

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação de Mestrado

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA EM EMBALAGENS PERMEÁVEL
E HERMÉTICA, COM E SEM ATMOSFERA MODIFICADA**

André Fernandes Capilheira

Pelotas – RS, 2016.

André Fernandes Capilheira

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA EM EMBALAGENS PERMEÁVEL
E HERMÉTICA, COM E SEM ATMOSFERA MODIFICADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientador: Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Pelotas - RS, 2016

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Francisco Amaral Villela.....(Orientador)

Doutor em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo – USP

.....
Dr. Géri Eduardo Meneghello.....

Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel

.....
Prof^a. Dra. Gizele Ingrid Gadotti.....

Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel

.....
Doutor André Pich Brunes.....

Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel

*Dedico esta dissertação a meu filho Joaquim
Herreira Capilheira, que sirva de exemplo para o
seu crescimento pessoal e profissional....*

*Ofereço,
Primeiro e especialmente a minha esposa Bianca
Herreira Capilheira que sempre esteve ao meu lado
torcendo pelo meu sucesso, me auxiliando, me
incentivando e dando suporte, minha fortaleza.
Ao meu pai Airton dos Santos Capilheira e meu
irmão Marcelo Fernandes Capilheira por estar
sempre a minha disposição...*

Agradecimentos

À Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, pelo conforto de sua estrutura física. Também por proporcionar a realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

As empresas envolvidas, pela oportunidade de vincular o estudo em seus desafios diários.

Ao professor orientador e amigo Dr. Francisco Amaral Villela pela orientação, conhecimentos repassados, conselhos e amizade durante a realização do curso.

À professora e amiga Dra. Gizele Ingrid Gadotti pela atenção, conhecimentos repassados, conselhos, paciência e amizade durante a realização do curso.

Ao pesquisador Dr. Géri Eduardo Meneghello pelo auxílio incondicional, dedicação e amizade.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes.

Aos amigos e colegas, Vinícius Rosinha, Bruna Bezerra, Jerffeson Araújo, Raimunda Nonata da Silva, Rafael Vergara, Ítala Dubal, André Brunet pelo companheirismo, apoio, amizade e trabalho.

A minha família pelo incentivo, apoio, amor, carinho e paciência, que não mediram esforços para ajudar na realização deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”.

(Marcel Proust)

Resumo

CAPILHEIRA, André Fernandes. **Armazenamento de sementes de soja em embalagens permeável e hermética, com e sem atmosfera modificada**. 2016. 41f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

As características dos materiais utilizados nas embalagens para armazenamento de sementes podem influenciar negativamente no processo de deterioração, acarretando problemas futuros no período de armazenamento e na emergência em campo. Desta forma, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja, armazenadas em embalagens permeável e hermética e mantidas em condições ambientais não controladas. Para a realização do experimento foi utilizado um lote de sementes de soja da cultivar SYN 1059 RR. Foi empregado quatro repetições, distribuídas em parcela dividida 3x6 (três tipos de embalagens x seis períodos de armazenamento). Foram utilizadas embalagens de papel multifoliado, hermética e hermética com injeção de CO₂, armazenadas por 225 dias e avaliação em intervalos regulares de 45 dias. Após o ensaio das sementes de soja, foi avaliada a qualidade das sementes através das análises de germinação, envelhecimento acelerado, umidade, condutividade elétrica e emergência em campo. A embalagem hermética, com e sem injeção de CO₂, favorece a diminuição da velocidade da deterioração das sementes de soja. A embalagem hermética permite uma maior qualidade fisiológica das sementes de soja comparativamente à embalagem permeável, no período de armazenamento até 180 dias sobre as condições ambientais não controladas.

Palavras-Chave: *Glycine max*; armazenamento; qualidade fisiológica; longevidade; armazenagem hermética.

Abstract

CAPILHEIRA, André Fernandes. **Soy bean seeds storage permeable and hermetic packaging, with or without modified atmosphere.** 2016. 41f. Dissertation (Master's) – Post Graduation Program in Seed Sciences and Technology, Eliseu Maciel Agronomy School, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2016.

The characteristics of materials used in packages for seeds storage may negatively influence in the deterioration process, causing future problems in the period of storage and in the emergence in the field. Thus, we aimed to assess the physiological quality of soya beans, stored in permeable and hermetic packages and stored in uncontrolled environmental conditions. In order to carry out the experiment, we used a soya beans lot from the cultivar SYN 1059 RR. It was used four repetitions, distributed in divided portion 3x6 (three types of packages x six storage periods). We used multi-wall paper, hermetic and hermetic with CO₂ injection packages, stored for 225 days and an assessment of regular intervals of 45 days. After bagging the soya beans, the beans quality was assessed through the analysis of germination, accelerated aging, humidity, electric conductivity and emergence in the field. The hermetic package, with and without CO₂ injection, favors to reduce the speed of deterioration of soy bean seeds. The hermetic package allows a higher physiological quality of soya beans comparatively to the permeable package, in the storage period of up to 180 days under uncontrolled environmental conditions.

Key words: *Glycine max*; storage; physiological quality; lifetime; hermetic packaging.

Lista de Figuras

Figura 1. Posicionamento de sensores para medição de umidade relativa do ar e temperatura.....	20
Figura 2. Sensor (Data Logger) empregado para medição de temperatura e umidade relativa do ar.....	20
Figura 3. Localização do sensor no interior do armazém.....	20
Figura 4. Vista das embalagens herméticas para medição da concentração de oxigênio.....	21
Figura 5. Aparelho para medição da concentração de oxigênio.....	21
Figura 6. Comportamento da concentração de oxigênio durante o armazenamento hermético, com e sem injeção de CO ₂ de sementes de soja.....	24
Figura 7. Variação de temperatura e umidade relativa do ar no interior do armazém em Condor - RS no período de julho de 2015 a fevereiro de 2016.....	25
Figura 8. Variação de temperatura no interior da embalagem de papel multifoliado contendo sementes de soja, em Condor – RS.....	26
Figura 9. Variação de umidade relativa do ar interior da embalagem de papel multifoliado contendo sementes de soja, em Condor – RS.....	27
Figura 10. Variação de temperatura no interior da embalagem hermética contendo sementes de soja, em Condor – RS.....	28
Figura 11. Variação de umidade relativa do ar no interior da embalagem hermética contendo sementes de soja, em Condor – RS.....	29
Figura 12. Comportamento das sementes de soja para o teste de germinação nas embalagens de papel multifoliado, hermético e hermético com a injeção de O ₂	31
Figura 13. Comportamento da condutividade elétrica de sementes de soja acondicionadas nas embalagens papel multifoliado, hermética e hermética com injeção de CO ₂	32
Figura 14. Comportamento das sementes de soja no teste de envelhecimento acelerado nas embalagens de papel multifoliado, hermético e hermético com a injeção de CO ₂	33
Figura 15. Comportamento das sementes de soja no teste de emergência em campo nas embalagens de papel multifoliado, hermético e hermético com a injeção de CO ₂	34

.Lista de Tabelas

Tabela 1. Temperaturas mínimas, máximas e média mensal no local de armazenamento das sementes de soja em Condor – RS.....25

Tabela 2. Umidades relativas do ar mínimas, máximas e média mensal no local de armazenamento das sementes de soja em Condor – RS.....26

Tabela 3. Dados médios de umidade relativa do ar (UR), germinação (G), condutividade elétrica (C.E), envelhecimento acelerado (E.A) e emergência em campo (E.C), conforme a embalagem e do período de armazenamento, de sementes de soja.....30

Sumário

1. Introdução.....	12
2. Revisão Bibliográfica.....	14
2.1. Qualidade fisiológica de sementes de soja.....	14
2.2. Longevidade de sementes.....	15
2.3. Armazenamento de sementes.....	16
2.4. Embalagens.....	17
3. Material e Métodos.....	19
Procedimento experimental.....	23
4. Resultados e Discussão.....	24
5. Conclusão.....	36
6. Referências.....	37

1. Introdução

A soja é a principal “commodity” agrícola do Brasil, que por sua vez é o segundo maior produtor mundial da cultura, atrás apenas dos Estados Unidos. A cada safra, a soja é a cultura que vem apresentando maior crescimento em área cultivada no segmento agroindustrial brasileiro. A evolução no desempenho das lavouras de soja nesta temporada, cujo clima apresentou destacada influência, indica para a safra 2015/16, incremento de 0,8% na produção em relação à safra passada, totalizando 96,96 milhões de toneladas. Essa produção deriva de uma área cultivada de 33,08 milhões de hectares.

Os níveis de produtividade no Rio Grande do Sul da safra 2015/16 alcançaram rendimentos médio de 2.970 kg ha⁻¹, sendo este, maior com relação a temporada 2014/15, quando se atingiu 2.835 kg.ha⁻¹. (CONAB, 2016).

A região sul representa a segunda maior área semeada do país, com um acréscimo de 4,3% em relação ao exercício anterior (2014/15), tornando-se um dos principais desafios das sementeiras, atender esta demanda com sementes de qualidade superior, fator de extrema importância no incremento da produtividade e qualidade dos grãos. A qualidade da semente é caracterizada pelo somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que irão determinar o desempenho da semente no armazenamento e na semeadura. A consolidação desses atributos para a determinação da qualidade final das sementes é adquirida durante todo o processo de produção. No entanto, a redução de qualidade no campo é frequente, principalmente no final da maturação ou no período de pré-colheita (GIGLIOLI e FRANÇA NETO, 1982; PESKE e PEREIRA, 1983; HARTWIG e POTTS, 1987).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), diversos fatores influenciam na conservação e manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento, dentre eles temperatura, umidade relativa do ar e o tipo de embalagem empregada.

A qualidade fisiológica das sementes tem sido um dos aspectos mais pesquisados nos últimos anos, em razão das sementes estarem sujeitas a diversas mudanças degenerativas, as quais podem ser de origem bioquímica, fisiológica e física que ocorrem após a sua maturidade, e que estão associadas à redução do vigor (ALIZAGA et al., 1990). Assim, o armazenamento constitui etapa fundamental para manter a qualidade fisiológica da semente e garantir a manutenção de vigor e

viabilidade no período compreendido entre a colheita e a semeadura (AZEVEDO et al., 2003).

Considerando a dificuldade de preservação da qualidade fisiológica de sementes de soja, no armazenamento em condições ambientais não controladas, mesmo a curto prazo, o acondicionamento das sementes em embalagens herméticas pode se constituir em alternativa viável para a manutenção da longevidade.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de embalagens herméticas, com e sem atmosfera modificada e permeável na preservação da qualidade fisiológica de sementes de soja.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Qualidade fisiológica de sementes de soja

Constitui-se num grande desafio para o setor sementeiro produzir sementes de soja de elevada qualidade, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (FRANÇA NETO et al., 2007)

O uso de sementes de alta qualidade é um dos pré-requisitos fundamentais para a obtenção de maior produtividade na lavoura. A qualidade fisiológica das sementes é influenciada pelas características genéticas herdadas, além da germinação e vigor, a umidade, temperatura e sanidade são fatores afetados pelas condições ambientais, métodos de colheita, secagem, beneficiamento, tratamento, armazenamento e embalagem (ANDRADE et al., 2001).

Se a semente permanece por um período prolongado em campo após a maturidade fisiológica, muitos fatores adversos podem ocorrer e reduzir sua qualidade, podendo resultar em perda parcial ou total da qualidade (PESKE e VILLELA, 2012). O retardamento da colheita afeta negativamente a qualidade fisiológica, acarretando também maior velocidade de absorção de água pela redução da resistência oferecida pelo tegumento, cuja permeabilidade aumenta com a deterioração das sementes (ROCHA et al., 1984). A deterioração de sementes é uma série de processos que envolvem transformações degenerativas que, eventualmente, causam a morte da semente (BAUDET e VILLELA, 2012).

Estudando as flutuações de umidade e a qualidade de sementes de soja, após a maturidade fisiológica, Ahrens e Peske (1994) notaram que a qualidade fisiológica das sementes pode estar comprometida uma semana após atingir pela primeira vez umidade inferior a 16%. Entre a maturidade fisiológica e a colheita, a exposição das sementes a altas temperaturas, associada a condições alternantes de alta e baixa umidade da semente, poderá causar a redução da qualidade das sementes durante o período de armazenamento (PESKE e VILLELA, 2012).

Nem mesmo características genéticas distintas das cultivares, como a espessura do tegumento da semente, asseguram a obtenção de semente com alta qualidade fisiológica, se a colheita é retardada (GUIRIZATTO et al., 2004).

Diferenças na qualidade fisiológica de sementes de soja atribuídas não somente ao genótipo, mas principalmente aos efeitos das condições

meteorológicas ocorridas entre a maturidade fisiológica e a colheita, foram observados por Aguero et al. (1997).

Devido às características higroscópicas, as variações no teor de água nas sementes de uma mesma planta, podem chegar até cinco pontos percentuais, dependendo da temperatura e umidade relativa do ar. Esse processo de sorção e dessorção de água ocasiona a perda de flexibilidade dos tecidos, acelerando a deterioração e, conseqüentemente, a redução de viabilidade e vigor das sementes (AHRENS et al., 2000).

2.2. Longevidade de sementes

A longevidade das sementes pode ser definida como o período de tempo em que permanecem viáveis. Se não forem conservadas em condições favoráveis, perdem sua viabilidade em pouco tempo. A longevidade é uma característica geneticamente determinada, variando entre espécies e entre variedades de uma mesma espécie, influenciadas pelo ambiente (BAUDET e VILLELA, 2012).

Conforme a longevidade, as sementes podem ser classificadas como de vida curta, média e longa. Em geral, as sementes de vida longa e média apresentam longevidade crescente, conforme diminuem a temperatura ambiente e o seu teor de água (PARRELLA, 2011).

A longevidade das sementes ortodoxas pode ser acentuadamente prolongada pela secagem a teores de água entre 5% e 8% e pelo acondicionamento em embalagens impermeáveis. As sementes de vida curta, por outro lado, possuem longevidade, em muitos casos, muito reduzida, que se estende por semanas ou no máximo, meses (PARRELLA, 2011).

Sementes recalcitrantes são aquelas que perdem rapidamente sua viabilidade quando são secas abaixo de um grau de umidade relativamente alto. Essas sementes não podem ser secadas por métodos tradicionais e possuem baixo potencial de armazenamento (BAUDET e VILLELA, 2012).

O potencial de armazenamento de sementes ortodoxas sofre influência de vários fatores, além da longevidade, destacando-se a qualidade inicial, determinada pelas condições ambientais prevaletentes na fase de enchimento da semente e no período compreendido entre a maturidade fisiológica e a colheita,

pelos danos mecânicos na colheita e no beneficiamento, especialmente em transportadores, e pelos danos térmicos na secagem (VILLELA e MENEZES, 2009).

2.3. Armazenamento de sementes

O armazenamento das sementes inicia-se quando estas atingem a maturidade fisiológica, sendo que o maior desafio é que as sementes, após certo período, ainda apresentem elevada qualidade fisiológica. Assim sendo, a função do armazenamento é manter a qualidade das sementes durante o período em que ficam armazenadas, visto que seu melhoramento não é possível mesmo sob condições ideais (KRÜGER, 2013).

Algumas condições ambientais fundamentais para a manutenção da viabilidade e longevidade das sementes durante o armazenamento, como o teor de água, temperatura de armazenagem e o grau de infecção e infestação inicial por microorganismos (anterior ao armazenamento) são fatores que determinam diretamente a redução de qualidade das sementes (DHINGRA, 1985).

Dessa forma, o objetivo principal do armazenamento de sementes é, após atingir a maturidade fisiológica, preservar a máxima qualidade das sementes, retardando a deterioração, através do controle de três principais fatores: umidade das sementes, umidade relativa do ar e temperatura do ambiente de armazenamento (MINOR e PASCHAL, 1982; DHINGRA, 1985).

O fator mais importante que afeta a conservação das sementes é seu grau de umidade. Alto grau de umidade (acima de 13%) não é desejável para o armazenamento de sementes em geral. No caso de sementes de soja, 13% já é considerado marginal, sendo recomendado com que o armazenamento seja realizado com grau de umidade de 12% ou menos. Outro fator, refere-se a capacidade das sementes trocar umidade com o ambiente que as rodeia. Em um ambiente úmido, as sementes secas absorverão umidade do ar, inversamente, sementes úmidas em um ambiente seco perderão umidade para o ar. Essa relação de equilíbrio higroscópico ocorre em função da umidade relativa do ar (BAUDET e VILLELA, 2012).

Durante o armazenamento, as sementes continuam com suas atividades biológicas, como respiração, emissão de calor, vapor de água e dióxido de

carbono, cuja intensidade depende do grau de umidade da semente e da temperatura do ambiente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

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

A taxa respiratória cresce proporcionalmente com o aumento da temperatura, que fica na dependência do teor de água das sementes (Silva, 2008). Com o grau de umidade acima de 14% a respiração aumenta consideravelmente na maioria das sementes, ocasionando sua deterioração (SMANIOTTO et al., 2014).

De acordo com Demito e Afonso (2009), a redução da temperatura é uma técnica economicamente viável para preservar a qualidade de sementes armazenadas.

Portanto, para a obtenção de teores de água favoráveis à conservação, a secagem deve ser feita logo após a colheita e de maneira eficiente. Além disso, são necessários cuidados com a embalagem a ser utilizada e com o ambiente em que vai ser feito o armazenamento de sementes (PARRELLA, 2011).

2.4. Embalagens

No mercado de sementes, as embalagens possuem diversas funções, tais como: separação e identificação das sementes, facilidade de transporte e armazenamento, proteção das sementes contra o ataque de organismos e adversidades do ambiente. Para tanto devem apresentar as seguintes características: resistência ao transporte; porosidade ou impermeabilidade; flexibilidade ou rigidez; durabilidade e possibilidade de reutilização; facilidade de impressão; transparência ou opacidade e resistência a insetos e roedores (PESKE, 2003).

Segundo Peske (2003), pode-se classificar as embalagens em permeáveis, semi-permeáveis e impermeáveis, em função das trocas de umidade que podem ocorrer entre as sementes e o ambiente circundante.

As embalagens permeáveis geralmente são produzidas utilizando papel, juta, algodão e plástico trançado. Como principal característica, permitem as trocas de umidade, o que quer dizer que se a semente estiver seca e o ambiente com alta

umidade, em pouco tempo a semente também estará úmida (PESKE, 2003). Portanto, as embalagens utilizadas no armazenamento devem ajudar a diminuir a velocidade do processo de deterioração, mantendo o teor de água inicial das sementes armazenadas, com o intuito de diminuir a respiração (TONIN e PEREZ, 2006).

Dentre os diversos tipos de embalagem, aquelas impermeáveis apresentam como principais características, além de evitar a troca de umidade entre a semente e o ambiente, a redução da disponibilidade de oxigênio devido à respiração das sementes, fato que reduz a diminuição de matéria seca, proliferação de insetos e mantém a qualidade fisiológica das sementes por maiores períodos de armazenamento (SAUER, 1992; BAUDET, 2003).

Segundo JAYAS et al. (1991), a atmosfera controlada ou modificada, que se baseia na alteração da composição dos gases da atmosfera, ou seja, redução na concentração de oxigênio e elevação nas concentrações de nitrogênio e dióxido de carbono, evita o crescimento de mofo e a presença de insetos, preservando a qualidade dos grãos e mantendo a germinação.

O emprego de embalagem impermeável associado ou não à utilização de atmosfera modificada pode ser uma alternativa para a preservação da longevidade de sementes de soja.

3. Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na Indústria de Sementes Costa Beber, localizada na cidade de Condor no estado do Rio Grande do Sul e a avaliação da qualidade das sementes foi realizada no Laboratório de Análises de Sementes da Universidade Federal de Pelotas. Foi utilizado um lote de sementes de soja, cultivar SYN 1059 RR, safra 2014/2015.

A semeadura foi realizada na época recomendada e durante o ciclo da cultura da soja ocorreram condições normais quanto ao clima da região, com temperatura média de 23°C e umidade relativa do ar média em torno de 64% (INMET, 2016).

A colheita foi realizada no mês de março de 2015 e a temperatura média nesta época foi de 21°C. Por outro lado, os dados de umidade relativa do ar média ficaram em torno de 65%.

As sementes de soja no momento da colheita possuíam umidade média de 13%. Conforme a estratégia utilizada pela indústria, as sementes foram submetidas a pré-limpeza e armazenadas até o mês de junho, sendo então submetidas às operações de beneficiamento. No momento de implantação do ensaio, as sementes de soja apresentavam teor de água médio de 11,8%.

A montagem do ensaio iniciou no dia 07 de julho de 2015 com o ensaque das sementes nos três tipos de embalagens: permeável (papel multifoliado), hermética no interior da embalagem de papel multifoliado e hermética no interior da embalagem de papel multifoliado com atmosfera modificada pela injeção de gás carbônico. As embalagens com capacidade para 30 kg foram preenchidas com 20 kg de sementes.

Foram acondicionadas quatro repetições de cada embalagem, para cada período de armazenamento, que consistiram em intervalos de 45 dias, totalizando ao final do ensaio 225 dias (seis períodos de armazenamento).

Utilizaram-se três tipos de embalagens e seis períodos de armazenamento, com quatro repetições, totalizando 72 sacos de sementes de soja colocados sobre paletes.

Na embalagem hermética com atmosfera modificada pela injeção de CO₂, o gás foi injetado por meio de uma mangueira plástica introduzida na embalagem, de forma a expulsar, progressivamente para o exterior, o ar intergranular.



Figura 1: Posicionamento de sensores para medição da umidade relativa do ar e temperatura, sendo, **A:** localização no interior da embalagem de papel multifoliado, **B:** localização no interior da embalagem hermética.

Durante o período de armazenamento, os valores de temperatura e umidade relativa do ar no interior das embalagens de papel multifoliado e hermética (Figura 1) foram registrados diariamente, por meio de sensores (Figura 2) e também foi instalado no local de armazenagem (Figura 3), junto à área do ensaio.



Figura 2: Sensor (*Data Logger*) empregado para medição de temperatura e umidade relativa do ar



Figura 3: Localização do sensor no interior do armazém

Para monitoramento da concentração de oxigênio durante o ensaio, as sementes foram acondicionadas em 10 embalagens herméticas (Figura 4). As medições da concentração de oxigênio foram realizadas nestas 10 embalagens herméticas, nos oito períodos.

As leituras da concentração de oxigênio pelas sementes, nas embalagens, hermética e hermética com CO₂, foram realizadas por meio de aparelho medidor de oxigênio *Oxygen monitor*, que mede entre 0 a 25% de O₂ na concentração da empresa GrainPro (Figura 5) sendo as medições feitas aos 10; 17; 24; 51; 100; 135; 180 e 225 dias de armazenamento.



Figura 4: Vista das embalagens herméticas para medição da concentração de oxigênio, sendo, **A:** sacaria hermética, **B:** sacaria hermética com injeção de CO₂.



Figura 5: Aparelho para medição da concentração de oxigênio.

Amostras de sementes foram retiradas para avaliação aos 0, 45, 90, 135, 180 e 225 dias de armazenamento.

As amostragens foram realizadas com um calador simples, perfurando-se as embalagens em pontos determinados lateralmente nas partes superior, mediana e inferior das embalagens. As amostras de sementes coletadas para análises foram acondicionadas em sacos de papel contendo 2 kg e mantidas em uma caixa térmica (isopor) até o momento do início das análises.

Este procedimento foi repetido desde a implantação do ensaio, inclusive na caracterização da qualidade fisiológica inicial das sementes, bem como a cada período definido. As sementes foram submetidas às seguintes avaliações:

Teor de água: utilizou-se o método da estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 h, para a obtenção dos resultados conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009).

Teste de germinação: utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes, em rolos de papel germitest umedecido, previamente, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram colocados no germinador à temperatura de 25°C . As contagens foram realizadas aos cinco e oito dias após semeadura, respectivamente, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Condutividade elétrica: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, pesadas em balança de precisão de 0,001g e colocadas para embebição em copos de plástico (capacidade de 200 mL) contendo 75 mL de água destilada, durante 24 horas, a temperatura de 25°C e leitura realizada em condutímetro de laboratório modelo DM-32 (MARCOS FILHO et al., 1987).

Teste de envelhecimento acelerado: seguindo a metodologia descrita por Marcos Filho (2015), empregando quatro repetições, distribuídas em camada única de sementes sobre telas de alumínio, suspensas no interior de caixas plásticas do tipo gerbox adaptadas, funcionando como compartimentos individuais (minicâmaras), sendo adicionados 40 mL de água e as caixas gerbox mantidas em uma estufa incubadora (tipo B.O.D.), a temperatura de 42°C , por 48h. Após este período, seguiu-se o mesmo procedimento do teste de germinação, com avaliação aos cinco dias após a semeadura.

Emergência de plântulas em campo: amostras de sementes correspondentes a cada período de avaliação ficaram armazenadas em câmara fria e seca (UR:

60% e T: 15°C) até o final do período de armazenamento, quando procedeu-se a semeadura de quatro repetições de 50 sementes, realizando a contagem final do número total de plântulas emergidas por repetição, aos 14 dias após a semeadura. Foram consideradas como plântulas emergidas, aquelas cujos cotilédones encontravam-se inteiramente acima da superfície do solo, com as folhas unifoliadas e com as margens não mais se tocando (EGLI e TEKRONY,1995).

Procedimento Experimental

Foram utilizadas quatro repetições, distribuídas em parcela dividida 3x6 (três tipos de embalagens x seis períodos de armazenamento). Os dados de germinação, envelhecimento acelerado e emergência em campo foram submetidos à transformação arco seno, antes da análise da variância.

Os dados de tipos de embalagens foram comparados pelo teste de Tukey, em nível de probabilidade de 5% e os de períodos de armazenamento foram submetidos à regressão polinomial, nos casos em que houve significância.

4. Resultados e Discussão

A concentração de oxigênio pelas sementes de soja acondicionadas em embalagens herméticas, com e sem injeção de CO₂, ao longo de 225 dias, apresentou na hermética uma estabilidade entre 10 e 24 dias em torno de 21% e na hermética com injeção de CO₂ próximo de 16% (Figura 6).

Entre 24 e 225 dias, a tendência de decréscimo da concentração de oxigênio foi similar para as duas condições, com e sem injeção de CO₂.

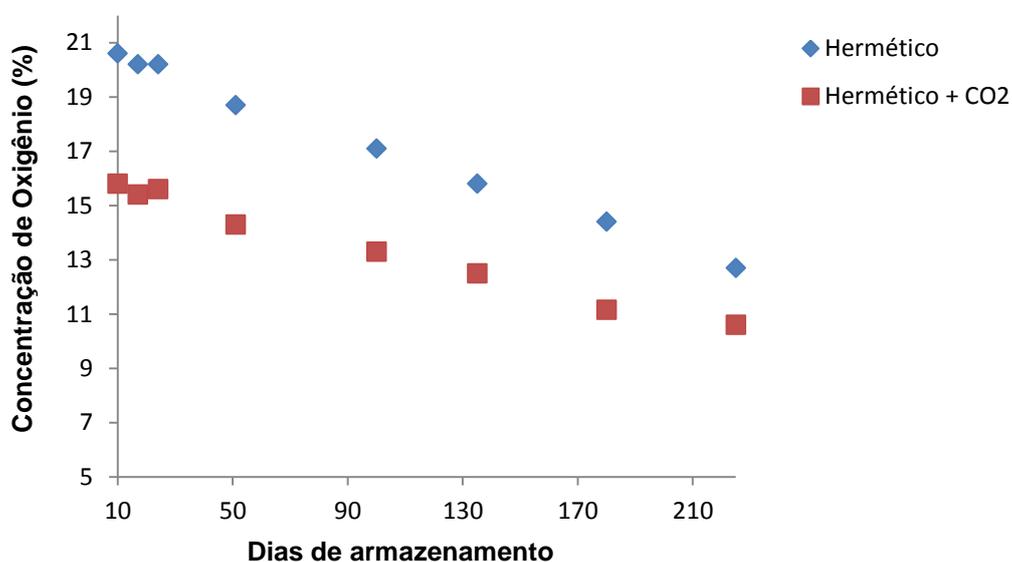


Figura 6: Comportamento da concentração de oxigênio durante o armazenamento em embalagem hermética, com e sem injeção de CO₂, em sementes de soja.

Na Figura 7 é representada a variação de temperatura e da umidade relativa do ar no interior do armazém de sementes. Mensalmente, verificou-se acréscimo das temperaturas, mínima, média e máxima (Tabela 1) e uma estabilidade da umidade relativa do ar, média, com variações entre 64 e 79% (Tabela 2), no período de julho de 2015 e fevereiro de 2016.

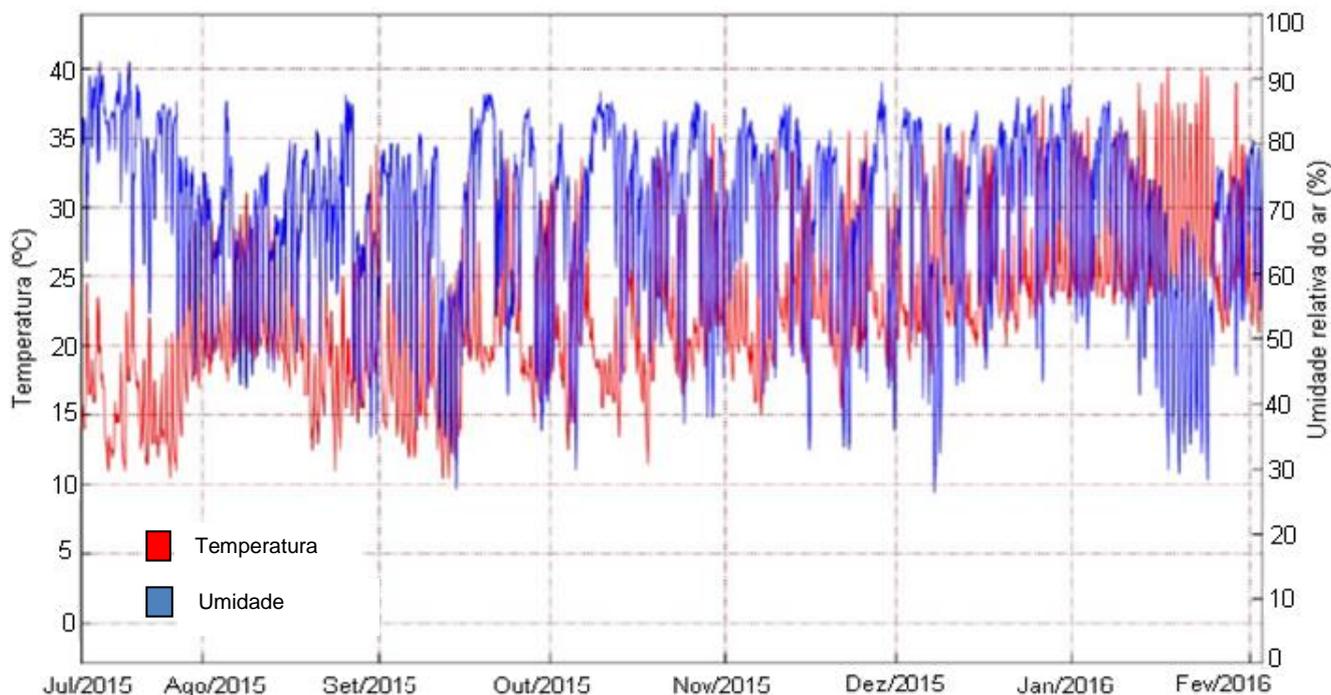


Figura 7: Variação de temperatura e umidade relativa do ar no interior do armazém em Condor-RS no período de julho de 2015 a fevereiro de 2016.

Tabela 1: Temperaturas mínima, máxima e média mensal no local de armazenamento das sementes de soja em Condor - RS

Mês/Temperatura (°C)	Mínima	Máxima	Média
jul/15	11	29	17
ago/15	11	35	21
set/15	11	34	20
out/15	12	36	22
nov/15	15	36	23
dez/15	18	38	25
jan/16	21	40	28
fev/16	22	39	28

Tabela 2: Umidades relativas do ar mínima, máxima e média mensal no local de armazenamento das sementes de soja em Condor - RS

Mês/UR (%)	Mínima	Máxima	Média
jul/15	45	93	79
ago/15	35	88	66
set/15	27	88	67
out/15	30	88	70
nov/15	33	90	69
dez/15	27	89	71
jan/16	29	87	64
fev/16	28	85	65

Na Figura 8 é mostrada a variação de temperatura no interior da embalagem de papel multifoliado contendo sementes de soja, durante o período de 225 dias de armazenamento, em Condor – RS, indicando um acréscimo de temperatura, semelhante ao comportamento da temperatura ambiente (Figura 7).

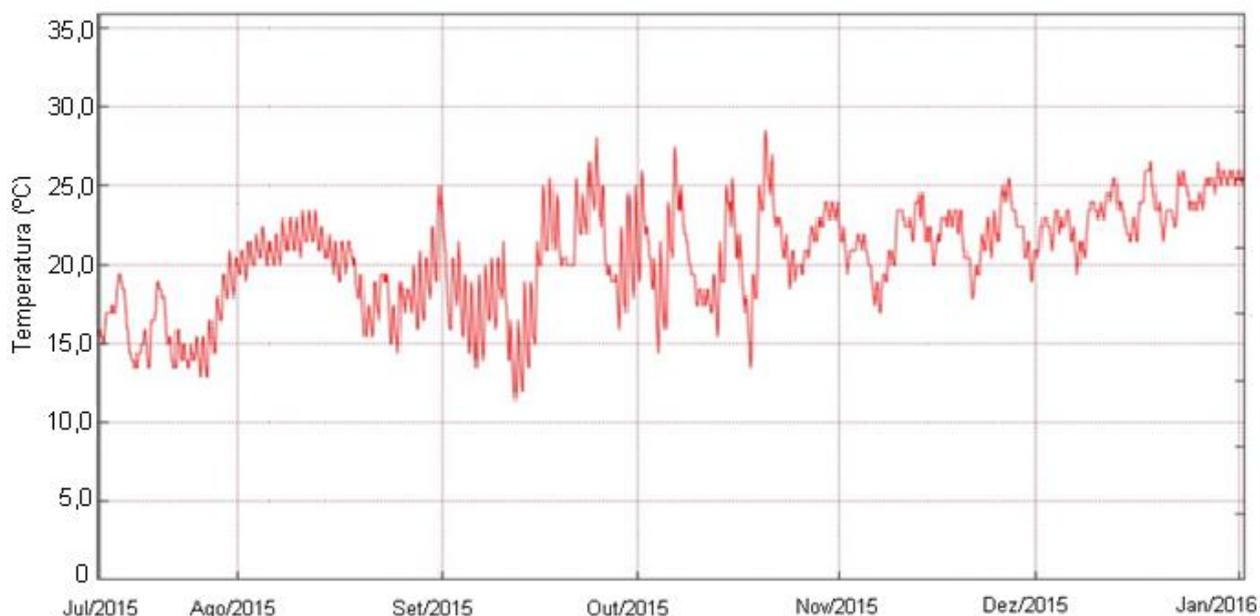


Figura 8: Variação de temperatura no interior da embalagem de papel multifoliado contendo sementes de soja, em Condor – RS.

A Figura 9 expressa a variação de umidade relativa do ar no interior da embalagem de papel multifoliado contendo sementes de soja, em Condor – RS, durante o período de 225 dias de armazenamento. Verifica-se que a umidade relativa do ar manteve-se na maior parte do tempo entre 70 e 80%.

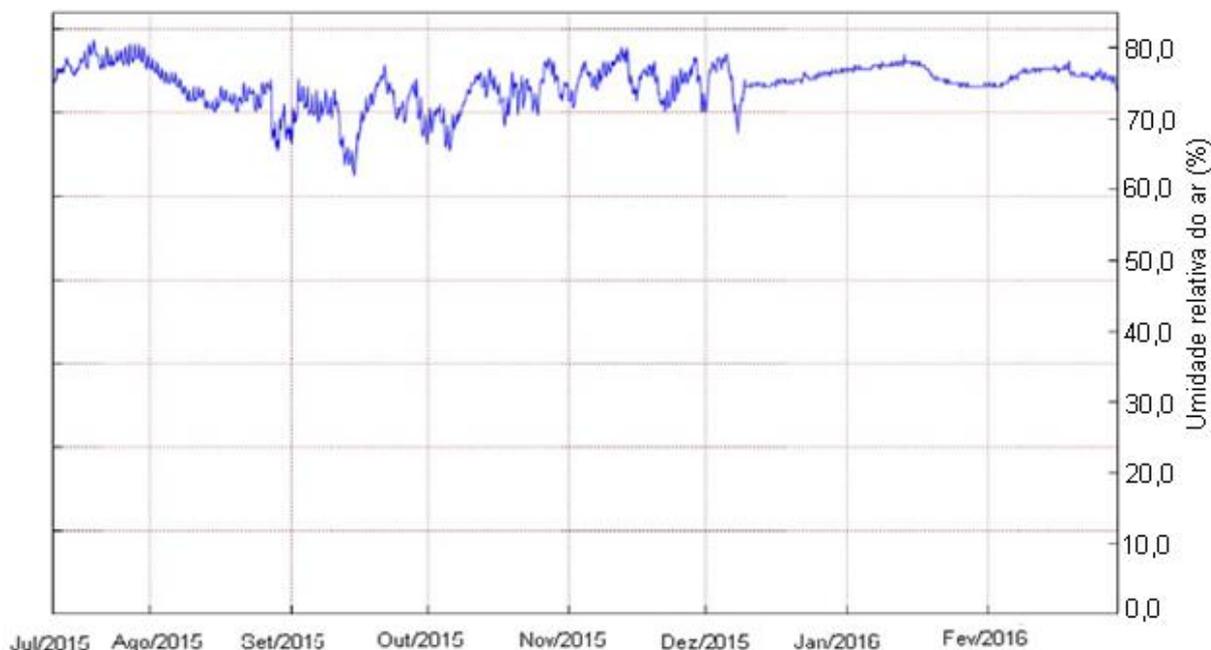


Figura 9: Variação de umidade relativa do ar no interior da embalagem de papel multifoliado contendo sementes de soja, em Condor – RS.

A Figura 10 mostra a variação de temperatura no interior da embalagem hermética contendo sementes de soja durante o período de 225 dias de armazenamento. Constata-se que as temperaturas embora tenham menos picos, apresentam uma tendência de acréscimo, a partir de novembro de 2015, similar ao verificado no ambiente (Figura 7).

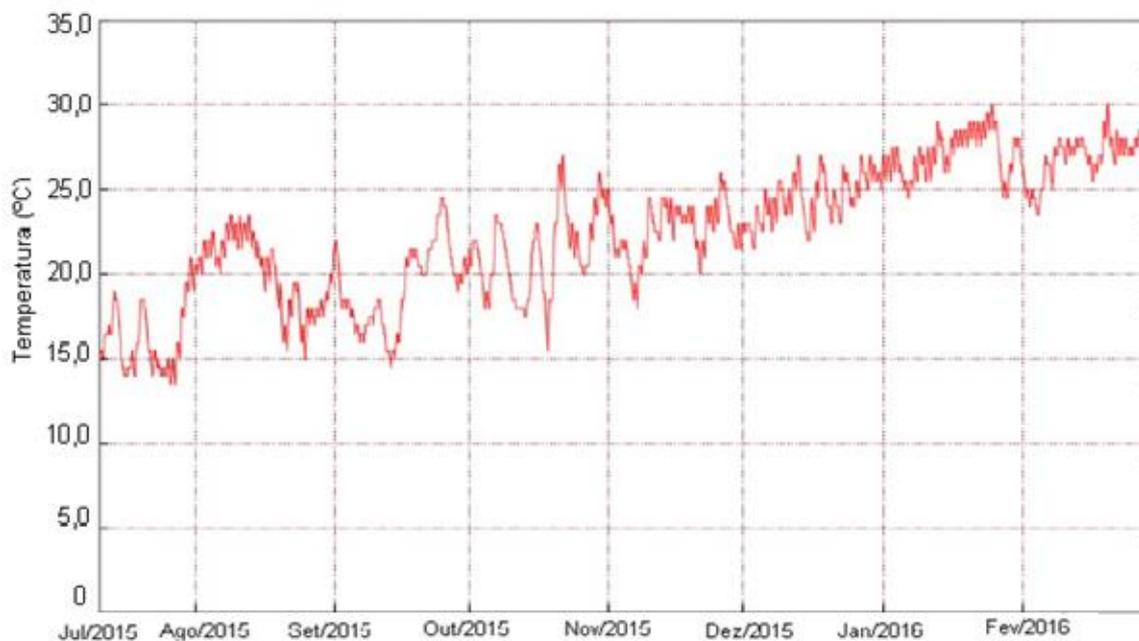


Figura 10: Variação de temperatura no interior da embalagem hermética contendo sementes de soja, em Condor – RS.

Na Figura 11 é apresentada a variação de umidade relativa do ar no interior da embalagem hermética durante o período de 225 dias de armazenado de sementes de soja. A umidade relativa do ar manteve-se estável durante o período de armazenamento, diferentemente do verificado no ambiente (Figura 7) e no interior da embalagem de papel multifoliado (Figura 9), fato decorrente da não ocorrência de troca de umidade entre o interior da embalagem hermética e o meio externo.

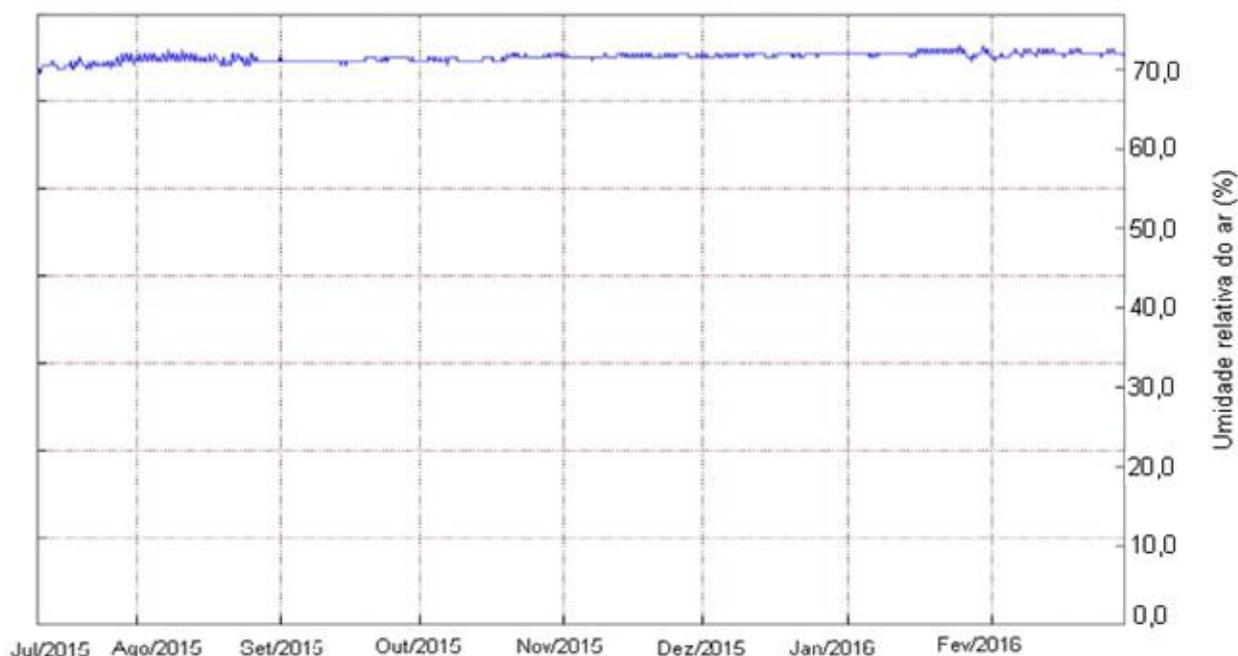


Figura 11: Variação de umidade relativa do ar no interior da embalagem hermética contendo sementes de soja, em Condor – RS.

Durante todo o período de armazenamento, as variações das condições ambientais na região, umidade e temperatura, refletiram-se na qualidade das sementes armazenadas.

A umidade relativa do ar no interior do local de armazenamento variou conforme as flutuações do ambiente externo, fato este observado nas sementes de soja acondicionadas no papel multifoliado, com o aumento no teor de água de 12,8% e 14% nos períodos 135 e 180 dias, respectivamente (Tabela 3).

No último período de armazenamento (225 dias), as sementes de soja acondicionadas na embalagem de papel multifoliado apresentaram teor de água de 12,8%. Esta alteração no teor de água das sementes conforme ocorreu variações nas condições ambientais, são resultados do equilíbrio higroscópico, uma das principais causas da aceleração do processo de deterioração das sementes, seguida da herança genética e temperatura (DELOUCHE, 2002).

Tabela 3: Dados médios de umidade (U), germinação (G), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a embalagem e o período de armazenamento (Época) de sementes de soja.

Época (Dias)	Embalagem	U(%)	G(%)	CE($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	EA(%)	EC(%)
0	Papel	11,8 a	96 a	70,85 a	87 a	91 a
	Hermético	11,6 a	96 a	71,94 a	88 a	92 a
	Hermético + CO ₂	12,0 a	95 a	73,38 a	85 a	91 a
45	Papel	11,8 a	95 a	75,28 a	78 a	90 a
	Hermético	11,8 a	95 a	73,41 a	83 a	90 a
	Hermético + CO ₂	11,4 a	93 a	74,13 a	82 a	89 a
90	Papel	12,0 a	96 a	81,10 a	72 b	89 a
	Hermético	11,2 b	96 a	79,04 a	81 a	90 a
	Hermético + CO ₂	11,2 b	96 a	77,09 a	81 a	87 a
135	Papel	12,8 a	92 a	84,31 a	66 b	87 a
	Hermético	11,8 b	92 a	81,07 a	72 a	88 a
	Hermético + CO ₂	11,4 b	92 a	82,45 a	74 a	85 a
180	Papel	14,0 a	78 b	102,65 a	39 b	71 b
	Hermético	11,2 b	90 a	89,54 b	60 a	84 a
	Hermético + CO ₂	11,8 b	92 a	88,51 b	66 a	83 a
225	Papel	12,8 a	45 c	170,78 a	19 c	38 c
	Hermético	11,8 b	63 b	122,74 b	39 b	50 b
	Hermético + CO ₂	11,6 b	82 a	128,39 b	47 a	72 a
	CV(%)	4,76	3,58	9,45	5,74	3,96

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, em cada época, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de probabilidade de 5%.

Na embalagem hermética, o teor de água das sementes não apresentou variações expressivas ao longo do período de armazenamento, em função do impedimento de troca de vapor determinado pela embalagem.

A presença da barreira física protetora nas embalagens herméticas impediu variações da umidade relativa do ar ambiente no teor de água das sementes, nela acondicionadas. A partir de 90 dias de armazenamento, as sementes acondicionadas na embalagem de papel multifoliado apresentaram teor de água superior ao das sementes mantidas na embalagem hermética (com e sem injeção de CO₂).

Os resultados do teste de germinação foram similares entre as embalagens herméticas até os 180 dias de armazenado, mantendo uma germinação próxima do valor inicial do ensaio (Tabela 3). Diferentemente para a

embalagem de papel multifoliado na qual ocorreu decréscimo na germinação neste mesmo período, ficando abaixo do mínimo exigido para a comercialização (80%).

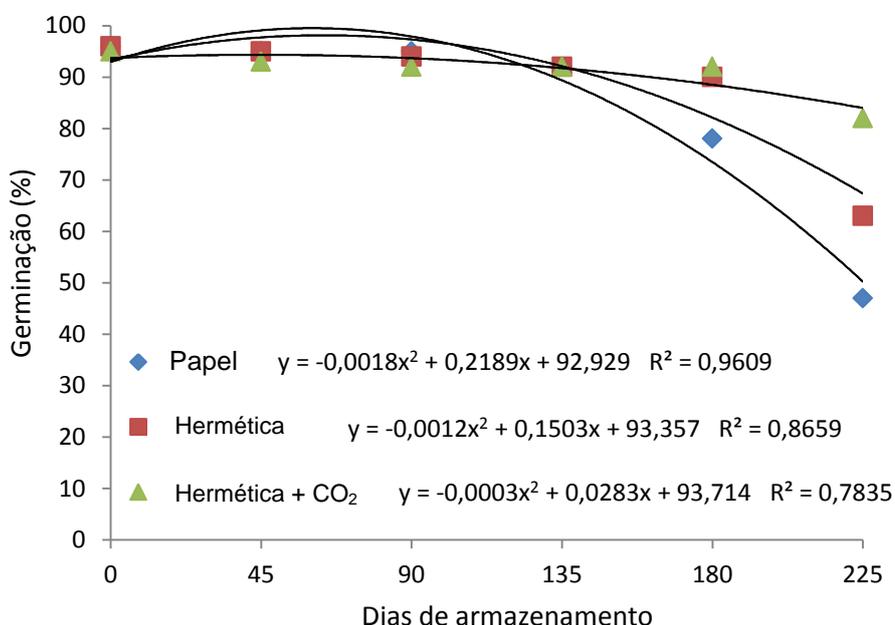


Figura 12: Comportamento da germinação de sementes de soja acondicionadas nas embalagens papel multifoliado, hermética e hermética com injeção de CO₂.

A redução na germinação constatada nas sementes acondicionadas em embalagem de papel multifoliado pode ser atribuída à elevação da umidade das sementes para 14% aos 180 dias (Tabela 3) associados ao incremento da temperatura ambiental (Tabela 1) e umidade (Tabela 2).

A combinação embalagem hermética com atmosfera modificada (injeção de CO₂) mostrou superioridade quanto a germinação em relação à embalagem de papel multifoliado e hermética sem injeção de CO₂ aos 225 dias (Tabela 3), embora também tenha apresentado declínio entre 180 e 225 dias de armazenamento (Figura12).

A avaliação da qualidade fisiológica de sementes, para fins de comercialização de lotes, tem sido fundamentalmente baseada no teste de germinação, porém o teste apresenta algumas limitações, como: não detecta o progresso da deterioração, não discrimina lotes de sementes com relação à rapidez

e uniformidade de formação das plântulas e não garante o desempenho em campo e no armazenamento.

Diante disso, torna-se muito importante verificar o comportamento do vigor, visto que a germinação de um lote de sementes é o último processo a ser afetado na perda de qualidade fisiológica, antecedendo a morte do embrião (PESKE et al., 2012).

Para avaliar o vigor das sementes, um dos testes utilizados foi o de condutividade elétrica, que está baseado na relação existente entre o vigor de sementes e a integridade do sistema de membranas celulares. Durante o processo de embebição das sementes, há a liberação de solutos citoplasmáticos, cuja intensidade depende do estado de desorganização das membranas celulares.

Pode-se observar que as sementes acondicionadas nas embalagens herméticas (com e sem injeção de CO₂) indicaram maior integridade e organização das membranas celulares, aos 180 e 225 dias comparativamente à embalagem de papel multifoliado (Tabela 3), uma vez que houve menor liberação de solutos citoplasmáticos. Houve tendência de incremento da condutividade elétrica na solução próxima a 135 dias de armazenamento, nas três embalagens (Figura 13), sendo mais pronunciadas para as sementes acondicionadas, na embalagem permeável.

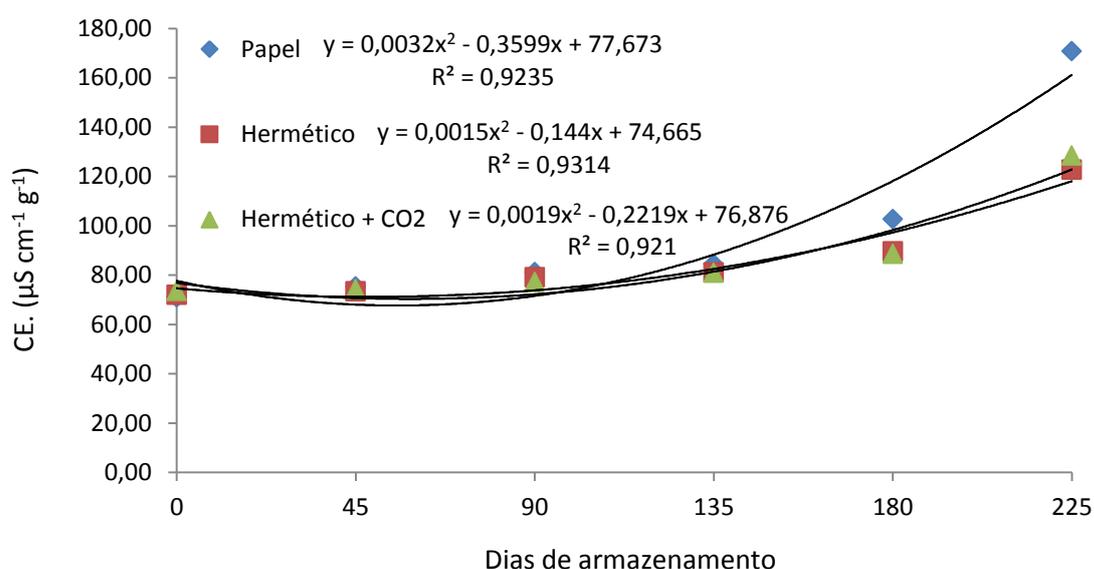


Figura 13: Comportamento da condutividade elétrica (CE) em sementes de soja acondicionadas nas embalagens papel multifoliado, hermética e hermética com injeção de CO₂.

O teste de envelhecimento acelerado foi inicialmente desenvolvido para estimar a longevidade de sementes em condições de armazenamento, o que pode auxiliar as indústrias a criar estratégias para a distribuição.

Pela figura 14, observou que as sementes de soja apresentaram declínio no vigor, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, ao longo do período de armazenamento, sendo mais pronunciado nas sementes acondicionadas na embalagem de papel, desde 45 dias. A partir de 90 dias, as sementes mantidas na embalagem hermética (sem e com injeção de CO₂) apresentam superioridade relativamente à embalagem de papel multifoliado (Tabela 3).

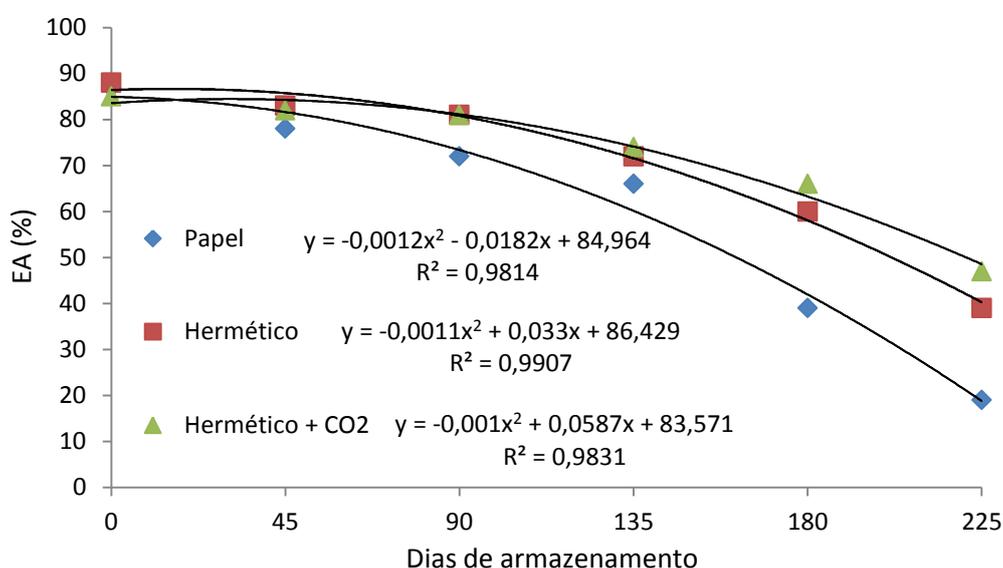


Figura 14: Comportamento no teste de envelhecimento acelerado (EA), de sementes de soja acondicionadas nas embalagens papel multifoliado, hermética e hermética com injeção de CO₂.

Vale destacar que mesmo as sementes mantidas na embalagem hermética (sem e com injeção de CO₂) sofreram redução de vigor, com maior intensidade após 90 dias de armazenamento. Esta ocorrência é devido ao fato das sementes de soja terem sido colocadas na embalagem impermeável com umidade superior a 9 – 10%, visto que não há perda financeira ao produtor, pois as vendas são feitas por unidades de sementes por saco e não por seu peso, conforme o relatado por Baudet e Villela (2012).

Esse fato pode ser relacionado à não resistência à troca de umidade do papel multifoliado, pois segundo Marcos Filho (2015), a deterioração da semente também está associada às características da embalagem, porque existem

materiais que não oferecem resistência às trocas gasosas entre as sementes e a atmosfera, como é o caso do papel multifoliado.

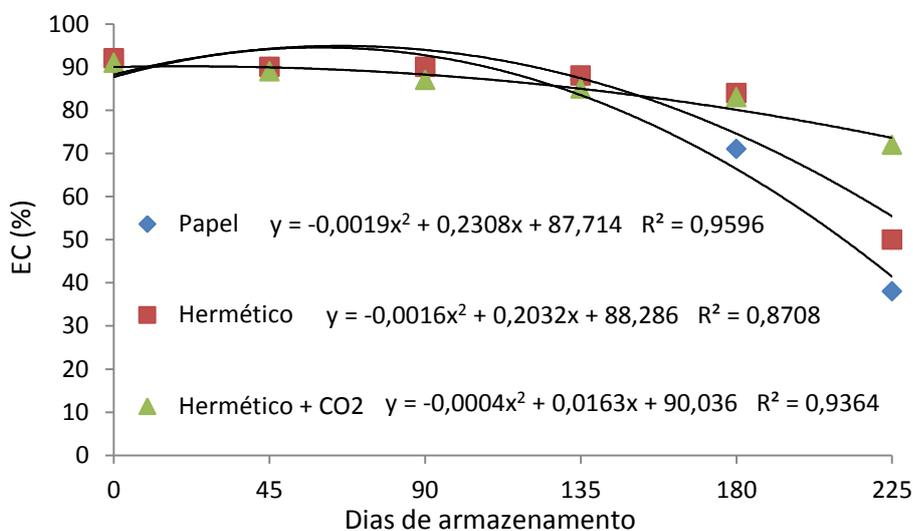


Figura 15: Comportamento no teste de emergência em campo (EC) das plântulas obtidas de sementes de soja acondicionadas em embalagens papel multifoliado, hermética e hermética com injeção de CO₂.

De maneira geral, constatou-se que as sementes acondicionadas em embalagem hermética, com umidade inicial de 11 - 12%, apresentaram qualidade fisiológica superior às sementes mantidas em embalagem permeável, até 180 dias de armazenamento, sob condições ambientais não controladas.

Todavia, vale ressaltar que as sementes acondicionadas na embalagem impermeável, com atmosfera modificada ou não, não tiveram preservação do vigor durante seis meses de armazenamento. O declínio do vigor das sementes foi observado a partir de 90 dias de armazenamento.

É possível acrescentar que a modificação da atmosfera, no interior da embalagem hermética pela injeção de dióxido de carbono, trouxe benefícios adicionais não expressivos em relação à embalagem hermética com atmosfera não modificada no armazenamento de sementes de soja por 180 dias, pois não houve diferença estatística pelo teste de CE.

O teste de emergência em campo vem sendo utilizado por um número cada vez maior de produtores de sementes na época de comercialização dos lotes. Muitos produtores rurais estão adotando este teste como forma de confirmar a qualidade da semente adquirida. As sementes de soja acondicionadas nas sacarias herméticas foram superiores aos 180 e 225 dias de armazenamento ao papel

multifoliado (Tabela 3). Esta superioridade foi inicialmente identificada aos 180 dias, pois as sementes acondicionadas hermeticamente resultaram num estande de plantas em campo superior a 80%.

As sementes acondicionadas em papel multifoliado apresentaram emergência de plantas em campo de 71% aos 180 dias (Tabela 3). Houve redução de vigor, determinado pelo teste de emergência em campo, no decorrer do período de armazenamento, sendo mais acentuado nas sementes acondicionadas na embalagem de papel multifoliado, a contar de 135 dias (Figura 15).

A redução de vigor provavelmente está vinculada ao incremento do teor de água das sementes mantidas na embalagem permeável associado à elevação da temperatura ambiental. Esta ocorrência também foi observada por Amaral e Baudet (1983) no armazenamento de sementes de soja, em embalagem permeável.

5. Conclusão

A embalagem hermética, sem e com injeção de CO₂, favorece a diminuição da velocidade de deterioração das sementes de soja.

A embalagem hermética permite uma maior qualidade fisiológica das sementes de soja comparativamente à embalagem permeável, no período de armazenamento até 180 dias sobre as condições ambientais não controladas.

6. Referências Bibliográficas

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

ANDRADE, R. V.; AUZZA, S. A. Z.; ANDREOLI, C.; NETTO, D. A. M.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade fisiológica das sementes de milho híbrido simples HS 200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.576-582, 2001.

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

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

ALIZAGA, R. L.; MELLO, V. D. C.; SANTOS, D. S. B.; IRIGON, D. L. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 12, n. 2, p. 44-58, 1990.

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

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos, Pelotas: UFPel Editora e gráfica universitária, 2003. 645p.

BAUDET, L.; VILLELA, F. A. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPEL, 2012. cap. 7, p. 481-527.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira grãos, v.3 – safra 2015/16, n.11 – Décimo primeiro levantamento**, Brasília, p 1-176, 2016.

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.

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

DHINGRA, O. D. Prejuízos causados por microorganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 7, n. 1, p. 139-146, 1985.

EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, n.3, p. 595 - 607,1995.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade – Série Sementes**. Circular Técnica. Londrina: Embrapa, 2007.12 p.

GUIRIZATTO, M. I. K.; SOUZA, L. C. F.; ROBAINA, A. D.; GONÇALVES, M. C. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p.771-779, 2004.

GIGLIOLI, J.L.; FRANÇA NETO, J. B. Efeito da escarificação mecânica e do retardamento de colheita sobre a emergência de sementes de soja com tegumento impermeável. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1982, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982. V. 1. p. 601-609. (Documentos, 1).

HARTWIG, E. E.; POTTS, H. C. Development and evaluation of impermeable seed coats for preserving soybean seed quality. **Crop Science**, Madison, v. 27, n. 3, p. 506-508, 1987.

JAYAS, D. S.; KHANGURA, B.; WHITE, N, D. G. Controlled atmosphere storage of grains. **Postharvest News and Information**, London, v. 2, n. 6, p. 422-427, 1991.

KONG, F.; CHANG, S. K. C.; LIU, Z.; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, v.73, p.134-144, 2008.

KRÜGER, F.O. **Qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado armazenadas por dez anos em diferentes temperaturas**. 2013. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

MALAKER, P. K.; MIAN, I. H.; BHUIYAN, K. A.; AKANDA, A. M.; REZA, M. M. A. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v.33, p.469-477, 2008.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed, Londrina: ABRATES, 2015, 600p.

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

MINOR, H.C.; PASCHAL, E.H. Variation in storability of soybeans under stimulated tropical conditions. **Seed Science and Technology**, v.10, p.131-139, 1982.

PARRELLA, N.N.L.D. **Armazenamento de sementes** / Semana de Ciências e Tecnologia para estudantes dos municípios de Prudente de Morais e Sete Lagoas do Estado de Minas Gerais. EPAMIG Centro-Oeste, 2011

PESKE, S. T. Embalagem para sementes. **Revista Seednews**, v.7, n. 2, p. 28-35, 2003.

PESKE, S. T.; PEREIRA, L. A. G. *Tegumento da semente de soja*. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v. 6, p. 23-34, 1983

PESKE, S.T.; VILLELA, F. A. Secagem de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPEL, 2012. cap. 5, p. 371-419

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

SAUER, D.B. **Storage of grains and their products**. 4.ed. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc., 1992. 615p.

SILVA, J. S. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas, Viçosa: **Aprenda Fácil**, 2008. 560p.

SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K.A.F.; OLIVEIRA, D.E.C.; SIMON, G. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.4, p.446–453, 2014.

TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006.

TRZECIAK, M.B. **Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja na Região de Pelotas – RS.** Pelotas 52f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – UFPel 2009.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente. **Revista Seednews**, v.13, n. 4, p. 28-35, 2009.