

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

QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA RESFRIADAS ARTIFICIALMENTE

ANGÉLICA DEMITO

CASCAVEL – Paraná – Brasil

Junho – 2006

ANGÉLICA DEMITO

QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA RESFRIADAS ARTIFICIALMENTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Engenharia Agrícola em
cumprimento parcial aos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área
de concentração em Engenharia de Sistemas
Agroindustriais.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Divino Lima Afonso

CASCADEL - Paraná - Brasil

Junho – 2006

ANGÉLICA DEMITO

“Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. Adriano Divino Lima Afonso
UNIOESTE/CCET – Cascavel - PR

Prof. Dr. Flávio Antonio Lazzari
UFPR – Curitiba - PR

Prof^a. Dr^a. Maria Cristina Zborowski de Paula
PUC – Toledo – PR

Prof. Dr. Divair Christ
UNIOESTE/CCET – Cascavel – PR

Cascavel, 10 de julho de 2006.

*A meus pais,
Mauro Demito e Hilda Trevisan, sem os quais eu não existiria
e que mesmo à distância me ajudaram e incentivaram com amor.*

*Aos meus irmãos,
Anderson e Aiton*

A todos a quem amo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por não deixar me faltar forças e tornar realidade este sonho.

Aos meus pais, Mauro e Hilda, pelo exemplo de vida.

Ao Professor Dr. Adriano Divino Lima Afonso, pelo incentivo, apoio, pelos ensinamentos transmitidos, paciência, amizade, companheirismo, pela orientação e ajuda na condução da pesquisa.

Aos Professores Dr. Manoel Moisés Ferreira Queiroz, Dr. Joaquim Odilon Pereira, especialmente pela amizade e palavras de conforto nos momentos de dificuldades.

Ao Osmar Bianchi, Breno Bianchi e demais funcionários da Empresa Agro Santa Rosa S. A, Paraguai, pelo fornecimento do equipamento e ajuda sempre que solicitado.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, instituição da qual me orgulho e que foi responsável pela minha formação acadêmica e de pós-graduação, em Engenharia Agrícola.

A todos os funcionários da UNIOESTE, que me apoiaram direta ou indiretamente na concretização deste sonho.

A CAPES, pelo auxílio financeiro durante o período de realização deste trabalho.

À Ana Marta pela amizade, palavras de apoio e pela cumplicidade adquirida durante anos de convivência, durante nossa vida acadêmica.

Às amigas Andréa Bonini e Veruschka, pela colaboração e apoio, sem medir esforços para realização deste trabalho.

À amiga Jucimara (Coodetec) que me transmitiu todos os seus conhecimentos de análise de sementes, sem restrições e com companheirismo.

Finalmente, a minha amiga Salete, que nos momentos mais difíceis sempre esteve ao meu lado com palavras de conforto e fé.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO.....	xiii
CAPÍTULO 1.....	xv
<u>1 ESTABILIDADE TÉRMICA DE SEMENTES DE SOJA RESFRIADAS</u> <u>ARTIFICIALMENTE E CONSERVADAS EM ARMAZEM</u> <u>CONVENCIONAL.....</u>	<u>xv</u>
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xvii
<u>1.1 INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
<u>1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....</u>	<u>3</u>
<u>1.3 MATERIAL E MÉTODOS.....</u>	<u>9</u>
<u>1.3.1 Resfriamento das Sementes de Soja.....</u>	<u>9</u>
<u>1.3.2 Ensaque e Formação dos Blocos com as Sementes de Soja.....</u>	<u>11</u>
<u>1.3.3 Monitoramento das Temperaturas e Umidade Relativa.....</u>	<u>13</u>
<u>1.3.4 Desmanche dos Blocos de Sementes de Soja.....</u>	<u>13</u>
<u>1.3.5 Análises de Laboratório.....</u>	<u>14</u>
<u>1.3.6 Teor de Umidade.....</u>	<u>14</u>
<u>1.3.7 Peso de 1000 Grãos.....</u>	<u>15</u>
<u>1.3.8 Teste de Germinação.....</u>	<u>15</u>
<u>1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>16</u>
<u>1.4.1 Comportamento da Temperatura e Umidade Relativa Interna do Armazém</u> <u>.....</u>	<u>16</u>
<u>1.4.2 Comportamento das Temperaturas no Bloco de Sementes</u> <u>Não-Resfriadas.....</u>	<u>17</u>
<u>1.4.3 Comportamento da Temperatura no Bloco de Sementes Resfriadas.....</u>	<u>19</u>
<u>1.4.4 Indicadores de Qualidade das Sementes de Soja.....</u>	<u>24</u>

1.4.4.1 Teor de umidade.....	24
1.4.4.2 Peso de 1000 sementes.....	25
1.4.4.3 Matéria seca.....	26
1.4.4.4 Teste de germinação.....	27
1.5 CONCLUSÕES.....	28
1.6 RECOMENDAÇÕES.....	29
REFERÊNCIAS.....	30
CAPÍTULO 2.....	32
2 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS EM DIFERENTES TEMPERATURAS.....	32
RESUMO	32
ABSTRACT	33
2.1 INTRODUÇÃO.....	34
2.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	36
2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
2.1.1 Análises de Laboratório.....	43
2.1.1.1 Teor de umidade.....	43
2.1.1.2 Peso de 1000 sementes.....	43
2.1.1.3 Teste de germinação.....	44
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
2.2.1 Avaliação do Teor de Umidade das Sementes de Soja.....	45
2.2.2 Avaliação do Peso de 1000 Sementes de Soja.....	47
2.2.3 Avaliação da Massa de Matéria Seca das Sementes de Soja.....	49
2.2.4 Avaliação da Germinação das Sementes de Soja.....	51
2.3 CONCLUSÕES.....	54
2.4 RECOMENDAÇÕES.....	55
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICES.....	59
APÊNDICE A - MÉDIAS DE TEMPERATURA.....	60
APÊNDICE B - ÍNDICES DE QUALIDADE DAS SEMENTES.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Perda de matéria seca (%) causada pelos fungos de armazenamento em sementes de soja relacionadas com o teor de umidade, temperatura e tempo.....	6
Tabela 1.2 - Limites de temperaturas para o desenvolvimento de fungos de armazenamento.....	6
Tabela 1.3 - Teor de umidade das sementes de soja resfriadas e não-resfriadas	24
Tabela 1.4 - Peso médio de 1000 sementes de soja resfriadas e não-resfriadas	25
Tabela 1.5 - Massa de matéria seca de 1000 sementes de soja resfriadas e não-resfriadas.....	26
Tabela 1.6 - Percentual de germinação das sementes de soja resfriadas e não-resfriadas.....	27
Tabela 2.7 - Perda de matéria seca (%) causada pelos fungos de armazenamento em sementes de soja relacionadas com o teor de umidade, temperatura e tempo.....	39
Tabela 2.8 - Limites de temperaturas para o desenvolvimento de fungos de armazenamento.....	39
Tabela 2.9 - Resultado da análise estatística dos dados de teor de umidade médio das sementes de soja em função da temperatura de conservação e período de armazenamento.....	46
Tabela 2.10 - Resultado da análise estatística dos dados de peso de 1000 sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento.....	49
Tabela 2.11 - Tabela 5. Resultado da análise estatística dos dados de massa de matéria seca de 1000 sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento...51	51
Tabela 2.12 - Resultado da análise estatística dos dados de percentagem de germinação das sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Resfriador de sementes modelo PCS 40.....	10
Figura 1.2 - Esquema do silo vertical com duto de aeração radial e equipamento de refrigeração de ar acoplado.....	10
Figura 1.3 - Instalação dos sensores nos sacos de sementes.....	12
Figura 1.4 Equipamento de leitura das temperaturas nas diferentes profundidades dos blocos de sementes.....	12
Figura 1.5 - Blocos de sementes resfriadas artificialmente e acondicionadas em armazém convencional.....	13
Figura 1.6 - Variação da temperatura média semanal do ar no interior do armazém.....	16
Figura 1.7 - Variação da umidade relativa média semanal do ar no interior do armazém.....	17
Figura 1.8 - Variação das temperaturas no bloco de sementes não-resfriadas.	18
Figura 1.9 - Variação das temperaturas no bloco de sementes resfriadas.....	19
Figura 1.10 - Variação da temperatura das sementes a 50 cm de profundidade.	21
Figura 1.11 - Variação da temperatura das sementes a 100 cm de profundidade.....	22
Figura 1.12 - Variação da temperatura das sementes a 150 cm de profundidade.....	23
Figura 1.13 - Variação da temperatura das sementes a 200 cm de profundidade.....	23
Figura 2.14 - Fotografia da câmara climática utilizada no experimento.....	41
Figura 2.15 - Fotografia dos saquinhos de polietileno com sementes de soja no interior da mini-câmara.....	42
Figura 2.16 - Variação do teor de umidade das sementes de soja nas diferentes temperaturas de conservação em função do período de armazenamento.....	45

Figura 2.17 - Variação do peso de 1000 sementes de soja nas diferentes temperaturas de conservação em função do período de armazenamento.....	48
Figura 2.18 - Variação da massa de matéria seca de 1000 sementes de soja nas diferentes temperaturas de conservação em função do período de armazenamento.....	50
Figura 2.19 - Variação do peso de 1000 sementes de soja nas diferentes temperaturas de conservação em função do período de armazenamento.....	52

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi o de resfriar sementes de soja antes de seu ensaque pela da insuflação de ar frio produzido por um equipamento resfriador de grãos modelo PCS 40 marca COOLSEED, medir a estabilidade térmica da semente durante o período de armazenamento, avaliar periodicamente o vigor, germinação nos dois blocos e, usando a mesma variedade, avaliar o vigor e germinação em laboratório, em câmara com temperatura controlada. O presente trabalho foi desenvolvido na Unidade de Beneficiamento de Sementes da empresa Agro Santa Rosa S.A.E.C.A., localizada no município de Hernandárias, Paraguai. Foram resfriadas artificialmente sementes de soja da variedade BRS 184 em silos de madeira, de 100 ton, e imediatamente acondicionadas em sacos de polipropileno a temperaturas iniciais entre 12 a 15 °C, em armazém convencional. Foram introduzidos sensores de temperatura em diversas profundidades (50, 100, 150 e 200 cm) com a finalidade de monitorar a estabilidade térmica. Foi montado um bloco de sementes da mesma variedade à temperatura ambiente, para testemunha, com sensores digitais de temperatura introduzidos a 50, 100, 150 e 200 cm de profundidade. Cada bloco foi composto de 840 sacos de polipropileno e armazenados próximos um ao outro, no mesmo local, em armazém convencional não climatizado. Em relação à percentagem de germinação, as sementes de soja resfriadas artificialmente mantiveram o índice de germinação dentro do padrão de comercialização durante o período experimental (germinação inicial 82% e final de 81%). Por outro lado, observou-se redução acentuada do poder germinativo das sementes não-resfriadas, com qualidade final abaixo dos padrões de comercialização (germinação inicial 82% e final 69%). Paralelamente foi montado experimento similar em laboratório, na UNIOESTE, campus Cascavel, Paraná, utilizando-se, amostras de sementes colhidas das bolsas localizadas nas profundidades mencionadas acima e mantidas a temperaturas similares às indicadas pelos termômetros instalados nos blocos. As temperaturas foram atualizadas semanalmente, a partir de leituras realizadas nos blocos, simulando assim as condições de campo. Os resultados de laboratório foram distorcidos, pelo fato das câmaras climáticas não possuírem controle de umidade relativa. A título de exemplo, em relação à umidade do produto, pode-se observar que ao final do período de armazenamento, o teor médio de umidade apresentado pelas sementes foi menor do que ao inicial. Umidade inicial de 11% b.u. e final de 10,2% b.u. para as sementes mantidas a temperatura ambiente e 9,2% b.u. para as sementes resfriadas artificialmente. A estabilidade térmica das sementes resfriadas antes do ensaque foi satisfatória, pois, a temperatura das mesmas durante o período de armazenamento se manteve numa faixa considerada adequada para conservar sementes de soja. Os resultados de campo mostraram o benefício do resfriamento na germinação das sementes que foi superior a 80 % enquanto que a testemunha foi de 69%.

Palavras-chave: armazenagem, resfriamento artificial, sementes de soja.

ABSTRACT

The objective of this research was to artificial chill of soybean seeds before bagging, through out the insuflation of cold air produced by a PSC 40 COOLSEED, measure the thermal stability over a period of time and, periodically evaluate the vigor, germination in the two blocks and to carry on a laboratory experiment with seeds from the same variety by measuring vigor and germination of the seed kept at controlled temperatures. This project was developed at the Seed Improvement Unit of the Agro Santa Rosa S.A.E.C.A. Company, located in the municipality of Hernandarias, Paraguay, . Soybean seeds variety BRS184 were artificially cooled in 100-ton wood silo. After chilling the seeds were immediately bagged in polypropylene sacks with an initial temperature ranging from 12-15 C and kept packed in a conventional seed storage facility. Temperature sensors were introduced at several depths (50, 100, 150 and 200 cm) in the seed block in order to monitor the thermal stability . A block of seeds from the same variety without been cold treated, was packed inside the same storage facility with digital temperature sensors introduced at depths of 50, 100, 150 and 200 cm as a control. Each seed block was composed of 840 polypropylene bags, stored close to each other inside the same conventional non-air conditioned seed storage facility. The initial germination of the chilled seed was 82,0% and the final after 140 days in storage was 81,0%, above the level of 80,0% that is the minimum percentage of germination for soybean seeds to be market as seed. The cold treatment helped to maintain seed germination. On the untreated seed block the initial germination was also 82,0% but by the of the same storage time 69,0% well below the standard necessary to be considered seed. At the same time, an experiment was conducted in the laboratory of UNIOESTE (Universidade do Oeste do Parana), Cascavel Campus, State of Parana, utilizing seed samples collected from the bags that were cold treated. These samples were maintained in a chamber at temperatures similar to those indicated by the thermometers installed in the seed blocks. The temperatures of the chamber were updated weekly to reflect the conditions of the seed in the block. The initial moisture content of the soybean seed kept at room temperature was 11,0% and the final was 10,2%. And 9,2% for the seeds keep at artificial cooling. The thermal stability of the seed chilled before bagging was considered satisfactory, because their temperature was kept in a range adequate for maintaining seed quality during the storage period. Results from the seeds planted on the field showed the beneficial of the cold treatment because the germination was 80% while the untreated seed was 69%.

Key-words: storage, artificial cooling, soybean seeds.

INTRODUÇÃO

Historicamente o homem tem dedicado esforços para a conservação de sementes como meio de preservação das espécies botânicas para garantia de produção de alimentos. Os modernos sistemas de produção utilizam alta tecnologia nas diversas etapas de produção, de modo a competir no mercado globalizado. Genética, seleção de cultivares, plantio e colheita mecanizada, controle de pragas no campo, secagem, limpeza, classificação, armazenagem e distribuição são as principais etapas no complexo sistema de produção de sementes. Cada uma dessas etapas tem exigido grandes esforços técnicos para ganhos de produtividade.

A agricultura brasileira tem atingido elevado grau de competitividade, porém demanda novas técnicas para avançar em qualidade e competitividade. A armazenagem de sementes é uma etapa muito importante, pois das condições de armazenagem depende que determinado lote de sementes apresente as qualidades necessárias para a semeadura.

É sabido que no complexo soja, grandes quantidades de sementes são descartadas todo o ano, em virtude da degradação de suas qualidades fisiológicas durante o período de armazenagem. Isto é, as qualidades iniciais já não são as mesmas após o período de armazenagem.

Diversos trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos na busca de soluções para a armazenagem adequada de sementes, do tipo de sacaria até a umidade e temperatura da massa de sementes, assim como a influência do ambiente externo.

Considerando o complexo soja, o controle de umidade tem sido realizado por técnicas que permitem retirar água da semente, utilizando diversas fontes de energia, diversos sistemas e equipamentos. Sementes de soja geralmente são armazenados entre 11 a 13% b.u. de umidade.

Na armazenagem convencional as sementes são armazenadas à temperatura ambiente. Campos de produção e beneficiamento de sementes

têm sido localizados em médias e grandes altitudes, buscando temperaturas mais amenas, tanto no campo como na armazenagem.

Estudos indicam valores recomendados de temperatura e umidade das sementes durante o período de armazenagem. Baixas temperaturas favorecem à preservação das qualidades iniciais, mas nem sempre é possível obter-se valores adequados de temperatura, pelo sistema convencional.

Atualmente é possível o manejo artificial da temperatura de sementes armazenadas, seja por meio de câmaras frias que mantêm a temperatura e a umidade sob condições controladas ou por meio de resfriamento artificial a granel.

De um modo geral, câmaras climáticas têm sido pouco utilizadas para armazenamento de sementes de soja, devido ao seu elevado custo de implantação e consumo de energia elétrica.

O resfriamento artificial a granel é uma técnica relativamente antiga, conhecida pelo setor, mas tem sofrido atraso na sua implantação. Com a nova geração de equipamentos resfriadores de grãos e sementes, com elevado nível de automação e eficiência energética, o resfriamento artificial a granel de sementes passa a ser uma técnica viável técnica e economicamente.

Até a poucos anos o sistema comumente difundido era o de resfriamento em silos, pelo sistema estático. Recentemente foi desenvolvida a técnica de resfriamento artificial pelo sistema dinâmico, pelo qual as sementes se encontram em movimento descendente pela ação da gravidade, na caixa de ensaque.

Essa técnica muito promissora e já utilizada por diversas empresas do Brasil e América do Sul, requer cuidados especiais para a manutenção da temperatura na massa de sementes, após o ensaque, pois para um novo ciclo de resfriamento seria necessário retirar as sementes das bolsas e retornar no fluxo de processo. Essa técnica demanda informações sobre estabilidade térmica do produto resfriado, ao longo do período de armazenagem.

O objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar o comportamento da temperatura de sementes armazenadas em blocos, em sacos de polipropileno, em armazém convencional, assim como avaliar as qualidades fisiológicas no início e no final da armazenagem.

CAPÍTULO 1

1 ESTABILIDADE TÉRMICA DE SEMENTES DE SOJA RESFRIADAS ARTIFICIALMENTE E CONSERVADAS EM ARMAZEM CONVENCIONAL

RESUMO

O teor de umidade e a temperatura das sementes durante a sua conservação são fatores decisivos para a manutenção do seu poder germinativo e vigor. As empresas beneficiadoras recebem sementes do campo com alta porcentagem de germinação e vigor, mas que se perdem devido aos problemas de temperaturas altas que possibilitam a infecção por fungos no período de armazenagem. O resfriamento artificial de sementes a granel desponta como uma alternativa interessante, técnica e economicamente. Assim, essa pesquisa teve como objetivo estudar, o comportamento da temperatura das sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas em sacos em um armazém convencional. Foi utilizado um lote de sementes de soja cultivar BRS 184. Foram feitos dois tratamentos: um sub-lote foi resfriado artificialmente utilizando equipamento de refrigeração e o outro foi mantido à temperatura ambiente. As sementes dos dois sub-lotes foram ensacadas e empilhadas formando dois blocos. Os blocos foram mantidos nas condições normais de temperatura e umidade relativa ambiente em um armazém convencional. As sementes de soja permaneceram armazenadas por um período de 140 dias, ao longo dos quais foram monitoradas as temperaturas em diferentes profundidades dos blocos. Para as condições em que foi realizada esta pesquisa, conclui-se que: as sementes de soja resfriadas artificialmente mantiveram boa estabilidade térmica durante o período de armazenagem, em especial, em maiores profundidades; as sementes localizadas até 50 cm de profundidade alteraram as suas temperaturas em função da temperatura interna do armazém, independentemente de serem resfriadas artificialmente ou não-resfriadas. As sementes resfriadas artificialmente mantiveram o poder germinativo dentro do padrão comercial, devido aos menores valores de temperatura durante o período de armazenamento.

Palavras-chave. Armazenamento, resfriamento artificial, sementes de soja.

ABSTRACT

The moisture content and the seed temperature during its conservation are decisive factors for the maintenance of the germinative and percentage vigor. The processing companies usually receive seeds from the fields with high germinative and vigor, but they might lost due to the problems of inadequate temperatures during the initial period of storage. Artificial chilling of seeds in bulk and in bags is an interesting alternative, technically and economically. Thus, this research had the objective to study, the behavior of the soy seeds temperature artificially cooled and stored in bags in a conventional warehouse. A lot of BRS 184 soy seeds was used. Two treatments had been made: a sub-lot was artificially cooled using refrigeration equipment and the other sub-lot was kept to ambient temperature. The seeds of the two sub-lots had been bagged and piled up forming two blocks. The blocks had been kept in normal conditions of temperature and ambient relative humidity in a conventional warehouse. Soy seeds had remained stored for a period of 140 days, and the temperatures were monitored in different depths of the blocks. For the conditions in which this research was carried through, we conclude that: the seeds of artificially cooled soy had kept reasonable thermal stability during the period of storage, specially in greater depths; seeds located up to 50 cm of depth had their temperatures modified due to the internal warehouse temperature, regardless of being artificially cooled or not-cooled. Artificially cooled seeds had kept the germinative power within commercial standard, due to the lowest values of temperature during the stored period.

Keywords: Storage, artificial chilling, soybeans seeds.

1.1 INTRODUÇÃO

Semente de qualidade é a mola propulsora de todo o agronegócio. A agricultura brasileira atingiu um grau de competitividade graças ao esforço de engenheiros, biólogos e técnicos que desenvolveram nas últimas décadas, variedades adaptadas a cada região e equipamentos que permitem colher, receber, limpar, secar, classificar e armazenar sementes.

Por outro lado, ocorrem perdas de qualidade todos os anos durante a armazenagem da colheita. O teor de umidade e a temperatura das sementes, durante a sua conservação, são fatores decisivos para a manutenção do poder germinativo e vigor, sinônimos de qualidade das sementes.

A estrutura física típica de uma UBS (Usina de Beneficiamento de Sementes) consiste de setor de recepção, limpeza, secagem e classificação, de sementes acondicionadas, de um modo geral, em sacas de papel, polietileno ou *big-bags*, para posterior armazenamento em armazéns convencionais não-climatizados.

No beneficiamento convencional, a temperatura da semente no momento do ensaque se encontra em equilíbrio térmico com a temperatura ambiente. Temperaturas de sementes entre 23°C a 30°C são comuns em diversos estágios do seu beneficiamento. Nessa faixa de temperatura podem ocorrer perdas de germinação e vigor da semente, pois ela deve ser armazenada por vários meses até a chegada da estação da semeadura. As empresas beneficiadoras recebem geralmente sementes do campo com alto poder germinativo e vigor, mas que se tornam inviáveis devido ao desenvolvimento fúngico ocasionado pelas altas temperaturas, principalmente no período inicial de armazenagem.

O resfriamento artificial de sementes a granel desponta como uma alternativa interessante, técnica e economicamente. Trata-se de uma técnica já conhecida há várias décadas, mas sua implantação na América do Sul ainda é relativamente recente. Os primeiros estudos sobre resfriamento artificial de

sementes surgiram a partir de 1950, mas por alguma razão a tecnologia de resfriamento a granel não evoluiu. Existem câmaras frigoríficas para armazenagem de sementes, porém somente são viáveis economicamente em sementes de alto valor agregado, devido ao seu elevado custo de implantação e de consumo de energia elétrica.

No atual estágio da tecnologia de resfriamento podem-se resfriar sementes a granel tanto em silos (processo estático) ou na linha de beneficiamento (processo dinâmico). As sementes resfriadas podem ser armazenadas em silos ou bolsas, sem a necessidade de climatizar armazéns, evitando-se assim, o esforço técnico e financeiro que representa o tratamento de ar de grandes ambientes. O resfriamento artificial dinâmico de sementes agrega uma nova etapa durante o processo de classificação de sementes até então ausente. Porém, a sua viabilidade técnica depende de um aspecto de extrema importância; a estabilidade térmica das sementes, isto é, a manutenção de baixos níveis de temperaturas em sementes armazenadas em sacas. A estabilidade térmica das sementes depende, dentre outros fatores, da transferência de calor entre o ar do interior do armazém e as sementes ensacadas, sendo um fenômeno físico complexo, pois envolve transferências de calor, principalmente, por condução e convecção.

Considerando que a manutenção da baixa temperatura das sementes de soja durante o armazenamento pode ser um método eficiente para garantir a qualidade fisiológica do produto, esse trabalho de pesquisa estabeleceu como objetivo geral estudar a variação da temperatura das sementes de soja armazenadas em sacos durante seu armazenamento e, como objetivos específicos:

1. Avaliar a estabilidade e o isolamento térmico dos blocos de sementes de soja resfriadas artificialmente e não-resfriadas;
2. Avaliar a qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas em sacos em armazém convencional, utilizando como testemunha sementes de soja ensacadas à temperatura ambiente e armazenadas nas mesmas condições;
3. Fornecer subsídios técnicos para as empresas beneficiadoras conservarem suas sementes resfriadas artificialmente em ambiente convencional.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

Os comportamentos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários da semente determinam sua qualidade, que depende também das condições ambientais de campo durante o seu desenvolvimento, maturação, métodos de colheita, secagem, beneficiamento, teor de umidade e temperatura da semente e das condições ambientais de armazenamento. A qualidade fisiológica das sementes é um processo dinâmico e complexo resultante da interação entre caracteres genéticos e fatores ambientais ao longo do tempo (MELLO, 1996) e, segundo BEWLEY e BLACK (1994), caracterizada pela sua capacidade de germinação, vigor e longevidade. A maturação fisiológica de sementes refere-se a mudanças bioquímicas, morfológicas, físicas e fisiológicas que ocorrem na semente desde a fertilização do óvulo até a maturidade fisiológica. (DELOUCHE, 2002).

As sementes devem ser armazenadas em ambiente apropriado para a manutenção de suas qualidades biológicas, químicas e físicas. A manutenção dessas qualidades depende, dentre outros fatores, das características intrínsecas das sementes, das condições ambientais no momento da colheita, das boas práticas de limpeza, secagem e armazenamento. Segundo FARONI e PAULA (1995), os principais fatores que determinam e acentuam as perdas de sementes armazenadas são a carência de estruturas adequadas para o manejo e facilidade de conservação, o elevado teor de umidade das sementes armazenadas, a proliferação de insetos e fungos, o manejo inadequado e a falta de conhecimento dos princípios de conservação.

De acordo com BAUDET (2003), o armazenamento de sementes em condições de ambiente controlado, de temperatura e umidade relativa do ar, permite conservá-las por longos períodos de tempo. A refrigeração 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 (germinação e vigor) das sementes durante o período de armazenamento, diminuindo a infecção por fungos de armazenamento.

No Brasil há dois sistemas utilizados de armazenamento de sementes resfriadas artificialmente: em sacos e a granel. No sistema de armazenamento de sementes em sacos, elas são resfriadas artificialmente em silos apropriados e, após o processamento, elas são imediatamente ensacadas e empilhadas em blocos e mantidas em armazém convencional. O resfriamento pode ser dinâmico ou estático. No sistema de armazenamento de sementes a granel, elas são resfriadas artificialmente em silos apropriados de forma estática, permanecendo, nesse caso, armazenadas no próprio silo.

O armazenamento das sementes em sacos é feito em armazéns do tipo convencional, em geral sob condições ambientais não controladas. A edificação deve ser bem arejada, porém deve ser evitada janela ou abertura que permitam a penetração de raios solares que atinjam as pilhas de sacos. Para facilitar a ventilação do armazém, devem ser instalados exaustores nos telhados.

As embalagens mais utilizadas para ensacar sementes de soja são as do tipo poroso ou permeável (sacos de aniagem, papel multifolhado ou polipropileno trançado). Segundo HARRINGTON (1972), esse tipo de embalagem 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. 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* multifolhado com um forro de polipropileno. As embalagens semipermeáveis oferecem maior resistência às trocas de umidade do que as porosas e podem ser utilizadas em regiões de umidade relativa mais alta e por períodos maiores de armazenamento (POPINIGIS, 1985).

Sementes armazenadas em silos com alta temperatura e teor de umidade acima do nível seguro, permitirão o desenvolvimento de microrganismos que produzem calor, elevando a temperatura da massa de sementes armazenada. Esse processo irá permitir a migração de umidade,

maior desenvolvimento fúngico, maior aumento de temperatura, maior produção de CO₂ e, em dias, semanas ou poucos meses, redução considerável na germinação da semente.

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 esteja elevada. O teor de umidade da semente pode aumentar durante a armazenagem, mas a baixa temperatura poderá reduzir os efeitos adversos.

A condição geral requerida para uma conservação segura das sementes é mantê-las secas e frias. Sementes da maioria das culturas podem ser armazenadas por um ano, quando mantidas na faixa de 11 e 13% de umidade e 18 a 20°C de temperatura. Para dois anos de armazenagem, o teor de umidade precisa ser reduzido para menos de 10%. Para períodos maiores de dois anos, é requerido que o teor de umidade das sementes seja inferior a 8% e acondicionadas a temperaturas inferiores a 15°C. Sementes oleaginosas, tais como a soja, são difíceis de armazenar e requerem temperaturas baixas e teores de umidade 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 3 a 8 anos (GREGG et al., 1970).

De acordo com LAZZARI (1997) existe uma correlação entre teor de umidade e temperatura da semente no consumo de matéria seca pelos fungos de armazenamento. Segundo o autor, o maior consumo ocorre nas temperaturas e teores de umidade mais elevados, pois permitem um maior crescimento fúngico (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Perda de matéria seca (%) causada pelos fungos de armazenamento em sementes de soja relacionadas com o teor de umidade, temperatura e tempo

TEMPERATURA (°C)	TEOR DE UMIDADE (%)	DIAS			
		60	120	180	Total
15	13,9	0,00	0,06	0,18	0,24
	17,3	0,12	0,17	0,26	0,55
	19,8	0,10	0,19	0,96	1,25
25	14,1	0,00	0,16	0,23	0,40
	17,1	0,30	0,32	0,68	1,30
	20,3	1,05	1,23	1,74	4,00

FONTE: LAZZARI (1997).

Os produtos agrícolas durante o seu desenvolvimento e principalmente na maturação e colheita são contaminados com um grande número de fungos. Em condições apropriadas, alguns desses fungos podem se desenvolver sobre algumas sementes de grãos antes da colheita. São os chamados fungos de campo. Após a colheita do produto, os fungos de campo gradualmente morrem e diferentes fungos se desenvolvem, os quais são denominados de fungos de armazenamento. De acordo com BROOKER, BAKKER-ARKEMA e HALL (1978), os principais danos causados por fungos em produtos agrícolas armazenados são: decréscimo no poder germinativo da semente, descoloração no produto, aquecimento, alterações bioquímicas, produção de toxinas e perda de matéria seca. A maioria dos fungos de armazenamento são dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*.

Tabela 1.2 - Limites de temperaturas para o desenvolvimento de fungos de armazenamento

	TEMPERATURA (°C)		
	Mínima	Ótima	Máxima
<i>Aspergillus restrictus</i>	5 – 10	30 – 35	40 – 45
<i>A. glaucus</i>	0 – 5	30 – 35	40 – 45
<i>A. flavus</i>	10 – 15	40 – 45	45 – 50
<i>Penicillium spp</i>	-5 – 0	20 – 25	35 – 40

FONTE: LAZZARI (1997); SCUSSEL (2002).

De acordo com SCUSSEL (2002), a temperatura do produto é menos restritiva do que a umidade, no que diz respeito ao crescimento fúngico e à produção de micotoxina. Para a autora, a utilização combinada de resfriamento do produto e o acompanhamento do teor de umidade é o melhor método de controle de proliferação fúngica.

Dentre os diversos métodos físicos para preservar as qualidades do produto armazenado, a utilização de baixa temperatura apresenta-se como uma promissora técnica de manejo de sementes armazenadas. Enquanto aeração é um processo de resfriamento da semente com ar ambiente, a refrigeração envolve a passagem do ar ambiente por meio do sistema refrigerador, que reduz a sua temperatura, que por sua vez permite a troca de calor na massa de sementes. O propósito da utilização da técnica de resfriamento é prevenir a deterioração biológica, química e física das sementes. A vantagem dessa refrigeração é que o ar a baixa temperatura é disponibilizado independentemente da estação ou do clima.

A diminuição da temperatura das sementes com a utilização do refrigerador, 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.

PORTO (2004), trabalhando com resfriamento artificial de sementes de soja, armazenadas a granel em um silo com sistema radial de duto de aeração, concluiu que o sistema de resfriamento a granel não apresentou gradiente de temperatura ao final do processo e que as sementes de soja resfriadas mantiveram a qualidade fisiológica por mais de seis meses.

OWEN (1999) estudou o comportamento da temperatura de sementes de soja, armazenadas em sacas de polietileno de 50 kg em armazém convencional. Atuou com sensores de temperatura em várias profundidades (5, 10, 15 e 20 cm) dentro da massa de sementes. Segundo o armazenador, a vinte centímetros de profundidade, observou-se a tendência da temperatura da massa de semente estabilizar em valor equivalente à temperatura média do

armazém das últimas semanas de armazenamento, apresentando variações muito pequenas, em prejuízo das grandes amplitudes de temperatura ocorridas no armazém.

O segundo princípio da termodinâmica, enunciado por Clausius, estabelece que o calor flui espontaneamente, sempre de uma fonte de maior temperatura a uma de menor temperatura, até que elas se igualem. Isto é, se supondo-se dois corpos ideais isolados do meio exterior, se a temperatura t_1 de um é maior que a temperatura t_2 , haverá um fluxo de calor que irá de t_1 a t_2 , de modo que a temperatura t_2 corpo aumenta, até que o diferencial térmico se anule. O processo descrito é irreversível, dado que é impossível voltar espontaneamente ao estado inicial. Distinguem-se três formas físicas, completamente distintas, pelas quais se materializa a transmissão de calor que são: condução, convecção e radiação.

A transferência de calor numa massa de sementes ou grãos é um fenômeno físico que ocorre principalmente por condução ou convecção. O calor é transferido de grão a grão por condução pelo contato entre eles. Além disso, o calor pode ser transferido para outras regiões na massa de grãos por meio da movimentação do ar nos espaços intergranulares (convecção).

A condutividade térmica de um material é a medida da intensidade de calor que passa de uma região quente para uma região mais fria do referido material. As sementes e grãos possuem a condutividade térmica muito pequena e isto faz com que a transferência de calor do ambiente para a massa de grãos, por condução, seja um processo lento. Esse aspecto é importante para a armazenagem de grãos e sementes, pois uma vez que a massa é resfriada, a sua temperatura pode ser mantida por determinado intervalo de tempo. Assim, grandes massas de grãos e sementes podem manter maior estabilidade térmica do que pequenas massas.

A condutividade térmica de sementes de soja para teores de umidade entre 12–14% b.u. é muito baixa, isto é, aproximadamente 0,130 kcal/h.m.°C, o que lhes confere propriedade térmica importante para a preservação da estabilidade térmica, quando associadas em grandes volumes.

1.3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi realizado em um armazém convencional da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Empresa AGRO SANTA ROSA S. A., localizada na Supercarretera km 5, cidade de Hernandarias, Paraguay. Foi utilizado um lote de sementes de soja cultivar BRS 184, produzidas na safra 2004/2005. O lote foi dividido em dois sub-lotes, compondo dois tratamentos: um sub-lote de sementes foi resfriado artificialmente utilizando-se equipamento de refrigeração e o outro sub-lote de sementes foi mantido à temperatura ambiente. Os dois sub-lotes foram ensacados e empilhados formando dois blocos de sementes de soja. Ambos foram mantidos nas condições normais de temperatura e umidade relativa ambiente em um armazém convencional, apropriado para a guarda de produtos ensacados. As sementes de soja permaneceram armazenadas por um período de 140 dias (cerca de 5 meses) para avaliação da qualidade fisiológica e para verificação da variação da temperatura das sementes ensacadas nas diferentes profundidades dos blocos. O armazém foi do tipo convencional, sem isolamento térmico e nem pintura térmica, na cobertura ou nas paredes.

1.3.1 Resfriamento das Sementes de Soja

Para o resfriamento artificial do sub-lote de sementes de soja foi utilizado um equipamento refrigerador de ar apropriado, modelo PCS 40, com capacidade frigorífica nominal de 121.212 kcal/h, desenvolvido pela empresa COOLSEED® (Figura 1).



Figura 1.1 - Resfriador de sementes modelo PCS 40.

A técnica de resfriamento artificial das sementes de soja utilizada foi o resfriamento estático, ou seja, as sementes permaneceram em repouso no interior de um silo cilíndrico vertical e o ar resfriado pelo equipamento refrigerador foi insuflado por meio dos dutos de aeração. O silo vertical tinha capacidade de 100 t, composto com único duto de aeração central e vertical, totalmente perfurado, com fluxo de ar no sentido radial, conforme Figura 1.2.

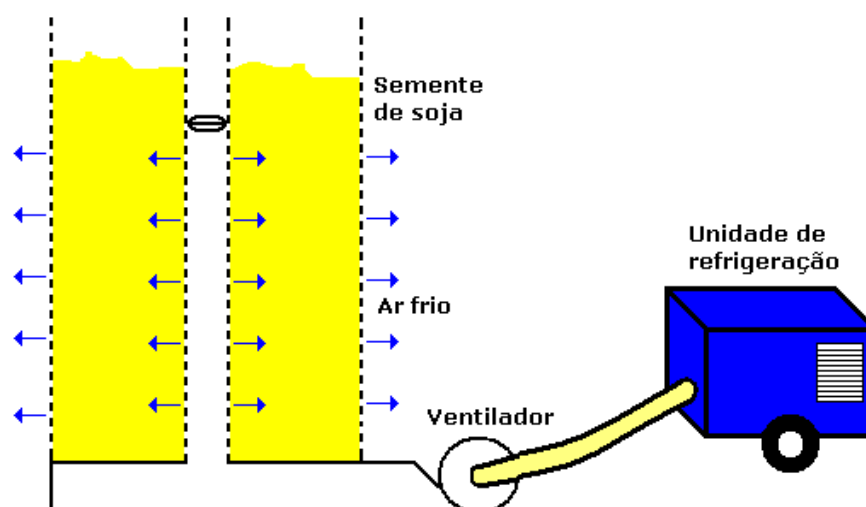


Figura 1.2 - Esquema do silo vertical com duto de aeração radial e equipamento de refrigeração de ar acoplado.

O ar resfriado artificialmente foi insuflado pelo equipamento de refrigeração no silo a uma temperatura média de 10°C. As sementes de soja foram consideradas resfriadas quando atingiram a temperatura de 15°C, medida nos sensores do sistema de termometria, previamente instalados no silo.

1.3.2 Ensaque e Formação dos Blocos com as Sementes de Soja

Após o término do resfriamento, as sementes de soja resfriadas pertencentes a esse sub-lote foram ensacadas em sacos de polipropileno trançado que foram imediatamente empilhados em blocos no interior do armazém convencional, visando o acompanhamento da variação da temperatura das sementes ao longo do período experimental. Similarmente ao realizado com o sub-lote de sementes resfriadas, o sub-lote de sementes mantido a temperatura ambiente foi ensacado em sacos de polietileno trançado e empilhado em blocos no interior do armazém convencional. Durante as etapas de enchimento dos sacos que compõem os dois blocos, amostras aleatórias de sementes de soja foram retiradas e levadas ao laboratório para análise da qualidade inicial do produto.

Os dois tratamentos de sementes de soja, resfriadas (840 sacos) e a temperatura ambiente (840 sacos), foram empilhados formando blocos com lastro de 16 sacos e altura corresponde a 20 camadas, colocados sobre estrados de madeira. Na décima camada de altura foram instalados internamente nos sacos, imersos nas sementes de soja, 4 (quatro) sensores de termometria para acompanhamento da temperatura ao longo do período de conservação. Os sensores de temperatura foram instalados, em relação à lateral do bloco, nas seguintes profundidades: 50 cm, 100 cm, 150 cm e 250 cm (Figuras 1.3 e 1.4).



Figura 1.3 - Instalação dos sensores nos sacos de sementes.



Figura 1.4 Equipamento de leitura das temperaturas nas diferentes profundidades dos blocos de sementes.

Os dois tratamentos de sementes foram mantidos próximos um do outro no interior do armazém e permaneceram durante o período de pesquisa

sob o mesmo efeito de variação de temperatura do ambiente interno do armazém (Figura 1.5).



Figura 1.5 - Blocos de sementes resfriadas artificialmente e acondicionadas em armazém convencional.

1.3.3 Monitoramento das Temperaturas e Umidade Relativa

Durante o período de conservação das sementes de soja no armazém convencional, foram monitoradas as temperaturas dos sensores introduzidos nos blocos de sementes, as temperaturas do ar próximo aos blocos de sementes e a temperatura e umidade relativa do ar ambiente. As leituras de temperatura e umidade relativa foram obtidas diariamente, de segunda a sexta-feira, no horário de oito horas, durante os 140 dias de armazenamento.

1.3.4 Desmanche dos Blocos de Sementes de Soja

Os dois blocos de sementes de soja foram desmanchados depois de decorrido o período de 5 (cinco) meses de armazenamento. Na altura correspondente a décima camada de sacos, foram retiradas amostras aleatórias de sementes de soja de cada saco que continha os sensores de termometria, com objetivo de verificar a qualidade do produto em função da profundidade dentro do bloco. As amostras de sementes de soja, representativas de cada profundidade, foram levadas ao laboratório para análise da qualidade final do produto.

1.3.5 Análises de Laboratório

Para a verificação das qualidades inicial e final das sementes de soja, foram retiradas amostras aleatórias durante as etapas de enchimento dos sacos nos dois blocos e de desmanche. As amostras retiradas, no início e ao final do armazenamento, foram encaminhadas ao laboratório de Pré-Processamento de Produtos Agrícolas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, para verificação de sua qualidade. As amostras foram analisadas no laboratório quanto ao teor de umidade, peso de 1000 grãos (massa de matéria seca) e germinação (primeira contagem da germinação).

1.3.6 Teor de Umidade

O teor de umidade das sementes de soja foi determinado de acordo com as regras para análises de sementes (BRASIL, 1992), utilizando a estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, com 3 (três) repetições.

1.3.7 Peso de 1000 Grãos

O peso de 1000 grãos foi determinado conforme a metodologia descrita por BRASIL (1992). O peso de 1000 grãos foi utilizado também para verificar a perda de massa nas sementes de soja (perda de massa de matéria seca de 1000 sementes de soja) armazenada sob efeito do resfriamento, antes e após o período experimental. A massa de matéria seca foi determinada pela aplicação da Equação 1:

$$P_{ms} = P_t - (P_t \times U) \quad (1.1)$$

Em que:

P_{ms} - massa de matéria seca, g;

P_t : - peso de 1000 grãos de soja, g;

U - teor de umidade do lote de soja determinado na estufa, decimal b.u. (base úmida).

1.3.8 Teste de Germinação

A porcentagem de germinação das sementes de soja foi determinada de acordo com as Regras para Análises de Sementes, definidas por BRASIL (1992), utilizando o germinador à temperatura de 25°C, com 3 (três) repetições. O substrato utilizado foi o rolo de papel toalha, umedecido a razão de 2,5:1 (duas partes e meia de água destilada para uma de papel seco). As contagens foram realizadas no quinto.

1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.4.1 Comportamento da Temperatura e Umidade Relativa Interna do Armazém

Nas figuras 1.6 e 1.7 são apresentadas, respectivamente, as variações da temperatura e umidade relativa média semanal do ar no interior do armazém convencional. Na Tabela 1 do Apêndice A são apresentados os valores médios semanais de temperatura e umidade relativa do ar no interior do armazém convencional.

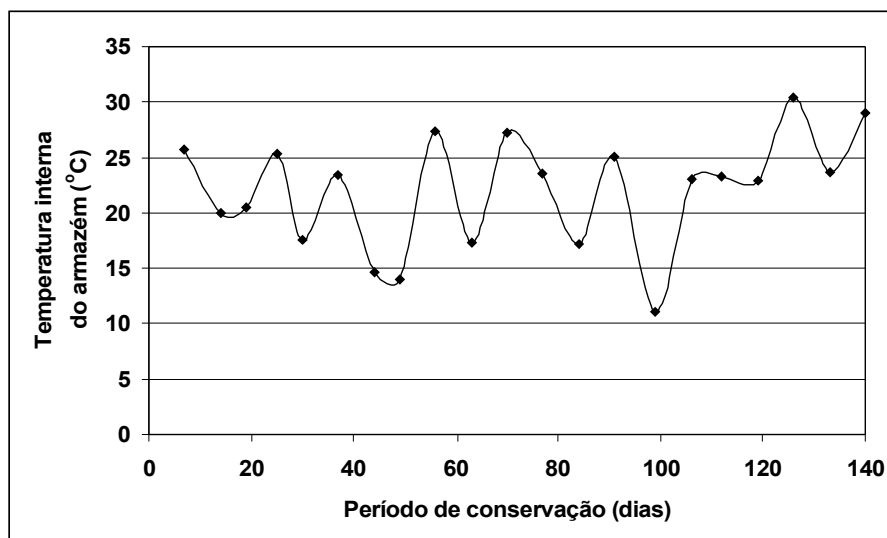


Figura 1.6 - Variação da temperatura média semanal do ar no interior do armazém.

Observa-se na Figura 1.6 que a temperatura média semanal do ar no interior do armazém oscilou com o decorrer do período experimental de armazenamento das sementes de soja, com picos mínimos (cerca de 10°C) ocorrendo no 100º dia depois de iniciado o armazenamento da semente e

máximo (cerca de 30°C) no 125º dia. Esse resultado era esperado em função da data inicial do experimento, próximo ao início da estação de inverno (6 de junho) que contribuiu para o decréscimo da temperatura no interior do armazém. Nos 40 dias finais do período de estocagem, as temperaturas no interior do armazém apresentaram tendência de elevação, coincidindo com a estação de primavera, na qual as médias de temperaturas são mais elevadas em relação ao inverno.

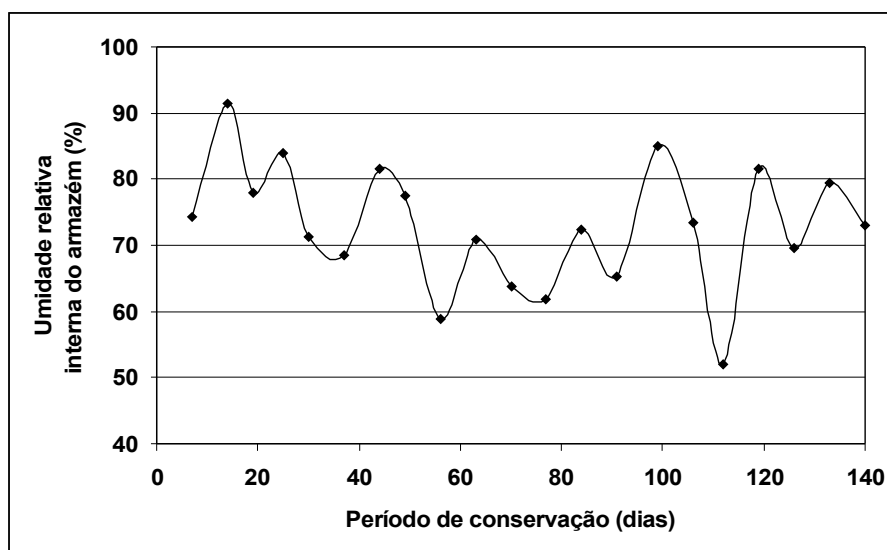


Figura 1.7 - Variação da umidade relativa média semanal do ar no interior do armazém.

Na Figura 1.7 observam-se grandes variações da umidade relativa ambiente, com amplitudes máximas e mínimas de 92% e 52%, respectivamente.

1.4.2 Comportamento das Temperaturas no Bloco de Sementes Não-Resfriadas

Na Figura 1.8 é apresentada a variação média semanal das temperaturas das sementes de soja não-resfriadas, em função das profundidades de 50, 100, 150 e 200 cm. Na Tabela 2 do Apêndice A são

apresentados os valores de temperatura média semanal das sementes de soja não-resfriadas nas diferentes profundidades do bloco.

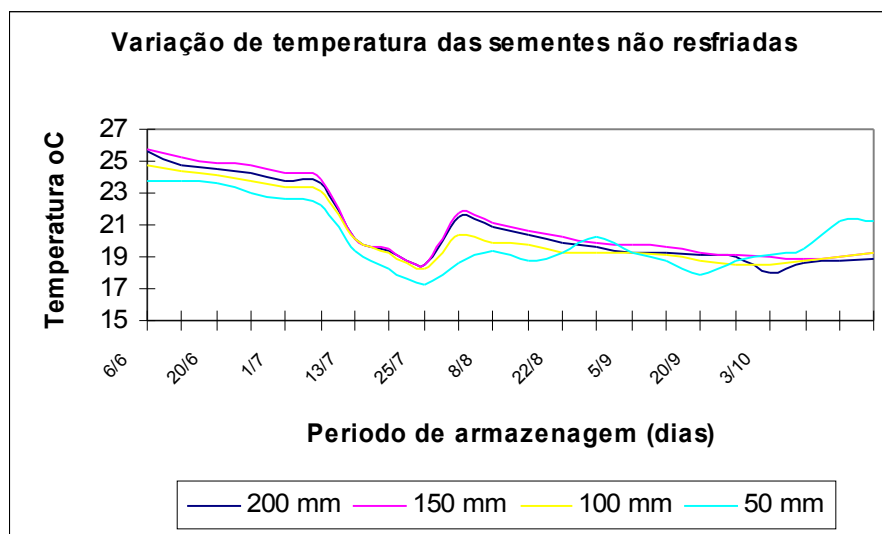


Figura 1.8 - Variação das temperaturas no bloco de sementes não-resfriadas.

Pela análise da Figura 1.8 pode-se verificar que o bloco formado com sementes de soja não-resfriadas foi inicialmente ensacado e empilhado no armazém com temperatura variando entre 24 °C e 26 °C. Com o decorrer do período de armazenamento as sementes foram resfriando naturalmente, em função da temperatura interna do armazém. Comparando-se as Figuras 1.6 e 1.8 pode-se comprovar que as temperaturas das sementes de soja variaram de acordo com a temperatura interna apresentada pelo armazém. As sementes localizadas próximas as laterais dos blocos foram mais sensíveis à variação de temperatura.

Nota-se que o comportamento das temperaturas das sementes localizadas em profundidades superiores a 100 cm é semelhante e apresenta valores muito próximos, com pequena variação entre os valores, com tendência de estabilização a partir do 90º dia de iniciado o experimento. Observa-se, ainda, que a estabilização da temperatura ocorreu principalmente nas sementes localizadas em profundidades superiores a 100 cm da lateral do bloco. Nas sementes localizadas próximas à lateral do bloco verifica-se uma maior variação em função da temperatura do ar do interior do armazém. Assim, pode-se verificar que a temperatura das sementes de soja ensacadas e

empilhadas em blocos varia em função da temperatura interna do armazém e que a variação das sementes localizadas em profundidades superiores a 100 cm é menor do que as sementes localizadas próximas às superfícies laterais dos blocos.

1.4.3 Comportamento da Temperatura no Bloco de Sementes Resfriadas

Na Figura 1.9 é apresentada a variação média semanal das temperaturas das sementes de soja resfriadas artificialmente, em função das profundidades de 50 cm, 100 cm, 150 cm e 200 cm. Na Tabela 3 do Apêndice A são apresentados os valores de temperatura média semanal das sementes de soja resfriadas.

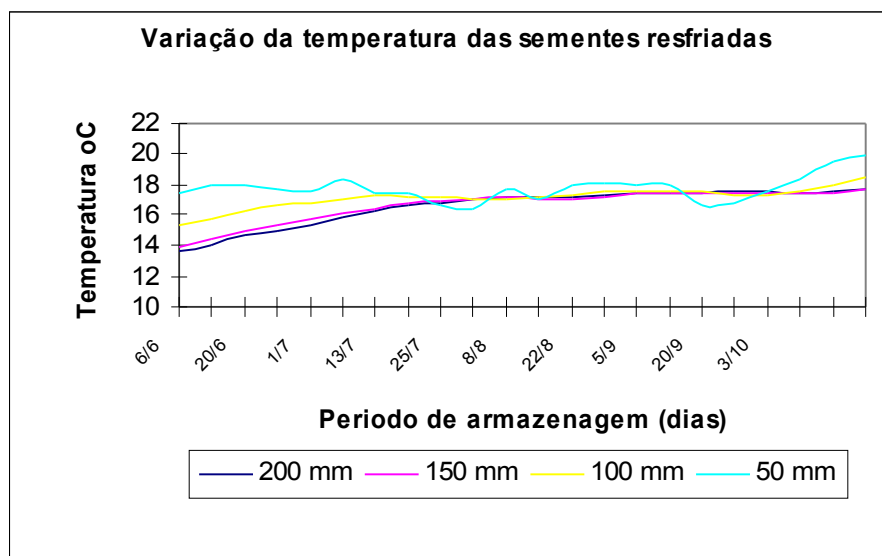


Figura 1.9 - Variação das temperaturas no bloco de sementes resfriadas.

No momento do ensaque e empilhamento das sementes resfriadas e, conseqüentemente, no início do período de armazenamento, as sementes de soja apresentavam temperatura variando entre 14°C e 15,5°C.

Analisando-se a Figura 1.9 pode-se verificar que, no centro do bloco, correspondente às profundidades de 100 cm, 150 cm e 200 cm, as variações de temperatura das sementes ocorreram de forma lenta, com tendência

gradativa de aumento das temperaturas até o 60º dia, quando ocorreu a estabilização das temperaturas nas referidas profundidades. Após o 60º dia do início do experimento, as sementes de soja estabilizaram suas temperaturas em, aproximadamente, 17,5°C e independentemente da temperatura do ar do interior do armazém, quando se comparam as Figuras 1.6 e 1.9. Para as sementes de soja localizadas próximas às laterais do bloco, correspondente à profundidade de 50 cm, verificou-se que ocorreu influência da temperatura interna do armazém, com comportamento semelhante ao encontrado para as sementes não-resfriadas, no entanto, os picos de máximos e mínimos de temperatura foram atenuados pela baixa condutividade térmica das sementes de soja.

Considerando a menor temperatura verificada no bloco (14°C), a maior (18°C) e o período total de armazenamento do produto (140 dias), o aumento médio da temperatura das sementes de soja ensacadas em sacos de polietileno foi da ordem de 0,029°C ao dia (cerca de 0,8°C por mês).

Dessa forma, pode-se observar que as alterações nos valores de temperaturas das sementes de soja resfriadas artificialmente e ensacadas em sacos de polietileno são lentas e relativamente pequenas, ou seja, as sementes de soja mantiveram boa estabilidade térmica durante o período de armazenagem, em especial, em maiores profundidades. Além disso, não houve necessidade de um novo ciclo de resfriamento, considerando o tempo de armazenagem e a temperatura no interior do armazém.

As figuras 1.10, 1.11, 1.12 e 1.13 mostram, respectivamente, a variação das temperaturas das sementes de soja nas profundidades de 50 cm, 100 cm, 150 cm e 200 cm, comparativamente entre os blocos de sementes não-resfriadas e resfriadas. Observa-se nas figuras 1.10, 1.11, 1.12 e 1.13 que as temperaturas das sementes não-resfriadas decaíram naturalmente com o tempo de conservação, sendo essa diminuição nos valores de temperatura benéfica para a manutenção da qualidade das sementes. No entanto, a diminuição das temperaturas das sementes não-resfriadas não foi constante ao longo do tempo e tão pouco decaiu de forma rápida. Variou em função da temperatura interna do armazém e levou cerca de 40 dias, após o início do experimento, para alcançar o nível de temperatura adequado para a conservação de sementes. O tempo de 40 dias com temperaturas elevadas é

vital para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes de soja. Por outro lado, as temperaturas das sementes resfriadas artificialmente já iniciaram o período de conservação com temperatura baixa e apresentaram tendência gradual de aumento ao longo do período de conservação, sem influência acentuada da temperatura interna do armazém, com exceção à profundidade de 50 cm, próxima à superfície.

Analisando-se comparativamente as figuras 1.10, 1.11, 1.12 e 1.13, percebe-se que as variações de temperatura das sementes para a profundidade de 50 cm foram maiores que para as demais profundidades, independentemente das sementes serem resfriadas ou não-resfriadas, são influenciadas diretamente pela variação da temperatura interna do armazém.

Assim, pode-se concluir que as sementes resfriadas artificialmente, comparativamente às sementes não-resfriadas, mantiveram valores de temperaturas em níveis adequados à prática de conservação de sementes ao longo de todo período de armazenamento e que as sementes afastadas até 50 cm de profundidade alteraram suas temperaturas, em função da temperatura interna do armazém, independentemente de serem resfriadas artificialmente ou não-resfriadas. Além disso, as sementes de soja não-resfriadas apresentaram tendência de variação em suas temperaturas, em função da variação das temperaturas internas do armazém.

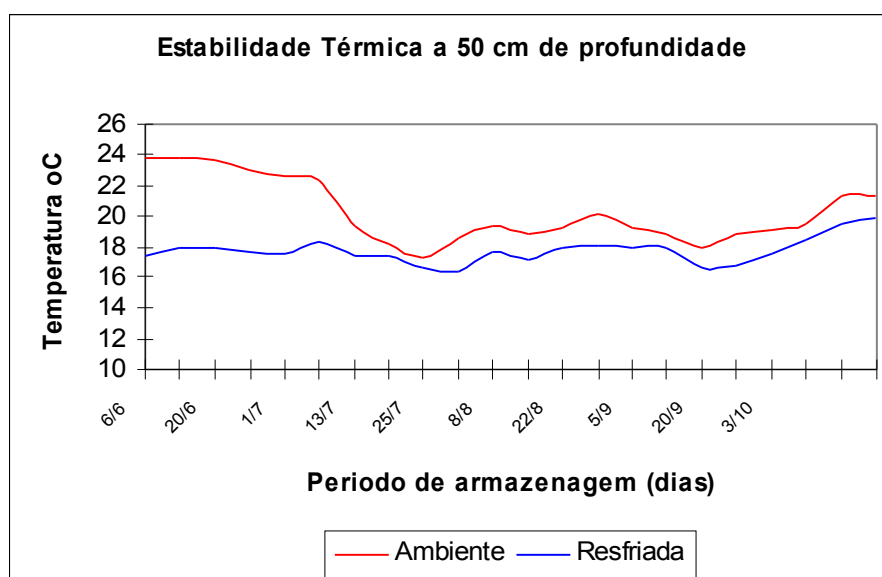


Figura 1.10 -Variação da temperatura das sementes a 50 cm de profundidade.

Pela Figura 1.10 pode-se observar que a 50 cm de profundidade as sementes resfriadas mantiveram a temperatura oscilando entre 16 a 18°C, durante 120 dias (outono e inverno) e, nos últimos 20 dias de armazenagem, a temperatura aumentou gradualmente até atingir o valor de 20 °C, influenciada pela estação da primavera. Esses valores de temperatura são adequados para a armazenagem de sementes.

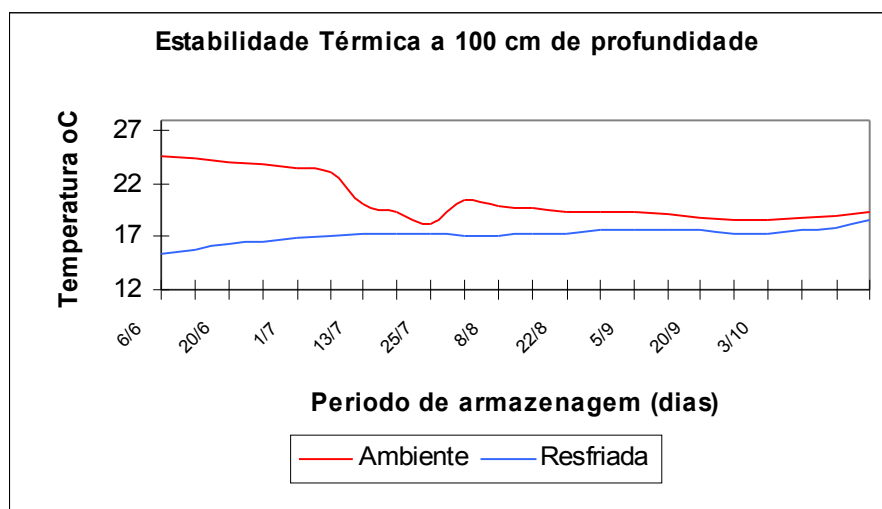


Figura 1.11 -Variação da temperatura das sementes a 100 cm de profundidade.

Pela Figura 1.11 pode-se observar que a 100 cm de profundidade as sementes resfriadas mantiveram excelente estabilidade térmica em temperaturas inferiores a 18°C, praticamente durante todo o período de armazenagem, atingindo o valor final de 18,5 °C no momento do desmanche. Esses valores de temperatura são considerados muito bons para a armazenagem de sementes. As sementes não resfriadas iniciaram a armazenagem com 24,7 °C e, após 50 dias, atingiram o valor mínimo de 18,2 °C, com novo aumento até 20,4 °C em menos de 10 dias para logo descender até 18,5 °C, após 120 dias.

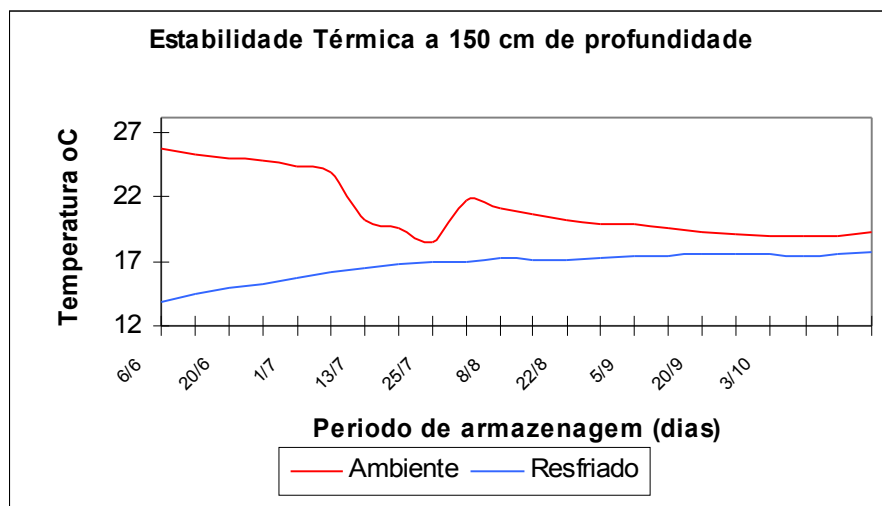


Figura 1.12 -Variação da temperatura das sementes a 150 cm de profundidade.

Pela Figura 1.12 pode-se observar que a 150 cm de profundidade as sementes resfriadas mantiveram excelente estabilidade térmica em temperaturas inferiores a 18 °C, durante todo o período de armazenagem, confirmando assim os resultados esperados, iniciando com 13,9 °C e atingindo o valor final de 17,7 °C no momento do desmanche. Esses valores de temperatura são considerados muito bons para a armazenagem de sementes. As sementes não resfriadas iniciaram a armazenagem com 25,7 °C e, após 130 dias, atingiram o valor mínimo de 18,9 °C.

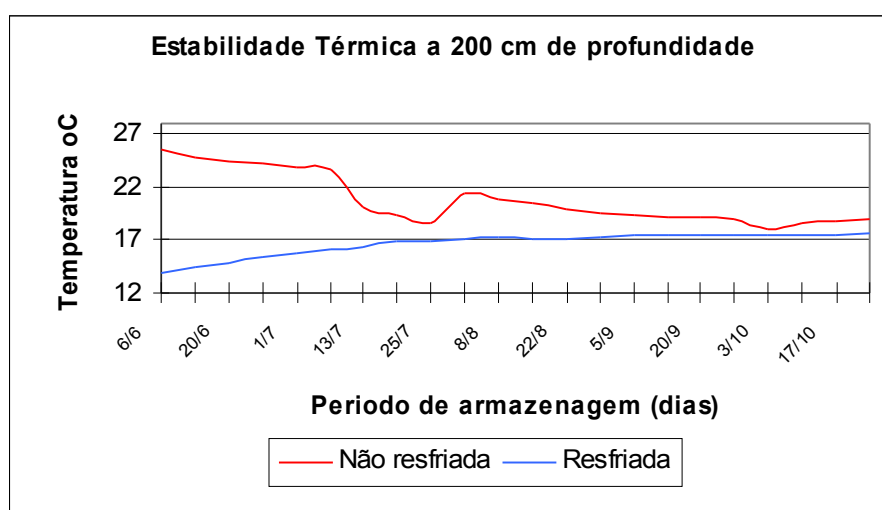


Figura 1.13 -Variação da temperatura das sementes a 200 cm de profundidade.

Pela Figura 1.13, pode-se observar que a 200 cm de profundidade as sementes resfriadas mantiveram excelente estabilidade térmica em temperaturas inferiores a 18 °C, durante todo o período de armazenagem, confirmando assim os resultados esperados, iniciando com 14 °C e atingindo o valor final de 17,9 °C, no momento do desmanche. Esses valores de temperatura são considerados muito bons para a armazenagem de sementes. As sementes não resfriadas iniciaram a armazenagem com 25,6 °C e após 120 dias atingiram o valor mínimo de 18 °C.

1.4.4 Indicadores de Qualidade das Sementes de Soja

Durante as etapas de enchimento dos sacos e de desmanche dos blocos, ou seja, no início e no final do experimento, foram retiradas amostras de sementes de soja para verificação da qualidade do produto ao longo do período de armazenamento.

1.4.4.1 Teor de umidade

A Tabela 3 apresenta a variação do teor de umidade média das sementes de soja resfriadas e não-resfriadas no início e no final do período de armazenamento.

Tabela 1.3 - Teor de umidade das sementes de soja resfriadas e não-resfriadas

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (Dias)	TEOR DE UMIDADE MÉDIO (% b.u.)	
	Ambiente	Resfriada
0	11,0 bA	11,0 bA
140	10,2 aB	9,2 aA

OBS.: Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas representam médias iguais nos tratamentos e letras minúsculas iguais nas colunas representam médias iguais entre os períodos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando-se a Tabela 1.3 pode-se verificar que ao final do período de armazenamento, o teor de umidade médio apresentado pelas sementes de soja mantidas à temperatura ambiente (não-resfriadas) foi estatisticamente superior às sementes resfriadas artificialmente. Contrário ao esperado, pode ser que tenha ocorrido uma secagem das sementes durante o processo de resfriamento, principalmente da sua camada superficial. Assim, durante o período de conservação, ocorreu naturalmente uma redistribuição de água no interior das sementes, reduzindo o teor de umidade. No entanto, recomenda-se a realização de novos experimentos para comprovar a veracidade dessa hipótese.

1.4.4.2 Peso de 1000 sementes

A Tabela 4 apresenta a variação do peso médio de 1000 sementes de soja resfriadas e não-resfriadas no início e no final do período de armazenamento.

Tabela 1.4 - Peso médio de 1000 sementes de soja resfriadas e não-resfriadas

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (Dias)	PESO DE 1.000 SEMENTES (GR)	
	Ambiente	Resfriada
0	175,0 aA	175,0 bA
140	177,4 aB	167,6 aA

OBS.: Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas representam médias iguais nos tratamentos e letras minúsculas iguais nas colunas representam médias iguais entre os períodos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1.4, pode-se verificar que as sementes mantidas à temperatura ambiente não apresentaram alteração de peso, em relação ao início do armazenamento, o que não se verifica em relação às sementes resfriadas artificialmente, que apresentaram redução de peso, em relação ao início do armazenamento e às sementes conservadas à temperatura ambiente. Esse resultado é consequência do menor teor de umidade apresentado pelas sementes resfriadas artificialmente,

conforme verificado na Tabela 1.3, pois o parâmetro de avaliação: peso de 1000 sementes considera a massa de matéria seca e a massa de água que constituem a semente.

1.4.4.3 Matéria seca

Na Tabela 1.5 são apresentados os valores médios da massa de matéria seca de 1000 sementes de soja resfriadas e não-resfriadas no início e no final do período de armazenamento.

Tabela 1.5 - Massa de matéria seca de 1000 sementes de soja resfriadas e não-resfriadas

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (Dias)	MASSA DE MATÉRIA SECA (gr)	
	Ambiente	Resfriada
0	155,6 aA	155,6 aA
140	159,3 bA	152,2 aB

OBS. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas representam médias iguais nos tratamentos e letras minúsculas iguais nas colunas representam médias iguais entre os períodos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Desconsiderando a água presente no produto, pode-se notar na Tabela 1.5 que a massa de matéria seca de 1000 sementes mantidas em condição de temperatura ambiente foi estatisticamente superior no início do experimento e em relação às sementes resfriadas artificialmente. Observa-se que, ao final do período experimental, as sementes mantidas à temperatura ambiente aumentaram a massa de matéria seca, o que é impossível de ocorrer. Contribuiu para esse resultado, a não-uniformidade das sementes de soja utilizadas no experimento, pois elas não haviam sido classificadas em equipamentos de acordo com o tamanho e peso.

1.4.4.4 Teste de germinação

Na Tabela 1.6 são apresentados os valores médios dos testes de germinação das sementes de soja resfriadas e não-resfriadas.

Tabela 1.6 - Percentual de germinação das sementes de soja resfriadas e não-resfriadas

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (Dias)	GERMINAÇÃO (%)	
	Ambiente	Resfriada
0	82,0 aA	82,0 bA
140	69,0 aA	81,0 aA

OBS.: Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas representam médias iguais nos tratamentos e letras minúsculas iguais nas colunas representam médias iguais entre os períodos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em relação à percentagem de germinação apresentada pelas sementes de soja, pode-se verificar na Tabela 1.6 que as sementes de soja resfriadas artificialmente mantiveram o índice de germinação dentro do padrão de comercialização durante o período experimental. Mesmo não ocorrendo diferença estatística entre os tratamentos, houve uma redução de 15,9% no poder germinativo das sementes não-resfriadas em relação à germinação inicial e de 14,8% em relação às sementes resfriadas.

De maneira geral, as sementes de soja, quando armazenadas à temperatura ambiente e em armazéns convencionais, degradam as suas qualidades fisiológicas, ocasionando perdas consideráveis no setor sementeiro.

Analisando-se os resultados da avaliação de qualidade das sementes de soja resfriadas e não-resfriadas, em relação ao início e ao final do período de armazenamento, pode-se verificar que as sementes resfriadas artificialmente mantiveram o poder germinativo dentro do padrão comercial, devido as suas melhores condições de armazenagem, apresentada pelos menores valores de temperatura durante o período de conservação.

1.5 CONCLUSÕES

Para a época, local e condições em que foi realizada esta pesquisa, pode-se concluir que:

1. A temperatura das sementes de soja ensacadas e empilhadas em blocos varia em função da temperatura interna do armazém e que a variação das sementes localizadas em profundidades superiores a 100 cm é menor do que as sementes localizadas próximas às superfícies laterais dos blocos;

2. As alterações nos valores de temperaturas das sementes de soja resfriadas artificialmente e ensacadas em sacos de polietileno são lentas e relativamente pequenas, ou seja, as sementes de soja mantiveram boa estabilidade térmica durante o período de armazenagem, em especial, em maiores profundidades;

3. Não há necessidade de um novo ciclo de resfriamento, considerando o tempo de armazenagem de 140 dias e de época do ano;

4. As sementes resfriadas artificialmente, comparativamente às sementes não-resfriadas, mantiveram valores de temperaturas em níveis adequados à prática de conservação de sementes ao longo de todo período de armazenamento e que as sementes localizadas até 50 cm de profundidade alteraram as suas temperaturas em função da temperatura interna do armazém, independentemente de serem resfriadas artificialmente ou não-resfriadas.

5. As sementes de soja não-resfriadas apresentaram tendência mais acentuada de variação de suas temperaturas, em função das variações das temperaturas internas do armazém;

6. As sementes resfriadas artificialmente mantiveram o poder germinativo dentro do padrão comercial, devido às suas melhores condições de armazenagem atribuída aos menores valores de temperatura, durante o período de armazenamento;

1.6 RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados obtidos e ás necessidades observadas, pode-se sugerir outras pesquisas:

1. Com o objetivo de aprimorar o isolamento térmico do bloco, com manta térmica ou outro material;

2. Visando o isolamento térmico da estrutura de armazenamento para melhorar a estabilidade térmica do bloco de sementes.

REFERÊNCIAS

BAUDET, L. M. L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTAL, 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**. New York, 1994. 443 p.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C .W. **Drying cereal grains**. 2. ed. Westport, Connecticut: AVI Publishing. 1978. 265 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento de Produção Vegetal, 1992. 365 p.

DELOUCHE, J. C. Germinação, deterioração e vigor de sementes. In: **SEED NEWS**. Pelotas: Editora Becker e Peske Ltda, v. 6, n. 6, p. 24-31. 2002.

FARONI, L. R. D.; PAULA, S. V. **Ocorrência de perdas e principais pragas de grãos armazenados**. Viçosa: CENTREINAR, 1995.

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

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

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

MELLO, V. D. C. **Qualidade fisiológica de sementes de arroz sob condições de secagem estacionária e contínua.** Pelotas, 1996. 98 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas.

OWEN, T. **Testes de estabilidade térmica de sementes de soja, armazenadas em sacas, à temperatura ambiente, em armazém não climatizado.** Paraguai - Troncal 4: Estância Criciúma, 1999 (Estudo pessoal não publicado).

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

PORTO, A.G. **Resfriamento de sementes de soja em silo com sistema de distribuição radial do ar.** Pelotas, 2004. 47 f. 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. 1000 p.

CAPÍTULO 2

2 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS EM DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO

Os fatores mais críticos e que determinam o sucesso do processo de armazenagem de sementes são a temperatura e o teor de umidade, pois afetam indiretamente as características fisiológicas da semente. Considerando, essa realidade, este trabalho de pesquisa estabeleceu como objetivo estudar o efeito da temperatura de conservação e do período de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de soja. Foi utilizado um lote de sementes de soja cultivar BRS 184, produzidas na safra 2004/2005. Foram realizados três tratamentos: 1) sementes de soja mantidas a temperatura de 25°C; 2) sementes de soja mantidas a 20°C e, 3) sementes de soja mantidas a 15°C. As sementes de soja permaneceram armazenadas em câmaras climáticas por um período de 150 dias. A variação do teor de umidade ao longo do período de armazenamento foi mais sensível para as sementes submetidas às temperaturas mais elevadas (20°C e 25°C); as sementes conservadas a temperatura de 15°C não apresentaram variações bruscas nos valores do teor de umidade; não ocorreram diferenças estatísticas entre os pesos iniciais e finais de 1000 sementes; independentemente da temperatura de conservação e do período de armazenamento, as sementes de soja mantiveram a massa de matéria seca ao longo do experimento e, não foi verificado efeito da temperatura de conservação na percentagem de germinação da semente de soja no final do período de armazenamento.

Palavras-chave: Germinação, sementes de soja, conservação.

ABSTRACT

Two critical physiological factors determine the success of the storage process: the temperature and the humidity contents. Thus, this research had the objective of studying the effect of the conservation temperature and the storage period in the physiological quality of the soy seeds. A lot of BRS 184 soy seeds, produced in 2004/2005 harvest. Three treatments had been carried through: 1) soy seeds kept at the temperature of 25°C; 2) soy seeds kept at 20°C and, 3) soy seeds kept at 15°C. The soy seeds had remained stored in climatic chambers for a 150-day period. According to the conditions this research was carried through, one concludes that: the variation of the humidity contents along the conservation period was more sensible for the seeds submitted to higher temperatures (20°C and 25°C); the seeds conserved at the temperature of 15°C did not present sudden variations in the values of the humidity contents; statistical differences between the initial and final weights of 1000 seeds had not occurred; independently of the conservation temperature and the storage period, the soy seeds had kept the mass of dry substance along the experiment and it was not verified the effect of conservation temperature in the percentage of germination of soy seed in the end of the storage period.

Keywords. Germination, soybeans seeds, conservation.

2.1 INTRODUÇÃO

Semente de alta qualidade é o fator fundamental a ser considerado para qualquer sistema de produção, pois os resultados de pesquisas com novos cultivares mais produtivos e que apresentam maior resistência a insetos e doenças são transferidas ao produtor pela semente.

O objetivo principal da armazenagem de grãos e sementes é propiciar meios de manutenção, durante o período de estocagem, das características biológicas, químicas e físicas que eles possuíam, imediatamente após a colheita. Dos fatores fisiológicos críticos e que determinam o sucesso do processo de armazenagem de sementes são a temperatura e o teor de umidade. Elevado teor de umidade das sementes ocasiona problemas durante a armazenagem, porque cria condições favoráveis ao desenvolvimento de insetos e fungos, além do aumento da taxa de respiração e perda no poder germinativo. Além dos compostos produzidos, o processo respiratório das sementes armazenadas libera calor. A redução de temperatura das sementes pode ajudar a reduzir a taxa de respiração e prolongar a qualidade biológica, química e física do produto armazenado. Em níveis de baixa temperatura, a atividade de insetos e fungos é reduzida e, conseqüentemente, decresce a taxa de redução de matéria seca na massa de grãos. O desenvolvimento de insetos e fungos é reconhecido como agentes responsáveis pelos maiores problemas para o sucesso da armazenagem de sementes (SILVA, 2000).

Os principais fatores responsáveis pelo crescimento fúngico são a umidade e a temperatura da semente. O tempo de armazenamento também é importante, pois, quanto mais longo o período de estocagem, maiores são os riscos em que a semente fica exposta. Os fungos presentes na semente criam as condições de umidade para manter seu crescimento e causar danos sem que os mesmos sejam percebidos a olho nu.

O setor agrícola, notadamente o segmento armazenador de sementes e grãos, demanda soluções para a redução de perdas e manutenção da

qualidade fisiológica e sanitária dos produtos desde a colheita até a semeadura. Grandes quantidades de sementes são perdidas todos os anos por problemas de viabilidade no final da sua armazenagem, assim também, prejuízos não totalmente contabilizados são comuns devido ao uso de sementes não certificadas e que acabam resultando na implantação de lavouras pouco produtivas. Sementes produzidas pelo próprio produtor são armazenadas muitas vezes em condições estruturais inadequadas.

Os produtores de sementes têm focado os seus esforços na secagem, limpeza e classificação. Porém as sementes são classificadas e embaladas à temperatura ambiente e dependendo da estação do ano e da localização geográfica, a temperatura pode ser inapropriada para a conservação. A temperatura desempenha um papel fundamental para a manutenção das qualidades sanitárias e fisiológicas de sementes armazenadas.

Segundo LAZZARI (1997), as sementes podem sofrer alterações em suas características sanitárias e fisiológicas; germinação e vigor desde a maturação, ainda no campo até o momento de sua utilização. Estas alterações são causadas principalmente pela umidade e a temperatura dos grãos ou sementes, isoladas ou associadas são os fatores principais que afetam o desenvolvimento de fungos e insetos em produtos armazenados e ainda mais pelo manejo inadequado durante a colheita, recepção, secagem e o armazenamento do produto.

Considerando que a manutenção da baixa temperatura das sementes de soja durante o armazenamento pode ser um método eficiente de garantir as qualidades do produto, esse trabalho de pesquisa definiu como objetivo principal estudar o efeito da temperatura de conservação e do período de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de soja.

Os objetivos específicos foram:

- 1) Avaliar o comportamento do teor de umidade das sementes de soja submetidas a diferentes temperaturas;
- 2) Avaliar a variação de massa das sementes de soja submetidas a diferentes temperaturas;
- 3) Avaliar a germinação das sementes de soja submetidas ao armazenamento a diferentes temperaturas.

2.2 REVISÃO DE LITERATURA

Referindo-se aos danos em sementes que ocorrem durante o armazenamento, é importante considerar o sistema ecológico como um todo. Dentre os fatores que governam as condições de conservação das sementes, incluem-se o tipo e composição química, o teor de umidade, a temperatura e umidade relativa ambiente durante o armazenamento e as condições físicas das sementes.

Os comportamentos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários da semente determinam sua qualidade que depende também das condições ambientais de campo, durante o seu desenvolvimento, maturação, métodos de colheita, secagem, beneficiamento, teor de umidade e temperatura da semente e das condições ambientais de armazenamento. A qualidade fisiológica das sementes é um processo dinâmico e complexo resultante da interação entre caracteres genéticos e fatores ambientais ao longo do tempo (MELLO, 1996) e, segundo BEWLEY e BLACK (1994), caracterizada pela sua capacidade de germinação, vigor e longevidade. Sementes expostas às condições naturais de desenvolvimento no campo, após desligarem-se fisiologicamente da planta-mãe, segundo KOOLER (1972), estão em condições mais drásticas do que aquelas armazenadas artificialmente. De acordo com POLA (1979), a qualidade fisiológica das sementes decresce à medida que a colheita é retardada e o maior grau de deterioração depende das condições ambientais.

Segundo MOREIRA (1993) e MAIER e NAVARRO (2002), o resfriamento artificial de grãos é obtido quando a temperatura é reduzida abaixo da temperatura ambiente, usando um sistema mecânico de refrigeração. Mesmo o grão com conteúdo de água de 16-18% base úmida (bu) pode ser armazenado com segurança por 3 a 18 meses, reduzindo-se a temperatura a uma faixa de 3 a 10 °C, inibindo o desenvolvimento de insetos e fungos e a perda de germinação de sementes.

O teor de umidade das sementes, principal fator que governa sua qualidade deve ser monitorado desde o momento da colheita até o final do

período de armazenamento (LASSERAN, 1981). Após a colheita, as sementes devem ser submetidas à secagem no menor período de tempo possível, uma vez que o retardamento desta operação contribui de forma acentuada para o declínio na qualidade fisiológica.

Para as condições climáticas brasileiras, é prudente e seguro considerar-se como produto seco, a semente com teor de água de 13% (HARA, 1992).

As sementes são materiais higroscópicos, isto é, têm a capacidade de ceder ou absorver a água do ar que as envolve. Significa um balanceamento entre a temperatura e a umidade relativa do ar. Em qualquer par de temperaturas iguais ocorre igualdade de pressões parciais entre a umidade das sementes e a umidade relativa do ar. No momento em que houver equivalência no deslocamento da umidade, ocorrerá o equilíbrio higroscópico (CUNHA, 1998; VILLELA; PESKE, 1998).

Segundo DELOUCHE (2002), a redução do potencial de germinação durante o armazenamento é uma característica da deterioração da semente que, pela diminuição na percentagem de germinação ou pelo aumento na incidência de anormalidades nas plântulas, indica uma redução no vigor da semente.

CARVALHO (1994) explica que o vigor da semente exerce influência sobre a velocidade e a uniformidade de emergência e sobre o tamanho e peso da plântula, portanto, pode-se esperar que sementes de alto vigor apresentem melhor desempenho no campo, sobretudo na fase de plântula, que depende essencialmente das reservas da semente para o seu crescimento.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes, para fins de semeadura e comercialização de lotes tem sido fundamentalmente baseada no teste de germinação. Esse teste apresenta as vantagens de ser padronizado e facilmente reproduzível para obtenção de resultados similares e comparáveis, quando realizado por diferentes laboratórios.

A diminuição da temperatura das sementes com a utilização do refrigerador, 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.

Um aumento na temperatura das sementes acelera as atividades biológicas, as quais aumentam a produção de calor, matando completamente as sementes. Em sementes armazenadas em silos com alto teor de umidade, a atividade metabólica é associada à presença de microrganismos, que produzem calor, elevando a temperatura da massa de sementes armazenada. Com as sementes quentes, a taxa de respiração aumenta rapidamente, os fungos começam a agir e em poucos dias a germinação poderá estar perdida.

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

A condição geral requerida para uma conservação segura das sementes é mantê-las secas e frias. Sementes da maioria dos grãos são armazenadas por um ano quando mantidas entre 11 e 13% de teor de umidade e de 18 a 20°C. Para dois anos de armazenagem, o teor de umidade precisa ser reduzido para menos de 10%. Para períodos maiores de dois anos, é requerido que o teor de umidade das sementes seja inferior a 8% e acondicionadas a temperaturas inferiores a 15°C. Sementes oleaginosas, tais como soja, são difíceis de armazenar e requerem temperaturas baixas e teores de umidade inferior 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 3 a 8 anos (GREGG et al., 1970).

De acordo com LAZZARI (1997) existe uma correlação entre teor de umidade e temperatura da semente no consumo de matéria seca pelos fungos de armazenamento. Segundo o autor, o maior consumo ocorre nas temperaturas e teores de umidade mais elevados, pois permitem um maior crescimento fúngico (Tabela 2.1).

Tabela 2.7 - Perda de matéria seca (%) causada pelos fungos de armazenamento em sementes de soja relacionadas com o teor de umidade, temperatura e tempo.

TEMPERATURA (°C)	TEOR DE UMIDADE (%)	DIAS			Total
		60	120	180	
15	13,9	0,00	0,06	0,18	0,24
	17,3	0,12	0,17	0,26	0,55
	19,8	0,10	0,19	0,96	1,25
25	14,1	0,00	0,16	0,23	0,40
	17,1	0,30	0,32	0,68	1,30
	20,3	1,05	1,23	1,74	4,00

Fonte: LAZZARI (1997).

Os produtos agrícolas se desenvolvem no campo e são contaminados com um grande número de fungos. Em condições apropriadas alguns desses fungos podem desenvolver-se sobre algumas sementes de grãos antes da colheita. São os chamados de fungos de campo. Após a colheita do produto, os fungos de campo gradualmente morrem e diferentes grupos de fungos se desenvolvem, os quais são denominados de fungos de armazenamento. De acordo com BROOKER, BAKKER-ARKEMA e HALL (1978), os principais danos causados por fungos em produtos agrícolas armazenados são: decréscimo no poder germinativo da semente, descoloração no produto, aquecimento, alterações bioquímicas, mofo e produção de toxina e perda de matéria seca. A maioria dos fungos de armazenamento é do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*. Os danos causados por esses fungos são maiores do que os causados pelos fungos de campo.

Tabela 2.8 - Limites de temperaturas para o desenvolvimento de fungos de armazenamento.

FUNGOS	TEMPERATURA (°C)		
	Mínima	Ótima	Máxima
<i>Aspergillus restrictus</i>	5 – 10	30 – 35	40 – 45
<i>A. glaucus</i>	0 – 5	30 – 35	40 – 45
<i>A. flavus</i>	10 – 15	40 – 45	45 – 50
<i>Penicillium spp</i>	-5 – 0	20 – 25	35 – 40

Fonte: LAZZARI (1997); SCUSSEL (2002).

De acordo com SCUSSEL (2002), a temperatura do produto é menos restritiva que a umidade, no que diz respeito ao crescimento fúngico e à produção de micotoxina. Para a autora, a utilização combinada de resfriamento do produto e o acompanhamento do teor de umidade é o melhor método de controle de proliferação fúngica.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi realizado no laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, cidade de Cascavel, Paraná. Foi utilizado um lote de sementes de soja cultivar BRS 184, produzidas na safra 2004/2005. O lote de sementes de soja foi dividido para compor três tratamentos: 1) sementes de soja mantidas a temperatura de 25°C; 2) sementes de soja mantidas a 20°C e, 3) sementes de soja mantidas a 15°C. As sementes de soja permaneceram armazenadas, sob efeito das diferentes temperaturas por um período de 150 dias (de 06/Junho a 24/Outubro) para verificação do efeito da temperatura das sementes de soja na manutenção de suas qualidades fisiológicas.

Para simular as condições de conservação das sementes de soja nas diferentes temperaturas, utilizou-se de uma câmara climática composta internamente de quatro mini-câmaras, as quais possuíam, individualmente, controles digitais de temperaturas. A Figura 2.1 mostra a câmara climática utilizada durante o experimento.



Figura 2.14 -Fotografia da câmara climática utilizada no experimento.

Cada compartimento é composto por sistema frigorífico independente de capacidade nominal de 3.030 Kcal/h, para ciclo de refrigeração sendo que o aquecimento foi realizado por sistema de resistências elétricas, operadas automaticamente pelo termostato digital.

Em cada mini-câmara foram colocados 30 saquinhos de polipropileno trançado, feitos do mesmo material que compõe as sacas comerciais de sementes de soja, sendo que, cada saquinho continha um peso aproximado de 500 g de sementes de soja (Figura 2.2).



Figura 2.15 -Fotografia dos saquinhos de polietileno com sementes de soja no interior da mini-câmara.

Para realizar a avaliação da qualidade das sementes de soja, foram retirados, em intervalos regulares de 15 dias, três saquinhos de cada mini-câmara para análise em laboratório. Portanto, foram realizadas 2 análises mensais x 3 repetições x 5 meses de conservação, perfazendo um total de 30 pequenos sacos colocados em cada mini-câmara. Além dessas análises quinzenais, foi realizada uma análise no início do experimento para verificação da qualidade inicial do lote de semente.

2.1.1 Análises de Laboratório

As três amostras retiradas de cada uma das mini-câmaras foram analisadas no laboratório quanto à variação do teor de umidade, peso de 1000 grãos, massa de matéria seca e germinação (primeira contagem da germinação).

2.1.1.1 Teor de umidade

O teor de umidade das sementes de soja foi determinado de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992), utilizando a estufa a 105°C± 1°C, durante 24 horas, com 3 (três) repetições.

2.1.1.2 Peso de 1000 sementes

O peso de 1000 sementes foi determinado conforme a metodologia descrita em Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O peso de 1000 grãos foi utilizado para verificar a perda de massa nas sementes de soja (perda massa de matéria seca de 1000 sementes de soja) armazenada sob efeito do resfriamento, antes e após o período experimental. A massa de matéria seca foi determinada utilizando a Equação 1:

$$Pms = Pt - (Pt \times U) \quad (2.1)$$

Em que:

Pms - massa de matéria seca, g;

Pt: - peso de 1000 grãos de soja, g;

U - teor de umidade do lote de soja determinado na estufa, decimal b.u.

2.1.1.3 Teste de germinação

A percentagem de germinação das sementes de soja foi determinada de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992), utilizando o germinador à temperatura de 25 °C, com 3 (três) repetições. O substrato utilizado foi o rolo de papel toalha, umedecido a razão de 2,5:1 (duas partes e meia de água destilada para uma de papel seco). As contagens foram realizadas no quinto dia após a semeadura.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1 Avaliação do Teor de Umidade das Sementes de Soja

Na Figura 2.3 são apresentadas as variações do teor de umidade das sementes de soja, sob efeito das diferentes temperaturas de conservação, em função do período de armazenamento. Na Tabela 1 do Apêndice B são apresentados os valores obtidos das análises de teor de umidade das sementes de soja.

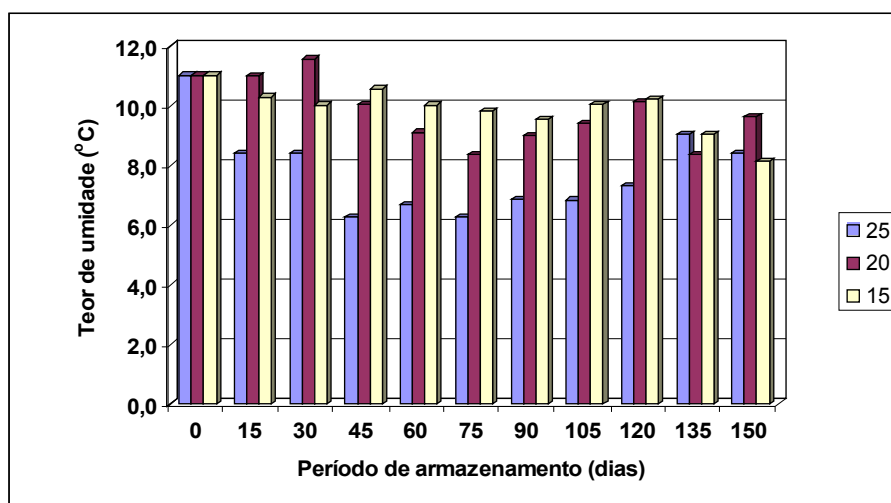


Figura 2.16 -Variação do teor de umidade das sementes de soja nas diferentes temperaturas de conservação em função do período de armazenamento.

Analisando a Figura 2.3, pode-se verificar que ocorreu uma redução do teor de umidade ao longo do período de armazenamento, independentemente da temperatura de conservação. De modo geral, a variação do teor de umidade ao longo do período de conservação foi mais sensível para as sementes

submetidas às temperaturas mais elevadas (20°C e 25°C). Por outro lado, as sementes conservadas à temperatura de 15°C não apresentaram variações bruscas nos valores do teor de umidade. Essas sementes foram submetidas a um menor estresse mecânico em função de suas contrações e expansões de volume em decorrência do processo de perda e ganho de água. A Tabela 2.3 apresenta os valores médios do teor de umidade e o resultado da análise estatística dos dados.

É importante enfatizar que o teor de água é o principal fator determinante do potencial de armazenamento e que sua manutenção em níveis considerados seguros é fator fundamental para evitar a deterioração da semente durante a sua armazenagem (HARRINGTON, 1972).

Tabela 2.9 - Resultado da análise estatística dos dados de teor de umidade médio das sementes de soja em função da temperatura de conservação e período de armazenamento

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (Dias)	TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO		
	25°C	20°C	15°C
0	11,0 a D	11,0 a DE	11,0 a C
15	8,4 a BC	11,0 b CDE	10,3 b BC
30	8,4 a BC	11,6 b E	10,0 c BC
45	6,3 a A	10,0 b BCDE	10,6 b BC
60	6,7 a A	9,1 b AB	10,0 b BC
75	6,3 a A	8,4 b A	9,8 c BC
90	6,9 a AB	9,0 b AB	9,5 b ABC
105	6,8 a AB	9,4 b ABC	10,0 b BC
120	7,3 a AB	10,1 b BCDE	10,2 b BC
135	9,0 a C	8,4 a A	9,0 a AB
150	8,4 a BC	9,6 b ABCD	8,1 a A

Obs.: Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas representam médias iguais nos tratamentos e letras maiúsculas iguais nas colunas representam médias iguais entre os períodos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A variação do teor de umidade pode ser explicada pela teoria do equilíbrio higroscópico que ocorre quando a pressão de vapor de água na semente é igual à pressão do vapor de água do que ar que a circunda. A semente hidrata-se quando sua pressão de vapor é menor que a pressão de vapor do meio, caso contrário, ela desidrata. A temperatura e a umidade

relativa do ar ambiente são os dois principais fatores que controlam este processo de hidratação e desidratação (MELLO, 1996; VILLELA; PESKE, 1998; PESKE; VILLELA, 2003). Dessa forma, as variações de teores de umidade podem ser atribuídas à falta de controle da umidade relativa do ar no interior das mini-câmaras, pois em determinados períodos as sementes podem ter sido submetidas a valores baixos ou elevados de umidade relativa.

2.2.2 Avaliação do Peso de 1000 Sementes de Soja

Na Figura 2.4 são apresentadas as variações do peso de 1000 sementes de soja, sob efeito das diferentes temperaturas de conservação, em função do período de armazenamento. Na Tabela 2 do Apêndice B são apresentados os valores obtidos das análises de peso de 1000 sementes de soja.

Observa-se na Figura 2.4 que as sementes de soja conservadas nas temperaturas de 20°C e 25°C apresentaram maiores variações no parâmetro peso de 1000 sementes do que as sementes conservadas a 15°C. Essas variações devem-se, principalmente, ao efeito da temperatura, conjuntamente com a umidade relativa interna nas mini-câmaras, pois a alta temperatura no ambiente implica uma umidade relativa mais baixa, conseqüentemente as sementes apresentam tendência de perder água e aumentar o processo respiratório, consumindo matéria seca. As variações mais acentuadas no peso de 1000 sementes foram verificadas no período intermediário de armazenamento.

Vale ressaltar que as sementes de soja utilizadas no experimento não foram beneficiadas, ou seja, não foram classificadas por tamanho e peso, conseqüentemente, há possibilidade de que, durante as análises laboratoriais, em determinado período de tempo tenha ocorrido contagem de um maior número de sementes de peso superior ou inferior à média, contribuindo para aumentar ou diminuir o valor do parâmetro peso de 1000 sementes.

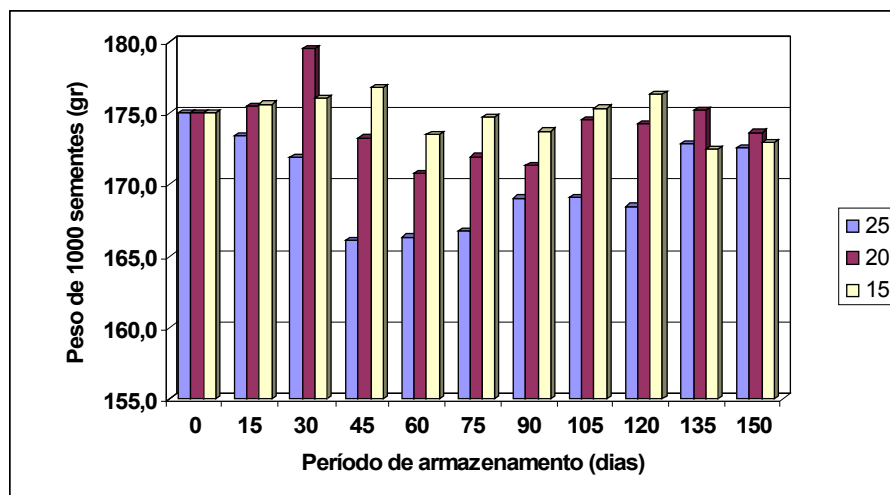


Figura 2.17 -Variação do peso de 1000 sementes de soja nas diferentes temperaturas de conservação em função do período de armazenamento.

A Tabela 2.4 apresenta os valores médios de peso de 1000 sementes de soja e o resultado da análise estatística dos dados. Observa-se na Tabela 2.4 que estatisticamente não houve diferença entre as médias finais de peso de 1000 sementes, independentemente da temperatura de conservação. Nota-se também que não ocorreram diferenças estatísticas entre os pesos iniciais e finais de 1000 sementes, ou seja, as sementes ao final do período de armazenamento mantiveram, estatisticamente, os mesmos pesos do início do período de armazenamento.

Tabela 2.10 - Resultado da análise estatística dos dados de peso de 1000 sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (Dias)	TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO		
	25°C	20°C	15°C
0	175,0 a D	175,0 a BC	175,0 a AB
15	173,4 a D	175,5 a CD	175,7 a AB
30	171,9 a BCD	179,5 c D	176,0 b AB
45	166,1 a A	173,3 b ABC	176,8 cB
60	166,3 a A	170,8 b A	173,5 b AB
75	166,7 a A	172,0 b ABC	174,8 b AB
90	169,0 a ABC	171,3 ab AB	173,8 b AB
105	169,1 a ABC	174,6 b ABC	175,3 b AB
120	168,5 a AB	174,3 b ABC	176,4 b AB
135	172,8 a CD	175,2 a BC	172,5 a A
150	172,6 a CD	173,6 a ABC	173,0 a AB

OBS.: Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas representam médias iguais nos tratamentos e letras maiúsculas iguais nas colunas representam médias iguais entre os períodos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

2.2.3 Avaliação da Massa de Matéria Seca das Sementes de Soja

Na Figura 2.5 são apresentadas as variações de massa de matéria seca de 1000 sementes de soja sob efeito das diferentes temperaturas de conservação, em função do período de armazenamento. Na Tabela 3 do Apêndice B são apresentados os valores obtidos das análises de massa de matéria seca de 1000 sementes de soja.

Analisando a Figura 2.5 pode-se notar que não há um comportamento homogêneo dos resultados em relação ao efeito da temperatura na massa de matéria seca, no entanto, as sementes conservadas a temperatura de 15 °C mostram uma tendência a apresentarem valores superiores, na maioria dos períodos de armazenamento analisados, comparativamente às sementes conservadas nas temperaturas de 20°C e 25°C. Esse resultado, apesar do comportamento não-homogêneo dos dados ao longo do período de armazenamento, indica que, preferencialmente, as sementes devem ser

conservadas em temperaturas baixas visando à manutenção de sua matéria seca.

A Figura 2.5 apresenta os valores médios de massa de matéria seca de 1000 sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento.

De acordo com os resultados da análise estatística apresentada na Figura 2.5, pode-se verificar que não ocorreu diferença entre as médias de massa de matéria seca de 1000 sementes de soja para as diferentes temperaturas de conservação, em cada período de armazenamento. Quando comparado o efeito do período de armazenamento em cada temperatura de conservação, nota-se que somente para a temperatura de 20 °C ocorreram diferenças estatísticas, no entanto, a diferença entre o maior e o menor valor foi de, aproximadamente, 3,6 g. De um modo geral, pode-se verificar, independentemente da temperatura de conservação e do período de armazenamento, as sementes de soja mantiveram a massa de matéria seca ao longo do experimento.

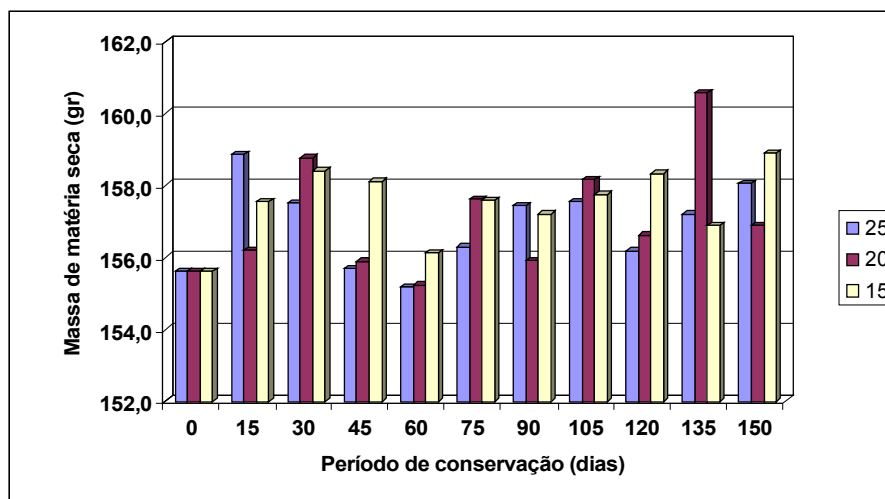


Figura 2.18 -Variação da massa de matéria seca de 1000 sementes de soja nas diferentes temperaturas de conservação em função do período de armazenamento.

À semelhança da observação feita em relação ao peso de 1000 sementes, recomenda-se que seja realizado experimento com sementes classificadas e que as mini-câmaras apresentem controle de umidade relativa,

pois a temperatura de conservação combinada com a umidade relativa influencia a condição de ambiente adequado à conservação de sementes.

Tabela 2.11 - Tabela 5. Resultado da análise estatística dos dados de massa de matéria seca de 1000 sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento.

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (Dias)	TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO		
	25°C	20°C	15 OC
0	155,6 a A	155,6 a A	155,6 a A
15	158,9 a A	156,2 a AB	157,5 a A
30	157,5 a A	158,8 a AB	158,4 a A
45	155,7 a A	155,9 a AB	158,1 a A
60	155,2 a A	155,2 a A	156,1 a A
75	156,3 a A	157,6 a AB	157,6 a A
90	157,4 a A	155,9 a AB	157,2 a A
105	157,5 a A	158,2 a AB	157,8 a A
120	156,2 a A	156,6 a AB	158,3 a A
135	157,2 ab A	160,6 b B	156,9 a A
150	158,1 a A	156,9 a AB	158,9 a A

OBS.: Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas representam médias iguais nos tratamentos e letras maiúsculas iguais nas colunas representam médias iguais entre os períodos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

2.2.4 Avaliação da Germinação das Sementes de Soja

Na Figura 2.6 são apresentadas as variações das porcentagens de germinação das sementes de soja, sob efeito das diferentes temperaturas de conservação, em função do período de armazenamento. Na Tabela 4 do Apêndice B são apresentados os valores obtidos das análises de germinação das sementes de soja.

De acordo com os resultados dos testes de germinação apresentados na Figura 2.6 pode-se verificar que ocorreram variações não-esperadas, pois a porcentagem de plântulas normais aumentou com o decorrer do período de armazenagem. Esse fato também foi constatado em outras empresas sementeiras visitadas no Estado do Paraná e os laboratoristas reportaram experiências similares, com a variedade BRS 184. Fato que pode ser atribuído

a dois fatores: a) a presença de fungos inibidores de germinação ou, b) estresse hídrico no campo, em virtude de possível estiagem que pode ter afetado a região que originou a semente de soja, submetendo as sementes a estado de dormência.

Independentemente da temperatura de conservação, observa-se que a variação da porcentagem de germinação foi similar em função do período de armazenamento, ou seja, se a germinação reduzia ou aumentava em determinado período de armazenamento, reduzia e aumentava igualmente para todas as sementes, independente da temperatura de conservação.

A Figura 2.6 apresenta os valores médios de porcentagens de germinação e o resultado da análise estatística dos dados. Pode-se verificar na Tabela 2.6 que não houve diferença estatística entre as médias de porcentagens de germinação das sementes de soja ao final ou durante o período de armazenamento. Portanto, pode-se verificar que não ocorreu efeito da temperatura de conservação na porcentagem de germinação final da semente de soja. No entanto, recomenda-se um trabalho controlando a umidade relativa das mini-câmaras e utilizando a mesma cultivar de sementes de soja, porém provenientes de diferentes regiões, no sentido de verificar se há efeito do estresse híbrido sobre a variação da germinação ao longo do período de armazenamento.

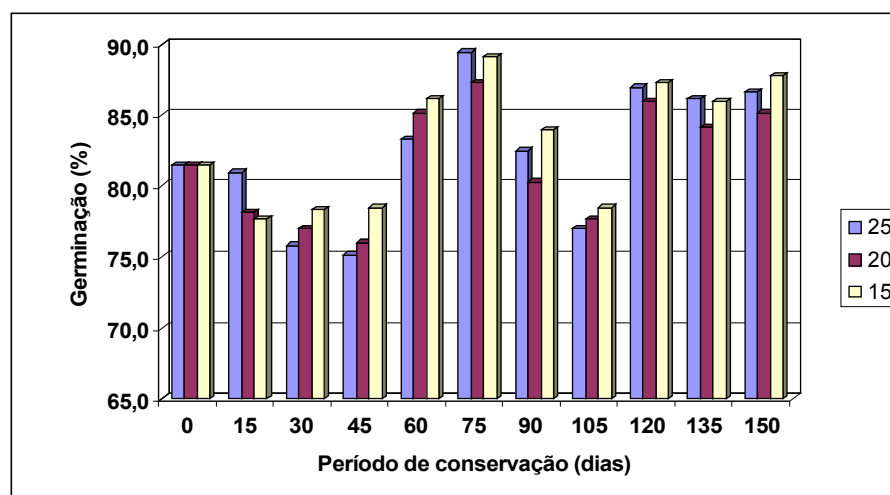


Figura 2.19 -Variação do peso de 1000 sementes de soja nas diferentes temperaturas de conservação em função do período de armazenamento.

Tabela 2.12 - Resultado da análise estatística dos dados de percentagem de germinação das sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (Dias)	TEMPERATURA DE CONSERVAÇÃO		
	25°C	20°C	15 oC
0	81,5 a ABCD	81,5 a ABCD	81,5 a AB
15	81,0 a ABCD	78,2 a AB	77,7 a A
30	75,8 a AB	77,0 a A	78,3 a A
45	75,2 a A	76,0 a A	78,5 a A
60	83,3 a CDE	85,2 a CD	86,2 a BC
75	89,5 a E	87,3 a D	89,2 a C
90	82,0 a BCD	80,3 a ABC	84,0 a ABC
105	77,0 a ABC	77,7 a AB	78,5 a A
120	87,0 a DE	86,0 a CD	87,3 a BC
135	86,2 a DE	84,2 a BCD	86,0 a BC
150	86,7 a DE	85,2 aCD	87,8 a BC

OBS.: Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas representam médias iguais nos tratamentos e letras maiúsculas iguais nas colunas representam médias iguais entre os períodos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

2.3 CONCLUSÕES

Para a época, local e condições em que foi realizada esta pesquisa, pode-se concluir que:

1. A variação do teor de umidade ao longo do período de conservação foi maior para as sementes submetidas às temperaturas mais elevadas (20 °C e 25 °C);

2. As sementes conservadas à temperatura de 15 °C não apresentaram variações bruscas nos valores do teor de umidade;

3. Não ocorreram diferenças estatísticas entre os pesos iniciais e finais de 1000 sementes, ou seja, as sementes ao final do período de armazenamento mantiveram, estatisticamente, os mesmos pesos do início do período de armazenamento;

4. Independentemente da temperatura de conservação e do período de armazenamento, as sementes de soja mantiveram a massa de matéria seca ao longo do experimento;

5. Não foi verificado efeito da temperatura de conservação na porcentagem de germinação da semente de soja ao final do período de 150 dias de armazenamento.

2.4 RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados obtidos e às necessidades observadas, pode-se sugerir:

1. Que seja realizado experimento com sementes padronizadas e que as mini-câmaras apresentem controle de umidade relativa, pois a temperatura de conservação combinada com a umidade relativa influencia na condição de ambiente adequado à conservação de sementes;

2. utilizar uma mesma cultivar de sementes de soja, porém proveniente de diferentes regiões, no sentido de verificar se há efeito do estresse híbrido sobre a variação da germinação ao longo do período de armazenamento.

REFERÊNCIAS

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: Physiology of development and germination. New York, 1994. 443 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento de Produção Vegetal, 1992. 365 p.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C .W. **Drying cereal grains**. 2. ed. Westport, Connecticut: AVI Publishing. 1978. 265 p.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor de sementes. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 1-25.

CUNHA, O. P. **Curso operacional de preparação para safra/98 e pós-colheita 99**. Porto Alegre: Dryeration, 1998.

DELOUCHE, J. C. Germinação, deterioração e vigor de sementes. **SEED NEWS**. Pelotas, ed. Becker e Peske, 2002, v. 6, n. 6, p. 24-31.

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.

HARA, Tetuo. **Armazenagem de grãos**. Sistema de aeração de grãos. Campinas – SP: Instituto Bio Geneziz, IBG,1992.

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

KOOLER, D. Environmental control of seed germination. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. p. 14-76.

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

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.

MELLO, V. D. C. **Qualidade fisiológica de sementes de arroz sob condições de secagem estacionária e contínua**. Pelotas, 1996. 98 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas

MOREIRA, R. G.. Aeração de grãos usando ar natural e frio. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRAIN CONSERVATION, 1993, Canela - RS. **Anais...** Canela – RS. 1993. p. 177-196.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A. Secagem de sementes, In: PESKE, S. T.; ROSENTAL, M. D.; ROTA, G. R. (ed.) **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**, Pelotas: Ed. Universitária – UFPel, 2003 p.284-322.

POLA, J. N. **Efeito do retardamento de colheita sobre a germinação, vigor e sanidade de sementes de soja**. Pelotas, 1979. 144 f. Dissertação (Mestrado). 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. 1000 p.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 502 p.

VILLELA, F. A.; PESKE, S. T. Secagem e beneficiamento de sementes de arroz irrigado. In: PESKE, S. T.; NEDEL, J. L.; BARROS, A. C. S. A. **Produção de arroz irrigado**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária – UFPel, 1998. p. 431-468.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A - MÉDIAS DE TEMPERATURA**Tabela 1** - Médias semanais de temperatura e umidade relativa no interior do armazém convencional durante o período experimental

PERÍODO EXPERIMENTAL (Semana)	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	UMIDADE RELATIVA MÉDIA (%)
1	25,7	74,2
2	20,0	91,4
3	20,5	77,9
4	25,3	84,0
5	17,6	71,2
6	23,4	68,6
7	14,6	81,5
8	14,0	77,5
9	27,4	58,8
10	17,3	70,8
11	27,3	63,7
12	23,6	61,8
13	17,2	72,3
14	25,1	65,2
15	11,1	85,0
16	23,0	73,5
17	23,3	52,0
18	22,9	81,5
19	30,4	69,6
20	23,7	79,4
21	29,0	73,0

Tabela 2 - Variações das temperaturas médias semanais no bloco de sementes não-resfriadas

PERÍODO (Dia/mês)	PROFUNDIDADE (cm)			
	50	100	150	200
06/06	23,8	24,7	25,7	25,6
13/06	23,8	24,4	25,2	24,8
20/06	23,6	24,1	24,9	24,5
25/06	23,0	23,8	24,7	24,2
01/07	22,6	23,4	24,3	23,8
06/07	22,3	23,1	23,9	23,6
13/07	19,4	20,1	20,1	20,1
20/07	18,2	19,3	19,5	19,4
25/07	17,3	18,2	18,5	18,5
01/08	18,6	20,4	21,7	21,5
08/08	19,4	19,9	21,1	20,9
15/08	18,8	19,7	20,6	20,4
22/08	19,2	19,3	20,2	19,9
29/08	20,2	19,3	19,9	19,6
05/09	19,2	19,3	19,8	19,3
13/09	18,8	19,1	19,6	19,2
20/09	17,9	18,8	19,3	19,1
26/09	18,8	18,5	19,1	19,0
03/10	19,1	18,5	19,0	18,0
10/10	19,5	18,7	18,9	18,6
17/10	21,3	19,0	19,0	18,7
24/10	21,3	19,3	19,3	18,9

Tabela 3 - Variação da temperatura no bloco de sementes resfriadas

PERÍODO (Dia/mês)	PROFUNDIDADE (cm)			
	50	100	150	200
06/06	15,2	15,3	13,9	13,7
13/06	18,0	15,8	14,4	14,1
20/06	18,0	16,3	14,9	14,7
25/06	17,7	16,6	15,3	15,0
01/07	17,6	16,8	15,7	15,4
06/07	18,3	17,1	16,1	15,9
13/07	17,4	17,3	16,4	16,2
20/07	17,4	17,2	16,8	16,6
25/07	16,6	17,2	16,9	16,8
01/08	16,4	17,1	17,0	17,0
08/08	17,7	17,1	17,2	17,2
15/08	17,1	17,2	17,1	17,2
22/08	17,9	17,3	17,1	17,2
29/08	18,1	17,6	17,2	17,3
05/09	17,9	17,6	17,4	17,4
13/09	17,9	17,6	17,4	17,5
20/09	16,6	17,6	17,5	17,5
26/09	16,8	17,3	17,5	17,6
03/10	17,6	17,3	17,5	17,6
10/10	18,4	17,6	17,4	17,5
17/10	19,5	17,9	17,5	17,6
24/10	19,9	18,5	17,7	17,7

APÊNDICE B - ÍNDICES DE QUALIDADE DAS SEMENTES

Tabela 1 - Teor de umidade das sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (Dias)	TEMPERATURA DE CONSERVAÇÃO (° C)								
	25			20			15		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	11,08	10,89	11,07	11,08	10,89	11,07	11,08	10,89	11,07
15	8,47	8,33	8,38	11,04	11,00	10,94	10,20	10,31	10,36
30	8,37	8,35	8,46	11,54	11,65	11,49	9,90	10,09	10,06
45	6,09	6,43	6,28	10,17	10,10	9,86	10,53	10,60	10,58
60	6,61	6,79	6,67	9,10	9,14	9,10	9,92	10,17	9,96
75	6,12	6,34	6,33	8,38	8,38	8,29	9,76	9,86	9,88
90	6,70	7,11	6,78	8,87	9,09	9,05	9,54	9,57	9,50
105	6,69	7,00	6,84	9,44	9,36	9,38	9,97	10,00	10,12
120	7,16	7,50	7,28	10,24	10,14	9,99	10,06	10,25	10,34
135	8,96	9,16	9,01	4,53	10,34	10,22	8,93	9,21	8,99
150	8,49	8,16	8,54	9,43	9,71	9,79	8,11	8,21	8,07

Tabela 2 - Peso de 1000 sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento

Período de armazenamento (dias)	Temperatura de conservação (° C)								
	25			20			15		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	174,23	175,10	175,90	174,2	175,1	175,9	174,2	175,1	175,9
15	172,34	173,54	174,35	175,98	175,41	175,10	176,48	176,86	173,51
30	172,14	173,58	170,11	178,86	177,69	182,00	175,89	174,35	177,84
45	168,33	165,43	164,53	175,16	174,13	170,59	176,54	177,08	176,79
60	165,53	164,66	168,74	169,61	170,86	171,89	172,38	172,98	175,16
75	165,48	166,54	168,19	174,29	170,06	171,58	174,08	175,26	174,93

90	169,06	168,94	169,11	173,78	170,28	169,94	174,84	173,85	172,59
105	171,09	166,34	169,90	176,16	173,50	174,06	174,49	173,98	177,56
120	167,65	167,90	169,94	174,59	175,49	172,71	175,43	177,04	176,59
135	174,85	173,24	170,43	175,44	174,80	175,40	171,28	173,00	173,16
150	172,68	172,54	172,46	173,25	172,34	175,34	174,58	173,06	171,25

Tabela 3 - Massa de matéria seca 1000 sementes de soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento

Período de armazenamento (dias)	Temperatura de conservação (° C)								
	25			20			15		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	154,60	155,63	156,75	154,60	155,63	156,75	154,60	155,63	156,75
15	157,74	159,08	159,73	156,55	156,12	155,95	158,48	158,63	155,53
30	157,72	159,07	155,72	158,22	157,00	161,09	158,48	156,76	159,95
45	158,07	154,79	154,19	157,35	156,55	153,76	157,94	158,31	158,08
60	154,59	153,48	157,49	154,18	155,25	156,25	155,27	155,39	157,72
75	155,35	155,98	157,54	159,68	155,82	157,36	157,09	157,99	157,65
90	157,73	156,92	157,64	158,36	154,80	154,55	158,16	157,22	156,20
105	159,65	154,69	158,28	159,54	157,25	157,73	157,09	156,58	159,60
120	155,65	155,30	157,57	156,71	157,69	155,45	157,78	158,88	158,33
135	159,18	157,37	155,07	167,48	156,72	157,47	155,99	157,07	157,60
150	158,01	158,45	157,73	156,91	155,61	158,18	160,42	158,85	157,44

Tabela 4 - Percentagem de germinação das sementes soja em função da temperatura de conservação e do período de armazenamento

Período de armazenamento (dias)	Temperatura de conservação (° C)								
	25			20			15		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	76,00	84,50	82,50	76,00	84,50	82,50	76,00	84,50	82,50
15	81,50	85,00	76,50	76,50	78,00	80,00	75,50	78,50	79,00
30	79,00	73,50	75,00	75,50	78,50	77,00	76,50	80,00	78,50
45	78,00	78,00	69,50	75,50	79,00	73,50	78,00	82,00	75,50
60	84,50	82,50	83,00	84,50	84,00	87,00	87,50	87,00	84,00
75	91,00	89,00	88,50	88,50	83,50	90,00	88,50	91,00	88,00

90	82,50	83,50	81,50	81,00	77,00	83,00	84,00	80,50	87,50
105	80,50	75,50	75,00	79,50	76,00	77,50	80,00	74,00	81,50
120	85,00	87,00	89,00	85,00	89,00	84,00	85,50	88,50	88,00
135	84,00	86,00	88,50	85,50	81,50	85,50	82,50	87,00	88,50
150	89,50	87,00	83,50	86,50	85,50	83,50	85,00	90,50	88,00
