subprodutos (KONG et al., 2008; MALAKER et al., 2008).

Conforme Silva (2008) há um incremento na taxa respiratória proporcional ao aumento da temperatura, que fica na dependência do teor de água das sementes. Com o teor de água superior a 14% (bulbo úmido) a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais ocasionando sua deterioração.

De acordo com Demito & Afonso (2009), a redução da temperatura é uma técnica economicamente viável para preservar a qualidade de sementes armazenadas. A redução na qualidade é, em geral, traduzida pelo decréscimo na percentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas (TOLEDO et al., 2009).

Tekrony et al. (1993) propuseram um protocolo para predizer a germinação de sementes de soja, em armazém aberto. Todavia, esse modelo somente pode ser aplicado se a temperatura no armazém e a umidade da semente forem determinadas diariamente. Predições exatas da deterioração da semente em condições de mudanças climáticas no armazém, portanto, são de grande valia para os produtores de sementes.

Após a aquisição, as sementes são armazenadas na propriedade, até a época de semeadura. As sementes como ser biológico, devem receber todos os

cuidados necessários para se mantenham vivas e apresentarem boa germinação e emergência no campo. Assim sendo, devem ser tomados cuidados especiais no seu armazenamento, tais como: a) armazenar as sementes em galpão bem ventilado, sobre estrados de madeira; b) não empilhar as sacas de sementes contra as paredes do galpão; c) não armazenar sementes juntamente com adubo, calcário ou agroquímicos; d) o ambiente de armazenagem deve estar livre de fungos e roedores; e) dentro do armazém a temperatura não deve ultrapassar 25 °C e a umidade relativa não deve ultrapassar 70%. Caso essas condições não sejam possíveis na propriedade, indica-se que o agricultor somente retire a semente do armazém do seu fornecedor o mais próximo possível da época de semeadura (FRANÇA NETO; HENNING, 1992).

2.9. Resfriamento de sementes

A composição e características estruturais de grãos armazenados variam em função das condições operacionais de pós-colheita e estão expostos a fatores físicos como temperatura e umidade, fatores químicos como oxigênio, gás carbônico e agentes biológicos, como bactérias, fungos, insetos e roedores (ELIAS, 2002).

A soja apresenta cerca de 20% de lipídios, que são suscetíveis ao processo de deterioração qualitativa, na forma de degradação dessas substâncias, se armazenados de forma inadequada, podendo acarretar sérios prejuízos (ALENCAR et al., 2009).

Assim sendo, pode-se afirmar que apesar dos esforços técnicos e financeiros em todas as etapas de produção de sementes, parte deste trabalho se perdia durante a armazenagem, pois as sementes preservavam sua alta temperatura por longo tempo, devido à baixa condutividade térmica (que os caracteriza como maus condutores de calor). Portanto, a técnica de armazenagem utilizada propiciava condições para a ação de fungos e insetos e a degradação das qualidades físico-químicas e fisiológicas das sementes (DEMITO e AFONSO, 2009).

Forti et al. (2010) observaram, através de testes de germinação e vigor, que o ambiente de armazenamento não controlado ocasionou maior redução do potencial fisiológico nas sementes de soja, em comparação com a câmara seca (50% UR e 20 °C) e câmara fria (90% UR e 10 °C)

Temperaturas mais baixas, geralmente abaixo de 15 °C reduzem a atividade dos insetos e outros organismos, prolongando a vida útil das sementes, mantendo sua qualidade física (aparência, cor), vigor e germinação. O efeito positivo do resfriamento artificial na manutenção dos atributos fisiológicos de sementes tem sido comprovado pela pesquisa. O ar frio ao passar por uma massa de sementes quentes, primeiro vai equilibrar sua umidade com a umidade das sementes, e depois aceitará calor da semente, resfriando a primeira camada com a qual entra em contato. O ar frio ao atingir a umidade e temperatura de equilíbrio com a massa de sementes, não continuará mais a resfriar as sementes. O uso de ar resfriado possibilita o armazenamento seguro de sementes nas regiões de clima quente, a redução do uso de inseticidas químicos e a manutenção da qualidade fisiológica (POLLOCK, 1972).

De acordo com Maier e Navarro (2002), o resfriamento artificial de grãos é obtido quando a temperatura é reduzida abaixo da temperatura ambiente, usando-se um sistema mecânico de refrigeração. Mesmo o grão com conteúdo de água, 16 a 18% de base úmida, pode ser armazenado com segurança durante 3 a 18 meses, reduzindo-se a temperatura a uma faixa de 3 a 10 °C.

Scussel (2002) afirma que a temperatura do produto é menos restritiva em relação à umidade, no que se refere ao crescimento fúngico e à produção de micotoxina. Segundo a autora, a utilização combinada de resfriamento do produto e acompanhamento do teor de umidade é o melhor método de controle de proliferação fúngica.

O resfriamento da massa de sementes, mediante a insuflação de ar condicionado frio, não depende das condições ambientais externas. O resfriamento realizado imediatamente após a colheita e/ou secagem representa uma ferramenta valiosa no controle de populações de insetos e manutenção da qualidade da semente (LAZZARI et al., 2006).

Em resfriamento artificial de grãos de milho, Quirino et al. (2013) verificaram que o resfriamento artificial promoveu a diminuição da temperatura da massa de grãos e que a utilização do resfriamento artificial no armazenamento de grãos de milho em regiões tropicais é eficaz na manutenção da qualidade dos grãos e no manejo de insetos e patógenos.

Trabalhando com resfriamento artificial de soja armazenada a granel, em um silo, com sistema radial de duto de aeração, Porto (2004) concluiu que o sistema de

resfriamento a granel não apresentou gradiente de temperatura ao final do processo e que o resfriamento artificial manteve a qualidade fisiológica por mais de seis meses.

Avaliando a qualidade fisiológica das sementes de soja no armazenamento por 180 dias em diferentes teores de água e em duas condições de temperatura, Smaniotto et al. (2014) verificaram que teor de água inicial influencia na qualidade das sementes de soja no armazenamento e que o ambiente climatizado (20°C) proporciona melhores resultados em termos de qualidade em relação ao ambiente com temperatura média de 27°C .

3. Material e Métodos

Utilizaram-se sementes de soja, cultivar NK-7059 RR (Vmax RR) pertencente ao grupo de maturação precoce (5,9), com crescimento indeterminado, altura de plantas aproximada de 90 cm, cor do hilo marrom claro (Syngenta Brasil).

O experimento foi implantado em 20 de outubro de 2015, em delineamento inteiramente casualizado, em parcelas distinta 4 x 8, constando de cinco temperaturas (6°C , 18°C , 25°C e 33°C) e oito tempos de armazenagem (0, 28, 56, 84, 112, 140, 168, 196 dias), com quatro repetições.

Foram coletadas amostras de sementes, com umidade de 12%, que foram homogeneizadas com o uso de um homogeneizador da marca Labstcre e separadas em cinco amostras com quatro repetições ao acaso, para cada tempo de armazenagem. As amostras foram separadas em caixas de armazenamento e submetidas às seguintes temperaturas 6°C , 18°C , 25°C e 33°C , por um período de 196 dias em câmaras de germinação tipo B.O.D. a 70% UR, cada conjunto de amostras foi colocado em uma B.O.D. diferente, correspondente a cada temperatura, da marca Marconi, sendo avaliada a germinação das sementes, a cada 28 dias.

Para condução do teste de germinação em câmara de germinação, de cada amostra foram retiradas oito subamostras contendo 50 sementes. Estas sementes foram postas para germinar em rolos de papel toalha (germiteste J.Prolab). O substrato foi umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, enrolados e postos em câmara de germinação com temperatura de 25°C e

iluminação constante por um período de oito dias, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais e anormais e sementes mortas.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e as médias, se significativas, foram submetidas ao teste de Tukey para comparação entre as temperaturas e regressão polinomial para os períodos de armazenamento, ambos a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar 5.1 (RCORE TEAM ,2015).

4. Resultados e Discussão

Constataram-se diferenças significativas pelo teste F ($P \leq 0,05$) para todas as variáveis relacionadas ao tempo de armazenamento, temperatura e a interação tempo x temperatura, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para plântulas normais (PN) e anormais (PA) e sementes mortas (SM) submetidas à germinação em função de diferentes tempos e temperaturas de armazenagem de sementes de soja, cultivar NK-7059RR.

Causas de Variação	GL	Quadrado médio		
		PN	PA	SM
Tempo (A)¹	7	67,56**	26,21**	17,97**
Temperatura (B)²	3	761,48**	393,00**	108,58**
A x B	21	17,18**	7,85**	6,97**
Resíduo	120	1,39	1,51	1,66
Média Geral		89,73	8,18	6,06
CV(%)		1,32	15,03	2,08

** significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. ¹ Correspondente a oito tempos de armazenagem: 0, 28, 56, 84, 112, 140, 168 e 196 dias. ² Correspondente a quatro temperaturas de armazenagem: 6, 18, 25 e 33 °C.

Com relação às plântulas normais pode se observar, de um modo geral, que quanto menor o binômio tempo x temperatura, maior o percentual de plântulas normais indicando que a temperatura tem relação direta com o tempo de armazenagem (Figura 1). Nas temperaturas de 18; 25 e 33 °C, a germinação foi representada por funções lineares decrescentes com o tempo de armazenamento.

Os melhores resultados foram alcançados nos menores tempos e temperaturas de armazenagem. Na temperatura de 6°C não houve redução significativa da germinação durante os 196 dias de armazenamento. Todavia, para as sementes armazenadas a 18, 25 e 33°C houve redução na germinação de 0,20; 0,49 e 0,52 pontos percentuais para cada 10 dias de armazenamento, respectivamente.

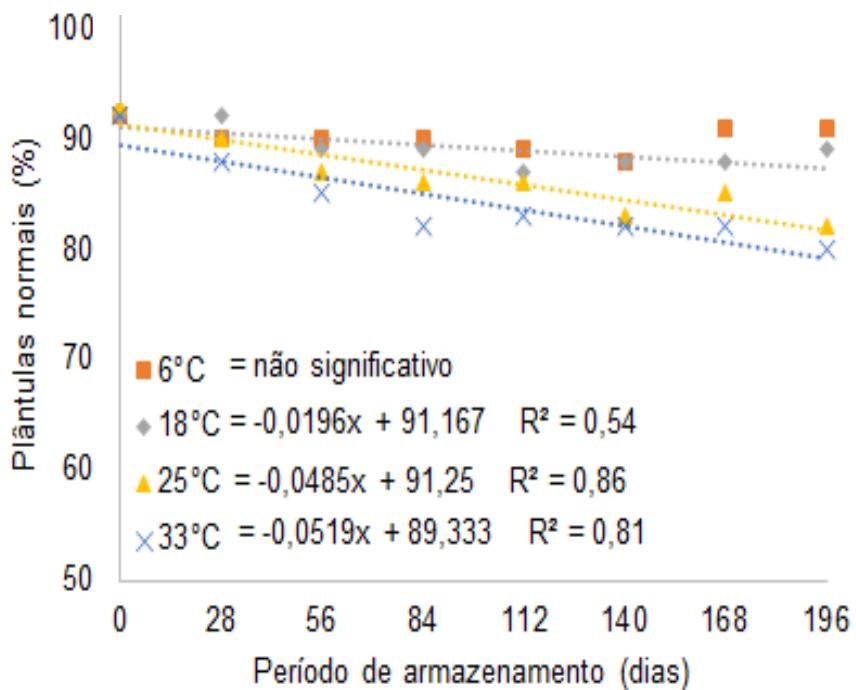


Figura 1. Plântulas normais (%) de soja no teste de germinação em função do período e temperatura de armazenamento.

A 6°C, as sementes mantiveram percentual de germinação superior a 90% até 196 dias de armazenamento. Os menores percentuais de plântulas normais foram obtidos nas temperaturas de 25 e 33°C, contudo, durante 196 dias de armazenamento os lotes mantiveram-se dentro do padrão de germinação mínima (80%), estabelecido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para comercialização de sementes.

Decréscimo significativo do teor de lipídios em sementes de aveia, principalmente nos três primeiros meses de armazenamento, foi encontrado por Rupollo et al. (2004), afirmando que a degradação de lipídios ocorre durante o armazenamento em virtude de processos bioquímicos, como a respiração, ou processos de oxidação, desta forma afetando significativamente o processo de

germinação e vigor das sementes. Esse processo é reduzido a baixas temperaturas devido ao estado de latência alcançado pelas sementes, de modo que a taxa respiratória se encontra muito baixa.

Tabela 4. Plântulas normais (%) no teste de germinação em função de diferentes tempos e temperaturas de armazenagem de sementes de soja.

Tempo (dias) ²	Plântulas normais (%)			
	6	18	25	33
0	92 a	92 a	93 a	92 a
28	90 ab	92 a	90 ab	88 b
56	90 a	89 ab	88 b	85 c
84	90 a	89 a	86 b	82 c
112	89 a	88 ab	86 b	83 c
140	88 a	88 a	83 b	82 b
168	91 a	88 b	85 c	82 d
196	91 a	89 a	82 b	80 c

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

² Correspondente a oito tempos de armazenagem: 0, 28, 56, 84, 112, 140, 168 e 196 dias. ³ Correspondente a quatro temperaturas de armazenagem: 6, 18, 25 e 33 °C.

Em sementes de soja armazenadas em baixas temperaturas e umidade controlada, Singh e Gunasena (1979) constataram uma maior germinação por períodos mais longos. Nas comparações entre temperaturas de 2,0 e 25 °C, as sementes apresentaram nas maiores temperaturas reduções superiores na germinação em um período curto de tempo de armazenagem, colaborando os resultados obtidos no presente trabalho. Avaliando-se as condições de armazenagem para sementes na região Oeste do Paraná, a temperatura de 18 °C é satisfatória, pois apesar de se ocasionar redução de germinação entre zero e 196 dias, esta redução foi inferior a três pontos percentuais.

A condição geral requerida para uma conservação segura das sementes é manutenção em ambiente seco e frio. Assim sendo, as sementes da maioria das culturas podem ser armazenadas por um ano, se mantidas na faixa de umidade de 11 e 13% e temperatura de 18 a 20 °C. Para dois anos de armazenagem, o teor de água precisa ser reduzido para menos de 10%. Para períodos superiores à dois anos, é requerido que o teor de água das sementes seja inferior a 8% e mantidas em temperaturas inferiores a 15 °C. Sementes de soja são difíceis de armazenar e requerem temperaturas baixas e teores de água inferiores a 8% para um ano de

estocagem. Armazenamento com umidade relativa abaixo de 50% e temperatura inferior a 10 °C, usualmente, mantêm a qualidade das sementes por até três anos (GREGG et al., 1970).

Com relação às plântulas anormais pode se observar, de um modo geral, que quanto menor o binômio tempo x temperatura, menor o percentual de plântulas anormais, indicando que a temperatura tem influência direta sobre o tempo de armazenagem (Figura 2).

De modo geral, nas temperaturas 6 e 18 °C, o percentual de plântulas anormais observado no teste de germinação manteve-se estável durante 196 dias de armazenamento. Nas temperaturas de 25 e 33 °C, a germinação foi representada por funções lineares crescentes com o tempo de armazenamento. O percentual de plântulas anormais sofreu incremento na ordem de 0,4 e 0,2 pontos percentuais para cada 10 dias de armazenamento, chegando a 15 e 12% de plântulas anormais ao final do armazenamento, para 25 e 33 °C, respectivamente.

De modo geral, menores porcentagens de plântulas anormais foram observadas no início do período de armazenamento (Tabela 5). Entre zero e 84 dias de armazenamento, não houve diferença entre as temperaturas de 6 e 33 °C de armazenamento para o percentual de plântulas anormais. Contudo, acima deste período, menores resultados foram observados na temperatura de 6 °C, indicando maior preservação da qualidade de sementes armazenadas em baixas temperaturas, provavelmente devido à menor atividade respiratória.

Em geral, no armazenamento em temperatura ambiente e em armazéns convencionais, as sementes de soja sofrem degradação fisiológica, ocasionando perdas consideráveis no setor sementeiro. A temperatura de armazenagem tem influência diretamente proporcional no tempo de preservação da viabilidade das sementes, visto que quanto maior a temperatura de armazenamento, maior será o número de plântulas anormais e sementes mortas (DELOUCHE, 2002).

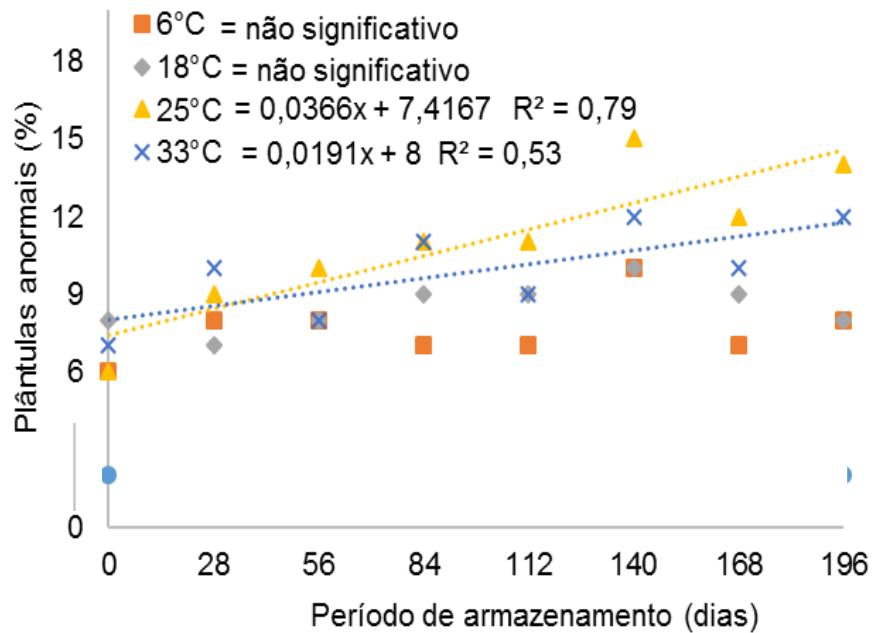


Figura 2. Plântulas anormais (%) de soja no teste de germinação em função do período e temperatura de armazenamento.

A temperatura e umidade das sementes são fatores fundamentais para a preservação da qualidade de sementes na armazenagem. Segundo Delouche (2002) e Baudet (2003), o armazenamento de sementes, em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, permite a conservação por longos períodos de tempo. Com o decréscimo da temperatura, as sementes reduzem o processo metabólico e a respiração, diminuindo as taxas de redução na germinação mantendo-se assim com qualidade para a semeadura por mais tempo.

Uma redução do teor de água na soja resfriada foi observada por Demito e Afonso (2009), sendo atribuído a uma possível secagem na camada superficial dos grãos. No presente trabalho não foi verificado este comportamento em função de o sistema de geração de ar resfriado empregado monitorar a umidade relativa do ar insuflado na massa de sementes.

As sementes de espécies nativas armazenadas em ambiente de câmara fria e com menor teor de água, segundo Figliolia (1988) mantiveram a germinação por até 240 dias. Em outro trabalho, Figliolia et al. (2001) observaram que a germinação das sementes de sibipiruna se manteve por 360 dias, no armazenamento em câmara

fria, constatando que quanto menor a temperatura de armazenamento maior o tempo de manutenção da viabilidade das sementes.

Tabela 5. Plântulas anormais (%) no teste de germinação em função de diferentes tempos e temperaturas de armazenagem de sementes de soja.

Tempo (dias) ²	Plântulas anormais (%)			
	Temperaturas (°C) ³			
	6	18	25	33
0	6 a	8 a	6 a	7 a
28	7 b	8 ab	9 ab	10 a
56	8 a	8 a	10 a	8 a
84	7 b	9 ab	11 a	11 a
112	7 b	9 b	11 a	9 a
140	9 c	10 c	15 a	12 b
168	7 c	9 bc	12 a	10 ab
196	8 c	8 c	14 a	12 b

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

² Correspondente a oito tempos de armazenagem: 0, 28, 56, 84, 112, 140, 168 e 196 dias. ³ Correspondente a quatro temperaturas de armazenagem: 6, 18, 25 e 33 °C.

Com relação às sementes mortas pode-se observar que houve resposta significativa, sendo os resultados similares às plântulas anormais. Com o aumento da temperatura e o tempo de armazenagem, ocorreu um aumento no percentual de sementes mortas (Figura 3). O incremento de sementes mortas apresentou tendência linear ao longo do armazenamento para a temperatura de 25 °C, sendo na ordem de 0,085% para cada 10 dias, e quadrático positivo para a temperatura de 33 °C, com tendência de acréscimo até 130 dias e estabilização até o final do período de armazenamento.

Até 28 dias de armazenamento, não houve diferença entre as temperaturas para o percentual de sementes mortas observadas no teste de germinação (Tabela 6). Nos demais períodos, diferença mais expressiva foi observada apenas nas sementes armazenadas na temperatura de 33 °C.

No armazenamento de sementes de grão de bico, por um período de 24 meses em condições de laboratório e de câmara fria (12 °C e 48% UR), Almeida et al. (1997) constataram que a germinação também decresceu consideravelmente em condições de laboratório. De maneira similar, armazenando sementes de feijão macassar durante seis meses sob condições ambientais e em baixas temperaturas,

Lima et al.(1999) verificaram a viabilidade do armazenamento de sementes em baixas temperaturas.

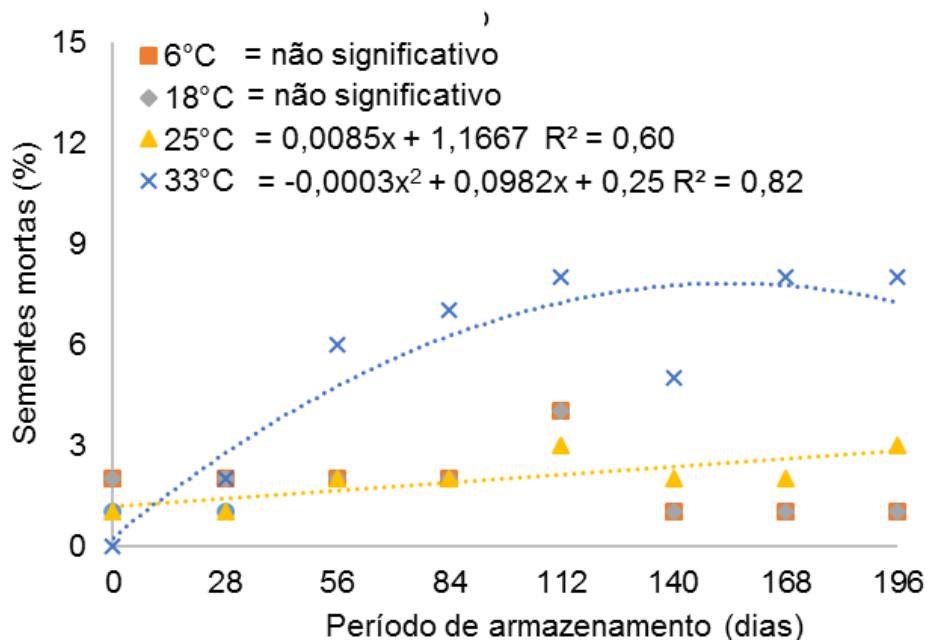


Figura 3. Sementes mortas (%) de soja no teste de germinação em função do período e temperatura de armazenamento.

Tabela 6. Sementes mortas (%) no teste de germinação em função de diferentes tempos e temperaturas de armazenagem de sementes de soja.

Tempo (dias) ²	Sementes Mortas (%)			
	6	18	25	33
0	2 a	2 a	1 a	0 a
28	2 a	2 a	1 a	2 a
56	2 b	2 b	2 b	6 a
84	2 b	2 b	2 b	7 a
112	4 b	4 b	3 b	8 a
140	1 b	1 b	2 b	5 a
168	1 b	1 b	2 b	8 a
196	1 b	1 b	3 b	8 a

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

²Correspondente a oito tempos de armazenagem: 0, 28, 56, 84, 112, 140, 168 e 196 dias.

³Correspondente a quatro temperaturas de armazenagem: 6, 18, 25 e 33 °C.

Pesquisando o armazenamento de sementes de soja e amendoim, Rezende et al. (1996) e Santacruz et al. (1999), respectivamente, encontraram resultados semelhantes sob condições de ambiente não controlado. As sementes expostas ao

ambiente natural mostraram menor germinação, aumentando deste modo o número de sementes mortas com o aumento da temperatura e do tempo de armazenagem. Sementes armazenadas em ambiente controlado demonstraram maior viabilidade conforme foi aumentado o tempo de armazenagem.

Da mesma forma, trabalhando com sementes de soja resfriadas e não resfriadas, Lacerda Filho et al.(2008) observaram redução acentuada da germinação de sementes de soja não resfriadas, atingindo germinação final abaixo dos padrões de comercialização.

Por sua vez, Smaniotto et al. (2014) verificaram que teor de água inicial influencia a qualidade das sementes de soja no armazenamento e que o ambiente climatizado (20 °C) proporciona melhores resultados em termos de qualidade em relação ao ambiente com temperatura média de 27 °C.

De acordo com Gregg et al. (1970), temperaturas abaixo de 10 °C são essenciais na manutenção da qualidade da semente, mesmo que a umidade relativa não seja muito baixa. O teor de água da semente pode aumentar durante a armazenagem, mas a baixa temperatura poderá reduzir os efeitos adversos.

De maneira geral, os resultados alcançados mostraram que sementes de soja armazenadas em menor temperatura (6 °C) mantiveram a germinação por até 196 dias de armazenamento. Na temperatura de 18 °C, a germinação sofreu redução máxima de 3 a 4 pontos percentuais no decorrer do período de armazenamento. Nas temperaturas de 25 e 33 °C, a germinação se manteve até 56 e 28 dias, respectivamente, ocorrendo, a partir daí, declínio mais acentuado na temperatura de 33 °C, até o final do período de armazenamento. Nota-se, um incremento na incidência de plântulas anormais, na temperatura de 25 °C e de plântulas anormais e sementes mortas na temperatura de 33 °C.

É importante enfatizar que a deterioração é um processo cujos eventos finais envolvem a formação de plântulas anormais e culmina com a morte das sementes (DELOUCHE, 2002). Assim sendo, se houve decréscimo da germinação durante o período de armazenamento, o vigor das sementes, com mais razão, declinou antes da redução da germinação. Assim sendo, recomenda-se em futuros trabalhos, a condução de testes de vigor para monitorar com antecipação o momento de redução da qualidade fisiológica das sementes armazenadas.

Os resultados evidenciam a importância de realizar o resfriamento de sementes de soja em regiões ou locais cuja temperatura média no período de

armazenamento excede a 20 °C, sendo imprescindível a utilização de armazém com ambiente refrigerado em locais cuja temperatura média supera 25 °C.

5. Conclusão

Sementes de soja armazenadas por um período de 196 dias em temperaturas de 6 a 18 °C mantêm a germinação.

Durante o armazenamento em temperaturas de 25 e 33 °C, a germinação decresce 1,5 pontos percentuais por mês, na temperatura de 33 °C aumenta a incidência de plântulas anormais e na temperatura de 25 °C incrementa a incidência de sementes mortas.

6. Referências

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds, In: KOSLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v. 2, p. 283-315.
- ALENCAR, E.E.; FARONI, L. R. A.; LACERDA FILHO, A.F.; PETERNELLI, L.A.; COSTA, A. R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 606-613, 2009.
- ALMEIDA, V.P.; ALVES, M.C.; SILVA, E.C.; OLIVEIRA, S.A. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p.1227- 1237, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM. Anuário 2002, Brasília: **ABRASEM**, 2002. p. 135.
- BARRETO, F.A.; DEMITO, A. Processo de resfriamento de sementes. **Seed News** (online), v. 13, n. 3, 2009. Disponível em: <http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/index.php?edicao=15>. Acesso em: 11, ago. 2016.
- BAUDET, L.M.L. **Armazenamento de sementes**. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Ed. Universitária-UFPel, 2003. p. 370-418.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. p. 445.
- BOERGER, A. **Agronomía: consejos metodológicos**. Montevideo: A. Barreiro y Ramos, 1943. 538p. il.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CARVALHO, N. M. **Vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 1-25.
- CASAGRANDE, E. C.; FARIA, J.R.B.; NEUMAIER, N.; PEDROSO, J.; MARTINS, P.K.; BRETON, M.C.; NEPOMUCENO, A.L. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 168-184, 2001.
- CASTRO, P. R. C.; MORAES, R. S. Ação de fitorreguladores na produtividade da soja cultivar Davis. **Anais**, Piracicaba, v. 38, n. 1, p.127-137, 1981.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** v. 1, n. 3, 2016, 169 p.

COSTA, A. V. Retardamento da colheita após a maturação e seu efeito sobre a qualidade da semente e emergência de plântulas em 18 cultivares e linhagens de soja. In.: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, 1978. **Anais...** Londrina: Embrapa soja, 1979. v. 2, p.293-308.

COSTA, J. A. **Cultura da soja.** Porto Alegre: Evangraf, 1996. 233p.

DELOUCHE, J. C. Precepts of seeds storage. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, n.16, 1973, Mississippi. **Proceedings.** Mississippi: Mississippi University, 1973. p. 97-122.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C.C. Accelerated ageing techniques for predicting the relative storage of seed lots. **Seed Sceince & Technology**, Wagening. v. 51. p. 427-452, 1973.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor de sementes. In: **Seed News**, Pelotas, v. 6, n. 6, p. 24-31. 2002.

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

EDJE, O.T.; BURRIS, J.S. Effects of soybean seed vigor on field performance. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, n. 4, p.536-538, 1971.

ELIAS, M.C. Fatores que influenciam a aeração e o manejo da conservação de grãos. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. (Ed) **Armazenagem de grãos.** Campinas: IBG, 2002. p. 311-359.

ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. Improved equations for the prediction of seed longevity. **Annals of Botany**, v. 45, p.13-30, 1980.

EMBRAPA SOJA. Tecnologia de Produção de soja – Paraná 2005. Londrina, (Embrapa Soja). ALMEIDA et. al. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** BRASILIA: EMBRAPA –CNPS, 2005. 306p.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development ames:** cooperative extension service. Iowa: State University, 1977. p.11. (Special Report, 80).

FERGUSON, J.M. **Metabolic and biochemical changes during the early stages of soybean seed deterioration.** 1988. 137f. Dissertation (PhD) - University of Kentucky, Lexington, USA, 1988.

FIGLIOLIA, M.B. Conservação de sementes de essências nativas. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, n. 42, p. 1-18, 1988.

FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A.; AGUIAR, I.B.; PERECIN, D. Efeito do acondicionamento e do ambiente de armazenamento na conservação de sementes de sibipiruna. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, v. 7, n. 1, p. 57-62, 2001.

FRANÇA NETO, J. B. Perspectivas futuras da cultura da soja no Brasil: produção, produtividade, expansão de área. In: WORD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION 67 CONFERENCE, 4; CONGRESSO MUNDIAL DE SOJA, 3, 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa, 2004. p. 1203.

FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A. **DIACOM: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 22p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 10).

LAZZARI, S.M.N.; KARKLE, A.F.; LAZZARI, F. A. Resfriamento artificial para controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.50, n.2, p.293-296, 2006.

GREGG, B. R.; LAY, A. G.; VIRDI, S. S.; BALIS, J. S. **Seed processing**. New Delhi, India: United States Agency for International Development, 1970. 396 p.

GOMES, P. **SOJA**. 1986, Biblioteca Rural Nobel. 5. Ed., São Paulo – SP.

HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potencial versus actual seed performance – can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 55-62, 2004.

JANN, R. C.; AMEN, R. D. What is germination? In: KAHN, A. A. (Ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. Amsterdam: North Holland Publisching, 1977. p. 7-28.

KRZYZANOWSKI, F. C.; SGOBERO-MIRANDA, Z. de F.; OLIVEIRA, M. C. N. **Aferição de testes de vigor para sementes de soja**. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). Resultados de pesquisa de soja - 1990/91. Londrina: EMBRAPA, 2011.

KHAH, E.M. ROBERTS, E.H.; ELLIS, R. H. Effects of seed ageing on growth and yield of spring wheat at different plant-population densities. **Field Crops Research**, v. 20, p. 175-190, 1989.

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

LACERDA FILHO, A.F., DEMITO, A., CASTRO MELO, E.C. Resfriamento de Grãos. Nota técnica, 2008. Disponível em: www.sop.eng.br/pdfs/990486b76d81abb4c194d8964ccf52.

LAZZARI, S.M.N.; KARKLE, A.F.; LAZZARI, F. A. Resfriamento artificial para controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.50, p.293-296, 2006.

LIMA H. F.; BRUNO, R. L. A.; BRUNO, G. B.; BANDEIRA, I. S.A. Avaliação de produtos alternativos no controle de pragas e na qualidade fisiológica de sementes de feijão macassar armazenadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 49-53, 1999.

MAIER, D.E.; NAVARRO, S. Chilling of grain by refrigerated air. In: S. NAVARRO; R. ROYES (eds.) **The mechanics and physics of modern grain aeration management**. Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 489-560.

MARCOS-FILHO, J. **Germinação de sementes**. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-39.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133- 149.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 218.

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

MATTOS, M.P. **Soja** - mais importante oleaginosa da agricultura moderna; 1ª. Ed. Editora Ícone. São Paulo-SP, 1987. 73p.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Maringá Management: Revista de Ciências Empresariais**, v. 3, n.1, p.7-15, jan./jun. 2006. Disponível em: <http://www.maringamanagement.com.br/include/getdoc.php?id=190&article=62&mode=pdf>. Acesso em ago. 2015.

MORAIS, L. A. S. **Agricultura de base ecológica: defensivos naturais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1996.

NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N. Efeitos da disponibilidade hídrica no solo sobre a cultura da soja. In EMBRAPA-CNPSO, ed, Ata - Documentos 72. **Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 15.** Londrina, PR, 1994, p. 42-43.

PINTHUS, M.J.; KIMEL, U. Speed of germination as a criterion of seed vigor in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.19, p.291-292, 1979.

POLLOCK, B. M. Effects of environment after sowing on viability. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). **Viability of seeds**. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. p. 150-171.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.

PORCIUNCULA J. Comercio de sementes na America do Sul. Revista internacional de sementes, v.14, n. 4, p. 12, 2010.

PORTO, A.G. **Resfriamento de sementes de soja em silo com sistema de distribuição radial do ar**. 2004. 47f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas.47f

QUIRINO, J. R.; MELO, A.P. C.; VELOSO, V. R. S.; ALBERNAZ, K. C.; PEREIRA, J. M. Resfriamento artificial na conservação da qualidade comercial de grãos de milho armazenados. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 4, p.378-386, 2013.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **Como a planta de soja se desenvolve?** Piracicaba: Potafós, 1997. 22 p. (Arquivo do Agronômico).

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L.C.; MARINI, L.J.; ELIAS, M.C. Sistemas de armazenamento hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p.1715-1722, 2004.

SÁ, M. E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Coord.) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**, 1994. p. 65-98.

SANTACRUZ, V. A., O. A.; MUÑOZ, G. F.; CASTILLO; SARQUÉ, S.A.. Germinação de sementes de milho, feijão, amendoim e gergelim armazenado sob condições diferentes e em diferentes tipos de contentor. **Agrociência**, v. 31, n. 2, p. 177-185, 1999.

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**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 35-41, 2010.

SCHUCH, L.O.B.; LIN, S.S. Atraso na colheita sobre emergência no campo e desempenho de plantas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 11, p.1585-1589.1982.

- SING, B.; GUNASENA, H.P.N. Effect of storage temperature on seed germination in soybean. **Journal National Agricultural Society Of Ceylon**. n. 14, p. 21-26, 1979.
- SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K.A.F.; OLIVEIRA, D. E.C.; SIMON, G.A. Qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, n. 18, v. 4, p. 519-524, 2014.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; BALLES, J.; TOMES, L.; STUCKEY, R. E. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis sp.* **Crop Science**, v. 24, n. 1, p. 189-193, 1984.
- TEKRONY, D.M.; NELSON, C.; EGLI, D.B.; EGLI, G.M. Predicting soybean seed deterioration during warehouse storage. **Seed Science and Technology**, v. 21, p. 127-137, 1993.
- VANZOLINI, S.; CARVALHO, N.M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p.33-41, 2002.
- YORINORI, J. T.; PAIVA, W.M.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P.F. **Ferrugem da soja: Identificação e Controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 25p.