



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

RESFRIAMENTO DINÂMICO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

ANTENOR REINALDO CANTON

**PELOTAS
RIO GRANDE DO SUL - BRASIL
2010**



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

RESFRIAMENTO DINÂMICO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

ANTENOR REINALDO CANTON

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da 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 Mestre Profissional.

**PELOTAS
RIO GRANDE DO SUL - BRASIL
2010**

Dados de catalogação na fonte:

(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

C229r Canton, Antenor Reinaldo

Resfriamento dinâmico e qualidade de sementes de soja / Antenor Reinaldo Canton. Orientador: Silmar Teichert Peske- Pelotas, 2010, 34f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2010.

1. *Glycine max* 2. Armazenamento 3. Frio
I. Peske, Silmar Teichert (orientador). II. Título.

CDD 633.34

RESFRIAMENTO DINÂMICO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

AUTOR: Antenor Reinaldo Canton, Adm. Emp.

ORIENTADOR: Prof. Silmar Teichert Peske, Dr.

Comissão Examinadora:

Prof. Silmar Teichert Peske, Ph.D.

Prof. Leopoldo Mario Baudet Labbé, Ph.D.

Prof. Francisco Amaral Villela, Dr.

Engº Agrº Geri Eduardo Meneghello, Dr.

Engº Agrº Demócrito Amorim Chiesa Freitas, Dr.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Silmar Teichert Peske por orientação neste trabalho.

A COODETEC - Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, pelo convite a fazer o mestrado e para conduzir todo o trabalho de campo e originar os resultados deste trabalho.

Ao Diretor executivo da COODETEC Dr. Ivo Marcos Carraro pelo incentivo dado em busca de novos conhecimentos a mim dirigido.

Aos colegas do Laboratório de Análise de Sementes da Coodetec em especial a Margarete Senhem Sella Coordenadora do Laboratório, Departamento de Fitopatologia da COODETEC.

Aos colegas da área de produção de sementes da COODETEC em especial a Celso Ari Palagi, Jorge José Jurach e Edevilson Macximiano da Silva.

Ao Pesquisador da Coodetec e Professor da FAG Dr. Volmir Sergio Marchioro, pelo apoio na orientação da Dissertação.

Ao Professor Flavio Lazzari pela contribuição nesse trabalho.

Meu Muito Obrigado!

A Minha esposa Marli, ao meu filho Leandro e neto Luan

DEDICO

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Processo de resfriamento das sementes, onde, A: resfriador <i>Cool Seed</i>, B: detalhe da saída do ar refrigerado, C: painel de controle do resfriador, D: temperatura do ar na saída do resfriador; E: silo de resfriamento das sementes, F: temperatura do ar no momento de entrada na massa de sementes, G: ensaque das sementes após o resfriamento, H: acondicionamento dos sacos no armazém, I: detalhe do acondicionamento dos sacos (Fotos: Canton), UFPel 2010....	23
Figura 2 - Germinação de sementes de soja, submetidas aos tratamentos: T1 – sementes resfriadas antes do ensaque e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaque, após oito meses de armazenamento em condições ambientais e de frio, UFPel 2010	26
Figura 3 - Emergência de sementes de soja, submetidas aos tratamentos: T1 – sementes resfriadas antes do ensaque e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaque, após oito meses de armazenamento em condições ambientais e de frio, UFPel 2010	27
Figura 4 - Vigor de primeira contagem do teste de germinação de sementes de soja, submetidas aos tratamentos: T1 – sementes resfriadas antes do ensaque e T2 - sementes não resfriadas antes do ensaque, após oito meses de armazenamento em condições ambientais e de frio, UFPel 2010	27
Figura 5 - Envelhecimento acelerado de sementes de soja, submetidas aos tratamentos: T1 – sementes resfriadas antes do ensaque e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaque, após oito meses de armazenamento em condições ambientais e de frio, UFPel 2010	29

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Tratamentos utilizados no experimento, T1 – sementes resfriadas antes do ensaque e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaque, UFPel 2010.....	22

SUMÁRIO

	Página
BANCA EXAMINADORA	2
DEDICATÓRIA	3
AGRADECIMENTOS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	6
RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA.....	12
2.2. QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA.....	14
2.3. ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA.....	15
2.4. FUNGOS E INSETOS EM SEMENTES ARMAZENADAS.....	16
2.5. RESFRIAMENTO DE SEMENTES DE SOJA.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5. CONCLUSÕES	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

RESFRIAMENTO DINÂMICO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA. UFPEL 2010

Autor: Antenor Reinaldo Canton, Adm.; Emp.
Orientador: Prof. Silmar Teichert Peske, Ph.D.

RESUMO. A aeração de sementes de soja, com ar ambiente frio, tem sido usada a várias décadas, e seus benefícios na manutenção da qualidade são bem conhecidos. Mais, recentemente a aeração com ar frio produzido por resfriadores vem ganhando aceitação principalmente em regiões em que a aeração com ar ambiente frio não é possível. O resfriamento de sementes de soja com ar frio natural ou produzido artificialmente é uma etapa muito importante para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes. Apesar dos seus benefícios dentro do processo de produção de sementes, o potencial e a flexibilidade da tecnologia de refrigeração de sementes não tem sido totalmente explorada pelos sementeiros. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aeração com ar resfriado na qualidade fisiológica de sementes de soja após um período de armazenamento a temperatura ambiente. O trabalho foi desenvolvido na COODETEC em Cascavel no Paraná, com a cultivar CD 212RR. Após a colheita e beneficiamento das sementes, uma porção de 73 sacas foi resfriada por 53 minutos com a insuflação de ar frio, até atingir 15°C, usando um resfriador. Outra porção de 67 sacos foi ensacada sem ser resfriada. Ambas as porções foram armazenadas em dois blocos separados, mas sob as mesmas condições de ambiente, por oito meses. Amostras de sementes dos dois tratamentos foram retiradas a cada dois meses e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Sementes da Coodetec para testes de germinação em rolo de papel, germinação em areia, envelhecimento acelerado e teste de primeira contagem. A análise de variância mostrou significância entre os tratamentos avaliados. No teste padrão de germinação, para o tratamento com resfriamento de sementes, após oito meses de armazenamento apresentou apenas três pontos percentuais de redução na germinação, baixando de 88% para 85%. Enquanto que tratamento sem o resfriamento antes do ensaque a germinação caiu 28 pontos percentuais, baixando de 88% para 60%.

Palavras-chave: *Glycine max*, armazenamento, frio.

DYNAMIC OF COOLING AND QUALITY OF SOYBEAN SEEDS. UFPEL 23010

Author: Antenor Reinaldo Canton Filho, Adm. Emp.

Advisor: Prof. Silmar Teichert Peske, Dr.

ABSTRACT. The aeration of soybean seeds with cold air has been used in several decades, and its benefits in maintaining quality are well known. Recently, the aeration with cold air produced by cooling units is gaining acceptance, particularly in regions where the aeration with cold ambient air is not possible. The chill of soybean seeds with naturally or artificially produced cold air is a very important step for maintaining the physiological quality of seeds. Despite its benefits within the process of seed production, the potential and flexibility of the cold treatment of seed has not been fully exploited by seed makers. The objective of this work is evaluate the effects of aeration with air conditioning on physiological quality of soybean seeds after a period of conventional storage. The study was conducted at COODETEC in Cascavel - Paraná, with the cultivar CD 212RR. In this work, a portion of 73 bags was cooled for 53 minutes with cold air inflation to reach 15 ° C using a cooling unit. Another portion of 67 bags were stored without the cooling process. Both portions were stored for eight months in two separate blocks, but under the same environmental conditions. Seed samples of the two portions were taken every two months and sent to the COODETEC Laboratory of Seed Analysis for germination tests using the following methods: paper test, sand germination, accelerated aging germination and the first count germination. The analysis of variance showed significant differences between the treatments. In the standard germination test applied after eight months of storage, the cold-treated seeds showed only three percentage points reduction in germination, down from 88% to 85%. In the samples without cold treatment, the germination dropped 28 points before bagging , down from 88% to 60%. It demonstrates the benefits of cold treatment of soybean seeds, in order to maintaining the physiological quality of seeds.

Key words: *Glycine max*, storage, cold.

1. INTRODUÇÃO

Sementes em geral, são à base da produção agrícola, pecuária, de fibras e madeiras em todo o mundo e representam um recurso extremamente valioso para a humanidade. Sua importância estratégica e econômica é demonstrada pelos investimentos feitos nesta área pela maioria dos países, especialmente por aquelas grandes exportadores de grãos. Um sistema de pesquisa e de melhoramento genético para o desenvolvimento e produção de novas variedades visando aumentar a tolerância a doenças e pragas, veranicos, e mantendo a produtividade, é um dos maiores capitais que uma nação pode ter.

Os produtores de soja conhecem muito bem a importância econômica da implantação de uma lavoura com sementes de alta qualidade. E, a cada ano, aumentam seus níveis de exigências em relação à qualidade de sementes de soja.

A demanda mundial, sempre crescente, por grãos e fibras para consumo humano e animal coloca pressão constante na produção de sementes de maior qualidade e produtividade. As empresas sementeiras ficam sempre atentas na busca e no desenvolvimento de tecnologias e de sistemas que melhorem seus processos e aumentem a eficiência e a lucratividade na produção de sementes de soja.

Sabe-se que em muitas regiões do Brasil se faz semeadura antecipado de soja com sementes de cultivares de ciclo precoce. Desta forma a colheita é antecipada, sendo realizada no período mais quente do ano. Essa prática coloca pressão e exige maior capacidade de recebimento, secagem, beneficiamento e armazenamento das sementes.

Sementes de soja, armazenadas por longos períodos de tempo, ficam sujeitas a oscilações de umidade e de temperatura que podem favorecer a infecção fúngica e conseqüentemente dano ao vigor e germinação. Os fatores de maior importância na manutenção da qualidade de sementes de soja são a umidade e temperatura da semente.

Os fundamentos e vantagens de se armazenar sementes a baixas temperaturas são conhecidos há muito tempo. Pesquisas têm demonstrado que armazenar sementes a temperaturas mais baixas favorecem a manutenção da viabilidade das sementes.

Em regiões de clima quente, a temperatura do ar ambiente diurno ou noturno é muito alta para se resfriar a massa de sementes através da aeração. Nestas regiões, a aeração através do resfriamento das sementes com ar frio produzido artificialmente constitui-se em alternativa para manter a qualidade fisiológica das mesmas.

A semente de soja tem a reputação de ser considerada de vida curta e, por isso, condições desfavoráveis de armazenamento podem acelerar ainda mais a deterioração. Portanto, os limites ideais de umidade e temperatura da semente de soja para a manutenção da sua germinação são muito bem conhecidos. Dentro deste contexto, o resfriamento de sementes de soja antes do seu ensaque, através da aeração com ar refrigerado, pode se tornar uma prática muito importante no processo de produção de sementes em todas as regiões de clima ameno ou quente (MAIER e NAVARRO, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da refrigeração até 15⁰C com de sementes de soja após um período de armazenamento a temperatura ambiente, sobre sua qualidade fisiológica.

Desta forma, a aeração com ar resfriado artificialmente pode representar um avanço significativo na conservação de sementes, trazendo vantagens efetivas ao sementeiro pela redução do descarte de lotes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A planta da soja pertence à classe das dicotiledôneas, família Fabaceae. A espécie cultivada é a *Glycine max* Merrill. A palavra soja vem do japonês shoyu, originária da China e do Japão onde é usada na elaboração de vários produtos utilizados na alimentação humana. Apresenta sementes com elevados teores de proteína e óleo, o que lhe confere grande importância agrícola e econômica. No Ocidente, principalmente nas Américas, os derivados utilizados são óleo e o farelo de soja na alimentação humana e animais. O farelo de soja é a maior fonte proteica de origem vegetal utilizada na indústria de rações para toda e qualquer tipo de exploração animal. Portanto a cultura de soja tem elevada importância econômica na produção agrícola das Américas, da mesma forma que a atividade de produção de sementes de soja.

2.1 PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

A produção de sementes de soja, tanto as variedades convencionais como as transgênicas, tem importância estratégica para o País a fim de sustentar a alta produção de grãos. A atividade de produção de sementes migrou dos estados do Sul para as regiões mais quentes do Brasil acompanhado a expansão da cultura. O potencial de maior aumento da produção de grãos está concentrado nas Regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil e a produção de sementes tendera a ocorrer nestas Regiões.

A produção de sementes nestas regiões tropicais tem um custo mais elevado, pois exige uso de tecnologia avançada, maior atenção e cuidados no recebimento, secagem e armazenamento, além de disputar um mercado altamente competitivo entre empresas nacionais e multinacionais. O descarte de lotes de sementes, devido a problemas de germinação, representa um custo adicional às empresas, o uso do resfriamento artificial vem amenizar esses problemas juntamente com os demais cuidados a serem tomados.

Para Krzyzanowski *et al.* (2006) a produção de sementes de soja de elevada qualidade depende da adoção de técnicas especiais. A não utilização dessas técnicas poderá resultar na produção de sementes com qualidade inferior, principalmente se as sementes são produzidas em regiões tropicais e subtropicais. A adoção pelos produtores de técnicas especiais de controle na produção de sementes visa superar limitações impostas pelos diversos fatores que podem afetar a qualidade das sementes. Fazem partes dessas técnicas uma condução de lavoura de alto nível tecnológico, colheita no momento oportuno, ou seja com umidade de 17°C a 13°C°, um sistema de secagem adequado, máquinas tanto na colheita como no beneficiamento com tecnologias avançadas e um sistema de resfriamento da massa de semente para garantir a qualidade do lote, mantendo a germinação, o vigor e o controle de fungos e pragas.

Os produtores de sementes de soja buscaram localizar sua produção em regiões mais elevadas, onde normalmente ocorrem temperaturas mais amenas. Algumas regiões são menos adversas que outras, mas, em todas essas regiões, a temperatura e umidade, durante a colheita apresentam grandes desafios para produção de sementes de cultivares de ciclo precoce de alta qualidade. Em especial no Centro-Oeste brasileiro, é comum encontrar temperaturas na colheita entre 28 e 36°C, o que associado a alta umidade das sementes, favorece o rápido desenvolvimento de fungos e a redução rápida da qualidade fisiológica das sementes (BARRETO e DEMITO, 2009). A temperatura alta da semente logo após a colheita é inapropriada o armazenamento, mesmo em regiões mais altas, requerendo a aeração com a insuflação de ar frio noturno ou por ar resfriado artificialmente.

A temperatura e o teor de água da semente, no momento da colheita e no armazenamento, são as principais causas de redução da qualidade fisiológica. Portanto, é necessário baixar rapidamente pelo menos um desses fatores. O fator mais fácil e rápido de se baixar é a temperatura. Estes fatores associados ou isolados são responsáveis pela bio-deterioração da semente de soja (LAZZARI, 1997; LAZZARI, 2010, comunicação pessoal).

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

No campo, para Moraes (2000), a rapidez com que ocorre a redução de qualidade das sementes após a maturidade fisiológica é em função da espécie, da cultivar e das condições impostas às sementes no campo, após a colheita e durante as operações de beneficiamento e armazenamento. Se a cultura permanece por um período prolongado em campo após a maturidade fisiológica, muitos fatores adversos podem ocorrer e reduzir sua qualidade, podendo resultar em perda parcial ou total da qualidade das sementes (MATTHES e RUSHING, 1972).

A deterioração da semente é um processo irreversível, mas é possível controlar sua velocidade pelo correto e eficiente manuseio das condições ambientais durante o armazenamento (DELOUCHE, 1979). Ahrens e Peske (1994), estudando as flutuações de umidade e qualidade de sementes de soja, após a maturidade fisiológica, notaram que a qualidade fisiológica das sementes já está comprometida uma semana após atingir pela primeira vez umidade inferior a 16%. Entre a maturidade fisiológica e a colheita, a exposição das sementes a altas temperaturas, associada a condições alternantes de alta e baixa umidade poderá causar a redução da qualidade das sementes durante o período de armazenamento (DELOUCHE e BASKIN, 1973).

No armazenamento, a deterioração da semente está tradicionalmente associada às condições de armazenagem, porém o processo de deterioração normalmente se inicia no campo, após a fase da maturidade fisiológica e a extensão desta deterioração, estabelece a qualidade básica da semente, que no máximo poderá ser mantida no armazenamento (DELOUCHE, 1982). Durante o armazenamento, a qualidade fisiológica da semente é fortemente influenciada pela umidade relativa do microambiente formado no interior da massa de sementes (DELOUCHE e BASKIN, 1973).

2.3 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA

No Brasil são utilizadas duas técnicas para o armazenamento de sementes em sacos e a granel. As embalagens mais utilizadas nas unidades de beneficiamento de sementes são os sacos de polipropileno trançados, principalmente pelo seu baixo custo, flexibilidade e durabilidade. Para períodos mais longos de armazenamento, são utilizadas embalagens semipermeáveis do tipo papel Kraft multifoliado com um forro de polipropileno. As embalagens semipermeáveis oferecem maior resistência às trocas de umidade do que as porosas, podendo ser utilizadas em regiões de umidade relativa elevada por períodos maiores de armazenamento (POPINIGIS, 1985).

Segundo Harrington (1972) a embalagem do tipo poroso ou permeável, sacos de aniagem, papel multifoliado ou polipropileno trançado permite trocas de umidade com o ambiente, contribuindo para que as sementes entrem em equilíbrio higroscópico com as condições médias de temperatura e umidade relativa do local.

O armazenamento em sacos, elas são resfriadas artificialmente em silos apropriados após o processo de beneficiamento, podendo ser feito por resfriamento dinâmico ou estático, sendo imediatamente ensacadas e empilhadas em blocos e mantidas em armazém convencional. No processo a granel, essas são resfriadas artificialmente em silos apropriados de forma estática, permanecendo, nesse caso, armazenadas no próprio silo (DEMITO, 2006).

As sementes de soja necessitam estar secas e frias para manter a qualidade durante o armazenamento. Sementes da maioria das culturas podem ser armazenadas por um ano se mantidas na faixa de umidade 11 a 13% e a uma temperatura entre 18 a 20°C. Para dois anos de armazenagem, o teor de água precisa ser reduzido para menos de 10%. Para períodos superiores de dois anos, é requerido que o teor de água das sementes seja inferior a 8% e mantidas a temperaturas inferiores a 15°C.

Para Barreto e Demito (2009), a temperatura e umidade são os dois fatores decisivos na manutenção da qualidade das sementes durante a armazenagem. O resfriamento artificial pode proporcionar condições adequadas para a armazenagem de sementes, pois permite insuflar ar frio através da massa de sementes e manter a temperatura baixa de forma a impedir a infestação e desenvolvimento de fungos, independentemente da região geográfica.

O resfriamento tem grande importância para a preservação da qualidade de sementes, pois sementes frias e secas diminuem o desenvolvimento dos principais fungos, bactérias e insetos de armazenamento. Temperaturas mais baixas reduzem a taxa de metabolismo desses organismos evitando que causem danos à semente.

A semente ensacada a baixa temperatura, mantida em blocos, se mantém fria até o momento da sua expedição. Poderá ser armazenada em armazéns convencionais, a temperatura ambiente, sem climatização. Isto é um fenômeno associado à condutibilidade térmica das sementes, que se caracterizam por serem más condutoras térmicas. Devido a esta propriedade particular e ao domínio tecnológico de resfriamento artificial, grandes volumes de sementes são armazenados com segurança todos os anos no Brasil (BARRETO e DEMITO, 2009).

2.4 FUNGOS E INSETOS EM SEMENTES ARMAZENADAS

Os cultivos agrícolas durante o seu desenvolvimento e principalmente na maturação e colheita, são contaminados com um muitas espécies de fungos. Em apropriadas condições, alguns desses fungos podem desenvolver-se sobre algumas sementes antes da colheita. Tais fungos são chamados de fungos de campo. Após a colheita do produto, os fungos de campo gradualmente perdem a viabilidade e diferentes fungos se desenvolvem, os quais são denominados de fungos de armazenamento (LUCCA FILHO, 2006).

Os fatores que determinam a colonização e a infecção por fungos de armazenamento nas sementes são, o teor de água das sementes, a temperatura e o tempo. O tempo, isto é, a demora em secá-las a um teor de água ou resfriá-las a uma temperatura que evite o desenvolvimento destes fungos. A umidade individual das sementes de soja é o fator mais importante, pois, permite que algumas sementes, normalmente as mais úmidas, sejam prontamente infectadas (LAZZARI, 1997). A seguir a umidade relativa e a temperatura do ambiente determinam o teor de água de equilíbrio das sementes (MARCONDES *et al.*, 2007).

Os danos provocados por fungos de armazenamento em sementes em geral representam um problema econômico relevante ao setor sementeiro em todo o mundo. Pois, a tendência é que sementes sejam colhidas cada vez mais úmidas e, os fungos de armazenamento irão colonizar as sementes durante a colheita, transporte, recebimento, secagem e armazenamento. Se houver demora nos processos de pré-limpeza, secagem e resfriamento das sementes, os fungos irão provocar danos à qualidade fisiológica. Sementes individuais podem ter teores de água muito acima da media facilitando a infecção fúngica e redução na germinação (LAZZARI, 1997).

Os fungos mais comuns no armazenamento pertencem aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, e os principais fatores que favorecem o seu desenvolvimento são a umidade individual de sementes, temperatura da massa e o tempo em que as sementes ficam expostas as essas condições.

Segundo (LAZZARI, 1997; SCUSSEL, 2002), os fungos de sementes armazenadas têm faixas ótimas de temperaturas para seu desenvolvimento: *Aspergillus restrictus* e *Aspergillus glaucus*, 30 a 35°C, *Aspergillus flavus*, 40 a 45°C e *Penicillium spp*, 20 a 25°C. Sementes recém-colhidas apresentam umidade entre 14 a 20% e com temperaturas entre 22 a 35°C. Portanto, com condições favoráveis para que ocorra a infecção e rápido crescimento de fungos em poucas horas. Considerável crescimento fúngico pode ocorrer nas sementes sem que seja detectado visualmente e causar uma redução expressiva na germinação das sementes.

Sementes de soja podem ser colonizadas por fungos durante seu armazenamento, quando o teor de água das mesmas for superior a 12%. Lazzari (1997) observou que as sementes que apresentavam umidade inicial de 13,9%, a infecção fúngica de 5% e germinação de 93%, após 180 dias de armazenamento a umidade passou para 14,9%, a infecção fúngica chegou a 32% e a germinação caiu para 54%, demonstrando assim a importância do teor de água inicial no armazenamento de sementes de soja. Esta semente poderia ser mantida, perfeitamente sem qualquer perda na sua germinação, se o teor de água estivesse entre 12 a 12,5% ou preferencialmente abaixo desta faixa.

A atividade microbiológica provoca o consumo de matéria seca da semente. LAZZARI (1997) mostra que essa perda de massa é proporcional ao teor de água, a temperatura e o nível de infecção fúngica presente na semente. O maior consumo ocorre com temperaturas e teores de água mais elevados, pois permitem maior desenvolvimento dos fungos. O estudo mostrou que com temperatura de 15°C e umidade de 19,8% após 120 dias a perda de matéria seca foi de 1,25%.

Harrington (1972) propôs uma regra prática relacionando a longevidade com a temperatura e o teor de água da semente. A regra diz que a longevidade da semente armazenada dobra com a redução em 5°C na temperatura ou a redução de 1,0% (ponto percentual) no teor de água da semente. A orientação vale para temperaturas abaixo de 50°C e, teores de água inferior a 14%.

Portanto, a armazenabilidade da semente (condições em que a semente pode ser mantida viva) depende da temperatura da mesma, obtida pelo resfriamento por aeração com ar natural ou com ar resfriado artificialmente e da umidade. Geralmente, quanto mais baixo for o teor de água e a temperatura da semente, por mais tempo a semente pode ser armazenada mantendo sua germinação (COPELAND e McDONALD, 1985).

A aeração convencional de sementes, com ar ambiente frio, visa o resfriamento, a equalização da temperatura e a prevenção de aquecimento biológico da massa (NAVARRO *et al.*, 2002).

2.5 RESFRIAMENTO DE SEMENTES DE SOJA

No mundo, a aeração para resfriar ou melhorar as condições do armazenamento de sementes e/ou grãos com temperaturas ambientais selecionadas tem sido usada com sucesso, onde as condições do ar ambiente durante as horas mais frias da noite ou do dia e nas estações mais frias do ano permitem. Entretanto, existem muitas regiões aonde o ar ambiente não é suficiente em qualidade e/ou quantidade para resfriar a semente.

O resfriamento artificial tem sido aplicado nos últimos 40 anos em mais de 50 países. Seu uso tem sido concentrado primeiramente em grãos sujeitos a desenvolverem bolsões de calor, por exemplo, grãos de soja e milho, e para manter a qualidade de produtos de alto valor agregado, como sementes em geral (MAIER e NAVARRO, 2002).

O resfriamento artificial de sementes a granel surgiu no Brasil como resposta a uma demanda por soluções na armazenagem. Na década de 1980 e meados de 1990, surgiram vários esforços para o resfriamento artificial de sementes com equipamentos estáticos e móveis. No início deste século, surgiu uma nova proposta, buscando manter a germinação e o vigor das sementes durante a armazenagem, utilizando o resfriamento dinâmico das sementes (Barreto e Demito, 2009).

Segundo Lasseran (1981), a aeração tem como objetivo principal o resfriamento e a manutenção das sementes e num segundo momento a secagem. A aeração é o processo de injeção de ar no interior da massa de sementes, pode ser realizada com o ar em sua condição natural ou alterada quanto à sua temperatura ou umidade relativa do ar. No primeiro caso a aeração é empregada para buscar equalizar a temperatura da massa de sementes com a do ar ambiente. No segundo caso é o de levar a temperatura da massa a valores inferiores aos ambientais. As sementes são maus condutores de calor, apresentam pouca troca térmica com o ambiente exterior (JUSTICE e BASS, 1978).

De acordo com Baudet (2003) o armazenamento em condições de ambiente controlado, de temperatura e umidade relativa do ar, permite conservar as sementes por longos períodos de tempo. O resfriamento artificial pode ser utilizada, em armazéns convencionais adequados para estocagem de sementes em sacos, para resfriar o ar ambiente em regiões de climas predominantemente quentes ou com temperaturas acima de 20°C. A utilização do ar frio para conservação de sementes possibilita a manutenção da qualidade fisiológica das sementes durante o período de armazenamento, diminuindo a infecção por fungos de armazenamento.

A diminuição da temperatura das sementes com o propósito de evitar a deterioração de um produto, poderá ser uma técnica comum nas unidades de beneficiamento de sementes. No entanto, há necessidade de conhecimentos científicos sobre a influência e o comportamento da temperatura das sementes armazenadas sobre a manutenção da qualidade do produto, principalmente das sementes mantidas em sacos e depositadas em armazém convencional.

Até pouco tempo a técnica de resfriamento em sistema estático, fundamentava-se no resfriamento de sementes em pilhas de sacas, não apresentando uniformidade da passagem do ar frio pelas sementes. Desta forma, foi desenvolvido sistema de resfriamento artificial dinâmico de sementes passam por uma caixa de resfriamento por camadas, após resfriar a primeira camada de 13°C a 15°C inicia-se o ensaque e daí para frente o sistema é continuo resfriando e ensacando, com base no método de mínimo tempo de exposição desenvolvido pela *Cool Seed* (Barreto e Demito, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O campo de produção de sementes foi implantado na propriedade de Maximo Ferlim (*in memoriam*), localizada no município de Cascavel Paraná a uma altitude de 741 metros, latitude 25⁰ 00' 10,48"S, longitude 53⁰ 19,37' 61"O, área favorável para a produção de sementes de soja.

Foi utilizada na pesquisa a cultivar de soja CD 212RR, utilizando sementes da categoria Básica.

O recebimento, beneficiamento, resfriamento, armazenamento das sementes e as análises de laboratório foram realizados na Unidade de Beneficiamento de Sementes e Laboratório da COODETEC, localizados às margens da BR 467 no KM 98 em Cascavel no Paraná. As sementes não foram secas, pois apresentavam teor de água inicial médio de 11,8%.

As sementes foram submetidas à operação de pré-limpeza em máquina de ar e peneiras, com peneiras superiores de furo redondo de 8,5mm e inferior de furos oblongos de 4X10mm. Em seguida, as sementes foram armazenadas em silos ventiláveis, dentro dos padrões técnicos para o armazenamento de sementes a granel, com pé direito de 6 metros de altura, exaustão mecânica na parte mais alta para retirada de calor, com processo de ar insuflado para baixar a temperatura da massa de sementes e permaneceram assim por 20 dias, aguardando beneficiamento.

Após as sementes foram submetidas à limpeza em máquina de ar e peneiras, mesa de gravidade e espiral. As sementes uma vez limpas foram classificadas, utilizando-se para o estudo as sementes entre 6,0 e 7,0mm de largura.

As sementes classificadas foram submetidas a dois tratamentos, sendo eles: T1 – sementes resfriadas antes do ensaque e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaque, conforme apresentado na Tabela 01.

Tabela 1 - Tratamentos utilizados no experimento, T1 – sementes resfriadas antes do ensaque e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaque, UFPel 2010.

Informações	T1	T2
Temperatura inicial °C	15,0	20,4
Umidade inicial %	11,8	11,8
Germinação inicial %	88	88
Tempo de resfriamento min	53	0
Consumo energético kw/h	18	0
Capacidade da caixa de resfriamento Ton	6,0	0

A operação de resfriamento foi realizada em caixa de resfriamento, utilizando o equipamento *Cool Seed* modelo PCS 12, tendo um fluxo de ar insuflado de 117m³/min até as sementes atingirem 15°C, operação essa que durou 53 minutos. Após o resfriamento as sementes resfriadas (T1) e as sementes não resfriadas (T2) foram ensacadas, colocadas em estrados e armazenadas. Todo o processo está ilustrado na Figura 1.

As sementes foram embaladas em sacaria de papel multifoliado tipo Kraft com 40kg saco. Após o ensaque, as sacarias em numero de 140, sendo 73 resfriadas artificialmente e 67 não resfriadas, foram alocadas em estrados de madeira e mantidas em armazém convencional com temperaturas acima de 20°C. No armazém cuidados foram tomados para diminuir a circulação de ar entre as sementes, portas de acesso e demais aberturas permaneceram fechadas e as pilhas compactadas.

Amostras das sementes dos dois tratamentos foram coletadas para as análises aos 2, 4, 6 e 8 meses de armazenamento para a realização dos testes de germinação em rolo de papel e germinação em areia, conforme descrito na RAS (BRASIL, 2009), envelhecimento acelerado e primeira contagem da germinação, testes descritos no Manual de Vigor (KRZYZANOWSKI *et al.*,

2006). Para cada teste foram feitas quatro repetições de 50 sementes. O início da condução dos testes ocorreu em março de 2008, a temperatura da massa de sementes após o beneficiamento e na hora do ensaque era de 20,4°C e a germinação inicial de 88%.



Figura 01 - Processo de resfriamento das sementes, onde, **A:** resfriador *Cool/ Seed*, **B:** detalhe da saída do ar resfriado, **C:** painel de controle do resfriador, **D:** temperatura do ar na saída do resfriador; **E:** silo de resfriamento das sementes, **F:** temperatura do ar no momento de entrada na massa de sementes, **G:** ensaque das sementes após o resfriamento, **H:** acondicionamento dos sacos no armazém, **I:** detalhe do acondicionamento dos sacos (Fotos: Canton). UFPel, 2010.

Para realização do teste de germinação, as sementes foram distribuídas em rolos de papel tipo *Germitest*, umedecido com água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, identificados e colocados para germinar a 25°C, em condições de luz e temperatura controladas.

No quarto dia foi realizada a leitura do teste da primeira contagem, obtendo assim o **teste de primeira contagem**, para verificar a velocidade de germinação e no sexto dia foi obtido o percentual de germinação final, obtendo assim o **teste de germinação em rolo de papel**. Os testes foram realizados por analista de sementes que determinaram o número de plântulas normais, anormais e sementes mortas, chegando à percentagem de germinação. Os testes foram realizados conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O **teste de envelhecimento acelerado** se baseia no princípio de que sementes de alto vigor mantêm sua viabilidade depois de submetidas a condições adversas de temperatura e umidade relativa. Utilizou-se o método do *Gerbox* que consiste primeiramente na adição de 40ml de água à câmara interna, em seguida estes compartimentos são fechados. As sementes foram colocadas no interior dos *Gerbox*, dispostos sobre as prateleiras da câmara interna da BOD, permanecendo em ambiente úmido a 41°C, durante um período de 48 horas para sementes de soja. Em seguida é realizado o teste de germinação padrão em rolo de papel, de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

No **teste de germinação em areia**, as sementes foram semeadas em caixas plásticas, tendo como substrato areia de textura média, umedecida com água e reumedescida quando necessário, mantidas em condições de laboratório, sob temperatura ambiente. No oitavo dia, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e a análise de regressão para todas as variáveis analisadas. As análises foram realizadas através do programa Genes (CRUZ, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados mostrou significância entre períodos e métodos de armazenamento das sementes de soja para as variáveis da qualidade fisiológica das sementes. A temperatura das sementes no T1 foi de 15^oC para 17^oC e T2 de 20,4^oC para 23^oC no final dos testes aos oito meses.

A relação entre a germinação das sementes, quanto às condições térmicas em que foram armazenadas, e o período de armazenamento, foi estreita, apresentando para as sementes resfriadas um coeficiente de determinação de 0,92, ou seja, apenas 8% dos dados não foram explicados por uma equação de segundo grau. A germinação das sementes de soja submetidas ao processo de resfriamento antes do acondicionamento, praticamente manteve sua qualidade durante os oito meses de armazenamento, enquanto que as sementes armazenadas, sem serem submetidas ao processo de resfriamento, apresentaram uma acentuada queda na sua germinação, caindo de 88% para 60% de germinação (Figura 2), ou seja, em torno de 28%, quando comparado com o resfriamento das sementes antes do armazenamento. Esses resultados mostraram o benefício do resfriamento dinâmico das sementes antes do armazenamento.

Os dados encontrados confirmam os obtidos por Demito (2006), ao estudar o efeito do resfriamento, após 240 dias de armazenamento, a germinação se manteve nas sementes resfriadas e para aquelas não resfriadas, a queda na germinação após 240 dias foi de 13pp.

A utilização do ar frio para conservação de sementes possibilita a manutenção da qualidade fisiológica durante o período de armazenamento, diminuindo a infecção por fungos de armazenamento (BAUDET, 2003). Esta Preservação na qualidade se deve ao fato de as sementes serem más condutoras de calor, apresentam pouca troca térmica com o ambiente exterior (JUSTICE e BASS, 1978), ou seja, as sementes resfriadas antes do armazenamento mantêm a temperatura baixa na massa por períodos prolongados, garantindo a qualidade fisiológica das sementes.

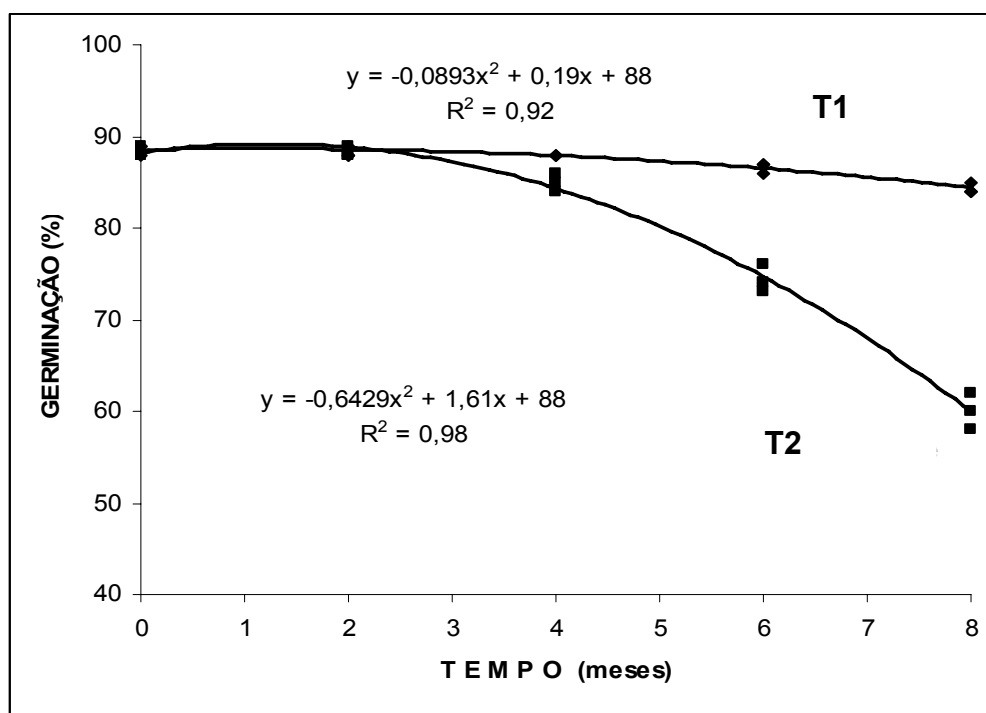


Figura 2 - Germinação de sementes de soja, submetidas aos tratamentos: T1 – sementes resfriadas antes do ensaio e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaio, após oito meses de armazenamento em condições ambientais e de frio. UFPel 2010.

A emergência das plântulas em areia confirma a manutenção da qualidade das sementes submetidas ao resfriamento antes de serem armazenadas. A emergência em areia para as sementes resfriadas foi 4pp de 88% para 84% durante os oito meses de armazenamento, e enquanto que para as sementes armazenadas sem resfriamento prévio, emergência diminuiu de 88% para 64%, ou seja, uma queda de 24pp após oito meses de armazenamento (Figura 3), mas começou a diminuir a partir do segundo mês.

Para o teste de primeira contagem (Figura 4), a queda foi de 73% para 68%, com resfriamento das sementes antes do armazenamento, contra 73% para 50%, sem resfriamento das sementes, redução de 23pp. Os valores relativamente baixos de plântulas normais na 1ª contagem do teste são em função de que a determinação da germinação é realizada precocemente, logo no quarto dia após início do teste. Mesmo assim, os resultados mostram que sementes resfriadas pelo processo dinâmico apresentaram melhor desempenho.

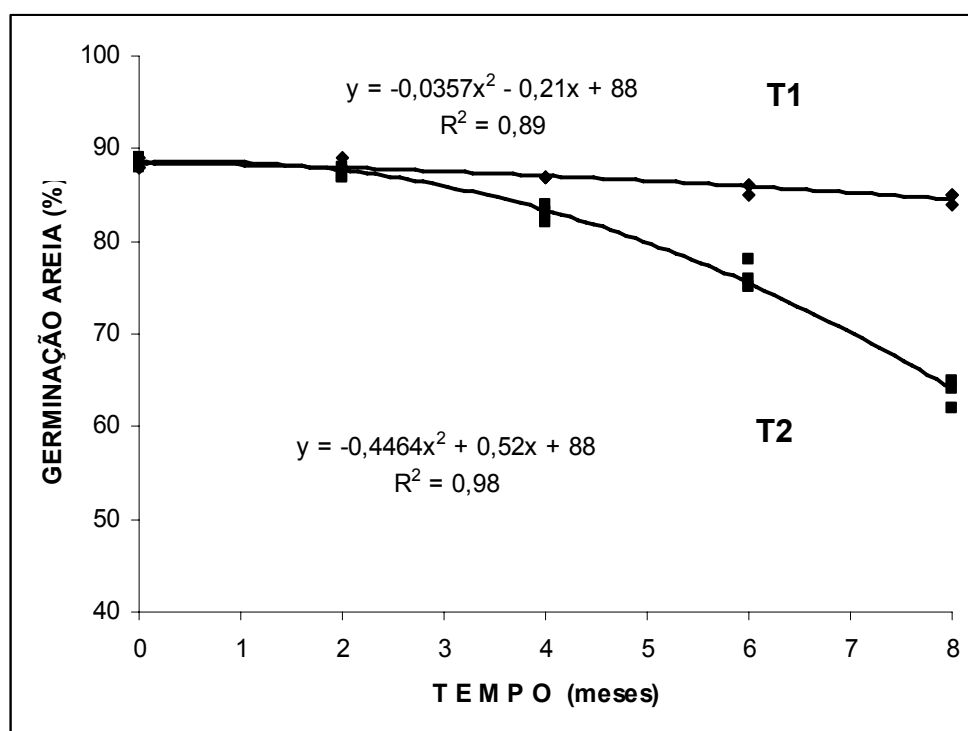


Figura 03 - Germinação de plântulas de soja, submetidas aos tratamentos: T1 – sementes resfriadas antes do ensaio e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaio, após oito meses de armazenamento em condições ambientais e de frio. UFPel, 2010.

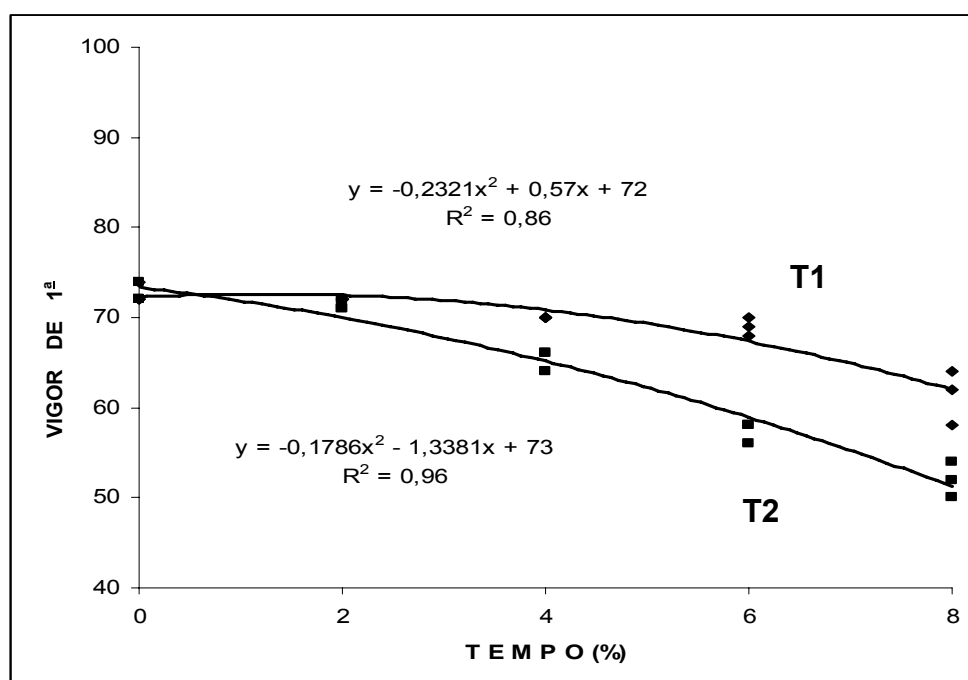


Figura 4 - Primeira contagem do teste de germinação de sementes de soja, submetidas aos tratamentos: T1 – sementes resfriadas antes do ensaio e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaio, após oito meses de armazenamento em condições ambientais e de frio. UFPel, 2010.

De acordo com Delouche e Baskin (1973) a deterioração das sementes é inexorável e irreversível o que o homem pode fazer é minimizar esse processo. Assim, uma pequena queda no vigor das sementes é esperada mesmo ao esfriar as sementes, entretanto em comparação com as sementes que não são esfriadas a diferença é acentuada, mostrando que realmente a deterioração pode ser minimizada utilizando tecnologia adequada.

Segundo Porto (2004), O resfriamento artificial de sementes associado ao bom manejo das diversas etapas de produção Segundo Porto (2004), assegura a manutenção de altos índices de germinação e vigor, durante todo o período de armazenagem. Confirmando o que afirmaram Barreto e Dimeto (2009), que a temperatura e umidade são os fatores decisivos na manutenção da qualidade das sementes durante a armazenagem.

A qualidade das sementes avaliada pelo teste de envelhecimento acelerado mostra uma acentuada deterioração das sementes após oito meses de armazenamento quando não resfriadas (Figura 5). O valor decresceu de 82% para 72% (10pp) com resfriamento prévio das sementes antes do armazenamento após oito meses. Por outro lado, a redução sem o resfriamento das sementes, foi de 83% para 54%, ou seja, 29pp.

A drástica redução obtida pelo teste de envelhecimento acelerado após oito meses é devido às condições adversas do teste, expondo as sementes a alta temperatura e umidade relativa, em que as sementes de menor qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, com reflexos na germinação após o período do teste (TORRES e MARCOS FILHO, 2001). Para Tekrony (1995), o teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais utilizados para avaliação do potencial fisiológico de sementes de várias espécies, proporcionando informações com alto grau de consistência. A combinação da variação na temperatura e período de exposição são os fatores que mais afetam o desempenho das sementes (KRENSKI, 2005).

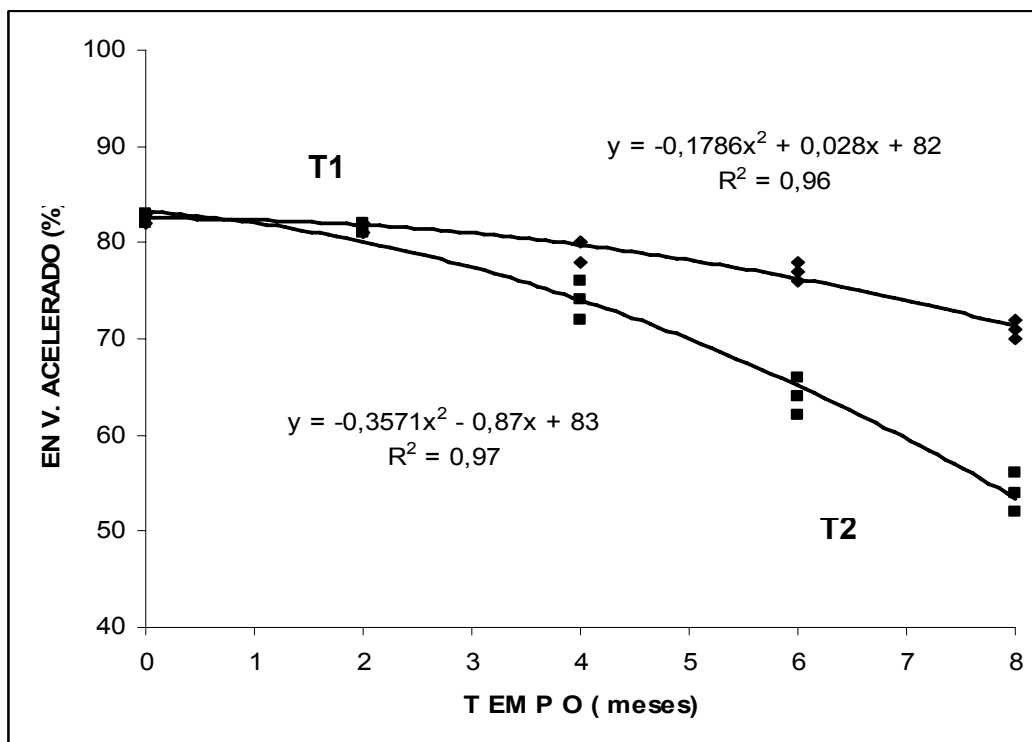


Figura 5 - Envelhecimento acelerado de sementes de soja, submetidas aos tratamentos: T1 – sementes resfriadas antes do ensaio e T2 – sementes não resfriadas antes do ensaio, após oito meses de armazenamento em condições ambientais e de frio. UFPel, 2010.

A preservação da qualidade de sementes com o resfriamento antes do armazenamento, neste caso, ocorreu basicamente porque as sementes foram ensacadas em embalagens de papel multifoliado e colocadas em estrados de madeira e armazenadas em local sem circulação de ar, com temperaturas no local de armazenagem durante os oito meses variando entre 20 a 28°C. Considerando que o aquecimento das sementes ocorre de fora para dentro numa baixa velocidade, verifica-se apenas aquecimento superficial das sementes embaladas. Além disso, seria possível utilizar aparelhos para resfriar o ambiente de armazenamento, devido à flexibilidade de movimentação destes equipamentos, mantendo por mais tempo a qualidade das sementes armazenadas.

Para produzir uma semente de soja de alta qualidade, segundo França Neto *et al.* (2007), é imprescindível o conhecimento e o investimento em

tecnologias de produção. Além de um sistema de controle de qualidade ágil, dinâmico e eficaz. Assim, o presente trabalho com a operação de resfriamento das sementes de soja, pode ser considerado uma ferramenta para obtenção de sementes de alta qualidade.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o estudo, as seguintes conclusões foram obtidas:

1 - O resfriamento de sementes de soja para 15°C preserva a qualidade fisiológica das sementes por oito meses em condições ambientais.

2 - A germinação e o vigor das sementes de soja começaram a cair acentuadamente a partir de quatro meses de armazenamento em condições ambientais a temperatura acima de 20°C.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, D.C.; PESKE, S.T. Flutuações de umidade e qualidade de semente de soja após a maturação fisiológica. I. Avaliação do teor de água. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.107-110. 1994.

BARRETO, F.A.; DEMITO A. Processo de resfriamento de sementes. **SEED News**, Pelotas, n.3, 2009.

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, 2006. p370-418.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009.399 p.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. Seed germination. In: COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burgess Publishing, p.50-87. 1985.

CHRISTENSEN, C.M.; SAUER, D.B. Microflora. In: CHRISTENSEN, C. M. (ed.). **Storage of cereal grains and their products**. Am. Assoc. Cereal Chem., Inc., MN, p.219-24. 1982.

CRUZ, C. D. **Programa genes - Estatística experimental e matrizes**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. v.1. 285 p.

DELOUCHE, J. C. **Physiology of seed storage**. In : PROC. SHORT COURSE FOR SEEDSMEN. Mississippi: Mississippi State University, 1979, 74p.

DELOUCHE, J.C. **Physiological changes during storage that affect soybean seed quality**. In: SINCLAIR, J.B.; JACKOBS, J.A. (Ed.). Soybean seed quality and stand establishment. Intsoy, p.57-66. 1982.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

DEMITO, A. **Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente**. Cascavel, 2006. 85f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade - Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja. Circular Técnica 40. 2007. 12p.

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

HALL, D.W. **Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales**. Roma: FAO, 1971. 400p.

HARRINGTON, J.F. Seed estorage and logevity. In: KOSLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press. v.3, p.145-245. 1972

JUSTICE, O.L.; BASS, L.N. **Principles and practices of seed storage**. Washington, USDA/SEA. 289p.

KRENSKI, A. **Efeito da interação genótipo x ambiente na qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L) Merrill)**. Pelotas, 2005. 29p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas.

KRZYZANOWSKI F.C., HENNING A.A., FRANÇA NETO J.B., COSTA N.P. Tecnologias que valorizam a semente de soja. **Seed News**, Pelotas, n.6, set./out. 2006.

LASSERAN, J.C. **Aeração de grãos**. Viçosa: Centro Nacional de Yreinamento de Armazenagem, 1981. 128p.

LAZZARI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2 ed. Curitiba: Ed do autor, 1997. 148p.

MARCONDES, M.C.; ANDREOLI, C.; MIGLIORANZA, E.M. Equação de viabilidade para determinar a longevidade de sementes de trigo sob condições diferenciadas em armazenamento convencional. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.3, p.202-207. 2007.

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, p.489-560. 2002.

MATTHES, R.K.; RUSHING, K.W. **Seed drying and conditioning**. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 1972, State College. Proceedings... [S.I.]: Mississippi Seed Technology Laboratory, 1972. p.23-37.

MORAES, M.L.B. **Comportamento da pressão estática e da frente de secagem em uma coluna de sementes de arroz**. 2000. 50f. Tese (Doutorados). Universidade Federal de Pelotas.

NAVARRO, S.; NOYES, R.; ARMITAGE, D.; MAIER, D.E. Objectives of Aeration. In: NAVARRO, S.; NOYES, R. (Eds), **The mechanics and physics of modern grain aeration management**. CRC Press Incorporated, Boca Raton, USA, p1-34. 2002.

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

PORTO, A.G. **Resfriamento de sementes de soja em silo com sistema de distribuição radial do ar**. Pelotas, 2004. 47f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas.

SCUSSEL, V.M. Fatores que favorecem o desenvolvimento de fungos e produção de toxinas. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002. 1000p.

TEKRONY, D.M. Accelerated aging. In: VAN DE VENTER, H.A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: ISTA, p.53-72. 1995.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.108-112, 2001.