

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



Dissertação de Mestrado

**Resfriamento e tipo de embalagem: qualidade fisiológica de sementes de soja
acondicionadas em *big bag***

Fernando Sandi

Pelotas-RS, 2020

Fernando Sandi

**Resfriamento e tipo de embalagem: qualidade fisiológica de sementes de soja
acondicionadas em *big bag***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes – Mestrado Profissional 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 Ciência e Tecnologia de Sementes.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Pelotas-RS, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S213r Sandi, Fernando

Resfriamento e tipo de embalagem: qualidade fisiológica de sementes de soja acondicionadas em big bag / Fernando Sandi ; Francisco Amaral Villela, orientador. — Pelotas, 2020.

63 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Resfriamento de sementes - Embalagem. 2. Qualidade fisiológica - Armazenamento. 3. Sementes de soja . I. Villela, Francisco Amaral, orient. II. Título.

CDD : 631.521

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Fernando Sandi

**Resfriamento e tipo de embalagem: qualidade fisiológica de sementes de soja
acondicionadas em *big bag***

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

Data da Defesa:

Banca Examinadora:

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

.....
Eng. Agr, Dr. Geri Eduardo Meneghello
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof^a. Dra. Gizele Ingrid Gadotti
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de
Pelotas – UFPel

.....
Eng. Ag. Dr. Elton Hamer
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas
– UFPel

Agradecimentos

À empresa Sementes Arco-Íris, em especial ao Sr. Roland Trentini e Sra. Patricia Trentini, pelo apoio na realização do curso, sempre buscando me incentivar para o aprimoramento profissional. Gratidão imensa!

À empresa Sementes São Jeronimo ao Srs Rudolf Thomas Aernoudts e Alexandro Henrique Rodrigues pela disponibilidade do espaço para realização do trabalho.

Ao Engenheiro Agrônomo MSc. Daniel de Brito Goulart, pelo apoio e ideias no desenvolvimento do trabalho e pelos ensinamentos diários.

Ao meu orientador Francisco Amaral Villela por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa e por todo o auxílio e orientação.

Ao meu amigo André Fernandes Capilheira, pelo conhecimento e dicas na condução do experimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela oportunidade para realização do curso e da qualidade do ensino oferecido.

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

Resumo

SANDI, Fernando. **Resfriamento e tipo de embalagem: qualidade fisiológica de sementes de soja acondicionadas em *big bag***. Orientador: Francisco Amaral Villela. 2020. 63 f. Dissertação (Mestrado Profissional). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS 2020.

Durante o período de armazenamento, as condições de temperatura e umidade relativa do ar influenciam na manutenção da qualidade fisiológica das sementes. Desta forma, objetivou-se comparar a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em ambiente com e sem resfriamento artificial e ambiente sem resfriamento em embalagem hermética com adição de CO₂. O ensaio iniciou em 12 de fevereiro de 2019 e foi dividido em três experimentos. Experimento um, em delineamento blocos ao acaso, em esquema fatorial (2x4), duas condições de armazenamento (Armazém com Resfriamento e Armazém Sem Resfriamento) e quatro períodos de armazenamento (0;75;150 e 225 dias) com quatro repetições, conduzido em três estudos com as cultivares, Bônus 8579 RSF IPRO, TMG1180RR e Extra 74i78 IPRO. Experimento dois, em delineamento blocos ao acaso em esquema fatorial (3x4), três condições de armazenamento (Armazenamento Com Resfriamento, Armazenamento Sem Resfriamento e Armazenamento Sem Resfriamento em Embalagem Hermética com adição de CO₂) e quatro períodos de armazenamento (0;75;150 e 225 dias) com quatro repetições, cultivar utilizada TMG1180RR. Experimento três, em delineamento blocos ao acaso em esquema fatorial 2x2x4, duas condições de armazenamento (Armazenamento Sem Resfriamento com Embalagem Hermética com adição de CO₂ e Armazenamento Sem Resfriamento), dois teores iniciais de água da semente (10 e 11%) e quatro períodos de armazenamento (0;75;150 e 225 dias) com cinco repetições, cultivar utilizada TMG1180RR. As avaliações foram teor de água, germinação, tetrazólio (Vigor), envelhecimento acelerado e emergência em campo. Concluiu-se que as sementes das três cultivares de soja armazenadas por 225 dias, em ambiente com resfriamento artificial apresentaram qualidade fisiológica superior comparativamente às sementes mantidas em armazém sem resfriamento, quer sejam acondicionadas em embalagem permeável ou hermética com adição de CO₂. No ambiente sem controle das condições ambientais, o armazenamento de sementes de soja com umidade de 11% em embalagem hermética com adição de CO₂, por até 150 dias, mostra melhor resultado em comparação com a embalagem permeável. Sementes de soja armazenadas em ambiente não controlado com teor de água de 10% apresentam melhor qualidade fisiológica em comparação às sementes com teor de água de 11%, independentemente do acondicionamento em embalagem permeável ou hermética com adição de CO₂. Os resultados alcançados mostram que o desempenho das sementes de soja no decorrer do período de armazenamento é dependente da cultivar, qualidade inicial do lote e das condições ambientais de armazenamento.

Palavras-chave: Resfriamento de sementes; armazenamento; embalagem; qualidade fisiológica; big bag.

Abstract

SANDI, Fernando. **Cooling and packaging type: physiological quality of soybean seeds packed in big bag**. Advisor: Francisco Amaral Villela. 2020. 63 f. Dissertation (Professional Master's). Graduate Program in Seed Science and Technology. Federal University of Pelotas. Pelotas-RS 2020.

During the storage period, the temperature and relative humidity conditions influence the maintenance of the physiological quality of the seeds. Thus, the objective was to compare the physiological quality of soybean seeds stored in an environment with and without artificial cooling and an environment without cooling in airtight packaging with the addition of CO₂. The trial started on February 12, 2019 and was divided into three experiments. Experiment one, in a randomized block design, in a factorial scheme (2x4), two storage conditions (Warehouse with Cooling and Warehouse without Cooling) and four storage periods (0; 75; 150 and 225 days) with four repetitions, conducted in three studies with the cultivars, Bonus 8579 RSF IPRO, TMG1180RR and Extra 74i78 IPRO. Experiment two, in a randomized block design in a factorial scheme (3x4), three storage conditions (Storage With Cooling, Storage Without Cooling and Storage Without Cooling in Hermetic Package with added CO₂) and four storage periods (0; 75; 150 and 225 days) with four replications, cultivar used TMG1180RR. Experiment three, in a randomized block design in a 2x2x4 factorial scheme, two storage conditions (Storage Without Cooling with Hermetic Packaging with addition of CO₂ and Storage Without Cooling), two initial levels of seed water (10 and 11%) and four periods of storage (0; 75; 150 and 225 days) with five replications, cultivar used TMG1180RR. The evaluations were water content, germination, tetrazolium (Vigor), accelerated aging and emergence in the field. It was concluded that the seeds of the three soybean cultivars stored for 225 days, in an artificially cooled environment, showed superior physiological quality compared to the seeds kept in the warehouse without cooling, whether they are packed in a permeable or airtight packaging with the addition of CO₂. In the environment without control of environmental conditions, the storage of soybean seeds with humidity of 11% in airtight packaging with the addition of CO₂, for up to 150 days, shows a better result in comparison with the permeable packaging. Soybean seeds stored in an uncontrolled environment with a water content of 10% have better physiological quality compared to seeds with a water content of 11%, regardless of packaging in permeable or airtight packaging with the addition of CO₂. The results achieved show that the performance of soybean seeds during the storage period is dependent on the cultivar, initial quality of the lot and environmental storage conditions.

Keywords: Seed cooling; storage; packing; physiological quality; big bag.

Lista de Figuras

	Página
Figura 1 Vista interna do armazém Com Resfriamento.....	22
Figura 2 Vista do equipamento de resfriamento (temperatura e umidade relativa controlada)	22
Figura 3 Vista interna do armazém Sem Resfriamento (temperatura e umidade relativa não controlada)	23
Figura 4 Vista dos conjuntos de janelas do armazém Sem Resfriamento.....	24
Figura 5 Vista da embalagem hermética	24
Figura 6 Sensor (Data Logger) empregado para medição de temperatura e umidade relativa do ar.	25
Figura 7 Aparelho para medição da concentração de oxigênio (O ₂)	26
Figura 8 Aparelho para medição da concentração de gás carbônico (CO ₂)...	26
Figura 9 Vista geral dos canteiros elevados.....	29
Figura 10 Vista da irrigação por mangueira microperfurada.....	29
Figura 11 Variação de temperatura diária do ar no interior do armazém com resfriamento e armazém sem resfriamento durante o período de 225 dias.....	31
Figura 12 Variação umidade relativa diária do ar no interior do armazém com resfriamento, armazém sem Resfriamento (Hermética +CO ₂) e armazém Sem Resfriamento durante o período de 225 dias.....	31
Figura 13 Comportamento da germinação de sementes de soja, cultivar Bônus 8579 RSF IPRO mantidas em condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.....	35

Figura 14	Comportamento do vigor avaliado pelo teste de tetrazólio (TZ) de sementes de soja, cultivar Bônus 8579 RSF IPRO mantidas em condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.....	36
Figura 15	Comportamento do vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado (EA), de sementes de soja cultivar Bônus 8579 RSF IPRO, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.....	37
Figura 16	Comportamento do teste de emergência em campo (EC) de sementes de soja cultivar Bônus 8579 RSF IPRO, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.....	38
Figura 17	Comportamento do teste de emergência em campo de sementes de soja cultivar TMG1180RR, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.....	40
Figura 18	Comportamento do vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja, cultivar Extra 74i78 IPRO, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.....	42
Figura 19	Comportamento do teste de emergência em campo (EC) de sementes de soja, cultivar Extra 74i78 IPRO, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.....	42
Figura 20	Comportamento das concentrações de gás carbônico (CO ₂) e oxigênio (O ₂) durante o armazenamento em embalagem hermética com adição de CO ₂ , em sementes de soja mantidas no armazém sem resfriamento.....	44
Figura 21	Comportamento da germinação de sementes de soja cultivar TMG11800RR, mantidas em condições com e sem Resfriamento e Sem Resfriamento em Embalagem (Hermética + CO ₂), por 225 dias.	46

Figura 22	Comportamento do vigor avaliado pelo teste de tetrazólio (TZ) de sementes de soja cultivar TMG11800RR, mantidas em condições com e sem Resfriamento e Sem Resfriamento em Embalagem (Hermética + CO ₂), por 225 dias.....	47
Figura 23	Comportamento do vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja cultivar TMG11800RR, mantidas em condições com e sem Resfriamento e Sem Resfriamento em Embalagem (Hermética + CO ₂), por 225 dias.....	48
Figura 24	Comportamento do teste de emergência em campo (EC) de sementes de soja cultivar TMG11800RR, mantidas em condições com e sem Resfriamento e Sem Resfriamento em Embalagem (Hermética + CO ₂), por 225 dias.....	50
Figura 25	Comportamento da germinação de sementes de soja, cultivar TMG1180RR, mantidas em Embalagem Hermética + CO ₂ e Condição Sem Resfriamento em dois teores de água da semente, por 225 dias.....	53
Figura 26	Comportamento do vigor avaliado pelo teste de tetrazólio (TZ) de sementes de soja, cultivar TMG1180RR, mantidas em Embalagem Hermética + CO ₂ e Condição Sem Resfriamento em dois teores de água da semente, por 225 dias.....	54
Figura 27	Comportamento do vigor avaliado pelo teste envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja, cultivar TMG1180RR, mantidas em Embalagem Hermética + CO ₂ e Condição Sem Resfriamento em dois teores de água da semente, por 225 dias.....	55
Figura 28	Comportamento do teste de emergência em campo (EC) de sementes de soja, cultivar TMG1180RR, mantidas em Embalagem Hermética + CO ₂ e Condição Sem Resfriamento em dois teores de água da semente, por 225 dias.....	56

Lista de Tabelas

Tabela 1	Variações médias mensal da temperatura do ar, mínima, máxima e média das duas condições de armazenamento de sementes de soja durante o período de 225 dias.....	32
Tabela 2	Variações médias mensal da umidade relativa do ar, mínima, máxima e média dos três tipos de condição de armazenamento de sementes de soja durante o período de 225 dias.....	33
Tabela 3	Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição de armazenamento e o período de armazenamento (Época) de sementes de soja, cultivar Bônus 8579 RSF IPRO	34
Tabela 4	Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição de armazenamento e o período de armazenamento (Época) de sementes de soja, cultivar TMG1180RR	39
Tabela 5	Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição de armazenamento e o período de armazenamento (Época) de sementes de soja, cultivar Extra 74i78IPRO.....	41
Tabela 6	Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição de armazenamento e o período de armazenamento (Época) de sementes de soja, cultivar TMG118RR.....	45

Tabela 7	Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição e período de armazenamento de armazenamento (Época) e umidade (U%) de sementes de soja, cultivar TMG188RR.....	52
----------	--	----

Sumário

Introdução.....	13
1 Revisão de Literatura.....	15
1.1 Qualidade fisiológica de sementes de soja.....	15
1.2 Armazenamento de sementes.....	16
1.3 Embalagem.....	18
2 Material e Métodos.....	19
2.1 Experimento um.....	20
2.2 Experimento dois.....	20
2.3 Experimento três.....	21
2.4 Características das condições de armazenamento.....	22
2.4.1 Armazém Com Resfriamento.....	22
2.4.2 Armazém Sem Resfriamento.....	23
2.4.3 Armazém Sem Resfriamento com Embalagem Hermética e com adição de CO ₂	24
2.5 Procedimento experimental.....	30
3 Resultados e Discussão.....	30
3.1 Experimento um.....	30
3.2 Experimento dois.....	43
3.3 Experimento três.....	51
4. Considerações Finais.....	57
5. Referências.....	58

Introdução

No Brasil, existem inúmeras espécies cultivadas, dentre elas a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) que se destaca e merece atenção, pois ocupa a maior área cultivada e apresenta a maior produção em volume total. É uma das commodities de grande importância econômica para o país, devido às suas qualidades nutricionais e ao seu valor no mercado (KIRCHNER, 2014).

O Brasil se tornou o maior produtor mundial de soja, devido à expansão para regiões tropicais, especialmente o cerrado, e devido à grande quantidade de pesquisas voltada para sistemas de produção. É a commodity que mais produz proteína por hectare, sendo de suma importância para a demanda mundial de alimento (SILVA, 2018). É a principal cultura do País em termos de recursos financeiros que movimenta toda sua cadeia, tendo um cultivo superior a 36 milhões de hectares e uma produção superior a 100 milhões de toneladas por ano (PESKE, 2019)

O estado do Mato Grosso, na safra 2019/20, teve uma área cultivada de 9,8 milhões de hectares, com produção de 34,96 milhões de toneladas e a produtividade média alcançando 59,16 sacos por hectare, valor 5,56% acima da safra passada. De maneira geral, as chuvas ocorreram em época de maior necessidade da cultura com uma adequada luminosidade foram alguns dos fatores que potencializaram a maior produtividade média da história da soja no estado (IMEA, 2020). Este aumento de produtividade está atrelado ao melhoramento genético das cultivares e nas melhorias agronômicas de manejos ao longo dos anos (SUHRE et al., 2014).

Fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários determinam a qualidade de sementes de soja. Sementes com alto vigor e com alta germinação são consideradas sementes de alta qualidade, que irão proporcionar plântulas normais, com emergências rápidas e gerando estandes uniformes. Entretanto, inúmeros processos podem afetar essas características, como ataque por pragas, danos por umidade, danos mecânicos, fungos e armazenamento da semente (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

O processo deteriorativo das sementes é inevitável, mas pode ser minimizado com boas práticas de armazenamento (AUMONDE, 2018), pois pode sofrer interferência, na troca gasosa entre a semente e o ambiente externo, sendo de grande importância impedir essa flutuação do grau de umidade das sementes.

(CARDOSO et al., 2012). No entanto, ao serem acondicionadas em embalagens permeáveis, essas permitem a troca gasosa entre o meio interno e externo, tendo influência na ativação da respiração das sementes, que aliada a microrganismos tende a ter aumento do seu aquecimento causando redução da qualidade fisiológica da semente (FRANCO, 2016).

As sementes mantidas em embalagens semipermeável e impermeável, utilizadas em várias culturas, têm apresentado melhores atributos de germinação e vigor, em comparação com embalagens permeáveis (SILVA et al., 2010). Além disso, a adição de CO₂ no ambiente de armazenamento de sementes de soja é altamente eficiente para a manutenção da germinação e vigor durante o armazenamento (AGUIAR et al., 2012).

No decorrer do armazenamento das sementes, a temperatura e a umidade relativa do ar exercem grande influência na taxa respiratória e no teor de água da semente, ocasionando diminuição no potencial de armazenamento. Portanto, o resfriamento artificial é uma opção importante para reduzir a taxa respiratória das sementes. Esta técnica consiste em insuflar o ar de 15 a 20°C e umidade relativa de 55 a 60% (VILLELA e MENEZES, 2009).

Portanto, objetivou-se comparar a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em ambiente com e sem resfriamento artificial e ambiente sem resfriamento com embalagem hermética com adição de CO₂.

1. Revisão de Literatura

1.1 Qualidade fisiológica de sementes de soja

A qualidade de semente está ligada aos principais componentes de qualidade que são: qualidade fisiológica, qualidade genética, qualidade sanitária e qualidade física. Contudo, essa qualidade é determinada pela interação de vários fatores e técnicas que foram adotadas visando melhorar a qualidade como, aprimoramento dos atributos fisiológicos desenvolvidos pelo melhoramento genético, colheita em época adequada, técnicas de secagem e melhores condições de armazenamento (FRANÇA-NETO, 2016). Além de característica de rusticidade, teor de óleo e proteína, resistência a doenças e pragas, qualidade diferenciada, rendimento de grão dentre outros. Deste modo, hoje a semente é considerada um chip, que compõe um conjunto de atributos de qualidade que farão a diferença na lavoura (SARMENTO, 2019). Dentre essas evoluções citadas anteriormente, algumas são agregadoras, como secadores, que proporcionam menor deterioração no campo porque as sementes podem ser secas com umidade mais alta; resfriamento dinâmico de semente, climatização de armazéns, tratamento de semente, entre outras técnicas que colaboram para a longevidade da semente (ZORATO, 2019).

Para a semente de soja apresentar alta qualidade deve possuir alguns requisitos como elevado vigor, germinação, sanidade, pureza varietal e pureza física que asseguram aos usuários a integridade de não possuir sementes de plantas invasoras (KRZYZANOWSKI et al., 2018)

Sementes de alto potencial fisiológico permitem rápida emergência de plântulas e maior crescimento inicial de plantas em relação às provenientes de sementes de baixo potencial fisiológico (SILVA, 2010). O mesmo concluiu que, de maneira geral, as misturas de sementes de níveis de qualidade diferentes foram prejudiciais ao desempenho da população de plantas, pela dominação apresentada pelas plantas originadas de sementes de baixa qualidade fisiológica. Assim, lotes de sementes com alto vigor e homogêneos proporcionam maior acúmulo de matéria seca e produtividade.

Avaliando três lotes de alto e baixo vigor, SCHEEREN et al. (2010) concluíram que lotes de alto vigor resultaram em plantas com 9% a mais de produtividade em relação às plantas provenientes de sementes de baixo vigor.

Bagateli et al. (2019) observaram um incremento de produtividade médio de 14 kg/há para cada ponto percentual adicionado ao nível de vigor, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado. Diversos estudos com as espécies arroz, milho e soja mostraram que sementes vigorosas, formam plantas com 10% mais produtivas do que as demais (PESKE, 2020).

Devido as suas características fisiológicas e morfológicas, as sementes de soja são muito propensas à deterioração (MARCOS FILHO, 2006). A redução de qualidade de sementes de soja pode ser afetada em diversas fases no sistema de produção de semente. Estresses climáticos, secas, chuvas excessivas, temperaturas extremas são os principais fatores que reduzem a qualidade de semente no campo (FRANÇA-NETO, 2016). A deterioração por umidade é um dos fatores mais determinantes no declínio de qualidade das sementes ocasionada pelas oscilações do grau da umidade e associadas com temperaturas elevadas, levando à formação de rugas no tegumento na região oposta ao hilo (KRZYZANOWSKI et al., 2018; HUTH et al., 2016). A hidratação da semente pode ser afetada pelas variações de espessura e composição do tegumento, essas variações resultando em uma maior ou menor velocidade de hidratação. Teores de lignina maior que 5,8%, tegumento com impermeabilidade à água, semipermeabilidade das paredes das vagens e tolerância ao enrugamento são características que propiciam sementes de melhor qualidade fisiológica (FRANÇA-NETO et al., 2016).

O processo deteriorativo das sementes se inicia no estágio que a semente atinge a maturidade fisiológica. Esse processo envolve transformações degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física, que pode ser mais intensificado pelas interações entre os fatores bióticos e abióticos e constituição genética dentre outros fatores que culminam na redução gradativa do potencial de armazenamento e conseqüentemente na uniformidade e emergência de plântulas até causar a perda completa da viabilidade (COSTA, 2012).

1.2 Armazenamento de sementes

O armazenamento é uma das operações de fundamental importância na manutenção da qualidade fisiológica das sementes, sendo por meio dele se pode preservar a viabilidade e manter o vigor das sementes para a próxima safra (AZEVEDO et al., 2003). A umidade relativa e a temperatura do ar no local do

armazenamento são fatores imprescindíveis para a preservação da qualidade da semente. Seu ponto de qualidade máxima é na maturidade fisiológica, entretanto para que ocorra a colheita mecânica, as sementes precisam perder umidade. Nesse período de tempo entre a maturidade fisiológica e a colheita, as sementes ficam expostas a condições muitas vezes adversas no campo, resultando no início do processo de deterioração (FONTES e MANTOVANI, 2018; PESKE et al., 2019).

Uma etapa importante no processo de produção de sementes de alta qualidade está no correto armazenamento das sementes até sua utilização, uma vez que o armazenamento não melhora a qualidade das sementes, somente a mantém e preserva a viabilidade e o vigor por um período de tempo que pode ser maior ou menor, sendo dependente de inúmeros fatores (PASCUALI, 2012).

O fator genético tem grande efeito na longevidade no armazenamento de sementes de soja, sendo características peculiares e desenvolvidas para cada material, por esse motivo alguns cultivares tendem a se sobressair em relação às demais em determinadas condições de armazenamento (CÁSSIA-LINO, 2020). Segundo PESKE et al. (2019), algumas variedades mostram efeito significativo sobre o potencial de armazenamento, havendo correlação entre o vigor e o fator genético.

Elevados teores de água e temperatura das sementes durante o armazenamento tem grande influência na qualidade fisiológica das sementes devido à peroxidação dos lipídios, que acarretara em um decréscimo de vigor e consequentemente o declínio da germinação (SMANIOTTO et al., 2014). O teor de água e temperatura são um dos principais fatores que aceleram a velocidade de deterioração das sementes. Porém, os efeitos da redução de qualidade fisiológica podem ser minimizados mantendo-se baixos o teor de água e a temperatura das sementes (BERBERT et al., 2008; CÁSSIA-LINO, 2020).

Elevadas temperaturas e alta umidade do ar favorecem o aumento da atividade respiratória das sementes ocasionando uma deterioração mais acentuada durante o armazenamento. Essas condições climáticas são encontradas nas zonas tropicais e subtropicais, assim os produtores dessas regiões estão investindo em armazém climatizado visando à manutenção da qualidade (PASCUALI, 2012).

De modo geral, o controle de temperatura e umidade relativa do ar são fatores preponderantes no controle de qualidade, sendo o resfriamento de semente suficiente para manter a qualidade das sementes (RUPPIN et al., 2019). Seu

princípio é reduzir a temperatura da massa de sementes, diminuindo o metabolismo e retardando o processo deteriorativo (ZUCHI et al., 2011).

O armazenamento de sementes de soja em condições controladas de ambiente permite a conservação de sementes por maiores períodos de tempo comparativamente à manutenção em armazém sem controle das condições ambientais, empregando condições de baixa temperatura e/ou umidade relativa, obtidas pelo resfriamento e/ou desumidificação do ar por meios artificiais. O resfriamento do armazém onde as sementes são mantidas acondicionadas em sacos e/ou big-bags constitui-se em alternativa recomendável para regiões e/ou épocas do ano em que a temperatura do ar se mantém acima de 20-25°C (VILLELA e MENEZES, 2009; PESKE et al., 2019).

Outra alternativa de conservação de sementes refere-se ao uso da atmosfera modificada. É uma técnica aonde as sementes são mantidas em embalagem totalmente vedada e consiste na redução da concentração de O₂ pela respiração da semente ou pela injeção deste gás, resultando em um aumento de CO₂ dentro do ambiente (RODRIGUES et al., 2002). Dependendo das concentrações, pode interferir no metabolismo e conservação da qualidade das sementes, além de possuir efeito tóxico para a maioria dos organismos presentes nas sementes. (AGUIAR et al., 2010).

1.3 Embalagem

Uma das principais funções das embalagens é a contenção e o transporte das sementes do local de produção para o de utilização. Contudo, é necessário que as embalagens possuam algumas características tais como: resistência, flexibilidade ou rigidez, durabilidade, resistência a insetos, porosidade ou impermeabilidade. É possível classificar as embalagens conforme a capacidade de troca de umidade entre as sementes e o meio externo, em permeáveis, impermeáveis e semipermeáveis (BAUDET et al., 2019)

As embalagens permeáveis constituem sacos de tecido, papel multifoliado e de plásticos ou polipropileno trançado. Esse tipo de embalagem permite a troca de umidade entre as sementes e o ambiente externo (BAUDET et al., 2019). Se as sementes estiverem secas e o ambiente úmido, em pouco tempo essas sementes também extarão úmidas (PESKE et al., 2019). Entretanto, se as sementes estiverem

úmidas e o ambiente seco, haverá troca de vapor de água com o ambiente no qual está armazenado, o que reduzirá o teor de água das sementes (SMANIOTTO et al., 2014)

As embalagens impermeáveis (sacos de plástico, com mais de 0,125 mm de espessura selados ao calor, pacotes de alumínio e latas de alumínio) oferecem completa resistência às trocas de umidade com o ambiente. Essas embalagens não permitem o equilíbrio do teor de água das sementes com o meio externo, contudo a umidade no interior desta embalagem é determinada pelo teor de água da semente que deve ser mais baixo que os outros tipos de embalagem. Porém, são convenientes para pequenas quantidades de sementes (BAUDET et al., 2019).

Diferentemente das embalagens permeáveis, as embalagem semipermeáveis (sacos plásticos finos ou de polietileno, de 0,075 a 0,125 mm de espessura, e sacos de papel multifoliado laminados com polietileno) apresentam certa resistência à troca de umidade entre as sementes e o ambiente externo, com redução da disponibilidade de oxigênio devido à respiração das sementes, além da proliferação de insetos e mantem a qualidade fisiológica por período maior de tempo. Contudo, as sementes devem estar com o seu teor de água mais baixo do que o permitido naquelas acondicionadas em embalagens totalmente porosas (BAUDET et al., 2019)

2 Material e Métodos

O ensaio foi conduzido na Fazenda Sementes Arco-íris (latitude 16° 52' 12,08", longitude 53° 34' 22.62 e altitude de 839 metros) e na Fazenda Sementes São Jeronimo (latitude 16° 54' 20.20", longitude 53° 35' 12,09 e altitude de 865 metros), ambas localizadas no município de Alto-Garças-MT, durante a safra 2018/2019. As amostras de sementes de soja (*Glycine max.* L. Merr.) foram encaminhadas para análise da qualidade no Laboratório Fundação Pró-sementes, situado no município de Rondonópolis – MT.

O município de Alto Garças-MT está localizado na região sudeste no zoneamento agroclimático como zonas consideradas favoráveis para produção de sementes (NERES et al., 2019).

A semeadura foi realizada na época recomendada e durante o ciclo da cultura da soja ocorreram condições adversas quanto ao clima da região. A colheita das

sementes foi realizada entre os dias 23 e 31 de janeiro de 2019. As sementes de soja no momento da colheita possuíam umidade média de 15%.

As sementes foram submetidas às operações de beneficiamento entre os dias 24 de janeiro e 02 de fevereiro de 2019. As cultivares foram escolhidas pelas suas características históricas de qualidade e armazenamento. Sendo as cultivares de soja Bônus 8579 RSF IPRO, TMG11800RR e Extra 74i78 IPRO.

A instalação do ensaio iniciou no dia 12 de fevereiro de 2019 e foi dividido em três experimentos conforme descrição abaixo.

2.1 Experimento Um

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial (2x4), duas condições de armazenamento (Armazém com Resfriamento e Armazém Sem Resfriamento) e quatro períodos de armazenamento (0;75;150 e 225 dias) com quatro repetições. Foram conduzidos três estudos com as cultivares, Bônus 8579 RSF IPRO, TMG1180RR e Extra 74i78 IPRO, totalizando 32 unidades experimentais para cada estudo.

Para cada cultivar e para cada condição de armazenamento foi utilizado um big bag com cinco milhões de sementes, totalizados três big bag no armazém com resfriamento e três big bag na condição sem resfriamento.

2.2 Experimento Dois

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial (3x4), três condições de armazenamento (Armazenamento Com Resfriamento, Armazenamento Sem Resfriamento e Armazenamento Sem Resfriamento em Embalagem Hermética e com adição de CO₂) e quatro períodos de armazenamento (0; 75; 150 e 225 dias) com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Foram utilizadas sementes da cultivar TMG1180RR.

Para cada condição de armazenamento foi utilizado um big bag de cinco milhões de sementes.

2.3 Experimento Três

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 2x2x4, duas condições de armazenamento (Armazenamento Sem Resfriamento com Embalagem Hermética e com adição de CO₂ e Armazenamento Sem Resfriamento), dois teores iniciais de água da semente (10 e 11%) e quatro períodos de armazenamento (0; 75; 150 e 225 dias), com cinco repetições totalizando 80 unidades experimentais. A variedade utilizada foi a TMG1180RR.

Para cada condição de armazenamento foram utilizados oito big bag de cinco milhões de sementes sendo quatro big bag com teor de água de 10% e quatro big bag com umidade de 11%, totalizando oito big bag na condição Armazenamento Sem Resfriamento com Embalagem Hermética e com adição de CO₂ e oito big bag na condição Armazenamento Sem Resfriamento.

O procedimento experimental na etapa de manutenção das sementes na condição de Armazenamento Sem Resfriamento com Embalagem Hermética e com adição de CO₂ foi realizado de maneira similar ao do experimento dois.

Na condição de Armazenamento Sem Resfriamento com Embalagem Hermética e com adição de CO₂, nos big bags foram inseridas as sementes pela abertura na parte superior e selados usando o zíper hermético. Após fazer o selamento do zíper houve a necessidade de realizar a remoção do excesso de ar no silo hermético com auxílio de um aspirador, retirando-se o ar pela válvula própria do silo hermético. Após a retirar o excesso de ar foi injetado gás carbônico (CO₂) por uma mangueira conectada no cilindro de CO₂ e na válvula do silo hermético sendo inserido 1 kg de CO₂ por tonelada de semente, conforme recomendação da empresa Grainpro®.

2.4 Características das condições de armazenamento.

2.4.1 Armazém Com Resfriamento

Armazém com fundo no nível do solo, com pé direito de sete metros, com comprimento e largura 100 x 30 metros, paredes e teto com isolamento térmico e ambiente mantido á temperatura de 14-16°C e umidade relativa de 60-62%. (Figura 1 e 2).



Figura 1- Vista interna do armazém Com Resfriamento.



Figura 2- Vista do equipamento de refrigeração (temperatura e umidade relativa controlada).

2.4.2 Armazém Sem Resfriamento

Armazém com fundo no nível do solo, com pé direito de sete metros, comprimento e largura 150 x 40 metros, dividido entre quatro metros com paredes de tijolo simples e restante três metros de conjuntos de janelas com sistema de abertura para circulação de ar, piso cimentado, teto de fibrocimento, não revestido por manta térmica ou qualquer outra forma de controle de temperatura e umidade relativa (Figuras 3 e 4).



Figura 3- Vista interna do armazém Sem Resfriamento (temperatura e umidade relativa não controlada).



Figura 4- Vista dos conjuntos de Janelas do armazém Sem Resfriamento.

2.4.3 Armazém Sem Resfriamento com Embalagem Hermética e com adição de CO₂

Foi o mesmo armazém Sem Resfriamento, somente diferindo que os big bag foram revestidos com uma embalagem hermética da empresa Grainpro modelo da embalagem Cocoon Indoor com as seguintes dimensões 3 x 3,25 x 5 m. (Figura 5).



Figura 5- Vista da embalagem hermética

As sementes foram acondicionadas em big-bags com capacidade igual a cinco milhões de sementes. As coletas das amostras de sementes por período de armazenamento foram realizadas com um calador introduzindo em vários pontos dos bags, sendo várias amostras simples retiradas para formar uma amostra composta por repetição, que posteriormente foi dividida para a obtenção da amostra média.

Durante todo o período de armazenamento, os valores de temperatura do ar no interior do Armazém Com Resfriamento e no Armazém Sem Resfriamento foram registrados diariamente (Figura 11). Os valores para a umidade relativa do ar no interior do Armazém Com Resfriamento, Armazém Sem Resfriamento e no Armazenamento Sem Resfriamento com Embalagem Hermética com adição de CO₂ foram registrados diariamente (Figura 12) por meio de sensores (Figura 6).



Figura 6- Sensor (Data Logger) empregado para medição de temperatura e umidade relativa do ar

Para monitoramento da concentração de oxigênio foi utilizado o aparelho medidor *Oxygen analyser ICA 100* que determina os níveis de oxigênio de 0 a 21% (Figura 7). Para a medição da concentração de CO₂ foi utilizado o aparelho *GrainPro CO₂ Analyzer* que mede os níveis de dióxido de carbono na faixa de 0 a 100% (Figura 8), ambos aparelhos adquiridos da empresa GrainPro®.

As leituras das concentrações de CO_2 foram feitas ao 0, 75, 150 e 225 dias e entre os intervalos de cada época para o experimento 2 e 3. As leituras de O_2 foram realizadas até os 150 dias de armazenamento (Figura 20).



Figura 7- Aparelho para medição da concentração de oxigênio (O_2).



Figura 8- Aparelho para medição da concentração de gás carbônico (CO_2)

Amostras de sementes foram retiradas para avaliação aos 0, 75, 150 e 225 dias de armazenamento utilizando um calador Graneleiro em Aço Inox de comprimento 1,80m, introduzindo nas partes laterais e centrais dos big-bags. As amostras de sementes coletadas para análises foram acondicionadas em caixa de papel de amostra de sementes contendo 1 kg, e em sacos de plásticos lacrados com aproximadamente 250 g de sementes para determinação do grau de umidade e caixa de 0,5 kg de semente para a condução do teste de emergência de plântulas em campo. Todas as amostras foram mantidas em caixas térmicas (isopor) até o momento do início das análises.

Para os big-bags que estavam na embalagem hermética houve a necessidade de abrir a embalagem hermética para fazer a coleta das amostras. O tempo decorrido entre a abertura da embalagem e proceder as coletas das amostras foi de 40 a 50 min. Após a coleta das amostras, o silo hermético foi novamente fechado e injetado CO₂ novamente.

O procedimento de coleta das amostras foi repetido desde a implantação do ensaio, bem como em cada período de armazenamento 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°C \pm 3°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 subamostras de 50 sementes, por repetição, 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).

Teste de tetrazólio: foram empregadas duas subamostras de 100 sementes, por repetição. As sementes foram pré-umedecidas em papel-toalha, por 16 horas à temperatura média de 25°C. Após o período de embebição, as sementes foram colocadas em copos plásticos, submersas em solução 0,05% de sal de tetrazólio, por 3 horas, à temperatura de 35°C, em estufa. Após o período de coloração, a solução foi drenada e as sementes foram lavadas em água corrente. As avaliações de vigor foram realizadas de acordo com os critérios de França Neto et al. (1998).

Teste de envelhecimento acelerado: conduzido seguindo a metodologia descrita por MARCOS FILHO (2015), empregando quatro subamostras de 50 sementes, 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.).

Conforme metodologia interna do laboratório, foram utilizadas as seguintes temperaturas de envelhecimento e tempos de exposição: Período zero com temperatura de 42°C por 72h. Período 75 dias com temperatura de 42°C por 72h. Período 150 dias com temperatura de 41°C por 48h e Período 225 dias com temperatura de 41°C por 38h.

Após o período de envelhecimento, seguiu-se o mesmo procedimento do teste de germinação, com avaliação aos cinco dias após a semeadura. As sementes foram tratadas com Carbendazim + Thiram na proporção 250mL por 100 kg semente.

Emergência de plântulas em campo: amostras de sementes correspondentes a cada período de avaliação foram submetidas à semeadura, empregando quatro subamostras de 100 sementes e realizando a contagem final do número total de plântulas emergidas por repetição, aos sete 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). O solo utilizado para emergência de plântulas foi um latossolo argiloso, onde é cultivada lavoura agrícola na propriedade da fazenda arco-íris. Na área de semeadura, foi passado o arado á profundidade de 25cm seguido pela enxada rotativa para deixar o solo com 30 cm de altura (Figura 9). A irrigação foi realizada mangueira microperfurada em todos os períodos de avaliações com o objetivo de manter a umidade próxima à capacidade de campo (Figura 10).



Figura 9- Vista geral dos canteiros elevado.

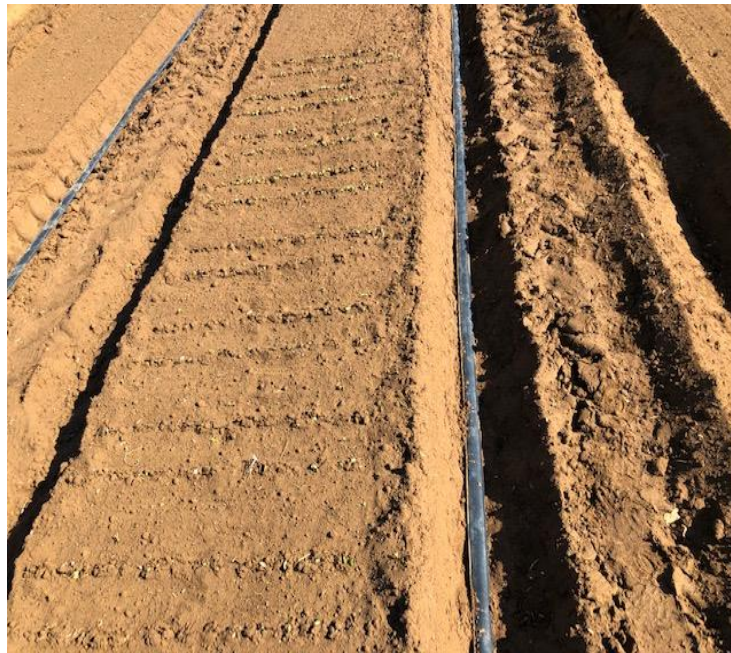


Figura 10- Vista da irrigação por mangueira microperfurada.

2.5 Procedimento experimental

Nos três experimentos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), utilizando o programa Speed Stat 2.2 e havendo significância pelo teste F em nível de 5% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey para os fatores qualitativos e à regressão polinomial para os quantitativos. Para os parâmetros analisados, houve a necessidade de transformação dos dados $\arcsen \sqrt{x/100}$ para normalização da distribuição dos dados.

3. Resultados e Discussão

3.2 Experimento um

Na Figura 11 é representada a comparação da variação de temperatura diária em duas condições de armazenamento de sementes de soja durante o período de 225 dias. Pode-se observar no Armazenamento Sem Resfriamento variações abruptas de temperatura diárias ocorrido entre o período diurno e noturno. Nos quatros primeiros meses ocorreram vários dias com temperaturas altas, e entre o quarto e o sétimo mês de armazenamento ocorreu uma diminuição da temperatura, havendo alguns períodos que a temperatura foi inferior a 20°C, chegando inclusive a 10°C. Entretanto, após o sétimo mês houve um acréscimo de temperatura até o final do experimento.

Para a temperatura no armazém com resfriamento entre o período 11 de fevereiro ao dia 15 de março, a temperatura se manteve um pouco mais elevada, devido ao fato neste período a porta do armazém foi aberta frequentemente sempre que fosse necessária a acomodação dos lotes de sementes no baração. A partir desse período pode se observar que a temperatura ficou inferior em comparação a outra condições de armazenamento até meados do nono mês que a temperatura volta a oscilar devido ao tráfego de maquinário para embarque das sementes.

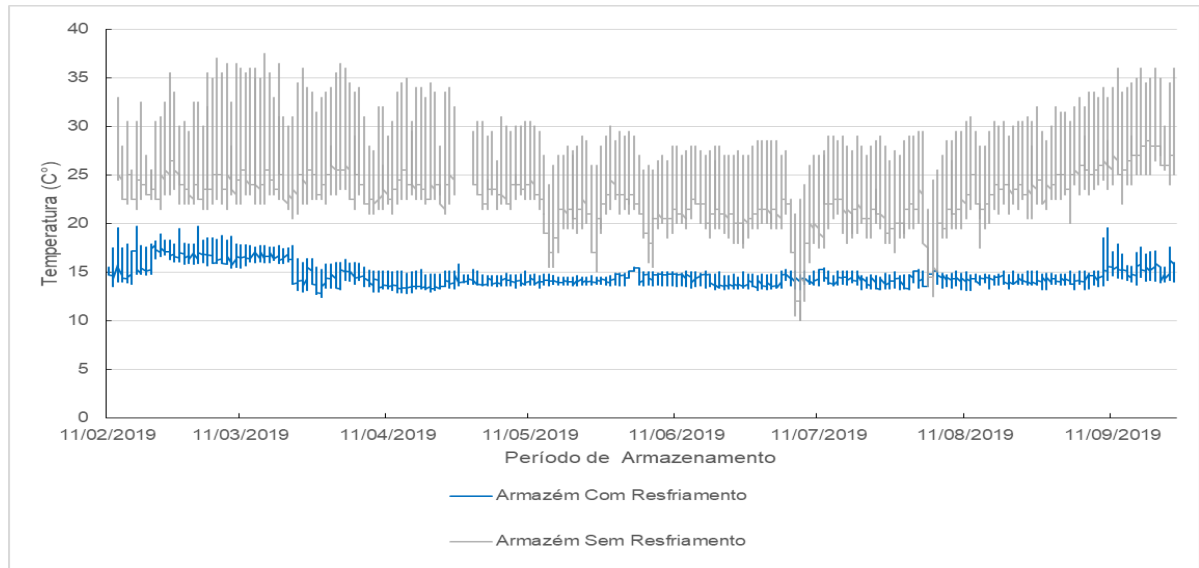


Figura 11 - Variação de temperatura diária do ar no interior do armazém com resfriamento, e armazém sem resfriamento durante o período de 225 dias.

Na Figura 12 é representada a variação da umidade relativa diária nas três condições de armazenamento de sementes de soja durante o período de 225 dias. A umidade relativa do ar no armazém sem resfriamento (Hermética +CO₂) e no armazém com resfriamento manteve-se mais estável e com menos picos em comparação ao armazém sem resfriamento, que apresentou variações mais altas. Pode-se observar que no armazém sem resfriamento após o mês de julho ocorreu declínio da umidade relativa.

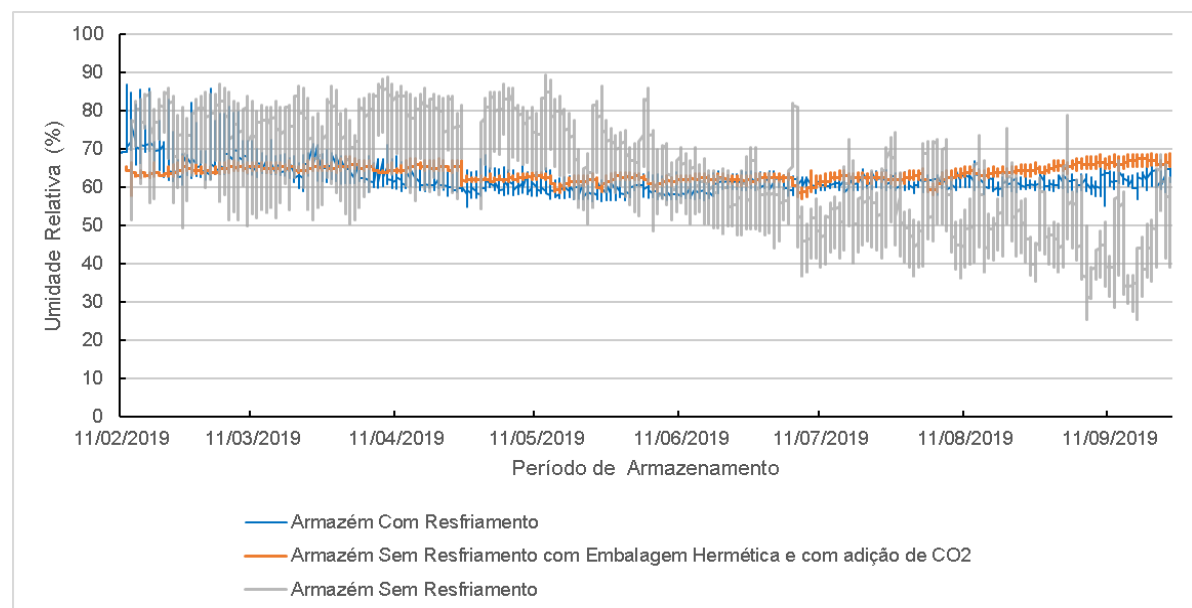


Figura 12 – Variação da umidade relativa diária do ar no interior do armazém com resfriamento, armazém sem resfriamento (Hermética +CO₂) e armazém sem resfriamento durante o período de 225 dias.

A Tabela 1 mostra os valores das temperaturas mínima, máxima e média nas duas condições de armazenamento de sementes de soja durante o período de 225 dias. No decorrer do período de armazenamento, no Armazém Com Resfriamento as temperaturas mínima, máxima e média variaram de 12-14, 15-20 e 14-16°C, respectivamente. Para o Armazém Sem Resfriamento as variações foram de 13-22, 29-38 e 22-28°C. A temperatura média geral para as duas condições de armazenamento, Armazenamento com Resfriamento, e Armazenamento sem Resfriamento alcançaram 15, e 25°C, respectivamente. O Armazenamento com Resfriamento manteve a semente de soja com temperatura média de 10°C mais baixa em comparação ao armazenamento sem resfriamento.

A Tabela 2 mostra os valores da umidade relativa do ar mínima, máxima e média nas três condições de armazenamento de sementes de soja durante o período de 225 dias. No armazém Com Resfriamento, as umidades relativas do ar mínima, máxima e média apresentaram variações de 55-61, 64-87, 60-69%, respectivamente, no Armazenamento Sem Resfriamento (Embalagem Hermética + CO₂) foram de 57-64, 64-69 e 62-67% e no Armazém Sem Resfriamento oscilaram entre 26-51, 66-90 e 45-76%.

Tabela 1 - Variações médias mensal da temperatura do ar, mínima, máxima e média das duas condições de armazenamento de sementes de soja durante o período de 225 dias.

Mês/Tem peratura (°C)	Mínima		Máxima		Média	
	Armazém Com Resfriamento	Armazém Sem Resfriamento	Armazém Com Resfriamento	Armazém Sem Resfriamento	Armazém Com Resfriamento	Armazém Sem Resfriamento
Fevereiro	14	22	20	36	16	25
Março	12	21	20	38	16	26
Abril	13	21	16	37	14	25
Maió	13	15	15	31	14	24
Junho	13	16	16	30	14	23
Julho	13	10	15	29	14	22
Agosto	13	13	15	32	14	24
Setembro	13	20	20	36	15	28
MEDIA GERAL					15	25

Tabela 2 – Variações médias mensal da umidade relativa do ar, mínima, máxima e média das três condições de armazenamento de sementes de soja durante o período de 225 dias.

Mês/Umidade Relativa do ar (%)	Mínima			Máxima			Média		
	Armazém Com Resfriamento	Armazém Sem Resfriamento (Hermética + CO ₂)	Armazém Sem Resfriamento	Armazém Com Resfriamento	Armazém Sem Resfriamento (Hermética + CO ₂)	Armazém Sem Resfriamento	Armazém Com Resfriamento	Armazém Sem Resfriamento (Hermética + CO ₂)	Armazém Sem Resfriamento
Fevereiro	61	58	50	87	68	86	69	64	75
Março	59	64	50	86	68	87	66	65	73
Abril	55	61	51	77	68	89	62	65	76
Mai	56	59	51	66	64	90	60	62	73
Junho	57	59	48	64	65	86	60	62	61
Julho	58	57	37	65	65	82	60	62	53
Agosto	58	58	36	67	67	76	61	64	51
Setembro	55	64	26	68	69	79	61	67	45
MEDIA GERAL							62	64	63

A umidade relativa média do ar durante os 225 dias para as três condições de armazenamento, Armazém Com Resfriamento, Condição Sem Resfriamento (Embalagem Hermética + CO₂) e Armazém Sem Resfriamento foram de 62, 64 e 63%, respectivamente. Pode-se observar que mesmo havendo reduzida variação na média geral da umidade relativa, houve uma acentuada diferença na comparação entre os meses de fevereiro e setembro, se for considerado o armazém Sem Resfriamento, ocorrendo uma variação na umidade relativa do ar entre 76 e 45%, sendo os meses de fevereiro a maio com umidade relativa do ar entre 73% e 75% e entre os meses de junho a setembro apresentando uma tendência de queda acentuada até o mês de setembro apresentando umidade relativa do ar de 45%.

Durante todo o período de armazenamento, as variações da umidade relativa do ar e da temperatura para as condições ambientais da região e do local do armazenamento podem ter interferência na qualidade das sementes armazenadas.

Na Tabela 3 é possível observar que não houve alteração expressiva no teor de água das sementes, comparando as duas condições de armazenamento em cada época, embora ao longo do período de armazenamento tenha havido uma tendência de queda devido às sementes apresentarem capacidade de entrar em equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar.

O teste de germinação apresentou diferença significativa entre as condições de armazenamento nas épocas 75, 150 e 225 dias de armazenamento, apresentando superioridade de 6, 4, e 15 pontos percentuais (pp), respectivamente, comparando o armazenamento com e sem resfriamento. Ocorreu uma redução de

19 pp de germinação da época zero em comparação com a época 225 dias no armazém sem resfriamento e uma variação de 4 pp na comparação entre as mesmas épocas para as sementes no armazenamento com resfriamento (Tabela 3). Trabalhando com sementes de soja em diferentes condições de armazenamento durante 180 dias, Smaniotto et al. (2014) observaram maior germinação no armazenamento em temperatura de 20°C em comparação com as sementes armazenadas a 27°C.

Tabela 3 – Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição de armazenamento e o período de armazenamento (Época) de sementes de soja, cultivar Bônus 8579 RSF IPRO.

Cultivar	Época (dias)	Condição de Armazenamento	U%	G (%)	Vigor TZ (%)	EA (%)	EC (%)
Bônus 8579 RSF IPRO	0	Com Resfriamento	12,4	98 a	91 a	86 a	93 a
		Sem Resfriamento	12,3	98 a	94 a	85 a	96 a
	75	Com Resfriamento	12,2	97 a	93 a	87 a	93 a
		Sem Resfriamento	12,2	91 b	86 b	47 b	84 b
	150	Com Resfriamento	11,6	94 a	88 a	88 a	93 a
		Sem Resfriamento	11,9	90 b	83 b	20 b	65 b
	225	Com Resfriamento	11,4	94 a	86 a	86 a	86 a
		Sem Resfriamento	11,3	79 b	64 b	2 b	3 b
	C.V. (%)			2,41	3,52	6,37	4,75

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

Uma tendência de decréscimo da germinação ocorreu segundo um polinômio de segundo grau, sendo maior das sementes de sojas colocadas no armazém sem resfriamento em comparação com as sementes mantidas no armazém com resfriamento ao longo do período de armazenamento de 225 dias (Figura 13). Trabalhando com amostras de dois lotes de sementes de soja de alto e baixo vigor, armazenados em galpão refrigerado e não refrigerado, Ribeiro (2018) concluiu que o lote de alto vigor inicial permaneceu com percentual de germinação elevado 96 e 91% em ambiente refrigerado por 40 e 114 dias. No entanto, sob condições de armazenamento sem refrigeração, a redução da germinação foi mais drástica, atingindo 82% após 114 dias de armazenamento, ou seja, uma redução de germinação em ambiente refrigerado de 5 pp enquanto no ambiente natural teve diminuição de 12 pp. O mesmo autor faz a mesma comparação, mas com o lote de

baixo vigor e a redução de germinação em ambiente refrigerado foi de 2 pp em comparação com o ambiente natural que teve decréscimo de 23 pp.

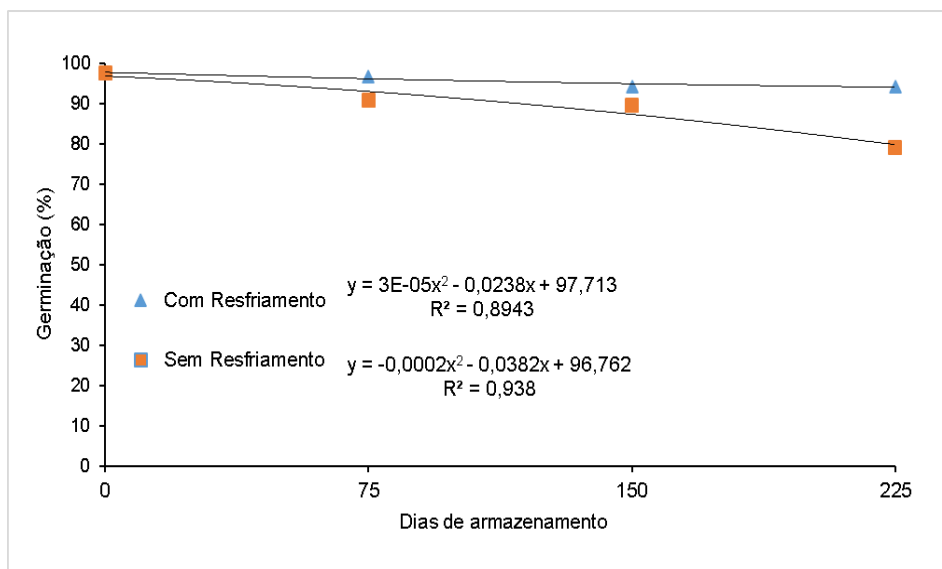


Figura 13 - Comportamento da germinação de sementes de soja, cultivar Bônus 8579 RSF IPRO mantidas em condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.

O vigor avaliado pelo teste de tetrazólio seguiu uma mesma tendência da germinação apresentando diferença significativa entre o tipo de armazenamento nas épocas 75, 150 e 225 dias, indicando diferença de vigor de 7, 5 e 22 pp, respectivamente, comparando as duas condições de armazenamento. Houve uma redução de vigor de 30 pp da época zero em comparação com a época 225 dias no armazém sem resfriamento e uma diminuição de 5 pp na comparação entre as mesmas épocas para as sementes armazenadas na condição com resfriamento (Tabela 3). Empregando sementes de três cultivares de soja, BRS 6970 IPRO, M 7110 IPRO e NS 7007 IPRO e duas condições de armazenamento, ambiente refrigerado e não refrigerado, pelo período de 180 dias, Cássia-Lino (2020) constatou que o vigor foi maior em 7, 18, 21 pp no ambiente refrigerado em comparação ao não refrigerado aos 180 dias para as sementes das três cultivares, respectivamente.

Pode-se observar uma tendência quadrática de redução do vigor das sementes de soja armazenadas em condição sem resfriamento em comparação com as sementes armazenadas em condição com resfriamento ao longo do período de

armazenamento (Figura 14). Trabalhando com amostras de dois lotes de sementes de soja de alto e baixo vigor armazenados em galpão refrigerado e não refrigerado, Ribeiro (2018) obteve vigor aos 114 dias de 89 e 80% comparando ambiente refrigerado e não refrigerado para lotes de alto vigor e de 74 e 62% para lotes de baixo vigor, verificando que o ambiente refrigerado favoreceu a manutenção da qualidade das sementes durante o período de armazenamento em comparação ao ambiente não controlado para os lotes de alto vigor.

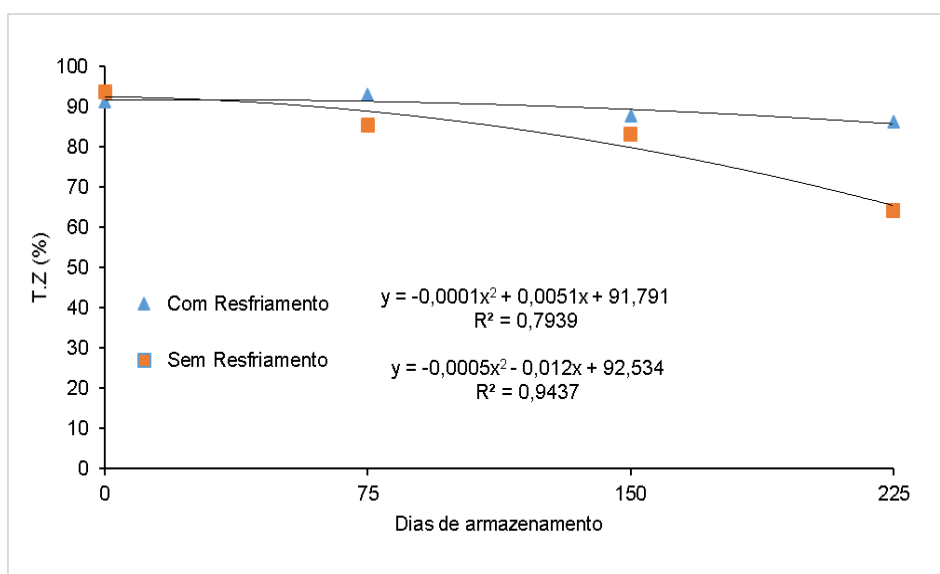


Figura 14 - Comportamento do vigor avaliado pelo teste de tetrazólio (TZ) de sementes de soja, cultivar Bônus 8579 RSF IPRO mantidas em condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.

Na Tabela 3 ainda pode ser observado o vigor das sementes feita pelo teste de envelhecimento acelerado seguiu uma mesma tendência da germinação e do vigor pelo teste de tetrazólio apresentando diferenças significativas entre o tipo de armazenamento nas épocas 75, 150 e 225 dias de armazenamento, apresentando 40, 68, e 84 pp respectivamente de diferença de vigor comparando os dois tipos de armazenamento. Houve no teste de envelhecimento acelerado, uma queda de 83 pp entre a época zero e a época 225 dias no armazém sem refrigeração e houve manutenção de vigor na comparação entre as mesmas épocas para sementes armazenadas em condição com resfriamento.

Constata-se um decréscimo com tendência linear do vigor das sementes de soja, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, mantidas no armazém sem resfriamento enquanto as sementes colocadas no armazém com resfriamento

tiveram redução de vigor de forma quadrática, com discreta variação ao longo do período de armazenamento (Figura 15).

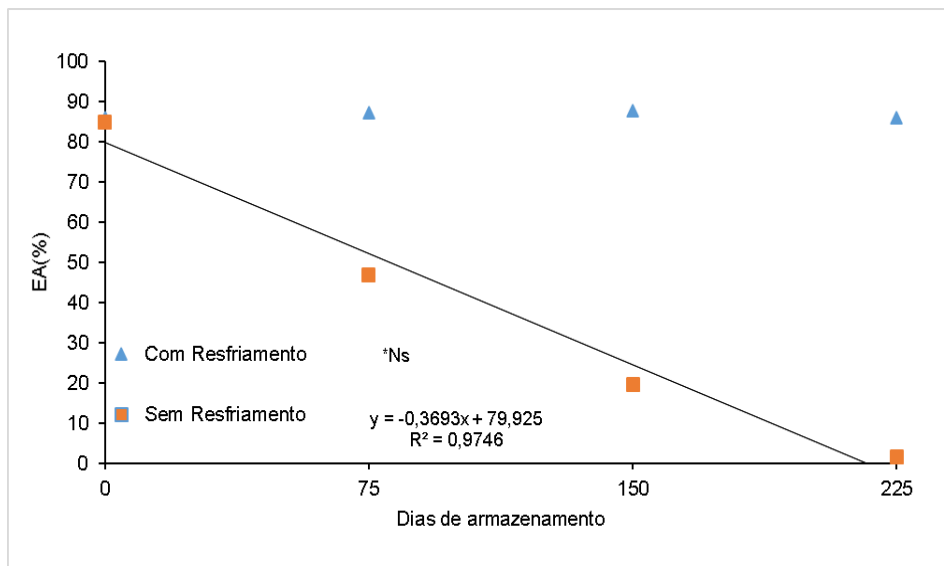


Figura 15 - Comportamento do vigor, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado (EA), de sementes de soja cultivar Bônus 8579 RSF IPRO, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.

Os resultados de emergência em campo mostraram diferenças significativas entre os tipos de ambiente nas épocas 75, 150 e 225 dias de armazenamento, apresentando 9, 28, e 83 pp, respectivamente, de diferença de emergência em campo comparando as duas condições de armazenamento (Tabela 3). Houve uma redução de vigor de 93 pp entre época zero e a época 225 dias no armazenamento sem resfriamento e de apenas 7 pp se forem comparadas as mesmas épocas para as sementes armazenadas em condição com resfriamento.

Uma tendência quadrática de diminuição da emergência em campo de plântulas obtidas de sementes de soja mantidas em armazém com e sem resfriamento ao longo do período de armazenamento (Figura 16), sendo fortemente acentuada no armazenamento sem resfriamento.

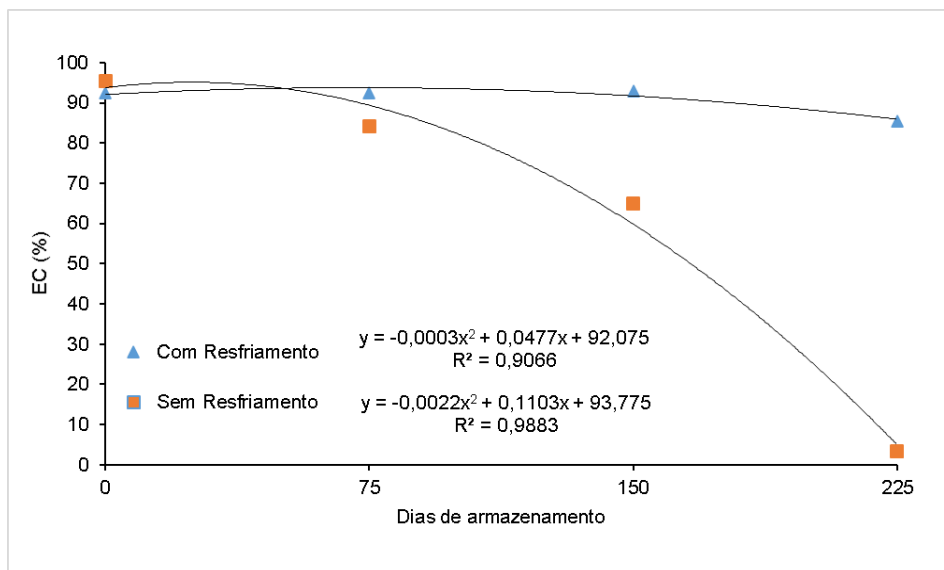


Figura 16 - Comportamento do teste de emergência em campo (EC) de sementes de soja cultivar Bônus 8579 RSF IPRO, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.

Os resultados da Tabela 3 mostram que as sementes da cultivar Bônus 8579 RSF IPRO, na Condição Sem Resfriamento, tiveram um decréscimo de qualidade fisiológica aos 75 dias, avaliada pelos testes de envelhecimento acelerado e emergência em campo, que foram os dois testes que mais representaram a redução da qualidade de sementes, acompanhando os resultados dos testes de tetrazólio vigor e germinação. Investigando as relações do envelhecimento acelerado com o desempenho fisiológico, avaliado por vários testes, Matera et al. (2019) encontraram uma maior correlação (r) entre os resultados do teste de emergência em campo e o teste de envelhecimento acelerado obtendo a maior correlação ($r = 0,9198$).

O campo de produção desta variedade sofreu com dias chuvosos no período após a maturidade fisiológica e alta incidência de danos de percevejo e associando ao fato de ser uma variedade geneticamente complicada de manter a qualidade das sementes durante o armazenamento, resultou nessa diminuição de vigor e germinação. Sério problema de qualidade das sementes de soja relaciona-se à incidência de percevejos que, ao se alimentar das sementes de soja, inoculam a levedura *Nematospora coryli* Peglion ocasionando serias necroses nos tecidos, resultando em redução de germinação e vigor (FRANÇA-NETO et al., 2016).

No entanto, as sementes armazenadas em Condição Com Resfriamento foram superiores já na época 75 dias em relação às sementes mantidas em armazém Sem Resfriamento, cujas sementes já teriam sido descartadas.

Tabela 4 – Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição de armazenamento e o período de armazenamento (Época) de sementes de soja, cultivar TMG1180RR

Cultivar	Época (dias)	Condição de Armazenamento	U%	G (%)	Vigor TZ (%)	EA (%)	EC (%)
TMG1180RR	0	Com Resfriamento	11,1	99 a	94 A	94 a	95 a
		Sem Resfriamento	10,7	99 a	94 A	93 a	97 a
	75	Com Resfriamento	11,1	98 a	95 A	95 a	96 a
		Sem Resfriamento	10,9	97 a	95 A	93 a	95 a
	150	Com Resfriamento	10,5	98 a	94 A	94 a	97 a
		Sem Resfriamento	10,6	97 a	94 A	93 a	95 a
	225	Com Resfriamento	10,5	98 a	92 A	94 a	95 a
		Sem Resfriamento	10,2	97 a	93 A	91 a	90 b
	C.V. (%)			2,74	4,20	2,87	4,05

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

Na Tabela 4 pode-se observar alteração pouco expressiva no teor de água, das sementes de soja, cultivar TMG1180RR, comparando as duas condições de armazenamento em cada época, mas ao longo do período houve uma tendência de redução da umidade devido às sementes entrarem em equilíbrio hidroscópico com a umidade relativa do ar.

Para a maioria os testes realizados, independentemente da condição e do período de armazenamento, não houve diferença significativa para as variáveis analisadas, exceto para a emergência em campo que apresentou 5 pp de diferença entre as sementes mantidas em ambiente com e sem resfriamento, aos 225 dias (Tabela 4).

A Figura 17 mostra a tendência de resposta da emergência em campo na condição de armazenamento sem resfriamento, representada por uma equação de segundo grau, sendo os resultados similares até 150 dias e decrescendo a seguir até 225 dias.

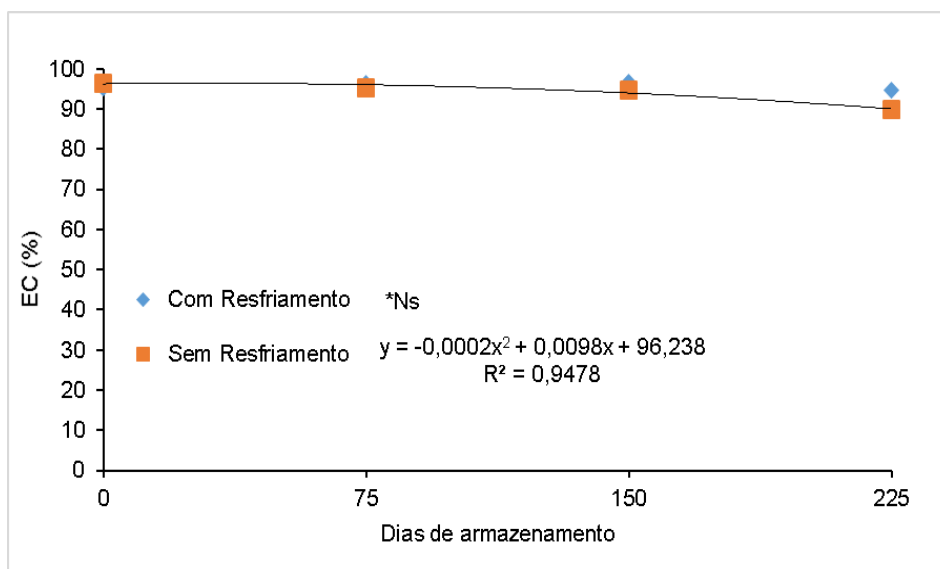


Figura 17 - Comportamento do teste de emergência em campo (EC) de sementes de soja cultivar TMG1180RR, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.

A cultivar TMG1180RR teve um desempenho uniforme quanto à qualidade fisiológica das sementes ao longo do período de armazenamento, independentemente da condição de armazenamento (Tabela 4). Possivelmente, devido à soma de dois fatores, o primeiro é a qualidade genética da cultivar para conservação, pois esta cultivar historicamente tem apresentado resultados satisfatórios e o segundo fator é a elevada qualidade fisiológica inicial do lote.

Os testes de envelhecimento acelerado mostraram resultados expressivos até 150 dias, no armazenamento sem resfriamento, evidenciando a elevada qualidade do lote (Tabela 4). A condução do teste de envelhecimento acelerado logo no início do período de armazenamento possibilita prever o comportamento futuro do lote desta cultivar, conforme Delouche (2002) e assim pode-se tomar decisão mais assertiva, no que se refere ao destino do lote.

Tabela 5 – Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição de armazenamento e o período de armazenamento (Época) de sementes de soja, cultivar Extra 74i78 IPRO

Cultivar	Época (dias)	Condição de Armazenamento	U%	G (%)	Vigor TZ (%)	EA (%)	EC (%)
Extra 74i78 IPRO	0	Com Resfriamento	11,1	98 a	93 a	88 A	95 a
		Sem Resfriamento	11,2	97 a	93 a	87 A	96 a
	75	Com Resfriamento	11,2	97 a	94 a	88 A	93 a
		Sem Resfriamento	11,5	98 a	93 a	84 B	92 a
	150	Com Resfriamento	10,9	97 a	94 a	88 A	94 a
		Sem Resfriamento	10,8	97 a	93 a	87 A	95 a
	225	Com Resfriamento	10,5	97 a	93 a	88 A	87 a
		Sem Resfriamento	10,5	96 a	92 a	71 B	71 b
	C.V. (%)			2,29	3,48	3,37	4,44

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

Na Tabela 5 se verifica que não houve alteração importante no teor de água das sementes de soja, cultivar Extra 74i78 IPRO, comparando as duas condições de armazenamento em cada época, mas ao longo do período houve uma tendência de diminuição da umidade da semente devido à redução da umidade relativa do ar após 150 dias de armazenamento. Essa ocorrência corrobora com a afirmação de Peske et al. (2019) ao afirmarem que a umidade da semente varia de acordo com a umidade relativa do ar, no decorrer do período de armazenamento.

Para todos os testes realizados, independentemente da condição e do período de armazenamento, não houve diferenças significativas para as variáveis germinação e tetrazólio vigor, ocorrendo, todavia, para envelhecimento acelerado e emergência em campo que apresentaram, no armazenamento Sem Resfriamento, 17 pp e 16 pp menos, respectivamente, em relação ao armazenamento com resfriamento aos 225 dias (Tabela 5).

A Figura 18 mostra o desempenho das sementes no teste de envelhecimento acelerado na condição de armazenamento sem resfriamento, sendo possível observar que até os 75 dias os resultados foram similares e a seguir houve uma tendência de redução do vigor das sementes mantidas no armazém sem resfriamento.

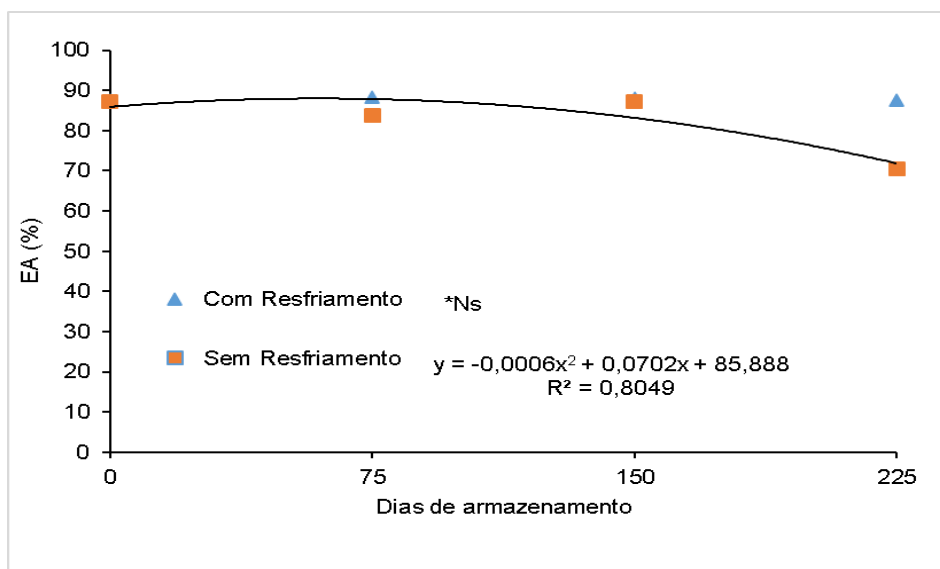


Figura 18 - Comportamento do vigor feito teste de envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja, cultivar Extra 74i78 IPRO, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.

Na Figura 19 podem ser verificadas as curvas de tendência, expressas por equações de segundo grau, da emergência em campo nas condições de armazenamento com e sem resfriamento, mostrando que houve manutenção do vigor até 150 dias e, posteriormente, um declínio até 225 dias de armazenamento. Os resultados alcançados evidenciam que as sementes sofrem redução de vigor durante o armazenamento, com intensidade dependente das condições ambientais e do período de armazenamento, conforme afirmação de Baudet et al. (2019).

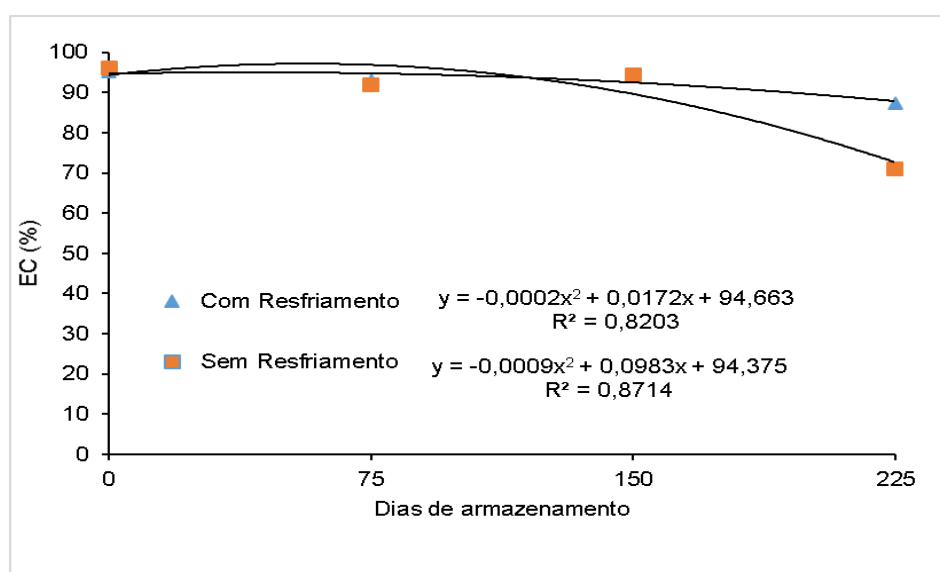


Figura 19 - Comportamento do teste de emergência em campo (EC) de sementes de soja, cultivar Extra 74i78 IPRO, mantidas em Condições Com e Sem Resfriamento, por 225 dias.

Historicamente, a cultivar Extra 74i78 IPRO tem apresentado resultados satisfatórios, sendo uma cultivar geneticamente propícia para a multiplicação de sementes. No entanto, devido à qualidade fisiológica inicial do lote da cultivar ter sido afetada negativamente por um período de déficit hídrico na fase de enchimento de grãos e chuvas no período de colheita, sua qualidade fisiológica ficou prejudicada. Contudo, somente aos 225 dias de armazenamento foi identificado o decréscimo nos testes de envelhecimento acelerado e de emergência em campo, sendo que a redução foi mais acentuada no armazenamento sem resfriamento em comparação com o armazenamento com resfriamento (Tabela 5).

Vale ressaltar que uma alta germinação não assegura um elevado potencial de armazenamento e consequentemente um estabelecimento adequado no campo, pois o teste de germinação é conduzido em condições favoráveis às sementes. Desse modo, devem-se produzir sementes de alto vigor para propiciar um adequado armazenamento em condições de ambiente modificado ou natural, favoráveis a conservação de sementes (VILLELA e MENEZES, 2009).

Os resultados alcançados mostram que desempenho das sementes de soja no decorrer do período de armazenamento é dependente da cultivar, qualidade inicial do lote e das condições ambientais de armazenamento, de modo que em condições de resfriamento artificial, utilizando temperatura de 14 a 16°C, verifica-se a preservação da qualidade fisiológica das sementes de soja por um período de até 225 dias.

3.2 Experimento dois

Conforme a Figura 20 ocorreu uma redução mais acentuada da concentração CO_2 , possivelmente, devido o CO_2 não estar totalmente difundido no ar intergranular das sementes de soja. Conforme o decorrer do tempo, houve a tendência do CO_2 entrar em equilíbrio. Nos dias 27/04 e 11/07, a curva decréscimo da concentração foi menos acentuada que nos primeiros dias, possivelmente devido ao fato de a concentração de CO_2 intergranular se manter e não ocorrer diminuição acentuada da concentração. Na média, a concentração de CO_2 ficou em 56% variando entre a máxima de 66 e a mínima de 48%. O oxigênio permaneceu mais estável com média

de 6%, oscilando entre máxima 7% e mínima 4%. Verificou-se que conforme houve aumento de CO_2 , ocorreu diminuição da concentração de O_2 .

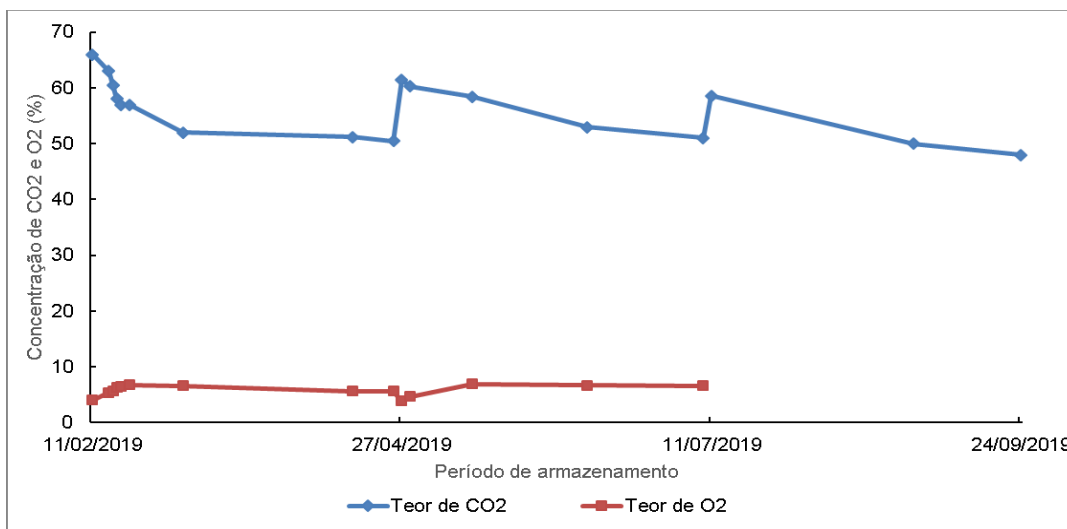


Figura 20 - Comportamento das concentrações de gás carbônico (CO_2) e oxigênio (O_2) durante o armazenamento em embalagem hermética com adição de CO_2 , em sementes de soja mantidas no armazém sem resfriamento.

Na Tabela 6 podem ser observadas alterações inexpressivas no teor de água das sementes, variando entre 10,9 e 11,6%, ao comparar as três condições de armazenamento, ao longo do período houve uma tendência das sementes entrarem em equilíbrio hidroscópico com a umidade relativa do ar em cada condição de armazenamento.

Tabela 6 – Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição de armazenamento e o período de armazenamento (Época) de sementes de soja, cultivar TMG118RR.

Cultivar	Época (dias)	Condição de Armazenamento	U%	G (%)	Vigor TZ (%)	EA (%)	EC (%)
TMG1180RR	0	Com Resfriamento	11,2	96 a	88 a	90 a	91 a
		Hermético + CO ₂	11,1	97 a	89 a	87 a	91 a
		Sem Resfriamento	11,0	96 a	88 a	89 a	91 a
	75	Com Resfriamento	11,5	95 a	88 a	89 a	93 a
		Hermético + CO ₂	11,3	95 a	88 a	81 b	87 b
		Sem Resfriamento	11,5	92 b	85 a	77 b	88 b
	150	Com Resfriamento	11,2	95 a	89 a	88 a	90 a
		Hermético + CO ₂	11,6	92 b	86 a	76 b	85 b
		Sem Resfriamento	11,4	92 b	85 a	75 b	84 b
	225	Com Resfriamento	10,9	94 a	86 a	89 a	89 a
		Hermético + CO ₂	11,3	89 b	78 b	71 b	57 b
		Sem Resfriamento	11,5	88 b	76 b	67 b	58 b
CV (%)			2,89	3,72	3,08	3,70	

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

O resultado do teste de germinação mostrou diferenças significativas entre as condições de armazenamento nas épocas 75, 150 e 225 dias de armazenamento (Tabela 6). Aos 75 dias, na Condição Sem Resfriamento, as sementes tiveram menor germinação em comparação ao armazenamento em Condições Com Resfriamento e sem resfriamento (Hermético + CO₂). Aos 150 e 225 dias, a germinação das sementes no armazenamento na Condição Com Resfriamento foi superior em relação às outras duas condições. Entre as épocas zero e 225 dias, nas condições de armazenamento Sem Resfriamento e Embalagem Hermética + CO₂ e Sem Resfriamento houve uma redução de germinação de 8 pp. Trabalhando com sementes de soja da variedade BMX Potência RR e testando diferentes concentrações de O₂ e CO₂ na qualidade da semente durante o período de seis meses, Junior et al. (2014) concluíram que a atmosfera controlada manteve a germinação média em 85% enquanto a da testemunha ficou em 55%.

Ao longo do período de armazenamento, a germinação das sementes de soja nas três condições apresentou decréscimo com tendência quadrática, sendo que na Condição Com Resfriamento houve diminuição menos pronunciada, identificada pela menor redução comparativamente às outras duas condições (Figura 21). Resultado

similar foi encontrado por Ferreira et al. (2017) comparando a germinação de sementes de soja mantidas em ambiente com e sem resfriamento, ao concluírem que a germinação foi maior em 7 pp em relação ao armazenamento sem resfriamento no final do período de armazenamento.

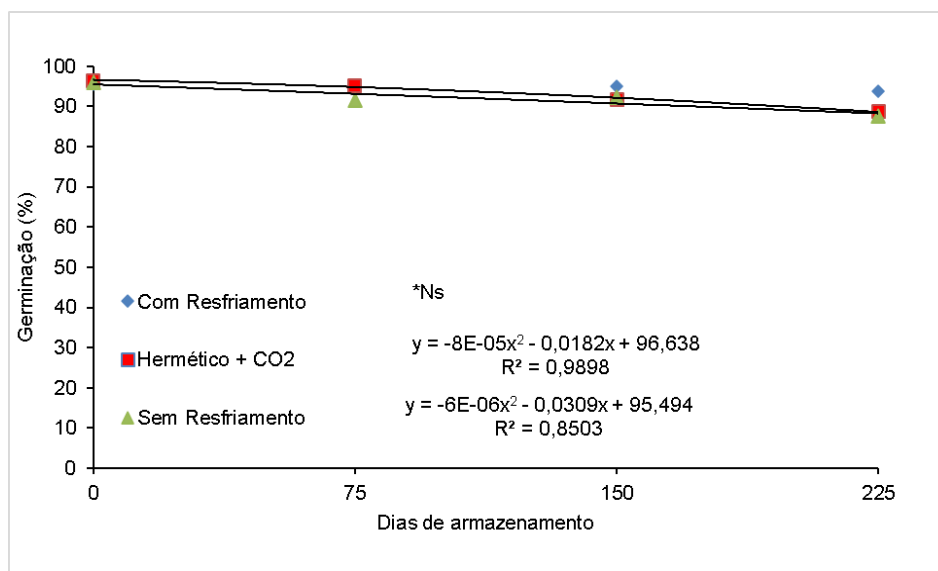


Figura 21 - Comportamento da germinação de sementes de soja cultivar TMG11800RR, mantidas em condições com e sem Resfriamento e Sem Resfriamento em Embalagem (Hermética + CO₂), por 225 dias.

O resultado do vigor avaliado pelo teste de tetrazólio foi similar entre as condições de armazenamento até 150 dias de armazenamento e, aos 225 dias, a Condição Com Resfriamento apresentou superioridade de 8 e 10 pp em comparação ao Hermético + CO₂ e Sem Resfriamento, respectivamente. O vigor das sementes entre as épocas zero e 225 dias decresceu de 11 e 12 pp para as Condições de Armazenamento Hermético + CO₂ e Sem Resfriamento, respectivamente (Tabela 6).

Ao longo do período de armazenamento, avaliado pelo teste de tetrazólio, o vigor das sementes mantidas nas três condições de armazenamento apresentou tendência representada por equações do segundo grau, destacando-se a superioridade da Condição Com Resfriamento relativamente às outras duas condições (Figura 22).

Em pesquisa sobre a diferença de temperaturas de resfriamento de sementes de soja no momento do ensaque e armazenadas durante 225 dias a 20°C em armazém refrigerado, Ferreira et al. (2017) concluíram que as sementes resfriadas

no ensaque com 13°C apresentaram um vigor superior em comparação às outras temperaturas no momento do ensaque.

Estudando o potencial de armazenamento de sementes de cebola e cenoura armazenadas em embalagens impermeáveis e permeáveis e em diferentes condições de umidade e temperatura, Goulart (2019) observou uma diminuição da germinação e vigor quando as sementes estavam armazenadas em embalagens permeáveis e em ambiente não controlado.

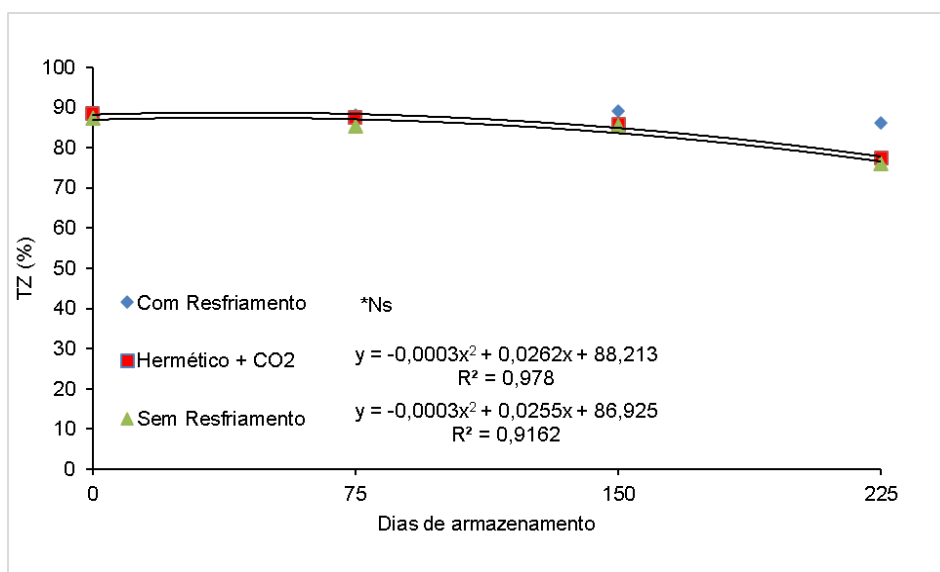


Figura 22 - Comportamento do vigor avaliado pelo teste de tetrazólio (TZ) de sementes de soja cultivar TMG11800RR, mantidas em condições com e sem Resfriamento e Sem Resfriamento em Embalagem (Hermética + CO₂), por 225 dias.

Na Tabela 6 pode ser observado o resultado do vigor das sementes, determinado pelo teste de envelhecimento acelerado, mostrando, a partir de 75 dias de armazenamento, a inferioridade do vigor nas Condições Hermético + CO₂ e Sem Resfriamento em comparação à Condição Com Resfriamento. Aos 225 dias a Condição Com Resfriamento apresentou 18 e 22 pp a mais no teste de envelhecimento acelerado em comparação ao Hermético + CO₂ e Sem Resfriamento, respectivamente. Houve um declínio entre a época zero e a época 225 dias nas Condições de Hermético + CO₂ e Sem Resfriamento de 16 e 22 pp, respectivamente. Empregando sementes de soja da cultivar M9144 RR, Daronch (2018) constatou um vigor superior em 10 pp nas sementes armazenadas em ambiente com resfriamento em comparação ao ambiente sem resfriamento até 135 dias de armazenamento.

Ao longo do período de armazenamento, nas Condições Hermética + CO₂ e Sem Resfriamento as curvas de tendência dos dados de envelhecimento acelerado foram expressas por uma curva de tendência linear. A partir de 75 dias, a Condição Com Resfriamento se diferenciou das outras duas condições (Figura 23).

Utilizando sementes de soja armazenadas em ambiente a temperatura de 10°C e UR de 45%, Calheiros (2014) obteve no teste de envelhecimento acelerando 32 pp a mais em comparação com as sementes armazenadas em temperatura de 20°C e UR de 75%.

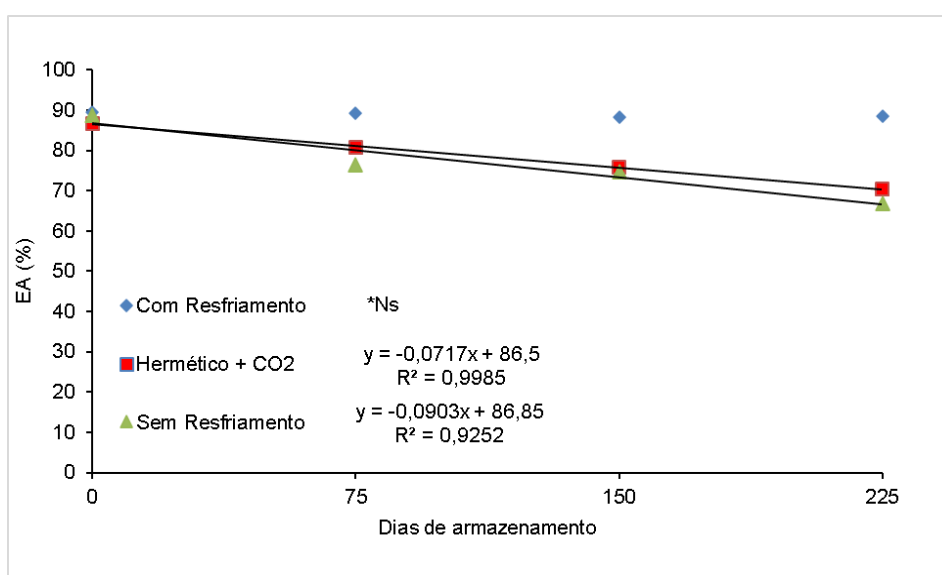


Figura 23 - Comportamento do vigor avaliado teste de envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja cultivar TMG11800RR, mantidas em condições com e sem Resfriamento e Sem Resfriamento em Embalagem (Hermética + CO₂), por 225 dias.

Os resultados de emergência em campo apresentaram diferenças significativas entre os tipos de armazenamento, nas épocas 75, 150 e 225 dias de armazenamento, com superioridade da Condição Com Resfriamento em relação às outras duas condições, similarmente ao observado no teste de envelhecimento acelerado. Aos 150 dias, o resultado do teste mostrou uma inferioridade de 5 e 6 pp nas Condições Hermético + CO₂ e Sem Resfriamento, respectivamente, em comparação ao armazenamento em Condição Com Resfriamento. Aos 225 dias, na Condição Com Resfriamento, o teste de emergência em campo indicou uma diferença 32 e 31 pp superior em comparação entre o armazenamento Hermético + CO₂ e Sem Resfriamento (Tabela 6). Comparando emergência de plantas nas temperaturas e umidades relativas de T 10°C e UR% 45, T 20°C e UR 75% e T 30°C

e UR 70% aos 300 dias, Calheiros (2014) obteve uma emergência em campo de 64, 49 e 1% para as respectivas temperaturas e umidades testadas.

Houve um decréscimo de vigor, avaliado pelo teste de emergência em campo, entre as épocas zero e 225 dias nas condições Hermético + CO₂ e Sem Resfriamento de 34 e 33 pp, respectivamente. No decorrer do período de armazenamento, o armazenamento com resfriamento não apresentou curva significativa, contudo houve curvas de tendência quadráticas nas Condições Hermética + CO₂ e Sem Resfriamento, com redução pronunciada a partir de 75 dias de armazenamento (Figura 24).

Os resultados evidenciam o decréscimo da qualidade fisiológica de sementes de soja no decorrer do período de armazenamento, tanto nas sementes acondicionadas em embalagem hermética, quanto na embalagem permeável, concordando com Amaral e Baudet (1983) que, trabalhando com sementes de soja, mantidas em embalagens permeável e semipermeável, com diferentes teores de água, verificaram decréscimo de qualidade fisiológica durante o armazenamento, com intensidade variável com a umidade inicial das sementes, tipo de embalagem e tempo de armazenamento.

De maneira geral, é possível separar os resultados obtidos em três grupos. Grupo 1 correspondendo a uma variedade geneticamente de baixa capacidade de armazenamento de sementes ao longo do tempo e com baixa qualidade inicial. Há grande probabilidade do descarte de lotes para comercialização, como observado na cultivar Bônus 8579 RSF IPRO (Tabela 3) que mesmo apresentando resultados melhores na Condição Com Resfriamento do que na Sem Resfriamento foi observada uma diminuição da emergência em campo no final de 225 dias de armazenamento nas sementes armazenadas em Condição Com Resfriamento.

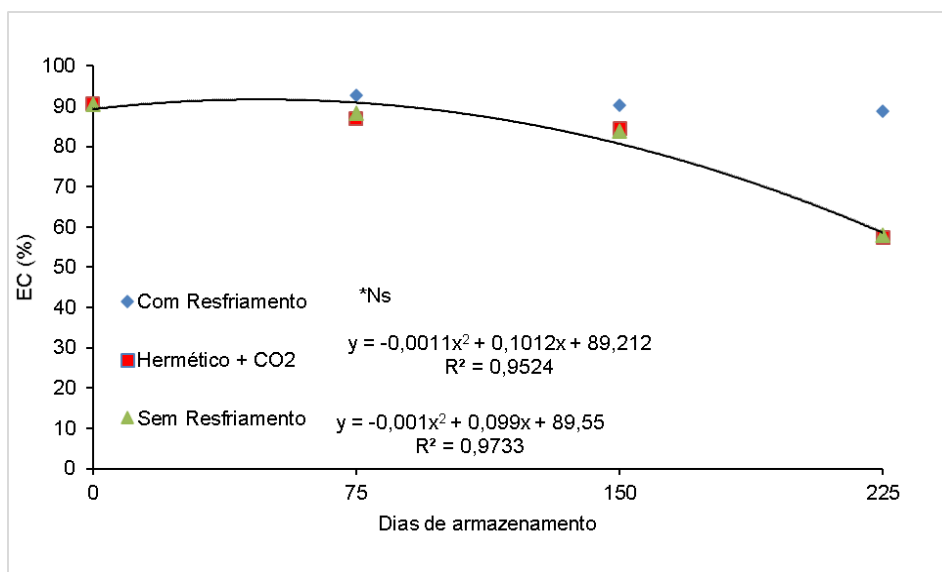


Figura 24 - Comportamento do teste de emergência em campo (EC) de sementes de soja cultivar TMG11800RR, mantidas em condições com e sem Resfriamento e Sem Resfriamento em Embalagem (Hermética + CO₂), por 225 dias.

Assim sendo, mesmo no ambiente com resfriamento, houve redução de qualidade fisiológica, sugerindo talvez que o resfriamento deveria ser realizado em temperatura inferior a 14-16°C. Essa ocorrência vai ao encontro das afirmações de Villela e Menezes (2009) que a preservação da qualidade de sementes de soja somente pode ser obtida, em determinadas regiões ou locais, com modificação das condições ambientais de armazenamento.

O Grupo 2 compreende a uma variedade geneticamente propícia para armazenamento de sementes ao longo do tempo e lote com alta qualidade inicial, havendo elevada probabilidade de sucesso no armazenamento das sementes em armazém sem resfriamento, como observado para a variedade TMG1180RR (Tabela 4), que apresentou resultados semelhantes em todas as análises realizadas e apenas diferiu no final do armazenamento, mostrando a menor 5 pp na emergência em campo em comparação ao armazém com resfriamento. Assim, por exemplo, se a capacidade do armazém com resfriamento for limitante, as sementes dessa variedade poderiam ser colocadas em armazém sem resfriamento e deixar espaço disponível no armazém com resfriamento para a colocação das sementes de outras variedades.

O Grupo 3 abarca uma variedade geneticamente propícia para armazenamento ao longo do tempo, mas com lote de sementes de baixa qualidade inicial, de acordo com o verificado com a variedade Extra 74i78 IPRO (Tabela 5).

Constitui-se dentre as variedades do grupo a mais complicada de prever a qualidade dos lotes de sementes porque mesmo tendo mostrado melhores resultados na condição com resfriamento deve-se ter cuidado com o armazenamento no decorrer do tempo.

Trabalhando com sementes de soja, cultivar CD 212RR, resfriadas a 15°C antes do ensaque e sementes não resfriadas, armazenadas durante oito meses, CANTON (2010) verificou uma redução de germinação de apenas 3 pp para sementes com resfriamento e uma redução de 28 pp para sementes sem resfriamento. Da mesma forma, estudando sementes de soja resfriada em quatro diferentes temperaturas de armazenamento durante 196 dias, MAGRO (2016) observou maior germinação para as sementes que foram mantidas a 6°C e 18°C em comparação às temperaturas de 25 e 33°C.

Ao estudar o comportamento de sementes de soja resfriadas nas temperaturas de 12,15 e 18°C após e beneficiamento e mantidas armazenadas em três diferentes condições de temperatura e umidade relativas, Calheiros (2014) obteve uma germinação de 93 % para as sementes que estavam armazenadas na temperatura de 10°C e UR de 45% e para as sementes armazenadas com temperatura de 30°C e UR de 75%, a germinação foi de 68% aos 180 dias de armazenamento.

Trabalhando com sementes de soja e comparando diferentes condições de armazenamento, Ferreira et al. (2017) verificaram que o controle da temperatura e da umidade relativa do ar preservou a longevidade e a qualidade das sementes ao longo do armazenamento. Da mesma forma, Daronch (2018) verificou que sementes armazenadas em ambiente com resfriamento tiveram um desempenho superior em comparação às sementes não resfriadas.

3.3 Experimento Três

Na Tabela 7 pode-se observar que as alterações no teor de água das sementes. Na condição de armazenamento (Hermético+CO₂) para as umidades de 10 e 11%, no decorrer do período de armazenamento, a variação do grau de umidade das sementes foi inferior a 0,5 pp, devido à baixa troca de umidade com o ambiente externo. Sendo que a mesma comparação feita para a condição de

armazenamento sem resfriamento para as umidades 10 e 11%, a variação não foi superior a 0,6 pp, sendo maior para as sementes que estavam com a umidade maior pois houve a tendência de as sementes entrarem em equilíbrio hidroscópico com a umidade relativa do ar.

O resultado do teste de germinação para as duas umidades mostrou que, entre o período zero e 150 dias, a germinação foi superior para a umidade de 11%, independentemente da condição de armazenamento, possivelmente devido às sementes estarem com umidade mais alta apresentaram menos danos por embebição do que as sementes com umidade de 10%. No entanto, aos 225 dias as germinações equipararam-se, independentemente da umidade inicial das sementes e da condição de armazenamento (Tabela 7).

Tabela 7 – Dados médios de umidade (U), germinação (G), tetrazólio vigor (TZ), envelhecimento acelerado (EA) e emergência em campo (EC), conforme a condição, período de armazenamento (Época) e umidade (U%) de sementes de soja, cultivar TMG188RR.

Cultivar	Época (dias)	Condição de Armazenamento	U%		G(%)		Vigor TZ (%)		EA(%)		EC(%)	
			U%10	U%11	U%10	U%11	U%10	U%11	U%10	U%11	U%10	U%11
TMG180RR	0	Hermetico + CO2	10,2	11,1	94 aB	96 aA	88 aA	88 aA	86 aA	87 aA	90 aA	91 aA
		Sem Resfriamento	9,9	11,2	93 aB	96 aA	86 aA	86 aA	86 aA	87 aA	90 aA	92 aA
	75	Hermetico + CO2	10,3	11,3	92 aB	95 aA	86 aA	88 aA	86 aA	81 aB	90 aA	87 aA
		Sem Resfriamento	10,2	11,1	93 aB	95 aA	86 aA	84 aA	85 aA	84 aA	89 aA	89 aA
	150	Hermetico + CO2	10,3	11,6	92 aA	92 aA	87 aA	86 aA	85 aA	84 aA	85 aA	85 aA
		Sem Resfriamento	10,0	10,8	91 aA	88 bB	83 aA	84 aA	82 aA	76 bB	81 bA	76 bB
	225	Hermetico + CO2	10,4	11,2	90 aA	89 aA	84 aA	77 aB	84 aA	68 aB	78 aA	58 aB
		Sem Resfriamento	9,8	10,6	91 aA	90 aA	75 bA	73 aB	82 aA	55 bB	79 aA	58 aB
C.V.(%)					2,62		4,28		3,24		3,72	

- Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha, minúsculas na coluna em cada época, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Independentemente da condição de armazenamento houve decréscimo da germinação ao longo de período de armazenamento, representado por funções quadráticas (Figura 25). O teste de germinação tem a finalidade de apresentar o desempenho máximo do lote em condições ótimas para seu desenvolvimento. Por esta razão, os resultados devem ser utilizados com cautela para inferir a emergência em campo (PESKE, 2020)

Resultados diferentes foram encontrados por Capilheira (2016) ao estudar a qualidade fisiológica de sementes de soja da cultivar SYN 1059 RR armazenadas em embalagens de papel multifoliado, hermética e hermética com adição de CO₂

durante 225 dias, e observar que a germinação foi superior em 12 e 14 pp para as sementes armazenadas em embalagem Hermética e Hermética + CO₂ em comparação ao papel multifoliado.

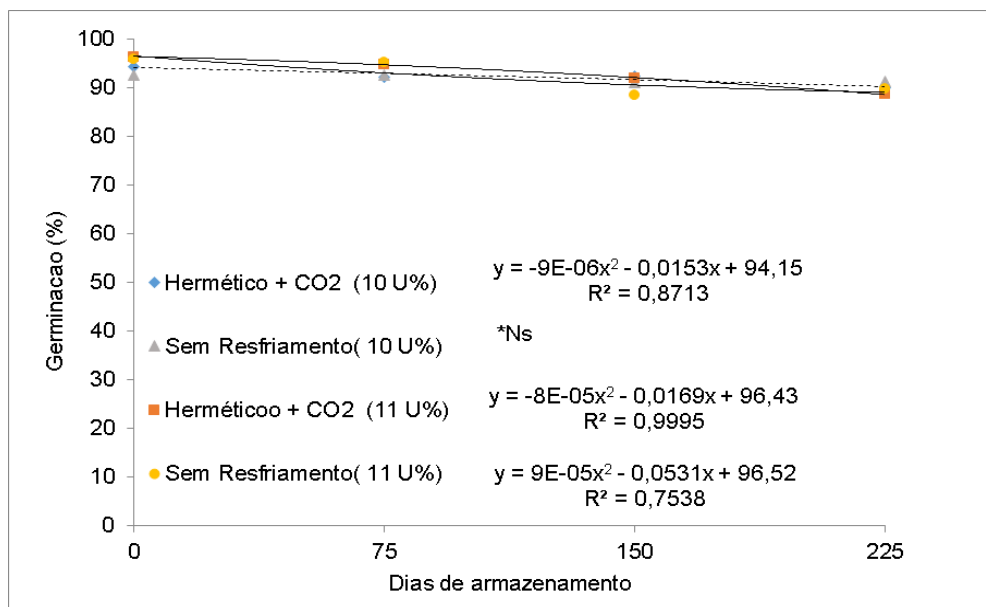


Figura 25 - Comportamento da germinação de sementes de soja, cultivar TMG1180RR, mantidas em Embalagem Hermética + CO₂ e Condição Sem Resfriamento em dois teores de água da semente, por 225 dias.

O vigor avaliado pelo teste de tetrazólio apresentou resultados semelhantes em todos os períodos analisados, exceto aos 225 dias. Para o teor de água de 10%, as sementes mantidas em Embalagem Hermética + CO₂ apresentaram 9 pp a mais em comparação à Condição Sem Resfriamento. No entanto, para as sementes armazenadas com teor de água de 11%, os resultados foram similares entre as duas condições de armazenamento, aos 225 dias (Tabela 7).

Ao longo de período de armazenamento, o vigor se manteve estável durante todo o intervalo de tempo para as sementes mantidas em Embalagem Hermética + CO₂, com teor de água de 10%. Todavia, nas outras três condições houve manutenção do vigor até 150 dias (Figura 26).

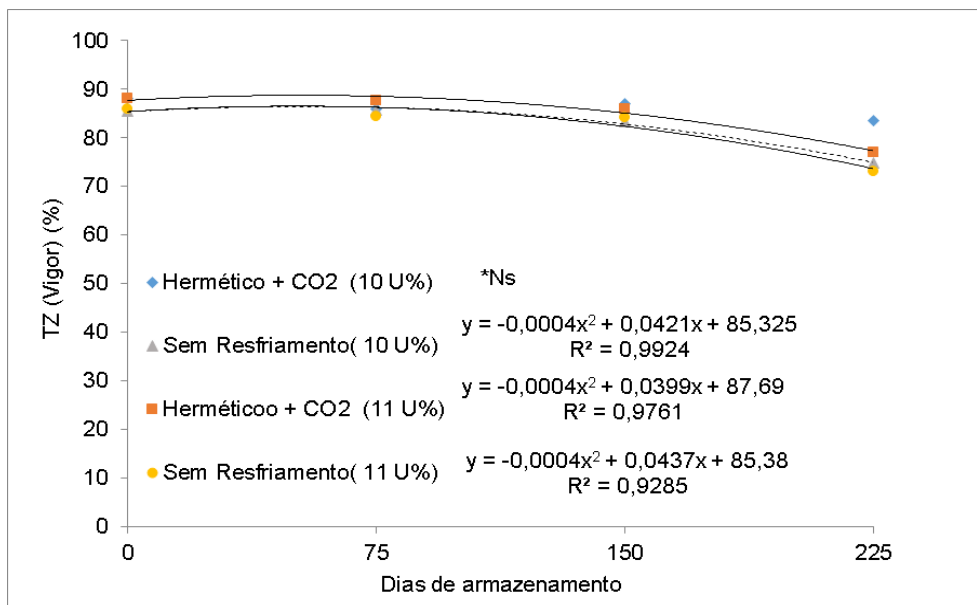


Figura 26 - Comportamento do vigor avaliado pelo teste de tetrazólio (TZ) de sementes de soja, cultivar TMG1180RR, mantidas em Embalagem Hermética + CO₂ e Condição Sem Resfriamento em dois teores de água da semente, por 225 dias.

Os resultados do vigor determinado pelo teste de envelhecimento acelerado foram similares, nas quatro condições de armazenamento, até 75 dias. Entretanto, aos 150 dias, apresentou vigor inferior na Condição Sem Resfriamento, com teor de água de 11%. Aos 225 dias, as sementes colocadas em Embalagem Hermética + CO₂ e na Condição Sem Resfriamento, ambas com umidade de 10%, apresentaram 16 e 27 pp, respectivamente, a mais de vigor em comparação às sementes armazenadas com teor de água de 11% (Tabela 7).

Ao longo de período de armazenamento, as sementes armazenadas com teor de água de 10% mantiveram o vigor ao longo de 225 dias, enquanto as sementes armazenadas com 11%, independentemente da condição de armazenamento, apresentaram redução de vigor a partir de 75 dias (Figura 27). A velocidade da deterioração das sementes armazenadas é dependente do seu teor de água e da temperatura (BARRETO, 2009; ZUCHI et al., 2011).

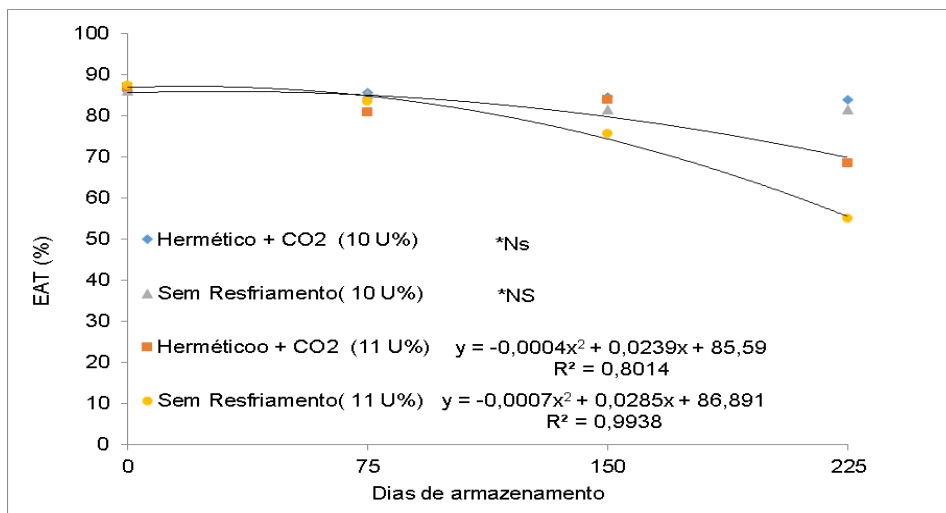


Figura 27 - Comportamento do vigor avaliado pelo teste envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja, cultivar TMG1180RR, mantidas em Embalagem Hermética + CO₂ e Condição Sem Resfriamento em dois teores de água da semente, por 225 dias.

Observa-se que a emergência em campo foi similar até 75 dias em todas as condições, no entanto, aos 150 dias, as sementes acondicionadas em Embalagem Hermética + CO₂ responderam melhor do que as sementes mantidas em Condição Sem Resfriamento, independentemente do teor de água inicial da semente (Tabela 7). Todavia, aos 225 dias não houve diferença entre as condições de armazenamento das sementes, nas diferentes umidades testadas. Por outro lado, as sementes mantidas em Embalagem Hermética + CO₂ e na Condição Sem Resfriamento, ambas com teor de água de 10%, apresentaram 20 e 21pp, respectivamente, a mais de emergência em campo em comparação às sementes armazenadas com umidade de 11% (Tabela 7). Estudando o armazenamento de sementes de soja em diferentes embalagens, Capilheira (2016) observou uma diferença de 27 e 13 pp a mais de vigor determinado pelo teste de envelhecimento acelerado e pelo teste de emergência em campo nas sementes armazenadas em embalagem Hermética + CO₂ em comparação as sementes armazenadas em embalagem de papel multifoliado. O mesmo autor concluiu que as sementes armazenadas em embalagem hermética, sem ou com injeção de CO₂, favorece a diminuição da velocidade de deterioração das sementes.

Ao longo de período de armazenamento, nas quatro condições de armazenamento as curvas de tendência dos dados de emergência em campo foram representadas por funções quadráticas, indicando manutenção até 75 dias. A partir daí, houve tendência de redução até 225 dias, sendo mais pronunciada nas

sementes armazenadas com teor de água de 11% em comparação às sementes armazenadas com umidade de 10%, tanto para a Embalagem Hermética + CO₂ quanto para a Condição Sem Resfriamento (Figura 28). Teores de água elevados para sementes da maioria dos cereais ocasiona um rápido aumento na respiração das sementes, consequentemente sua deterioração será mais acentuada (SMANIOTTO et al., 2014). Segundo Bragantini (2005), teor de água das sementes abaixo de 12% diminui a taxa respiratória da semente, o que prolonga a manutenção da qualidade.

Em síntese, no decorrer do período de armazenamento, independentemente da condição do armazenamento, as sementes com umidade de 10% mantiveram o vigor mais estável e mais alto em comparação às sementes armazenadas com teor de 11%. Os resultados alcançados concordam com Popinigis (1976) e Baudet et al. (2019) ao afirmarem que sementes de soja podem ser conservadas em embalagens semipermeável e impermeável, desde que a umidade da semente não exceda a 10%, para a preservação da qualidade fisiológica durante o armazenamento.

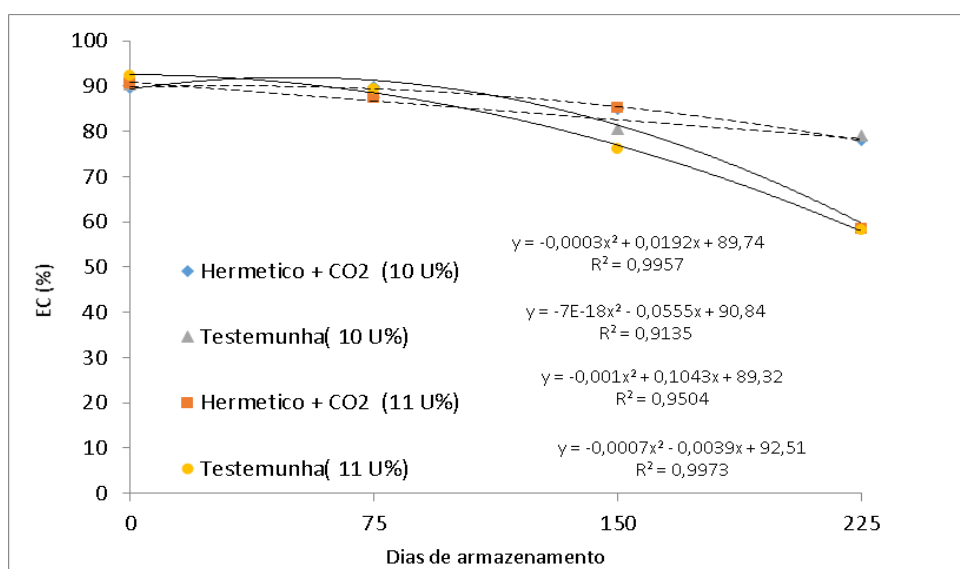


Figura 28 - Comportamento do teste de emergência em campo (EC) de sementes de soja, cultivar TMG1180RR, mantidas em Embalagem Hermética + CO₂ e Condição Sem Resfriamento em dois teores de água da semente, por 225 dias

Vale destacar que as sementes mantidas em embalagem permeável nas condições ambientais do município de Alto-Garças – MT apresentaram redução de qualidade fisiológica no período de armazenamento, mesmo com umidade de 10 ou 11%. Essa ocorrência pode ser atribuída à temperatura ambiental que durante os 225 dias de armazenamento manteve-se acima de 25°C.

4. Considerações Finais

Sementes de soja da cultivar Bônus 8579 RSF IPRO, armazenadas com baixa qualidade fisiológica inicial, apresentaram no decorrer do armazenamento uma menor qualidade fisiológica ao serem mantidas em armazém sem resfriamento comparativamente às sementes mantidas em armazém com resfriamento artificial.

As sementes das cultivares TMG1180RR e Extra 74i78 IPRO, armazenadas com alta qualidade fisiológica inicial, não apresentaram diferença até 150 dias de armazenamento para as condições com e sem resfriamento artificial. Entretanto aos 225 dias de armazenamento, as sementes mantidas em ambiente com resfriamento artificial exibiram qualidade fisiológica superior comparativamente às sementes mantidas em armazém sem resfriamento.

As sementes da cultivar TMG1180RR armazenadas por 225 dias, em ambiente com resfriamento artificial apresentaram qualidade fisiológica superior comparativamente às sementes mantidas em armazém sem resfriamento, quer tivessem sido acondicionadas em embalagem permeável ou em embalagem hermética com adição de CO₂.

Em ambiente sem controle das condições ambientais, o armazenamento de sementes de soja com umidade de 11% em embalagem hermética com adição de CO₂ por até 150 dias mostraram melhor desempenho em comparação com a embalagem permeável.

Sementes de soja armazenadas com teor de água de 10% exibiram qualidade fisiológica superior em comparação às sementes com teor de água de 11%, tanto em embalagem hermética com adição de CO₂ quanto em embalagem permeável.

Os testes de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo mostraram eficiência na avaliação do desempenho de sementes de soja durante o armazenamento em ambientes com ou sem resfriamento.

5 Referências

- AGUIAR, R. W. S. et al. Toxicidade da combinação de dióxido de carbono e fosfina sob diferentes temperaturas para *Tribolium castaneum*. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 881- 886, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000800013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 de junho de 2020.
- AGUIAR, R. W. S.; BRITO, D. R.; OOTANI, M. A.; FIDELIS, R. R.; PELUZIO, J. N. Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e microflora associada. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.554-560, 2012. Disponível em: < <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1596>> Acesso em: 07 de outubro de 2018.
- AMARAL, A.; BAUDET, L. Efeito do teor de umidade, tipo de embalagem e período de armazenamento, na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, n.5, v.3, p. 27-35. 1983.
- AUMONDE, T. Z. Diferença entre os frutos e as sementes: aspectos fisiológicos e sua importância. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 23, n.5, 2018.
- AZEVEDO, M. R. Q. A. et al. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662003000300019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 de junho de 2020.
- BAGATELI, J. R. et al. Desempenho produtivo de plantas de soja originárias de lotes de sementes com níveis crescentes de vigor. **Journal Seed Science.**, Londrina, v. 41, n. 2, p. 151-159, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372019000200151&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 17 de junho de 2020.
- BAUDET, L. M.; VILLELA, F. A.; PESKE, S. T. . Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Org.). **Sementes: fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 4ed. Pelotas: Becker e Peske, 2019, v. 1, p. 466-512.
- BERBERT, P. A.; SILVA, J. S.; RUFATO, S.; AFONSO, A. D. L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva, J. S. (Ed) **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p. 63-107
- BARRETO, F.A.; DEMITO A. Processo de resfriamento de sementes. **Revista Seed News**, Pelotas, n.3, 2009. Disponível em: < <https://seednews.com.br/artigos/1722-processo-de-resfriamento-de-sementes-edicao-maio-2009> >. Acesso em: 21 de junho de 2020.
- BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Documento 187, Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28 p. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/194008/1/doc187.pdf>>
Acesso em 21 de maio de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p. Disponível em: <https://www.abrates.org.br/files/regras_analise_de_sementes.pdf>
Acesso em: 10 de abril de 2020.

CALHEIROS, V. S. **Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas sob diferentes condições**. 2014. 45 p. Tese – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/3163>>. Acesso em 21 de junho de 2020.

CANTON, A. R. **Resfriamento dinâmico e qualidade de sementes de soja**. 2010. 36 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/1513>>. Acesso em 22 de junho de 2020.

CAPILHEIRA, A. F. **Armazenamento de sementes de soja em embalagens permeável e hermética, com e sem atmosfera modificada**. 2016. 41f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4083>> Acesso em 14 de junho. 2020.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. DA S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crame em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical** (Agriculture Research in the Tropics), v. 42, n. 3, p. v. 42, n. 3, jul./set. 2012. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/17249>> Acesso em: 07 de outubro de 2019.

CÁSSIA LINO, R. **Qualidade fisiológica e caracterização anatômica de sementes de Glycine max L. merril durante o armazenamento**. Rio Verde – GO, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1241>>. Acesso 01 de junho de 2020

COSTA, C. J. Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças. Embrapa Clima Temperado. **Documentos**, 355. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 30 p. 2012. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1005289/1/Documento355web.pdf>>. Acesso em: 12 de maio de 2020.

DARONCH, W. J. **Resfriamento e armazenamento de sementes de soja: interações com a qualidade fisiológica**. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018. Disponível

em:<<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4463>> Acesso em: 14 de junho de 2020.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Revista SeedNews**, Pelotas, n.6, p.24-31, 2002.

EGLI, DB; TEKRONY, DM Germinação de sementes de soja, vigor e emergência em campo. **Ciência e Tecnologia de Sementes**. Suíça. v. 23, n. 3, pp. 595-607. 1995.

FERREIRA, F. C. ; VILLELA, F. A. ; MENEGHELLO, G. E. ; SOARES, V. N . Cooling of soybean seeds and physiological quality during storage. **Journal of Seed Sciences**, v. 39, p. 385-392, 2017.

FONTES, R. de A.; MANTOVANI, B. H. M. A. **Armazenamento de sementes**. Sete Lagoas, n. 19, p. 50-54. 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57363/1/Circ-19-Armazenamento-sementes.pdf>> Acesso em: 5 de março de 2020.

FRANÇA-NETO, J. B. Evolução do conceito da qualidade das sementes. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 20, n. 5, p. 32-40, 2016. Disponível em: <<https://seednews.com.br/artigos/710-evolucao-do-conceito-da-qualidade-das-sementes-edicao-setembro-2016>> Acesso em: 5 de março de 2020.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. **Tecnologia de produção de sementes de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82p. (Embrapa Soja, Documentos, 380). Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf>> Acesso em: 22 de junho de 2020.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998, 72p. (Documentos 116).

FRANCO, D. F.; JR MAGALHÃES, A.M.; COSTA, C.J.; SILVA, M.G.; **Armazenamento de sementes**. 2016. Pelotas (Comunicado Técnico, 335). Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164483/1/Comunicado-335.pdf>> Acesso em: 07 dezembro. 2019.

GOULART, I. M. **Armazenamento de sementes de cebola e cenoura em diferentes tempos e embalagens**. 2019. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4909>> Acesso em: 14 de abril de 2020.

HUTH, C. et al. Suscetibilidade a danos climáticos e estresse oxidativo em sementes de soja com diferentes teores de lignina no revestimento das sementes. **Journal Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 296-304, 2016. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372016000400296&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30 de maio de 2020.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. IMEA. Estimativa de safra de soja 2019/20. Disponível em:<<http://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado-detalhe?c=4&s=9>> Acesso em 09 de maio 2020.

JUNIOR, W. L. **Armazenamento de sementes de soja em atmosfera modificada e controlada e exposição aos raios uv**. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em:< <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/5108>> Acesso em 18 de maio 2020.

KIRCHNER, J. H. et al. Qualidade física, fisiológicas danos mecânicos nas etapas do beneficiamento de sementes de soja. **Tecnol. Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.8,n.2,p.15-20, 2014. Disponível em:< <http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-08-2014/volume-8-numero-2-junho-2014/tca8210.pdf>>Acesso em:20 Fevereiro de 2020.

KRZYZANOWSKI, F.C; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, maio 2018,24f. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 136.Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1091765/1/CT136online.pdf>> Acesso em: 06 outubro. 2019.

MAGRO, L. M. **Temperatura de armazenamento e germinação de sementes de soja**, 2016. 42f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em:< <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4538>> Acesso em: 22 de junho de 2019.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MARCOS FILHO, J. Sementes de soja de alta qualidade; Piracicaba, SP, 2006, **visão agrícola**, n.5.Disponível em:<<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-sementes01.pdf>> Acesso em: 25 abril de 2020.

MATERA, T C. et al. Teste de envelhecimento acelerado e suas relações com o potencial fisiológico de sementes de soja. **Journal Seed Science**, 2019, v.41, n.3, pp.301-308. 2019. ISSN 2317-1537. Disponível em:<https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372019000300301> Acesso em: 18 de maio de 2020.

NERES, D. C. C. et al . Zoneamento agroclimático do estado brasileiro de Mato Grosso para a produção de sementes de soja de cultivares precoces. **Journal Seed Science**, Londrina , v. 41, n. 2, p. 205-212, 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372019000200205&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 13 maio 2020.

PASCUALI, L. C. **Estimativa do potencial de armazenamento de soja, através do vigor das sementes**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. UFPel. Pelotas, 52p. 2012. Disponível em <http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/123456789/1515/1/tese_clarissa_santos_da_silva.pdf>. Acesso em: 26 maio 2020.

PESKE, S. T. O produtor de sementes de soja: fortalezas e oportunidades. **Revista Seed News**, Pelotas, v.23, n.5, p.44-47, 2019.

PESKE, F. B. Mitos e verdades produção de semente. **Revista Seed News**, Pelotas, v.24, n.3, p.22-25, 2020.

PESKE, S. T. Embalagem para sementes. **Revista Seed News**, Pelotas, v.7, n.2, 2003. Disponível em: <<https://seednews.com.br/artigos/1909-embalagem-para-sementes-edicao-marco-2003>> Acesso em: 28 maio 2020.

PESKE, S. T.; VILLELA, F.A; GADOTTI, G.I. Secagem de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ª ed. Ed. Universitária UFPel, p.355-405, 2019.

POPINIGIS, F. Preservação da qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento. **Circular Técnica EMBRAPA**. Brasília, DF. 52pp. 1976.

RIBEIRO, G. C. A. **Qualidade fisiológica de sementes de soja em função do vigor e das condições de armazenamento em Paragominas-PA**. 2018. 26 f. TCCP (Especialização em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018. Disponível em: <http://pergamum.ufpel.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/0000ae/0000ae34.pdf>

RODRIGUES, J.C. et al. Almacenaje de granos em bolsas plásticas: sistema silobag. **EEA INTA Balcarce**, 2002. Disponível em: <<http://anterior.inta.gob.ar/f/?url=http://anterior.inta.gob.ar/balcarce/info/documentos/agric/posco/granos/silobag.htm>>. Acesso em: 09 de junho de 2020.

RUPPIN, N. W. et al. Caracterização morfofisiológica de sementes de diferentes cultivares de soja armazenadas sob condições não controladas. **Caderno De Ciências Agrárias**, n.11, p.1-8. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/14731>>. Acesso em: 26 maio 2020.

SARMENTO, M. B. Semente muito mais que um insumo. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 23, n. 5, p. 32-40, 2019. Disponível em: <<https://seednews.com.br/artigos/2966-semente-muito-mais-que-um-insumo-edicao-maio-2019>> Acesso em: 08 de Abril de 2020

SCHEEREN, B. R. et al. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 35 - 41, 2010. Disponível <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222010000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 de maio de 2020.

SILVA, S. A. Cultura da soja na região do cerrado. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 23, n.5, 2018.

SILVA, C. S. **Vigor de sementes de soja e desempenho da cultura**, Pelotas. 2010. 60f. - Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Pelotas, 2010. Disponível em:
<<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/123456789/1515>>. Acesso em: 10 de maio de 2020.

SILVA, F. S. et al. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 45-56, 2010. Disponível em:<http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/5_artigo_v8.pdf> Acesso em: 2 Março de 2018.

SMANIOTTO, T. A. de S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014. Disponível em
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014000400013&lng=pt&nrm=iso>. acessos em: 02 de junho de 2020

SUHRE, J. J. et al. Soybean yield partitioning changes revealed by genetic gain and seeding rate interactions. **Agronomy Journal**, Gainesville, v. 106, n. 5, p. 1631–1642, 2014. Disponível em:<<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronj14.0003>> Acesso em: 09 de maio de 2020.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente, **Revista Seed News**, Pelotas, v. 8, n. 4, p. 22-25, 2009. Disponível em:<<https://seednews.com.br/artigos/1804-o-potencial-de-armazenamento-de-cada-semente-edicao-julho-2009>> Acesso em: 09 de maio de 2020.

ZORATO, M. F. O monitoramento da qualidade de ponta a ponta: a tecnologia a favor da semente certificada, **Revista Seed News**, Pelotas, v.23, n. 5, p. 32-40, 2019. Disponível em:<<https://seednews.com.br/artigos/2979-o-monitoramento-da-qualidade-de-ponta-a-ponta-a-tecnologia-a-favor-da-semente-certificada-edicao-maio-2019>> Acesso em: 13 de abril de 2020.

ZUCHI, J. et al. Variação da temperatura de sementes de soja durante o armazenamento. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 21, n. 3, p. 35-40, 2011. Disponível em:< <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/916892> > Acesso em: 15 de maio de 2020.