

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



**Tese**

**Potencial fisiológico de sementes de soja tratadas e armazenadas em  
diferentes condições ambientais**

**André Oliveira de Mendonça**

Pelotas, 2016

**André Oliveira de Mendonça**

**Potencial fisiológico de sementes de soja tratadas e armazenadas em  
diferentes condições ambientais**

Tese apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Professor. Dr. Francisco Amaral Villela, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do Título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Sementes).

Orientador: Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Coorientador: Eng. Agro. Dr. Géri Eduardo Meneghello

Coorientador: Prof. Dr. Sidnei Deuner

Coorientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde

Pelotas, 2016

**Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas**  
**Catalogação na Publicação**

M539p Mendonça, André Oliveira de

Potencial fisiológico de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes condições ambientais / André Oliveira de Mendonça; Francisco Amaral Villela, orientador; Géri Eduardo Meneghello, Sidnei Deuner, Tiago Zanatta Aumonde, coorientadores. — Pelotas, 2016.  
88 f.

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

1. *Glycine max* (L.). 2. Tratamento de sementes. 3. Armazenamento de sementes. 4. Germinação. 5. Vigor. I. Villela, Francisco Amaral, orient. II. Meneghello, Géri Eduardo, coorient. III. Deuner, Sidnei, coorient. IV. Aumonde, Tiago Zanatta, coorient. V. Título.

**CDD : 633.34**

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

**André Oliveira de Mendonça**

**Potencial fisiológico de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes condições ambientais**

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

Data da Defesa: 29 de dezembro de 2016.

Banca examinadora:

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

.....  
Dr. Géri Eduardo Meneghelli (Coorientador), Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....  
Prof. Dra. Beatriz Helena Gomes Rocha, Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....  
Dr. André Pich Brunes, Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....  
Dra. Caroline Jácome Costa, EMBRAPA Clima Temperado

Dedico à minha esposa e aos meus pais que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

## **Agradecimentos**

À minha companheira, amiga, esposa e futura mãe dos meus filhos Vânia Marques Gehling, pelo amor, companheirismo, incentivo, paciência, ensinamentos, por me fornecer inspiração e por estar sempre presente durante todas as etapas desta pesquisa.

Ao meu Pai João Carlos Bast de Mendonça e minha Mãe Marisa Oliveira de Mendonça pelo amor, força, educação e suporte que possibilitaram trilhar este caminho e por me ensinarem que devemos acreditar em nossos sonhos.

Aos meus irmãos, minha sogra Sônia, demais familiares e amigos pela torcida, orações e amizade.

Ao professor Francisco Amaral Villela, pela confiança a mim depositada, assim como pela orientação, paciência, ensinamentos, pelas valiosas contribuições e inestimada dedicação, que foram de suma importância para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Géri Eduardo Meneghello e aos professores Sidnei Deuner e Tiago Zanatta Aumonde, pela coorientação, apoio, confiança e por todos os ensinamentos.

Aos amigos e colegas deste percurso Sandro de Oliveira, Elisa Lemes, André Pich Brunes, Letícia Winke Dias e Lizandro Ciciliano Tavares pela amizade e auxílio na execução dos experimentos.

Aos estagiários Ednilson Neves e Ronan Ritter, pela colaboração, dedicação, comprometimento e por todo apoio prestado durante a execução desta pesquisa

À Universidade Federal de Pelotas, a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, em especial aqueles professores que contribuíram de forma positiva no meu desenvolvimento pessoal e na obtenção de novos conhecimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes UFPel/FAEM, pela possibilidade de realização do curso de Pós-Graduação.

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

Aos demais amigos e familiares, pelo apoio e compreensão durante esta caminhada.

## Resumo

MENDONÇA, André Oliveira. **Potencial fisiológico de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes condições ambientais**, 2016. 88f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O tratamento das sementes pode contribuir para melhor estabelecimento de plântulas, ao reduzir o ataque de pragas e doenças. O avanço tecnológico no tratamento de sementes é positivo, mas pouco se sabe sobre sua influência ao longo do armazenamento. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes de soja tratadas quimicamente e armazenadas em diferentes condições ambientais e períodos. O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes – FAEM/UFPel. Foram conduzidos dois estudos, separadamente. O primeiro foi realizado no período 2014/15, utilizando-se dois lotes de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR. O segundo estudo foi desenvolvido no período 2015/16, empregando-se lotes de sementes de soja das cultivares, NS 6006 IPRO e NA 5909 RG. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, sendo o Fator A – Condição da semente: quimicamente tratada (T) e não tratada (NT); Fator B - Condição de armazenamento: ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC); e Fator C – Período de armazenamento: época de avaliação zero, 60, 120 e 180 dias, com oito repetições, em parcelas subdivididas, com a combinação dos fatores condição da semente e condição de armazenamento na parcela e o período de armazenamento na subparcela. O tratamento químico das sementes foi realizado com o inseticida Cruiser 350 FS® (tiametoxam) e com o fungicida Maxim XL® (fludioxonil + metalaxil-M), nas doses 2,0 e 1,0 mL Kg<sup>-1</sup> de sementes, respectivamente. As sementes também foram recobertas com o polímero ColorSeed® na dose de 2,0 mL Kg<sup>-1</sup> de semente e água para completar o volume de 6,0 mL de calda Kg<sup>-1</sup> de semente. O momento do recebimento das sementes foi considerado a época zero (tempo zero de armazenamento), e em seguida, as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel pardo e armazenadas nas condições estabelecidas supracitadas. As variáveis avaliadas foram grau de umidade, germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, comprimento de parte aérea e de raiz, massa seca total de plântulas e emergência em canteiro. Conclui-se que, de maneira geral, o tratamento químico de sementes de soja potencialmente promove redução da qualidade fisiológica durante o armazenamento, de modo mais acentuado em comparação às sementes não tratadas, independentemente da condição de armazenamento. As condições de baixas temperatura e umidade relativa do ar são fatores determinantes para manutenção da germinação e vigor das sementes de soja. O armazenamento de sementes de soja em ambiente mantido em ambiente controlado de 15 °C e umidade relativa do ar de 45% proporciona preservação da qualidade fisiológica por, no mínimo, 180 dias.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.); tratamento de sementes; armazenamento de sementes; germinação; vigor.

## Abstract

MENDONÇA, André Oliveira. **Physiological potential of soybean seeds treated and stored under different environmental conditions**, 2016. 88s. Thesis (Doctorate in Science) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Seed treatment can contribute to better establishment of seedlings, reduce the risk of pests and diseases. The technological advancement in seed treatment is positive, but little is known about its influence over storage. In this sense, the objective of the work was to evaluate the physiological performance of soybean seeds treated chemically and stored in different environmental conditions and periods. The work was conducted in the Laboratory of Seed Analysis - FAEM / UFPel. Two studies were conducted separately. The first one was carried out in the period 2014/15, using two lots of soybean seeds, cultivar FUNDACEP 57 RR. The second study was developed in the period 2015/16, using lots of soybean seeds of the cultivars, NS 6006 IPRO and NA 5909 RG. The experimental design was completely randomized, with Factor A - Seed condition: chemically treated (T) and untreated (NT); Factor B - Storage condition: controlled environment (AC) and uncontrolled (ANC); And factor C - Storage period: evaluation time zero, 60, 120 and 180 days, with eight replications, in subdivided plots, with the combination of factors seed condition and storage condition in the plot and the storage period in the subplot. The chemical treatment of the seeds was carried out with the insecticide Cruiser 350 FS® (thiamethoxam) and with the fungicide Maxim XL® (fludioxonil + metalaxyl-M), at doses 2.0 and 1.0 mL Kg<sup>-1</sup> of seeds, respectively. The seeds were also coated with the ColorSeed® polymer at the dose of 2.0 mL Kg<sup>-1</sup> of seed and water to make up the 6.0 mL volume of Kg<sup>-1</sup> seed seed. The time of receiving the seeds was considered zero time (zero storage time), and then they were packed in brown paper bags and stored under the conditions established above. The evaluated variables were degree of humidity, germination, first germination count, accelerated aging, cold test, aerial and root length, total dry mass of seedlings and emergence in bed. It is concluded that, in general, the chemical treatment of soybean seeds potentially promotes reduction of physiological quality during storage, in a more marked way compared to untreated seeds, regardless of the storage condition. The conditions of low temperature and relative humidity of the air are determining factors for the maintenance of the germination and vigor of the soybean seeds. Storage of soybean seeds in an environment maintained at a controlled temperature of 15 °C and relative humidity of 45% provides preservation of physiological quality for at least 180 days.

**Keywords:** *Glycine max* (L.); seed treatment; seed storage; germination; vigor.

## **Lista de Figuras**

- Figura 1.** Temperatura média do ambiente e umidade média relativa do ar durante o período do primeiro (A e C) e segundo (B e D) estudos, para a condição de armazenamento em ambiente não controlado. .... 12
- Figura 2.** Grau de umidade das sementes de soja tratadas (T) ou não (NT), armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC), sendo a média dos lotes para o primeiro período (A) e a média das cultivares para o segundo período (B)..... 16
- Figura 3.** Comprimento de parte aérea (A) e emergência em canteiro (B) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 1, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 19
- Figura 4.** Primeira contagem de germinação (A), germinação (B), envelhecimento acelerado (C) e teste de frio (D) do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a diferentes períodos de armazenamento. ..... 23
- Figura 5.** Comprimento de raiz de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a diferentes períodos de armazenamento. ..... 24
- Figura 6.** Primeira contagem de germinação (A), germinação (B), envelhecimento acelerado (C) e teste de frio (D) do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 26

<b>Figura 7.</b> Comprimento de raiz (A) e matéria seca total (B) de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC) .....	27
<b>Figura 8.</b> Germinação (A) e comprimento da parte aérea de plântulas (B) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a diferentes períodos de armazenamento. ....	31
<b>Figura 9.</b> Primeira contagem de germinação (A) e germinação (B) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ....	34
<b>Figura 10.</b> Envelhecimento acelerado (A), teste de frio (B) e emergência em canteiro (C) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 2, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ....	35
<b>Figura 11.</b> Comprimento de parte aérea (A), comprimento de raiz (B) e massa seca total (C) de plântulas do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ....	36
<b>Figura 12.</b> Comprimento de raiz (A) e massa seca total de plântulas (B) obtidas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ....	44
<b>Figura 13.</b> Germinação de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento. ....	46
<b>Figura 14.</b> Primeira contagem de germinação (A), germinação (B) e envelhecimento acelerado (C) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).....	48

<b>Figura 15.</b> Teste de frio (A) e emergência em canteiro (B) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ....	49
<b>Figura 16.</b> Comprimento de parte aérea de plântulas oriundas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com e sem tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em diferentes condições. ....	50
<b>Figura 17.</b> Germinação (A) e comprimento de parte aérea (B) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ....	53
<b>Figura 18.</b> Primeira contagem de germinação de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento. ....	55
<b>Figura 19.</b> Primeira contagem de germinação (A), envelhecimento acelerado (B) e teste de frio (C) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).....	56
<b>Figura 20.</b> Comprimento de raiz (A), massa seca total de plântulas (B) e emergência em canteiro (C) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ....	58

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Caracterização inicial da qualidade fisiológica dos dois lotes (L1 e L2) de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, e de lotes das cultivares NS 6006 IPRO e NA 5909 RG, avaliadas pela germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e emergência de plântulas em canteiro (EC). ....	15
<b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 1, cultivar FUNDACEP 57 RR, em função da condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e períodos de armazenamento (PA). ....	17
<b>Tabela 3.</b> Comprimento de parte aérea (CPA) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 1, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ....	18
<b>Tabela 4.</b> Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ....	20
<b>Tabela 5.</b> Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA) do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento. ....	21

**Tabela 6.** Teste de frio (TF) e comprimento de raiz (CR) de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento..... 21

**Tabela 7.** Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de raiz (CR) e massa seca total (MST) de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC)..... 25

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 2, cultivar FUNDACEP 57 RR, em função da condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e períodos de armazenamento (PA). ..... 28

**Tabela 9.** Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), teste de frio (TF) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 2, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 29

**Tabela 10.** Germinação (G) e comprimento de parte aérea de plântulas (CPA) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento. .... 30

**Tabela 11.** Primeira contagem de germinação (PCG) e germinação (G) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC)..... 31

**Tabela 12.** Envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 2, cultivar FUNDACEP

57 RR, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 32

**Tabela 13.** Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca total de plântulas (MST) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 33

**Tabela 14.** Envelhecimento acelerado (EA) e massa seca total de plântulas (MST) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em diferentes condições. ..... 37

**Tabela 15.** Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, em função da condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e períodos de armazenamento (PA)..... 41

**Tabela 16.** Comprimento de raiz (CR) e massa seca total de plântulas (MST) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 42

**Tabela 17.** Envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 45

**Tabela 18.** Germinação (G) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento. .... 45

**Tabela 19.** Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO,

submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 47

**Tabela 20.** Teste de frio (TF) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 49

**Tabela 21.** Teste de frio (TF) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em diferentes condições. ..... 50

**Tabela 22.** Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, em função da condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e períodos de armazenamento (PA). ..... 51

**Tabela 23.** Germinação (G) e comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 52

**Tabela 24.** Comprimento de raiz (CR) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 54

**Tabela 25.** Primeira contagem de germinação (PCG) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento. ..... 54

**Tabela 26.** Primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA) e teste de frio (TF) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC). ..... 55

**Tabela 27.** Comprimento de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC)..... 57

## **Sumário**

1. Introdução .....	01
2. Referencial Teórico .....	04
2.1. A cultura da soja .....	04
2.2. Tratamento de sementes .....	05
2.3. Armazenamento de sementes .....	07
2.4. Qualidade de sementes .....	09
3. Material e Métodos .....	11
4. Resultados e Discussão .....	15
4.1. Primeiro período (2014/15) .....	16
4.1.1. Lote 1 .....	16
4.1.2. Lote 2 .....	28
4.2. Segundo período (2015/16) .....	41
4.2.1. Cultivar NS 6006 IPRO .....	41
4.2.2. Cultivar NA 5909 RG .....	50
5. Considerações finais .....	63
Referências .....	65

## **1. Introdução**

A soja (*Glycine max* L. [Merril]) representa mundialmente o papel de principal fabacea, sendo a quarta espécie em produção de grãos. Segundo o Departamento de Agricultura Americano (USDA, 2016), a produção mundial de soja na safra 2015/2016 foi de 313,31 milhões de toneladas e a estimativa é alcançar 336,09 milhões de toneladas na safra 2016/2017.

O Brasil é o segundo maior produtor de grãos de soja, com produção de 96,5 milhões de toneladas na safra 2015/2016 e a estimativa é continuar nesta colocação, com produção de 102 milhões de toneladas esperados na próxima safra, aumentando em 5,7% a produção nacional (CONAB, 2016). O levantamento de safra, vinculado ao cultivo do período 2016/2017, demonstrou crescimento de 2% na área cultivada, comparativamente à safra anterior (CONAB, 2016).

A região Centro-Oeste foi responsável por cerca de 46% da produção nacional, sendo a maior região produtora do país, com destaque para o estado do Mato Grosso, que, com a maior área cultivada do país, aproximadamente 9,14 milhões de hectares, foi responsável pela produção de 26,03 milhões de toneladas na safra 2015/2016 (CONAB, 2016). A segunda região de maior destaque é a região sul, responsável pela produção de 35,18 milhões de toneladas na safra 2015/2016, destacando-se nesta região, os estados do Paraná, com produção de 16,85 milhões de toneladas e o estado do Rio Grande do Sul, com 16,2 milhões de toneladas, este com 5,46 milhões de hectares cultivados, representando a segunda maior área cultivada de soja do país (CONAB, 2016).

Estes dados demonstram a importância mundial e o intenso crescimento e difusão desta cultura no Brasil. No entanto, o sucesso do potencial produtivo deste e de outros cultivos deve-se, principalmente, à utilização de sementes de alta qualidade física, fisiológica, sanitária e genética, bem como à adoção de técnicas como o tratamento de sementes com inseticidas, nematicidas, fungicidas, nutrientes e inoculantes (MENTEN e MORAES, 2010). À medida que aumenta o valor da semente e a importância de proteger e/ou melhorar seu desempenho no campo, cresce o número de produtos disponíveis para tratamento no mercado, com diferentes finalidades (TAVARES et al., 2014). O tratamento das sementes, executado industrialmente na unidade de beneficiamento de sementes, favorece o agricultor quanto à redução de tempo, mão-de-obra e risco de contaminação ambiental e do operador. É uma tecnologia que vem se

firmando cada vez mais, pois proporciona proteção adequada e precisa à semente contra patógenos e insetos, permitindo a aplicação conjunta de fungicida, inseticida, micronutrientes e inoculantes (BAUDET e PERES, 2004).

A tecnologia do tratamento de sementes de alta qualidade, associada a um tratamento executado de forma profissional, pode garantir ao produtor melhor estabelecimento inicial de plântulas, devido à redução do ataque de pragas e doenças para obtenção de altas produtividades. Assim, com a agricultura moderna altamente tecnificada, busca-se cada vez mais resultados significativos com retorno sobre o capital investido, fazendo-se necessário a utilização de sementes com tratamento químico customizado e de elevada qualidade (ZAMBON, 2013).

Com o tratamento de sementes passando a fazer parte do fluxograma da unidade de beneficiamento de sementes, é importante conhecer seus efeitos no potencial de armazenamento das sementes. O avanço tecnológico no tratamento de sementes é positivo, mas pouco se sabe sobre o seu efeito ao longo do período de armazenamento. Dúvidas com relação ao que fazer com sementes já tratadas, qual o potencial de armazenamento dessas e o efeito deste tratamento na qualidade de sementes são frequentes para fabricantes de agroquímicos, produtores de sementes e agricultores.

O armazenamento é prática necessária e fundamental, que pode ajudar na manutenção da qualidade fisiológica de sementes, sendo também um método por meio do qual se pode preservar a viabilidade e o vigor até a futura semeadura (AZEVEDO et al., 2003). Entretanto, embora a deterioração das sementes proceda de forma inexorável e inevitável, utilizando-se condições adequadas de armazenamento, é possível amenizar ou retardar o processo deteriorativo (CARDOSO et al., 2012). Em condições inadequadas de armazenamento, todo o trabalho para o desenvolvimento de um material e as técnicas culturais para a sua produção podem ser perdidos (GRISI e SANTOS, 2007).

Os problemas da conservação de produtos agrícolas constituem objeto de estudo permanente, visando a prolongar ao máximo a qualidade destes produtos durante o armazenamento, sejam eles sementes ou grãos para consumo (BRAGANTINI, 2005). Todos os seres vivos apresentam componentes químicos instáveis que se transformam em outros à medida que o tempo passa, podendo esta mudança ocorrer tanto a curto quanto a longo prazo. Similarmente, as sementes estão sujeitas à deterioração gradual e contínua em maior ou menor intensidade (CABRAL et al., 2003).

O processo de deterioração da semente é determinado, segundo Marcos Filho (2015), por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, que ocorrem progressivamente, tendo início na maturidade fisiológica, levando à redução da qualidade e culminando com a morte da semente. Condições inadequadas de temperatura e umidade relativa durante o armazenamento podem ocasionar a deterioração das sementes (SANTOS et al., 2005). Segundo Santos et al. (2003), considera-se deterioração toda e qualquer mudança degenerativa, após a semente ter atingido a máxima qualidade.

Assim, a proteção das sementes é uma medida indispensável e o tratamento químico antecipado, pode ser uma alternativa adotada pelos produtores para evitar ação de patógenos, minimizando o processo de deterioração das sementes (ZORATO e HENINNG, 2001), bem como a utilização de condições adequadas de armazenamento. Existe cada vez mais empresas produtoras de sementes que oferecem aos agricultores as sementes tratadas com fungicidas, inseticidas, polímeros (EMBRAPA, 2010). Porém, alguns problemas relacionados a um possível efeito fitotóxico dos produtos aplicados via tratamento de sementes podem se acentuar com o transcorrer do armazenamento, causando prejuízo à qualidade fisiológica das sementes, além da impossibilidade de comercialização das sementes tratadas, que são inadequadas ao consumo humano ou animal (MENTEN, 1996).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho fisiológico de sementes de soja tratadas quimicamente e armazenadas em diferentes condições ambientais e períodos.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. A cultura da soja**

A soja é uma planta pertencente à família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae (Papilioideae), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill (SEDIYAMA, 2009). Considerada a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas, a soja corresponde a 49% da área cultivada para grãos do País (MAPA, 2016). O aumento da produtividade está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo e à eficiência dos produtores. O grão é componente essencial na fabricação de ração animal e sua utilização na alimentação humana encontra-se em franco crescimento (MAPA, 2016).

A soja cultivada atualmente é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem e sua evolução ocorreu por meio de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas na antiga China (EMBRAPA, 2005). Todavia, apenas na segunda década do século vinte, a soja passou a ser explorada comercialmente no ocidente, pelos Estados Unidos, primeiramente como forrageira e, posteriormente, como grão. O cultivo de áreas para forragem declinou, até desaparecer, por volta de 1960, enquanto que o cultivo de áreas destinadas à produção de grão aumentou de forma expressiva, tanto nos Estados Unidos, como também no Brasil e Argentina (EMBRAPA, 2005). A partir de então, o rápido avanço na produção desta cultura fez surgir um novo setor produtivo, cada vez mais competitivo e exigente de novas tecnologias.

Atualmente, a produção mundial de soja é de 313,31 milhões de toneladas e a estimativa é que ocorra aumento de 6,78% na próxima safra (USDA, 2016). Os Estados Unidos lideram a produção mundial, com 106,86 milhões de toneladas produzidas na safra 2015/2016, e em segundo lugar encontra-se o Brasil, com 96,5 milhões de toneladas produzidas nesta mesma safra (USDA, 2016). Dentre os estados brasileiros, o Mato Grosso apresenta a maior área cultivada, de 9,14 milhões de hectares, e a maior produção, aproximadamente 26,03 milhões de toneladas (CONAB, 2016). O Rio Grande do Sul possui a segunda maior área cultivada nacional, com aproximadamente 5,46 milhões de hectares, e encontra-se em terceiro lugar dentre os maiores estados produtores de soja do País, apresentando produção de

16,2 milhões de toneladas e uma produtividade média de 2970 Kg ha<sup>-1</sup>, dados da safra 2015/2016 (CONAB, 2016).

Trabalhos relacionadas à obtenção de melhores índices de produtividade, continuam sendo prioridade nas pesquisas, justificados pela importância desta cultura para o agronegócio. Sendo assim, estudos considerando fatores que afetam a qualidade das sementes, como condições de armazenamento e tratamento químico de sementes, são altamente relevantes, pois estão diretamente relacionados ao adequado desempenho agronômico das plantas na lavoura.

## **2.2. Tratamento de sementes**

Conforme aumenta a percepção do valor da semente e a importância de manter e/ou melhorar o seu desempenho, aumenta a gama de produtos disponíveis para o tratamento de sementes, com diferentes finalidades, como proteção (fungicidas ou inseticidas) ou nutrição (micronutrientes), tendo como objetivo principal melhorar o desempenho da semente, tanto nos aspectos fisiológico e sanitário como econômico (AVELAR et al., 2011).

De acordo com a atual legislação brasileira, é denominado de “tratamento de sementes” o processo de revestimento que emprega a aplicação de agroquímicos, corantes e outros aditivos, sem que ocorra aumento significativo do tamanho e peso, ou alteração de formato das sementes (BRASIL, 2005).

Após a semeadura no campo, as sementes ficam expostas a vários fatores bióticos e abióticos que podem interferir no seu desempenho fisiológico, afetando sua germinação e alterando a uniformidade de emergência das plântulas, entre outros. Por essa razão e com o objetivo de proteger as sementes e as plântulas na fase inicial do crescimento contra a maioria dos tipos de adversidades, produtos fitossanitários como fungicidas e inseticidas são aplicados às sementes (LUDWIG et al., 2011; PEREIRA et al., 2011).

Estima-se que mais de 90% das sementes de soja no Brasil são tratadas com algum tipo de produto químico e mais de 70% utilizam três ou mais produtos para proteger e melhorar o desempenho das sementes (PESKE e BAUDET, 2012). O tratamento de sementes de soja, segundo Avelar et al. (2011), é uma técnica economicamente recomendada, desde que utilizados produtos ou misturas de produtos adequados, na dose recomendada e distribuídos uniformemente em todo o

lote de sementes. Da mesma forma, um tratamento químico eficiente, para Lucca Filho (2006), deve selecionar um produto capaz de erradicar os patógenos presentes nas sementes, não ser tóxico às plantas, ao homem e ao ambiente, apresentar alta estabilidade, aderência e cobertura, não ser corrosivo, ser de baixo custo e fácil aquisição, além de ser compatível com outros produtos.

Além de conferir proteção às sementes, o tratamento químico oferece garantia adicional ao estabelecimento da lavoura a custos reduzidos, representando menos de 0,5% do custo de instalação da lavoura (HENNING et al., 2010). O recobrimento de sementes está entre os tratamentos mais interessantes e potencialmente benéficos para realçar o desempenho das sementes (DELOUCHE, 2005). O tratamento de sementes com fungicida, além de reduzir danos causados por fungos nelas presentes, também visa ao controle de microrganismos que atacam as plântulas na fase de estabelecimento no campo (HENNING, 2005). O tratamento de sementes com inseticida tem sido recomendado para soja contra pragas de difícil controle, como o tamanduá ou bicudo da soja (*Sternechus subsignatus*), os corós (*Phyllophaga cuyabana* e *Phyllafaga capillata*), o percevejo castanho (*Scaptocoris castanea* e *Atarsacoris brachiariae*) e a lagarta elasmo - *Elasmopalpus lignosellus* (GRUTZMACHER, 2007).

Para assegurar a qualidade do tratamento de sementes, é adicionado um polímero adesivo, formando um filme de recobrimento com os produtos, contribuindo para que a quantidade adequada dos ingredientes ativos aplicados seja aderida à superfície das sementes, favorecendo o seu desempenho (KUNKUR et al., 2007) e proporcionando um tratamento de sementes com boa aparência, coloração e aderência (BAYS et al., 2007). Do mesmo modo, o uso de polímeros de boa qualidade no recobrimento das sementes, para Nunes e Baudet (2011), adiciona aparência visual às sementes tratadas, ajuda a reduzir o risco de emissão de poeiras tóxicas no ambiente, mantém mais tempo os ativos próximos às sementes, mesmo após sua semeadura, contribuindo assim para melhor controle dos organismos deletérios.

Com o tratamento de sementes passando a fazer parte do fluxograma de algumas unidades de beneficiamento de sementes, torna-se importante conhecer seus efeitos no potencial de armazenamento (AVELAR et al., 2011). Assim, tratamentos que ocasionem alterações na qualidade de sementes durante o período de armazenamento podem influenciar na germinação e vigor destas sementes após a semeadura.

### **2.3. Armazenamento de sementes**

O armazenamento tem por objetivo conservar a qualidade das sementes, preservando suas qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias, para posterior semeadura e obtenção de plantas saudáveis após a germinação (BAUDET e VILLELA, 2012). Os principais ambientes para o armazenamento de sementes são a câmara fria, a câmara seca e a câmara fria e seca, que se adaptam à maioria das situações (VIEIRA et al., 2001). A longevidade das sementes armazenadas é influenciada principalmente pela sua qualidade inicial, teor de água, tempo decorrido entre colheita e o armazenamento, tratamentos fitossanitários aplicados, tipo de embalagem, temperatura e umidade relativa de armazenamento (BONNER, 2008; HONG e ELLIS, 2003;).

Altas temperaturas e umidade durante o armazenamento das sementes contribuem para a sua deterioração, por promoverem alterações degenerativas como a desestabilização nas atividades de enzimas e a desestruturação e perda de integridade do sistema de membranas celulares, causada, principalmente, pela peroxidação de lipídios (VIEIRA et al., 1994).

O armazenamento é prática necessária e fundamental, que pode ajudar na manutenção da qualidade fisiológica de sementes, sendo também um método por meio do qual se pode preservar a viabilidade e o vigor até a futura semeadura (AZEVEDO et al., 2003). Assim sendo, a função do armazenamento é manter a qualidade das sementes durante o período em que ficam armazenadas, visto que não é possível melhorar sua qualidade mesmo sob condições favoráveis (KRÜGER, 2013).

O grau de umidade é o fator mais importante que afeta a conservação da semente. Não é recomendável a utilização de umidade das sementes acima de 12% para o armazenamento de sementes de soja. Visto que as sementes são higroscópicas, ou seja, mantêm uma relação de absorção e perda de umidade com o ambiente circundante, o grau de umidade das sementes poderá aumentar ou diminuir até alcançar o ponto de equilíbrio higroscópico, definido como o grau de umidade alcançado pela semente depois de certo período de tempo submetidas a determinadas condições de umidade relativa (UR) e temperatura (BAUDET e VILLELA, 2012).

A elevação da temperatura promove aumento da taxa de respiração, afetando consequentemente a qualidade fisiológica das sementes. A temperatura interfere na velocidade das reações bioquímicas e, consequentemente no metabolismo das sementes, pelas quais, segundo Perez-Garcia e Gonzalez-Benito (2006), as reservas armazenadas no tecido de sustentação são desdobradas, transportadas e ressintetizadas no eixo embrionário.

A redução da temperatura é uma técnica economicamente viável para preservar a qualidade de sementes armazenadas, de acordo com Demito e Afonso (2009). Por isso, o armazenamento de sementes em condições controladas permite a conservação por longos períodos de tempo (BAUDET e VILLELA, 2012).

As causas mais frequentes de perdas no armazenamento são os ataques de insetos, fungos e roedores (BRAGANTINI, 2005; MARINO e MESQUITA, 2009). As sementes podem apresentar perda da capacidade de germinar e, segundo Azevedo et al. (2003), de produzir plântulas vigorosas e sadias, havendo necessidade de avaliação da sua qualidade fisiológica durante o período de armazenamento, a fim de se obter informações referentes ao desempenho fisiológico de plântulas e plantas.

Como consequência do tempo de estocagem, pode ocorrer aumento da permeabilidade da membrana citoplasmática, redução da atividade de algumas enzimas, maior susceptibilidade a estresses, mudanças na respiração, alteração nas reservas nutricionais, modificação na cor, alteração na velocidade de síntese dos compostos orgânicos e decréscimo da velocidade de crescimento das plântulas (MARCOS FILHO, 2015). Toda semente armazenada sofre deterioração que pode ser mais rápida ou mais lenta, com maior ou menor intensidade, dependendo das condições ambientais e das características das próprias sementes. Geralmente, a redução da luminosidade, da temperatura e da umidade da semente e do ambiente ocasionam redução do metabolismo e controle dos microrganismos que as deterioram, aumentando sua longevidade (VIEIRA et al., 2001).

Para Marcos Filho (2015), o processo de deterioração da semente é determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, que ocorrem em ritmo progressivo, tendo início na maturidade fisiológica, levando à redução da qualidade e culminando com a morte da semente. Condições inadequadas de temperatura e umidade relativa durante o armazenamento podem ocasionar a deterioração das sementes (SANTOS et al., 2005). Toda e qualquer mudança

degenerativa, após a semente ter atingido sua máxima qualidade, compreende a deterioração (SANTOS et al., 2003).

A qualidade das sementes é definida no campo e não poderá ser aprimorada nem em condições ideais de armazenamento, porém é possível retardar sua velocidade de deterioração, através do manejo correto e eficiente das condições ambientais durante o armazenamento (BAUDET, 2003). Caso não ocorra um armazenamento adequado das sementes, todo o trabalho para o desenvolvimento de um material e as técnicas culturais para a sua produção podem ser perdidos (GRISI e SANTOS, 2007).

Sendo assim, um dos principais desafios da pesquisa sobre qualidade de sementes, refere-se à identificação de processos deteriorativos intimamente relacionados com a perda da capacidade germinativa que comprometem o estabelecimento de estande adequado de plantas, o qual pode interferir na produtividade da lavoura.

## **2.4. Qualidade de sementes**

A qualidade da semente é definida pelo somatório de atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários que indicam a capacidade da mesma desempenhar funções vitais, como germinação, vigor e longevidade (TILMMANN e MENEZES, 2012). A germinação é um dos atributos que determina a qualidade fisiológica da semente, de modo que o teste de germinação objetiva determinar o potencial máximo de germinação do lote de sementes, podendo ser empregado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor de semeadura no campo (TILMMANN e MENEZES, 2012, 2012). Sementes de alta qualidade fisiológica podem resultar em acréscimos superiores a 35% no rendimento de grãos, em comparação às sementes de baixa qualidade fisiológica (KOLCHINSKI et al., 2005).

O potencial fisiológico tem recebido maior atenção da pesquisa, por estar diretamente relacionado ao adequado estabelecimento do estande e da obtenção de alta produtividade, além de constituir a primeira oportunidade para o produtor avaliar “in loco” o desempenho inicial das sementes adquiridas (MARCOS FILHO, 2013). Sementes de alta qualidade fisiológica apresentam alto vigor, o qual compreende o conjunto de propriedades que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições de ambiente (AOSA, 2009). Assim, a utilização de sementes de alta

qualidade constitui-se num dos principais fatores que contribuem para o sucesso da lavoura (FRANÇA NETO et al., 2010).

A utilização de sementes vigorosas pode assegurar uma população de plantas adequada sobre variações de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência e estabelecimento na lavoura, proporcionado maior velocidade na emergência e proporcionado vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes (HENNING et al., 2010). Sementes de alta qualidade fisiológica assumem papel fundamental na condução de uma lavoura para alcançar altas produtividades, uma vez que sementes de elevada qualidade apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação e maior taxa de crescimento, produzindo plântulas com maior estatura inicial e, consequentemente, maior crescimento e rendimento de grãos (MIELEZRSKI et al., 2008). Assim, a utilização de sementes de alta qualidade é base para o sucesso de todas as outras operações necessárias na lavoura, para obtenção de altos rendimentos (VIEIRA, 2009).

A qualidade fisiológica de sementes de soja é máxima na maturidade fisiológica. A partir deste estádio, são iniciados diferentes processos degenerativos de natureza física, fisiológica e bioquímica, acarretando a deterioração das sementes (FRANÇA NETO et al., 2007). Diversos fatores influenciam a qualidade das sementes, entre eles podem-se citar os fatores de campo, na colheita e pós-colheita, operações de secagem, beneficiamento e armazenamento (FREIRE, 2007). As principais alterações relacionadas ao processo de deterioração são degradação e inativação de enzimas, redução da atividade respiratória e perda de integridade das membranas celulares (COPELAND e McDONALD, 2001). A velocidade de deterioração dependerá das condições ambientais durante a permanência das sementes no campo e das condições de colheita, de beneficiamento e de armazenamento (DORNBOS JR., 1995).

Sendo assim, pode-se dizer que fatores como a utilização de sementes de soja de alta qualidade, condições adequadas de armazenamento, tratamento de sementes adequado, manejo correto da cultura e condições ambientais favoráveis praticamente garantem a boa produtividade da lavoura.

### **3. Material e Métodos**

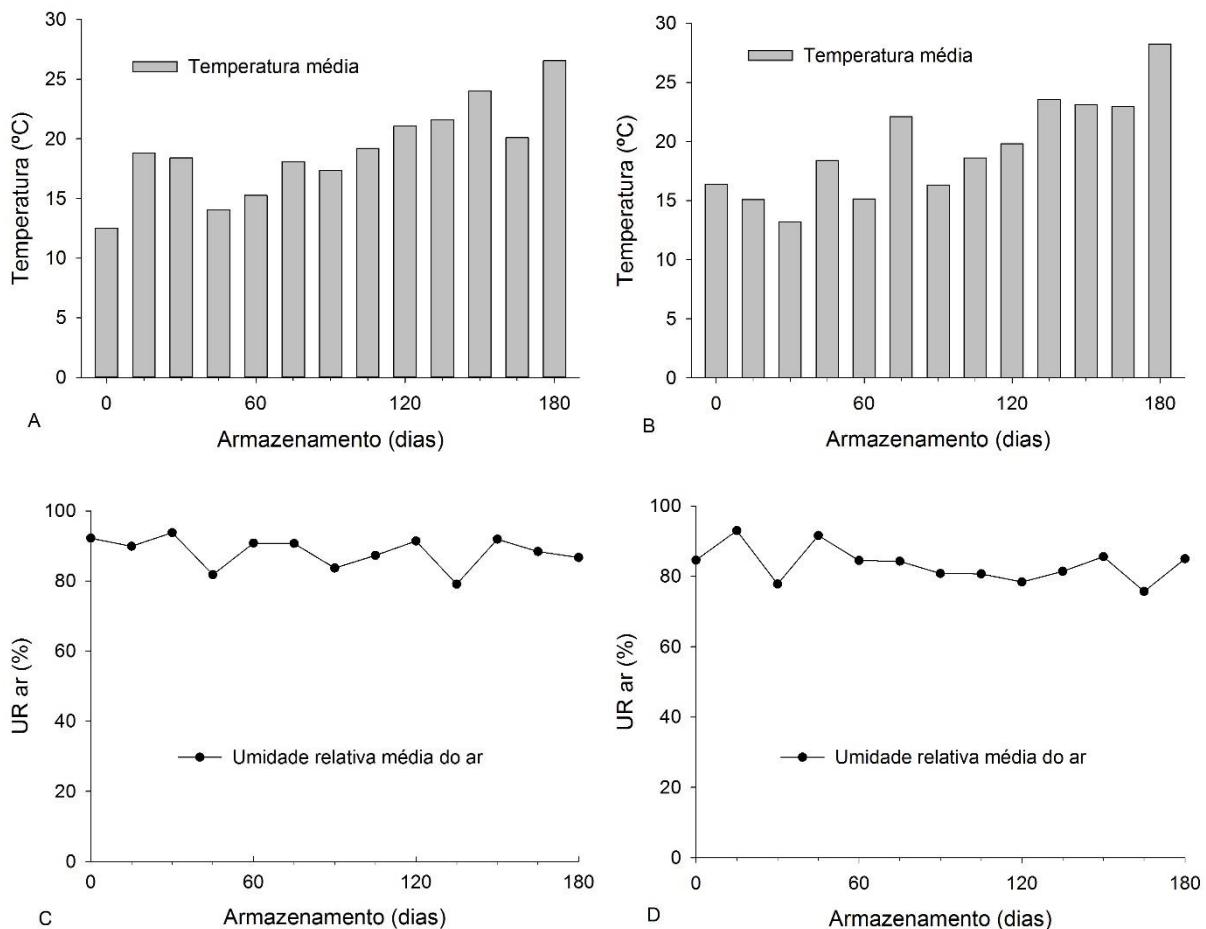
O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes, pertencente à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Foram conduzidos dois estudos, separadamente. O primeiro foi realizado no período 2014/15, utilizando-se dois lotes de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR. O segundo estudo foi desenvolvido no período 2015/16, empregando-se lotes de sementes de soja das cultivares, NS 6006 IPRO e NA 5909 RG.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, sendo o Fator A – Condição da semente: quimicamente tratada (T) e não tratada (NT); Fator B - Condição de armazenamento: ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC); e Fator C – Período de armazenamento: época de avaliação zero, 60, 120 e 180 dias, com oito repetições, em parcelas subdivididas, com a combinação dos fatores condição da semente e condição de armazenamento na parcela e o período de armazenamento na subparcela.

O tratamento químico das sementes foi realizado com o inseticida Cruiser 350 FS® (tiametoxam) e com o fungicida Maxim XL® (fludioxonil + metalaxil-M), nas doses 2,0 e 1,0 mL Kg<sup>-1</sup> de sementes, respectivamente. As sementes também foram recobertas com o polímero ColorSeed® na dose de 2,0 mL Kg<sup>-1</sup> de semente e água para completar o volume de 6,0 mL de calda Kg<sup>-1</sup> de semente. O tratamento das sementes foi realizado em sacos de polietileno, seguindo procedimento descrito por NUNES (2005), sendo depositadas no fundo do saco as doses dos produtos, juntamente com o polímero e com a água, para completar o volume de calda. Posteriormente, foram colocados 0,5 Kg de sementes, as quais foram agitadas por 3 minutos. Após, as sementes foram secas à temperatura ambiente, durante 24 horas. O momento do recebimento das sementes foi considerado a época zero (tempo zero de armazenamento), e em seguida, as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel pardo e armazenadas nas condições estabelecidas supracitadas.

Para a condição de ambiente controlado, as sementes foram mantidas em câmara fria à temperatura de 15 °C ( $\pm 2$  °C) e umidade relativa (UR) entre 40 e 50%, enquanto que para a condição de ambiente não controlado (Figura 1), as sementes foram mantidas em uma sala com temperatura ambiente, sem incidência de raios solares, sendo as temperaturas médias do ambiente e a umidade média relativa do ar obtida junto à estação meteorológica da Embrapa Clima Temperado (EMBRAPA,

2016). O trabalho foi conduzido nos meses de julho a janeiro de 2014/15 e 2015/16, para o primeiro e segundo estudos, respectivamente.



**Figura 1.** Temperatura média do ambiente e umidade média relativa do ar durante o período do primeiro (A e C) e segundo (B e D) estudos, para a condição de armazenamento em ambiente não controlado.

Para a determinação do desempenho das sementes, foram empregadas as seguintes avaliações em cada período de armazenamento:

a) Grau de umidade: determinado pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas, conforme a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para isto, foram utilizadas duas amostras de trabalho de 5,0 g de sementes e os resultados foram expressos em porcentagem de umidade.

b) Teste de germinação: conduzido com 200 sementes, subdivididas em quatro subamostras de 50 sementes. A semeadura foi realizada em rolos de papel do tipo “germitest”, previamente umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes

a massa do papel seco. Após a semeadura, os rolos de papel foram mantidos em germinador, à temperatura de 25 °C. As avaliações foram efetuadas aos oito dias após a semeadura, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

c) Primeira contagem de germinação: realizado conjuntamente ao teste de germinação, com a contagem de plântulas normais efetuada aos cinco dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

d) Teste de envelhecimento acelerado: executado em caixas acrílicas do tipo “gerbox” dotadas de tela metálica. Foram adicionados 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa, sendo as sementes distribuídas de forma uniforme e em camada única, sobre a tela suspensa. Em seguida, as caixas, contendo as sementes, foram tampadas e acondicionadas em câmara BOD, à temperatura de 41 °C, pelo período de 48 horas. Decorrido o tempo, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo a avaliação realizada aos cinco dias após a semeadura (MARCOS FILHO, 2015). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

e) Teste de frio: as sementes foram dispostas em rolos de papel do tipo “germitest”, conforme relatado para o teste de germinação, sendo os rolos de papel colocados em sacos plásticos, os quais foram vedados e mantidos em câmara regulada à temperatura de 10 °C ( $\pm 2$  °C) durante sete dias. Após este período, os rolos de papel foram retirados dos sacos e transferidos para germinador, onde foram mantidos nas mesmas condições do teste de germinação. A avaliação foi realizada cinco dias após a transferência dos rolos para germinador (CÍCERO e VIEIRA, 1994). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

f) Comprimento de parte aérea e de raiz primária: determinado a partir de quatro subamostras de 10 plântulas para cada repetição. Para isso, foram semeadas 20 sementes em rolo de papel do tipo “germitest”, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Em cada rolo, as sementes foram distribuídas desencontradas em duas linhas retilíneas longitudinais e paralelas, no terço superior do papel. Após, os rolos foram colocados em germinador nas mesmas condições empregadas para o teste de germinação (NAKAGAWA, 1999). A determinação do comprimento foi realizada aos cinco dias após a semeadura. O comprimento da parte aérea foi obtido pela média da distância entre a inserção da porção basal da raiz primária ao ápice da parte aérea, enquanto o comprimento da raiz

primária foi mensurado pela distância entre a parte apical e o ponto basal da raiz primária. Os resultados foram expressos em centímetros por plântula ( $\text{cm plântula}^{-1}$ ).

g) Massa seca total de plântulas: após a medição do comprimento das plântulas, estas foram alocadas em envelopes de papel pardo e mantidas em estufa de aeração forçada, a  $70 \pm 2^\circ\text{C}$ , por 72 horas. Os resultados foram expressos em miligramas por plântula ( $\text{mg plântula}^{-1}$ ).

h) Emergência em canteiro: foram semeadas 200 sementes em canteiro de  $5 \times 1$  m, distribuídas em quatro linhas de 50 sementes. Após a semeadura, a umidade do solo foi mantida na capacidade de campo. A avaliação foi realizada em contagem única, aos 21 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas emergidas (NAKAGAWA, 1999). As sementes foram retiradas de cada época de armazenamento e acondicionadas em câmara fria e seca ( $T = 10^\circ\text{C}$  e  $\text{UR} = 35\%$ ), para condução do teste após o término do período de armazenamento, em janeiro de 2015 (primeiro período) e 2016 (segundo período).

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade, se não atendidas as condições, foram realizadas as transformações de dados necessárias e, posteriormente, submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ). Sendo significativas pelo teste “F”, as médias de condição da semente e condição de armazenamento foram comparadas pelo teste de Tukey e período de armazenamento submetido à análise de regressão polinomial, todos a 5% de probabilidade. Para análise estatística utilizou-se o software R<sup>©</sup> (R CORE TEAM, versão 3.3.1, 2016).

#### **4. Resultados e Discussão**

Os lotes 1 e 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, apresentaram, inicialmente, semelhança quanto à germinação. Com relação ao vigor, avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado, frio e emergência em canteiro, verificou-se a superioridade do lote 1 relativamente ao lote 2 (Tabela 1).

O lote de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, mostrou similaridade quanto ao vigor, avaliado pelo envelhecimento acelerado, teste de frio e emergência em canteiro, em relação ao lote da cultivar NA 5909 RG. Entretanto, foi verificada a superioridade quanto à germinação do lote da cultivar 2 em comparação ao lote da cultivar 1 (Tabela 1).

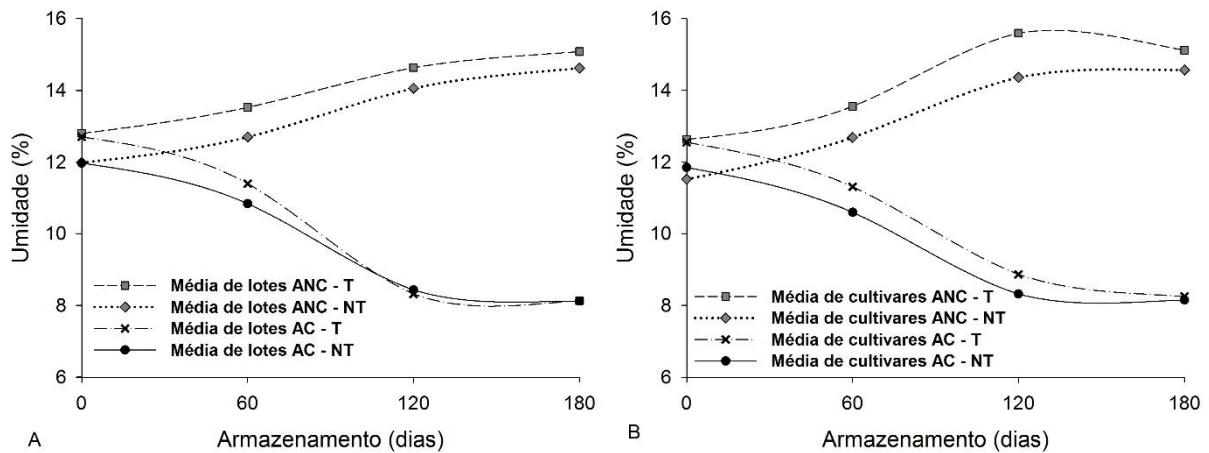
**Tabela 1.** Caracterização inicial da qualidade fisiológica dos dois lotes (L1 e L2) de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, e de lotes das cultivares NS 6006 IPRO e NA 5909 RG, avaliadas pela germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e emergência de plântulas em canteiro (EC).

Lotes	G (%)	PCG (%)	EA (%)	TF (%)	EC (%)
Primeiro estudo (período 2014/15)					
L1	92	90	86	84	89
L2	94	93	76	79	81
Segundo estudo (período 2015/16)					
NS 6006 IPRO	90	82	84	83	87
NA 5909 RG	98	89	86	85	86

As sementes de soja, tratadas ou não, de dois lotes (primeiro período) e de duas cultivares (segundo período), armazenadas em ambiente controlado, apresentaram semelhante redução do grau de umidade no decorrer do período de armazenamento (Figura 2A e 2B). A partir de 120 dias de armazenamento, alcançaram grau de umidade próximo a 8%, atingindo o equilíbrio com a umidade relativa no interior da câmara fria (UR de aproximadamente 45%).

Por outro lado, as sementes de soja tratadas ou não, de dois lotes (primeiro período) e de duas cultivares (segundo período), armazenadas em condição de ambiente não controlado, apresentaram similar aumento no grau de umidade ao longo do período de armazenamento (Figura 2A e 2B). A contar de 120 dias de

armazenamento alcançaram grau de umidade de 14 a 15%, provavelmente em função do incremento da umidade relativa do ar, conforme relatado por Baudet e Villela (2012).



**Figura 2.** Grau de umidade das sementes de soja tratadas (T) ou não (NT), armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC), sendo a média dos lotes para o primeiro período (A) e a média das cultivares para o segundo período (B).

#### 4.1. Primeiro período (2014/15)

##### 4.1.1. Lote 1

Referente ao lote 1, pôde-se observar interação tripla significativa entre os fatores condição da semente, condição de armazenamento e período de armazenamento apenas para as variáveis comprimento de parte aérea e emergência em canteiro (Tabela 2).

Para as interações duplas, observou-se que ocorreu interação significativa entre os fatores condição de armazenamento (CA) e período de armazenamento (PA) para as demais variáveis. Entretanto, não ocorreu interação entre os fatores condição da semente (CS) e período de armazenamento (PA) e para condição da semente (CS) e condição de armazenamento (CA) para a variável massa seca total de plântulas. Em relação aos fatores condição da semente (CS) e condição de armazenamento (CA), observou-se interação significativa para as variáveis primeira contagem de

germinação, germinação, envelhecimento acelerado e comprimento de raiz (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 1, cultivar FUNDACEP 57 RR, em função da condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e períodos de armazenamento (PA).

Fonte de variação	GL	PCG	G	EA	TF	CPA	CR	MST	EC
CS	1	*	*	*	*	ns	*	ns	*
CA	1	*	*	*	*	*	*	*	*
CS x CA	1	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns
Resíduo A	28	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	3	*	*	*	*	*	*	*	*
CS x PA	3	*	*	*	*	*	*	ns	*
CA x PA	3	*	*	*	*	*	*	*	*
CS x CA x PA	3	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*
Resíduo B	84	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	6,43	6,01	7,04	6,73	5,52	6,74	11,9	4,85

\* ou ns = significativo ou não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

No que tange a condição da semente, para o comprimento de parte aérea de plântulas (Tabela 3), verificou-se diferença significativa apenas aos 180 dias, na condição de ambiente controlado (AC) e aos 60 dias para ambiente não controlado (ANC), cujas sementes não receberam tratamento químico (NT) apresentaram valores inferiores às tratadas (T). Na comparação da condição de armazenamento, foi observado maior comprimento da parte aérea das plântulas oriundas de sementes que foram armazenadas em ambiente controlado (AC) nas avaliações efetuadas aos 120 e 180 dias para as sementes tratadas (T) e aos 60 e 180 dias para as sementes não tratadas (NT).

Em relação à emergência de plântulas em canteiro (Tabela 3), na análise da condição da semente, no armazenamento em ambiente controlado (AC), verificou-se diferença significativa aos 120 dias, apresentando as sementes não tratadas (NT) menor desempenho. Todavia, para o armazenamento em ambiente não controlado (ANC) obteve-se diferença aos 60 dias, com inferioridade da emergência de plântulas obtidas das sementes tratadas (T), enquanto que, aos 180 dias, as sementes não

tratadas (NT) apresentaram resultados inferiores. Comparando a condição de armazenamento, constatou-se superioridade para ambiente controlado (AC) nas avaliações realizadas aos 60, 120 e 180 dias para sementes quimicamente tratadas (T) e aos 120 e 180 dias, para sementes sem tratamento químico (NT).

**Tabela 3.** Comprimento de parte aérea (CPA) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 1, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

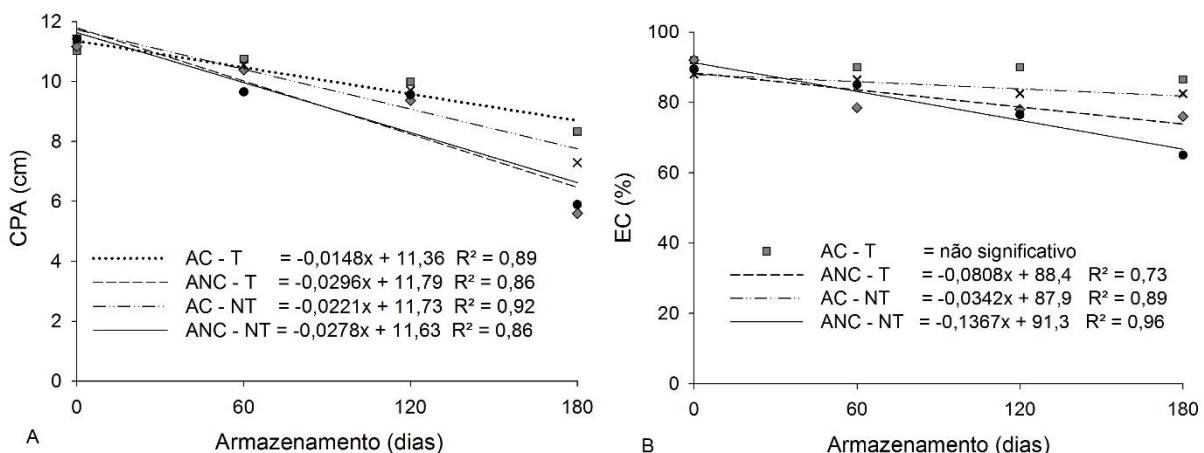
Período de armazenamento (dias)	Condição da semente	CPA (cm)		EC (%)	
		AC	ANC	AC	ANC
0	T	11,0 aA <sup>1</sup>	11,2 aA	92 aA	92 aA
	NT	11,4 aA	11,4 aA	88 aA	90 aA
60	T	10,8 aA	10,4 aA	90 aA	79 bB
	NT	10,6 aA	9,7 bB	87 aA	85 aA
120	T	10,0 aA	9,4 bA	90 aA	78 bA
	NT	9,7 aA	9,6 aA	83 aB	77 bA
180	T	8,3 aA	5,6 bA	87 aA	76 bA
	NT	7,3 aB	5,9 bA	83 aA	65 bB
DMS		0,52		5,76	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, e maiúscula na coluna, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Avaliando-se o comportamento das sementes ao longo dos períodos de armazenamento, foi possível observar redução no comprimento de parte aérea de plântulas para condição da semente e condição de armazenamento conforme transcorreu o armazenamento (Figura 3A). Inicialmente, os fatores apresentaram comprimento da parte aérea das plântulas semelhantes, no entanto, com o passar do tempo ocorreu redução mais acentuada nas sementes mantidas em ambiente não controlado (ANC). As sementes tratadas (T) e armazenadas em condições de ambiente controlado (AC) mostraram menor declínio de comprimento de parte aérea no decorrer do período de armazenamento em relação às sementes não tratadas (NT) e armazenadas em condições de ambiente não controlado (ANC), evidenciado pela menor inclinação da reta, com decréscimo, ao longo de 180 dias de armazenamento, de 2,7 cm e 5,0 cm, respectivamente. Os resultados alcançados evidenciam que as

condições de armazenamento podem ser mais determinantes para manutenção da qualidade do que o tratamento químico das sementes.

Para a emergência de plântulas em canteiro (Figura 3B), em relação às sementes tratadas (T) e mantidas em condições de ambiente controlado (AC) ocorreu preservação da qualidade no decorrer de 180 dias de armazenamento. Para os demais tratamentos, observou-se que ocorreu redução com tendência linear na emergência ao longo do período de armazenamento. As sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado (ANC), independentemente do tratamento das sementes, apresentaram as maiores reduções, aproximadamente 2,4 e 4,1 pontos percentuais para cada 30 dias para as sementes tratadas (T) e não tratadas (NT), respectivamente. Porém, para as sementes não tratadas (NT) e armazenadas em condições de ambiente controlado (AC), a redução foi de um ponto percentual para cada 30 dias de armazenamento (Figura 3B).



**Figura 3.** Comprimento de parte aérea (A) e emergência em canteiro (B) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 1, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Ao analisar a interação entre condição da semente e condição de armazenamento, no que tange à primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado e comprimento de raiz, foram observados resultados semelhantes para todas as variáveis nas diversas comparações realizadas, não havendo diferenças entre as sementes tratadas (T) e não tratadas (NT), no armazenamento em condições de ambiente controlado (AC). Todavia, em condições

de ambiente não controlado (ANC), as sementes não tratadas foram superiores às sementes tratadas. Ao comparar as condições de armazenamento, tanto para as sementes tratadas como as não tratadas, o armazenamento em condições de ambiente controlado foi superior ao armazenamento em ambiente não controlado (Tabela 4). Os resultados alcançados evidenciam que sementes de soja, tratadas ou não, apresentam redução de qualidade fisiológica no transcurso do armazenamento em condições de ambiente não controlado e de umidade relativa do ar elevada (superior a 80%), que ocasionou elevação da umidade da semente para 14 – 15% (Figura 2A)

**Tabela 4.** Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Condição da semente	PCG (%)		G (%)		EA (%)		CR (cm)	
	Condição de armazenamento							
	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC
T	87 aA <sup>1</sup>	75 bB	90 aA	80 bB	83 aA	66 bB	19,6 aA	17,1 bB
NT	88 aA	83 bA	91 aA	87 bA	83 aA	74 bA	19,7 aA	18,8 bA
DMS	2,65		2,59		2,67		0,63	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Para a interação entre período de armazenamento e tratamento de sementes, observou-se que, para as variáveis primeira contagem de germinação e germinação, a partir dos 120 dias de armazenamento, as sementes não tratadas originaram maior percentual de plântulas normais do que as sementes tratadas, enquanto para envelhecimento acelerado, essa superioridade ocorreu apenas aos 180 dias de armazenamento (Tabela 5).

**Tabela 5.** Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA) do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento.

Período de armazenamento (dias)	PCG (%)		G (%)		EA (%)	
	Condição da semente					
	T	NT	T	NT	T	NT
0	90 a <sup>1</sup>	90 a	92 a	92 a	84 a	86 a
60	86 a	90 a	89 a	92 a	82 a	84 a
120	81 b	88 a	86 b	90 a	79 a	80 a
180	68 b	75 a	74 b	82 a	53 b	63 a
DMS	3,75		3,67		3,77	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Para o teste de frio, foi observado que, aos 60 dias de armazenamento, as sementes tratadas foram superiores às sementes não tratadas. No entanto, aos 180 dias de armazenamento, as sementes não tratadas apresentaram superioridade em relação às sementes tratadas. Por outro lado, para o comprimento de raiz, verificou-se que, aos 60 e 120 dias de armazenamento, as sementes tratadas apresentaram menor comprimento de raiz do que as sementes não tratadas (Tabela 6).

**Tabela 6.** Teste de frio (TF) e comprimento de raiz (CR) de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento.

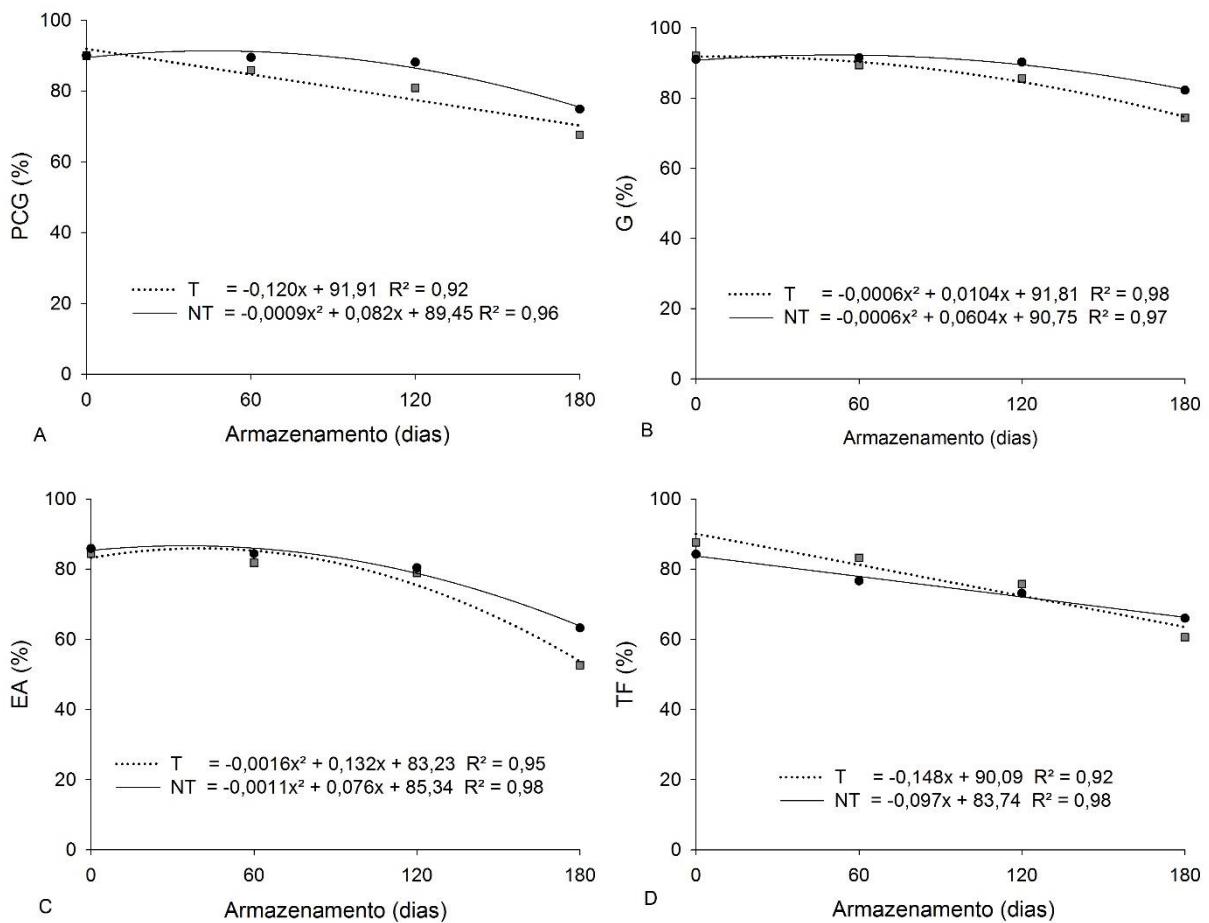
Período de armazenamento (dias)	TF (%)		CR (cm)	
	Condição da semente			
	T	NT	T	NT
0	88 a <sup>1</sup>	84 a	21,8 a	22,2 a
60	83 a	77 b	19,2 b	21,0 a
120	76 a	73 a	17,7 b	19,3 a
180	61 b	66 a	14,6 a	14,6 a
DMS	3,58		0,89	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Na Figura 4, estão apresentadas as curvas de tendência dos atributos de qualidade das sementes tratadas e não tratadas em relação aos períodos de armazenamento. Para a primeira contagem de germinação, no que se refere às sementes tratadas, estas apresentaram redução linear no percentual de plântulas normais ao longo do armazenamento, com decréscimo de quase 22 pontos percentuais em 180 dias de armazenamento. Para as sementes não tratadas, os resultados se adequaram a um modelo polinomial quadrático, obtendo-se máximo percentual de plântulas normais (91%) aos 45 dias após o início do armazenamento, similar ao apresentado no início do período de armazenamento, com posterior redução na qualidade das sementes até o fim do período de armazenamento (Figura 4A).

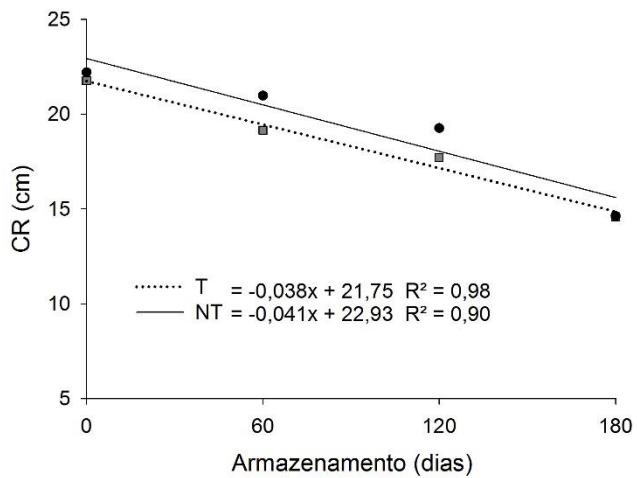
Os resultados de germinação, para sementes com e sem tratamento químico ajustaram-se a modelo polinomial quadrático, sendo que as sementes com tratamento químico apresentaram redução mais pronunciada do que as sementes que foram armazenadas sem tratamento químico, com porcentagem de plântulas normais estável aproximadamente até 60 dias de armazenamento, com posterior decréscimo na porcentagem de plântulas normais até 180 dias, salientando-se que, no fim do armazenamento, as sementes não tratadas apresentaram 12 pontos percentuais a mais que as sementes tratadas (Figura 4B). Resultado semelhante foi observado para o envelhecimento acelerado, em que as sementes mantiveram a qualidade por até aproximadamente 75 dias de armazenamento, com posterior redução da qualidade, tanto em sementes tratadas quanto em não tratadas (Figura 4C). Entretanto, constatou-se que as sementes sem tratamento químico apresentaram redução menos drástica em comparação às submetidas ao tratamento químico.

Para o teste de frio, os resultados adequaram-se a um modelo linear, com diminuição nos percentuais de plântulas normais conforme decorreu o período de armazenamento (Figura 4D), sendo que para as sementes tratadas, a redução do vigor alcançou 27 pontos percentuais, obtendo-se assim, no final do período de armazenamento, 63% de plântulas normais, enquanto que para as sementes não tratadas, o decréscimo resultou em redução de 17 pontos percentuais, resultando, aos 180 dias de armazenamento, em 66 % de plântulas normais.



**Figura 4.** Primeira contagem de germinação (A), germinação (B), envelhecimento acelerado (C) e teste de frio (D) do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

Em relação ao comprimento de raiz, observou-se comportamento similar entre as sementes tratadas e não tratadas, tendo os resultados se adequado ao modelo linear, apresentando redução no comprimento de raiz com o aumentou o tempo de armazenamento, representando, ao final do período de armazenamento, diminuição de 6,8 cm e 7,4 cm do comprimento de raiz em relação ao início do armazenamento, respectivamente para as sementes tratadas e não tratadas (Figura 5).



**Figura 5.** Comprimento de raiz de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

Para a interação entre condição de armazenamento (CA) e período de armazenamento (PA), observou-se que, para as variáveis primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado, frio e comprimento de raiz, a partir dos 60 dias de armazenamento, as sementes armazenadas em condição de ambiente controlado apresentaram-se superiores às sementes armazenadas em condição de ambiente não controlado, evidenciando assim o desempenho superior das sementes armazenadas em condição de ambiente controlado (Tabela 7). Em relação à matéria seca total, verificou-se diferença entre as condições de armazenamento apenas no último período de avaliação, tendo as sementes armazenadas em condição de ambiente controlado mostrado superioridade em comparação às sementes armazenadas em condição de ambiente não controlado.

**Tabela 7.** Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de raiz (CR) e massa seca total (MST) de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

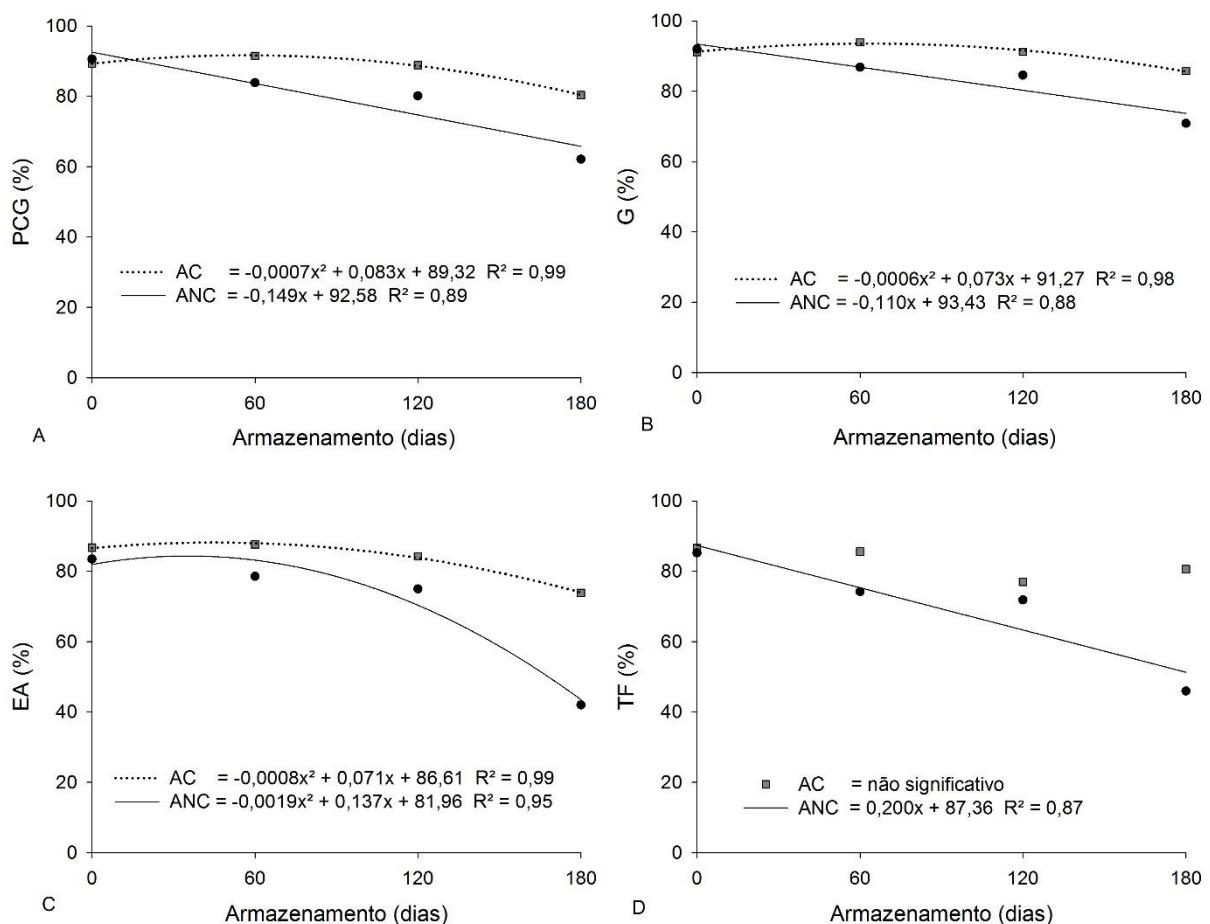
Período de armazenamento (dias)	PCG (%)		G (%)		EA (%)							
	Condição de armazenamento											
	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC						
0	89 a <sup>1</sup>	91 a	91 a	92 a	87 a	84 a						
60	92 a	84 b	94 a	87 b	88 a	79 b						
120	89 a	80 b	91 a	85 b	84 a	75 b						
180	80 a	62 b	86 a	71 b	74 a	42 b						
DMS	3,75		3,67		3,77							
TF (%)												
	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC						
	87 a	85 a	22,0 a	21,9 a	32,56 a	33,05 a						
0	86 a	74 b	20,8 a	19,3 b	31,74 a	31,52 a						
60	77 a	72 b	19,1 a	17,9 b	28,51 a	28,37 a						
120	80 a	46 b	16,5 a	12,7 b	26,38 a	21,05 b						
DMS	3,58		0,89		2,42							
CR (cm)												
MST (mg pl <sup>-1</sup> )												

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

No que tange à qualidade das sementes ao longo do período de armazenamento em função das condições de armazenamento (Figura 6), foi possível observar que, para a primeira contagem de germinação, as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado (AC) mantiveram a sua qualidade até aproximadamente 90 dias, com posterior decréscimo na porcentagem de plântulas normais (Figura 6A). Para as sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado (ANC), houve redução linear na qualidade, conforme aumentou o período de armazenamento. Salienta-se que, no final do período de armazenamento, as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado apresentaram 16 pontos percentuais a mais de plântulas normais do que as sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado.

Para a germinação das sementes, no armazenamento sem controle do ambiente, ocorreu redução linear da germinação na taxa de 3,3 pontos percentuais para cada 30 dias, enquanto que sob ambiente controlado, a germinação manteve-se estável até aproximadamente 80 dias, com posterior decréscimo (Figura 6B). Essa diferença entre os ambientes de armazenamento representou, ao final do

armazenamento, 11 pontos percentuais, sendo que em ambiente controlado a germinação ficou acima do mínimo exigido por lei para comercialização, que é de 80%, segundo a Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013.



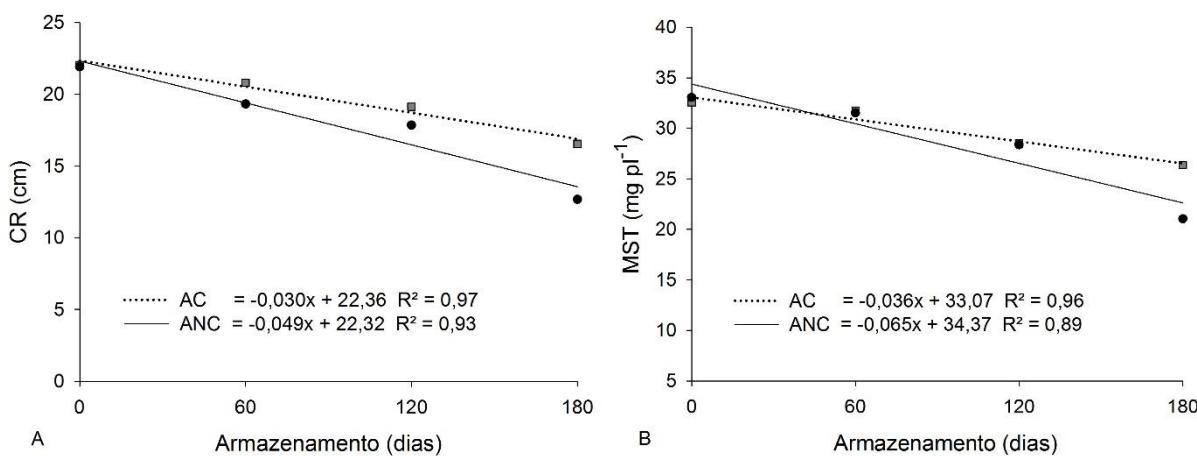
**Figura 6.** Primeira contagem de germinação (A), germinação (B), envelhecimento acelerado (C) e teste de frio (D) do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

O vigor das sementes de soja, estimado pelo teste de envelhecimento acelerado, apresentou redução após aproximadamente 120 dias de armazenamento, em ambiente controlado. No entanto, para as sementes armazenadas em condição ambiental não controlada, o vigor reduziu-se expressivamente a partir de 35 dias (Figura 6C). Essa redução acentuada gerou uma diferença de 28 pontos percentuais no vigor das sementes, pois, aos 180 dias de armazenamento, as sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado apresentaram 45% de

plântulas normais, no teste de envelhecimento acelerado, enquanto as sementes armazenadas em ambiente controlado apresentaram 73% de plântulas normais.

Na avaliação do vigor pelo teste de frio, para as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado, os dados não se ajustaram a nenhum modelo matemático, enquanto que as sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado apresentaram decréscimo linear no percentual de plântulas normais com o passar do período de armazenamento, sendo que a diferença no percentual de plântulas normais aos 180 dias de armazenamento, comparativamente com o percentual de plântulas normais no início do armazenamento, foi de 36 pontos percentuais (Figura 6D).

Em referência ao comprimento de raiz das plântulas de soja, ao longo do armazenamento, em ambiente controlado e não controlado, observou-se que em ambas as condições de armazenamento ocorreu redução linear no comprimento de raiz, conforme decorreu o tempo de armazenamento, sendo mais pronunciado na condição de ambiente não controlado (Figura 7A). Essa redução foi de 1,8 cm para as sementes armazenadas em ambiente controlado e de 2,94 cm para as sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado para cada 60 dias de armazenamento. Para a massa seca total de plântulas, verificou-se comportamento similar, com redução linear na proporção de 2,2 e 3,9 mg pl<sup>-1</sup> para cada 60 dias de armazenamento, para ambiente controlado e não controlado, respectivamente (Figura 7B).



**Figura 7.** Comprimento de raiz (A) e matéria seca total (B) de plântulas do Lote 1 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

#### 4.1.2. Lote 2

As interações entre os fatores (condição da semente, condição de armazenamento e período de armazenamento) analisados para o Lote 2 da cultivar FUNDACEP 57 RR, no primeiro período de experimentos, estão apresentadas na Tabela 8, sendo observado que não ocorreu interação tripla significativa entre os fatores para nenhuma das variáveis-resposta.

Houve interação dupla entre os fatores condição de armazenamento (CA) e período de armazenamento (PA) para todas as variáveis. Entre os fatores condição da semente (CS) e período de armazenamento (PA), obteve-se interação somente para germinação e comprimento de parte aérea (Tabela 8). Quanto aos fatores condição da semente (CS) e condição de armazenamento (CA), observou-se interação significativa para primeira contagem de germinação, germinação, teste de frio e emergência de plântula em canteiro. Ainda, observou-se efeito principal para o fator condição da semente (CS) para envelhecimento acelerado e massa seca total de plântula (Tabela 8).

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 2, cultivar FUNDACEP 57 RR, em função da condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e períodos de armazenamento (PA).

Fonte de variação	GL	PCG	G	EA	TF	CPA	CR	MST	EC
CS	1	ns	*	*	ns	*	ns	*	*
CA	1	*	*	*	*	*	*	ns	*
CS x CA	1	*	*	ns	*	ns	ns	ns	*
Resíduo A	28	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	3	*	*	*	*	*	*	*	*
CS x PA	3	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
CA x PA	3	*	*	*	*	*	*	*	*
CS x CA x PA	3	ns							
Resíduo B	84	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	7,78	6,31	7,94	8,80	8,58	9,19	9,71	5,42

\* ou ns = significativo ou não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

No que se refere à interação entre os fatores condição da semente (CS) e condição de armazenamento (CA), as variáveis primeira contagem de germinação, germinação e teste de frio apresentaram resultado semelhante (Tabela 9). Ao comparar-se o desempenho das sementes em relação à condição da semente, as sementes não tratadas apresentaram resultados superiores em relação às sementes tratadas, em condição de ambiente não controlado, enquanto que para a condição de ambiente controlado não houve diferença. Por sua vez, para a emergência em canteiro de plântulas, foi verificada diferença apenas para a condição de ambiente não controlado, em que as sementes tratadas apresentaram maior porcentagem de plântulas emergidas.

Verificou-se que as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado foram superiores às sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado, independentemente da condição da semente (T ou NT) para as variáveis primeira contagem de germinação, germinação, teste de frio e emergência de plântulas em canteiro (Tabela 9).

**Tabela 9.** Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), teste de frio (TF) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 2, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Condição da semente	PCG (%)		G (%)		TF (%)		EC (%)	
	Condição de armazenamento							
	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC
T	87 aA <sup>1</sup>	70 bB	89 aA	75 bB	76 aA	64 bB	87 aA	78 bA
NT	85 aA	74 bA	89 aA	80 bA	74 aA	68 bA	85 aA	74 bB
DMS	3,05		2,61		3,05		3,08	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra, minúscula na linha, em cada variável resposta, e maiúscula coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Para os resultados referentes à interação entre condição da semente (CA) e período de armazenamento (PA), pôde-se observar que as sementes submetidas ao tratamento químico apresentaram germinação inferior às sementes não tratadas aos 180 dias de armazenamento. Para o comprimento da parte aérea de plântulas, foi constatada diferença apenas na avaliação inicial, sendo as sementes não tratadas superiores às sementes tratadas com produtos químicos. Para os demais períodos de armazenamento, não foram observadas diferenças (Tabela 10).

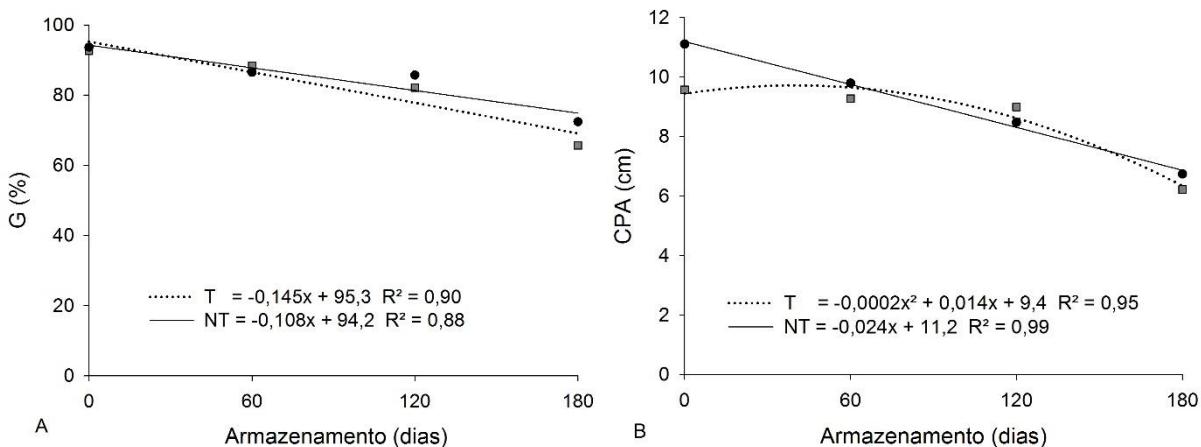
**Tabela 10.** Germinação (G) e comprimento de parte aérea de plântulas (CPA) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento.

Período de armazenamento (dias)	G (%)		CPA (cm)	
			Condição da semente	
	T	NT	T	NT
0	93 a <sup>1</sup>	94 a	9,6 b	11,1 a
60	88 a	87 a	9,3 a	9,8 a
120	82 a	86 a	9,0 a	8,5 a
180	66 b	72 a	6,2 a	6,7 a
DMS	3,69		0,53	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

A análise de regressão para a germinação, permitiu observar que tanto as sementes tratadas quanto as sementes não tratadas apresentaram comportamento similar, com redução linear da germinação, conforme os períodos de armazenamento, representando uma diminuição de aproximadamente 26 e 20 pontos percentuais para as sementes tratadas e não tratadas, respectivamente, na porcentagem de plântulas normais obtidas ao final do período de armazenamento em relação à germinação inicial (Figura 8A).

Para o comprimento da parte aérea, verificou-se comportamento distinto em relação a condição da semente (tratadas e não tratadas), sendo que as sementes tratadas mantiveram o comprimento da parte aérea por aproximadamente 75 dias de armazenamento, com posterior redução, significando que próximo a este período ocorreu aceleração na deterioração das sementes. Para as sementes não tratadas, obteve-se redução linear do comprimento da parte aérea conforme aumentou o período de armazenamento, na proporção de 0,7 cm para cada 30 dias (Figura 8B).



**Figura 8.** Germinação (A) e comprimento da parte aérea de plântulas (B) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

Em relação à interação da condição de armazenamento (CA) e período de armazenamento (PA), no que diz respeito à primeira contagem de germinação e germinação, verificou-se que aos 60, 120 e 180 dias de armazenamento, as sementes armazenadas em ambiente não controlado apresentaram menor porcentagem de plântulas normais, comparativamente às sementes armazenadas em ambiente controlado (Tabela 11).

**Tabela 11.** Primeira contagem de germinação (PCG) e germinação (G) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Período de armazenamento (dias)	PCG (%)		G (%)	
	Condição de armazenamento			
	AC	ANC	AC	ANC
0	93 a <sup>1</sup>	91 a	94 a	92 a
60	87 a	79 b	92 a	83 b
120	85 a	76 b	87 a	81 b
180	79 a	41 b	84 a	55 b
DMS	4,31		3,69	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

No que diz respeito aos testes de vigor, envelhecimento acelerado e frio, a diferença entre as condições de armazenamento ocorreu aos 120 e 180 dias de armazenamento, de modo que as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado apesentaram desempenho superior às sementes armazenadas em ambiente não controlado (Tabela 12). Para a emergência de plântulas em canteiro, com exceção da época zero, para todos os demais períodos, as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado mostraram superioridade em relação às sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado (Tabela 12), à semelhança do verificado na primeira contagem de germinação e na germinação (Tabela 11).

**Tabela 12.** Envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 2, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Período de armazenamento (dias)	EA (%)		TF (%)		EC (%)	
	Condição de armazenamento					
	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC
0	78 a <sup>1</sup>	77 a	80 a	82 a	89 a	84 a
60	78 a	76 a	80 a	76 a	88 a	78 b
120	71 a	64 b	70 a	59 b	85 a	72 b
180	66 a	32 b	69 a	44 b	82 a	63 b
DMS	3,77		4,32		4,4	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Para o comprimento da parte aérea e massa seca total de plântulas, apenas aos 180 dias de armazenamento observou-se diferença entre as condições de armazenamento, sendo que as sementes armazenadas em condição controlada foram superiores às sementes armazenadas em condição não controlada (Tabela 13). Para comprimento de raiz, essa diferença no comportamento em relação à condição de armazenamento foi observada aos 120 e 180 dias de armazenamento (Tabela 13).

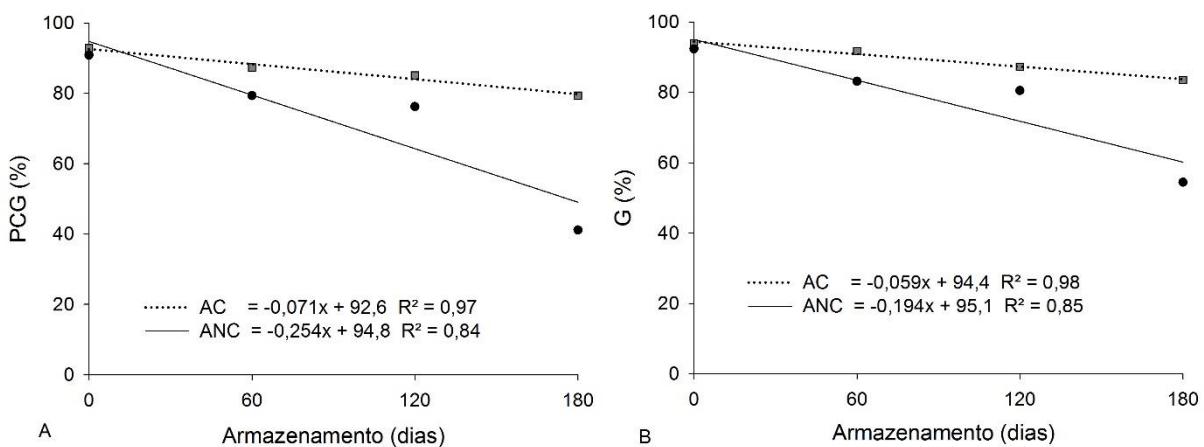
**Tabela 13.** Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e massa seca total de plântulas (MST) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Período de armazenamento (dias)	CPA (cm)		CR (cm)		MST (mg pl <sup>-1</sup> )	
	Condição de armazenamento					
	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC
0	10,4 a <sup>1</sup>	10,3 a	21,0 a	20,8 a	34,38 a	35,37 a
60	9,7 a	9,4 a	19,5 a	18,9 a	34,55 a	35,47 a
120	9,0 a	8,5 a	18,8 a	17,1 b	31,61 a	33,42 a
180	7,7 a	5,3 b	16,1 a	11,1 b	28,85 a	21,42 b
DMS	0,53		1,15		2,17	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Para a primeira contagem de germinação (Figura 9A), observou-se que os resultados se ajustaram ao modelo linear decrescente, ocorrendo redução da porcentagem de plântulas normais ao longo do período de armazenamento, para ambas as condições de armazenamento das sementes. No entanto, pôde-se observar redução mais acentuada na porcentagem de plântulas normais nas sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado, de modo que entre o início e o final do armazenamento verificou-se decréscimo de aproximadamente 46 pontos percentuais, enquanto que para as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado, a diminuição foi de aproximadamente 13 pontos percentuais.

Comportamento semelhante foi observado para o teste de germinação (Figura 9B), ocorrendo decréscimo na porcentagem de plântulas normais ao longo do armazenamento, verificando-se, da mesma forma que para a primeira contagem de germinação, cujas sementes armazenadas em condições de ambiente controlado apresentaram menor diminuição no percentual de germinação, com aproximadamente 11 pontos percentuais, enquanto que para as sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado, a redução foi mais drástica, de aproximadamente 35 pontos percentuais.

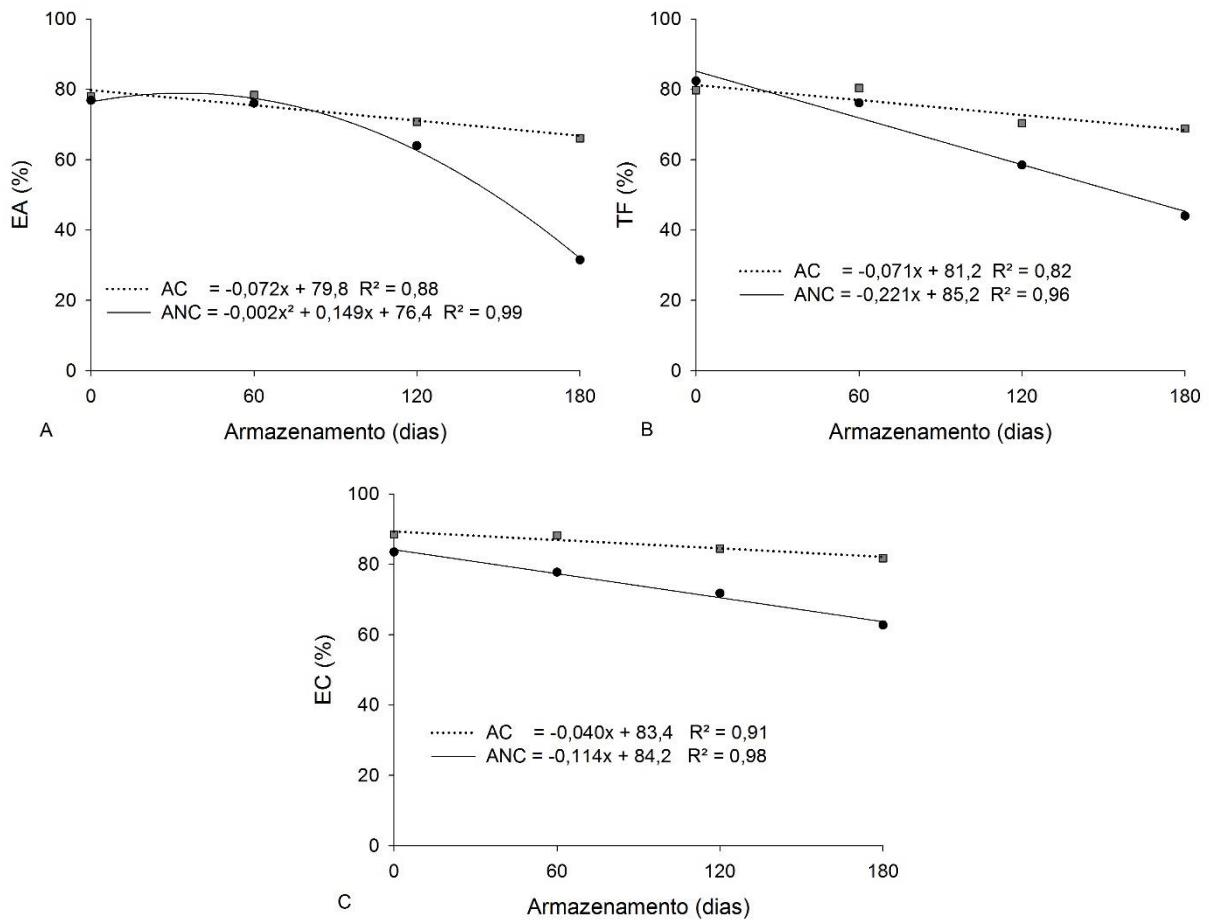


**Figura 9.** Primeira contagem de germinação (A) e germinação (B) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

O vigor das sementes também apresentou redução ao longo do armazenamento, como observado nos testes de envelhecimento acelerado, frio e emergência em canteiro de plântulas (Figura 10A, 10B e 10C). Para o envelhecimento acelerado, as sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado mantiveram o percentual de plântulas normais até aproximadamente 90 dias de armazenamento, com posterior redução, expressa por uma relação quadrática (Figura 10A). Todavia, as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado apresentaram decréscimo linear no percentual de plântulas normais de aproximadamente dois pontos percentuais para cada 30 dias de armazenamento. Entre o início e o final do período de armazenamento, as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado tiveram redução de 13 pontos percentuais em comparação às que permaneceram sob ambiente não controlado, que apresentaram decréscimo de 38 pontos percentuais (Figura 10A).

Em relação ao teste de frio, também foi observado decréscimo no percentual de plântulas normais, para ambas as condições de armazenamento. Os resultados adequaram-se a um modelo linear decrescente, sendo a maior redução detectada nas sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado, com redução de 13,2 pontos percentuais a cada 60 dias de armazenamento, totalizando, ao final dos 180 dias, decréscimo de 40 pontos percentuais. Para as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado, a cada período de avaliação (60 dias) ocorreu

redução de 4,3 pontos percentuais, totalizando entre o início e o final do período de armazenamento, 13 pontos percentuais (Figura 10B).

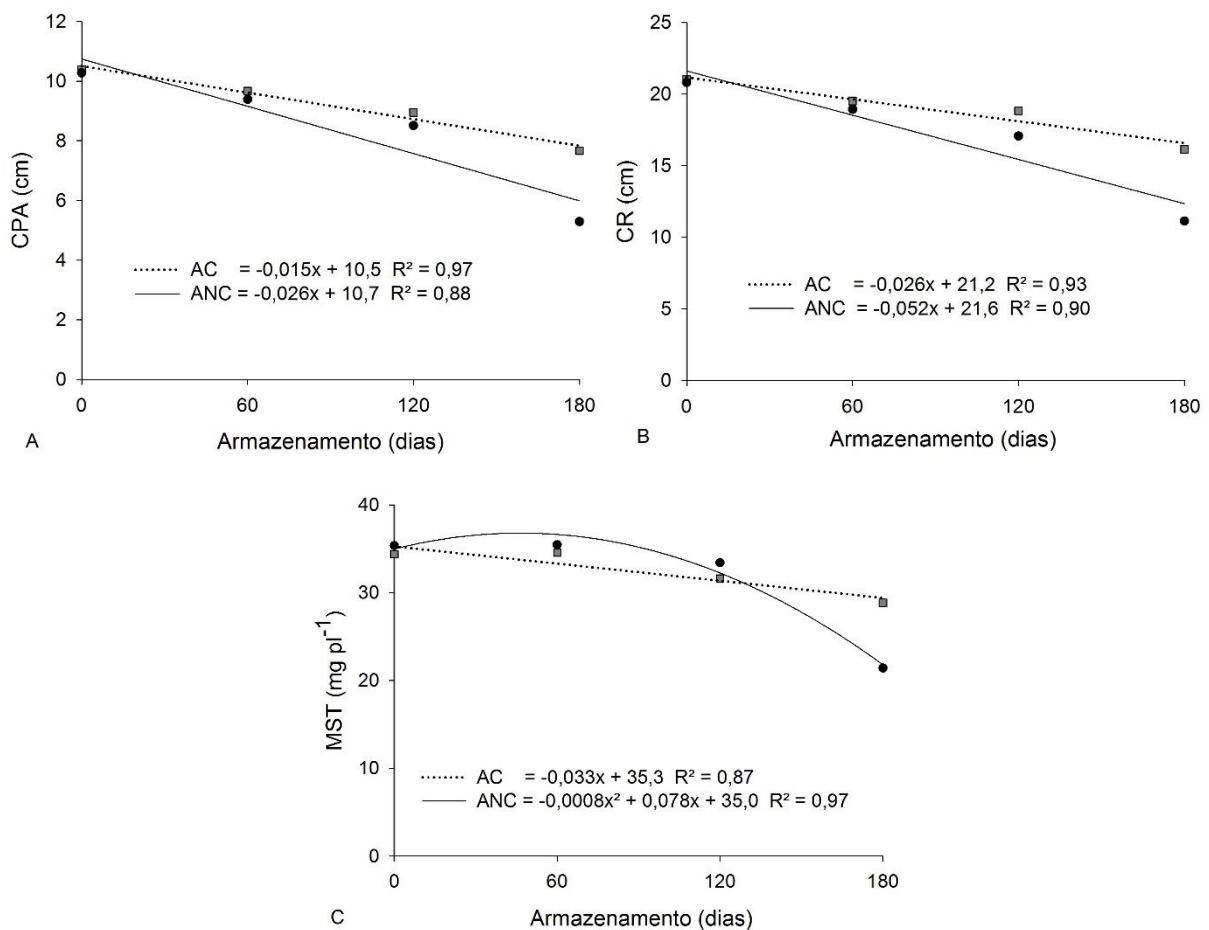


**Figura 10.** Envelhecimento acelerado (A), teste de frio (B) e emergência em canteiro (C) de plântulas obtidas de sementes de soja do Lote 2, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Para a emergência em canteiro de plântulas, da mesma forma que para o teste de frio, observou-se tendência de redução linear do número de plântulas emergidas, no decorrer do armazenamento, na proporção de 2,4 e 6,8 pontos percentuais para cada 60 dias de armazenamento, para as sementes acondicionadas em ambiente controlado e não controlado, respectivamente (Figura 10C). Notou-se, ainda, que as sementes que foram armazenadas em ambiente controlado apresentaram, aos 180 dias de armazenamento, emergência superior comparativamente às que foram mantidas em ambiente não controlado de aproximadamente 16,4%. Estes resultados

demonstram a importância da realização do armazenamento das sementes em condições adequadas, as quais favoreçam a manutenção de sua qualidade.

A redução de vigor durante o armazenamento das sementes, observado anteriormente nos testes de avaliação da qualidade, refletiu-se diretamente no comprimento das plântulas. O comprimento da parte aérea (Figura 11A) e o comprimento da raiz (Figura 11B) foram expressos por funções lineares entre o início e o final do período de armazenamento, apresentando redução de 2,7 e 4,7 cm, respectivamente, para as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado e de 4,7 e 9,4 cm para as sementes armazenadas em condições não controladas, respectivamente.



**Figura 11.** Comprimento de parte aérea (A), comprimento de raiz (B) e massa seca total (C) de plântulas do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, submetidas a diferentes períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

A redução no comprimento resultou em diminuição da matéria seca total das plântulas, sendo que as sementes armazenadas em condições de ambiente não controlado mantiveram a sua massa até aproximadamente 90 dias de armazenamento, com posterior decréscimo. Para as sementes armazenadas em condições de ambiente controlado, os resultados adequaram-se ao modelo linear decrescente, apresentando redução de 5,6 mg por planta na massa seca total das plântulas entre o início e o final do período de armazenamento (Figura 11C).

Na Tabela 14 estão apresentados os resultados referentes ao efeito simples da condição da semente, observado para as variáveis envelhecimento acelerado e matéria seca total. Para envelhecimento acelerado, as sementes tratadas estabeleceram uma porcentagem de plântulas normais superior às sementes não tratadas. Entretanto, as sementes sem tratamento químico geraram plântulas com maior acúmulo de massa seca total por plântula em relação às sementes tratadas com produto químico.

**Tabela 14.** Envelhecimento acelerado (EA) e massa seca total de plântulas (MST) do Lote 2 de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em diferentes condições.

Condição da semente	EA (%)	MST (mg pl <sup>-1</sup> )
T	69 a <sup>1</sup>	30,98 b
NT	67 b	32,79 a
DMS	1,88	1,08

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Para o estudo um, conduzido com dois lotes de sementes de soja, cultivar FUNDACEP 57 RR, de maneira geral, o lote 2, de vigor inicial inferior ao lote 1, apresentou redução mais acentuada da germinação, tanto para sementes tratadas como não tratadas, no armazenamento sob condições ambientais não controladas. Analisando-se conjuntamente os dados, o tratamento químico das sementes afetou negativamente a germinação e o vigor das sementes, tanto do lote 1 quanto do lote 2, principalmente no armazenamento em ambiente não controlado, ao longo de 180 dias. A germinação e o vigor das sementes tratadas reduziram-se mais rapidamente durante o armazenamento em comparação com sementes não tratadas.

Todavia, o armazenamento de sementes tratadas por até aproximadamente 60 dias pode ser possível, tendo em vista que as sementes ainda apresentam níveis aceitáveis de germinação e vigor. Possivelmente, o menor desempenho das sementes tratadas tenha ocorrido devido ao maior grau de umidade das sementes que receberam o tratamento químico em relação àquelas que não foram quimicamente tratadas, em especial no armazenamento sem controle das condições do ambiente, além do incremento da umidade das sementes, verificado no armazenamento em condição de ambiente não controlado, de aproximadamente 12% para quase 15%.

O tratamento químico pode alterar o grau de umidade das sementes, conforme descrito por Grisi et al. (2009) para sementes de girassol. Além disso, resultados de pesquisas têm evidenciado que alguns produtos, quando aplicados sozinhos ou em combinação, podem, em determinadas situações, ocasionar redução na germinação das sementes e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito da fitotoxicidade (CRUZ et al., 1983; NASCIMENTO et al., 1996).

Avaliando o efeito do armazenamento em sementes de soja quimicamente tratadas com thiram + thiabendazole, Pereira et al. (2007) observaram redução acentuada na qualidade das sementes a partir do sexto mês de armazenamento, entretanto, após este período, as sementes com tratamento químico apresentaram melhor desempenho em relação às sementes não tratadas. Por outro lado, sementes de feijão, tratadas com fungicida carbendazin e thiram e, inseticida fipronil e thiodicarb, tiveram sua qualidade fisiológica reduzida durante cinco meses de armazenamento, independentemente do tratamento químico utilizado, enquanto que, as sementes sem tratamento apresentaram qualidade fisiológica superior (BARROS et al., 2005). De modo semelhante, Avelar et al., (2011) relataram que sementes de soja armazenadas por seis meses sem tratamento químico apresentaram maior desempenho em relação às sementes tratadas. Ainda, o tratamento de sementes de arroz irrigado com carboxin + thiram, seguido de armazenamento por dez meses, segundo Krüger et al. (2016), é prejudicial para o potencial fisiológico de sementes, cultivar BRS Sinuelo CL.

O armazenamento em ambiente controlado ( $T = 15^{\circ}\text{C}$  e  $\text{UR} = 45\%$ ) proporcionou menor redução da germinação e vigor em relação ao armazenamento em ambiente não controlado, independentemente do período de armazenamento. Além disso, embora tenha havido redução dos atributos da qualidade durante o armazenamento, as sementes que permaneceram em ambiente controlado apresentaram menor taxa de deterioração em relação às sementes que ficaram sob

ambiente não controlado, sendo possível o armazenamento por até 180 dias, mantendo o padrão mínimo de germinação exigido por lei, de 80% para soja, segundo a Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013.

Vale lembrar que, naturalmente, as sementes sofrem redução da qualidade fisiológica com o aumento do tempo de armazenamento, sendo que o tratamento das sementes com produtos químicos pode acelerar ou retardar essa redução, dependendo do produto e dose utilizados, da espécie e das condições de armazenamento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). No entanto, ressalta-se que o tratamento de sementes visa à preservação da qualidade das sementes durante o período de armazenamento, bem como a proteção na fase inicial de estabelecimento no campo. O tratamento das sementes possivelmente contribui para melhor estabelecimento inicial das plântulas, podendo reduzir o ataque de pragas e a incidência de doenças, favorecendo o estabelecimento de adequada população de plantas (DAN et al., 2012).

Por outro lado, a redução da qualidade de sementes com a aplicação de fungicida e/ou inseticida, segundo Ludwig et al. (2011), pode estar relacionada à ação do ingrediente ativo sobre as sementes, o que pode ter acarretado efeito fitotóxico e redução da germinação. Além disso, o declínio da qualidade fisiológica, com o avanço do período de armazenamento, pode ser atribuído ao envelhecimento das sementes, ao consumo de reservas e à redução da capacidade de síntese do embrião (KUNKUR et al., 2007). Analisando o efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento, Fessel et al. (2003) afirmam que, alguns tratamentos químicos tendem a gerar efeitos latentes, desfavoráveis ao desempenho das sementes com o aumento das doses e, intensificados com o prolongamento do período de armazenamento.

Ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, em quatro períodos de armazenamento (0, 15, 30 e 45 dias), Dan et al. (2010) observaram que a aplicação dos inseticidas carbofuran e acefato foi prejudicial à qualidade fisiológica das sementes de soja, cultivar M-SOY 6101, por um período de armazenamento de até 45 dias. Ainda, afirmaram que a redução da qualidade fisiológica das sementes, condicionada pela aplicação dos inseticidas avaliados, intensificou-se com o prolongamento do período de armazenamento das sementes tratadas.

No que se refere à germinação, no armazenamento em ambiente controlado, verificou-se tendência de redução, para os dois lotes, menos pronunciada em comparação ao declínio constatado no armazenamento sob condições ambientais não controladas. Cabe salientar que a germinação das sementes do lote 2, de vigor inferior, decresceu de maneira mais acentuada relativamente à germinação das sementes do lote 1, de vigor superior, nas condições ambientais não controladas no armazenamento por 180 dias.

Com relação ao vigor das sementes de soja, ocorreu redução nas duas condições de armazenamento, para ambos os lotes. Contudo, vale ressaltar que o vigor das sementes do lote 2 decaiu de forma mais expressiva do que o vigor das sementes do lote 1 no transcurso do período de armazenamento, por 180 dias. Ainda, destaca-se que a manutenção das sementes em condição ambiental controlada preservou mais eficientemente sua qualidade em relação ao armazenamento em ambiente sem controle das condições ambientais.

A redução mais acentuada da qualidade fisiológica das sementes de soja, no transcurso do armazenamento, em condições ambientais não controladas, comparativamente ao ambiente controlado, pode ser atribuída ao incremento da umidade das sementes, que variou de 12% para 15%, em virtude da elevada umidade relativa do ar, no período de 180 dias, nas condições ambientais da região de Pelotas – RS. Em geral, sementes de soja, armazenadas em condição ambiental não controlada e em armazéns convencionais, sofrem redução da qualidade fisiológica, resultando em perdas consideráveis no setor sementeiro (DEMITO e AFONSO, 2009). Redução na germinação de sementes de soja com tendência linear foi observada por Almeida et al. (2010), durante o armazenamento por 180 dias, em condições ambientais.

Por sua vez, as sementes mantidas em câmara fria (temperatura de 15 °C e umidade relativa do ar de 45%) apresentaram redução de umidade de 12% para 8%, no decorrer de 180 dias de armazenamento, o que favoreceu a manutenção da qualidade fisiológica das sementes. O processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado, conforme Para Cardoso et al. (2012), dependendo das condições de armazenamento. Dentre os fatores que afetam a qualidade das sementes durante o armazenamento, a temperatura e a umidade são fatores fundamentais para sua armazenagem. Segundo Baudet e Villela (2012), o armazenamento de sementes em

condições controladas pode permitir a conservação de sua qualidade por longos períodos de tempo.

#### **4.2. Segundo período (2015/16)**

##### **4.2.1. Cultivar NS 6006 IPRO**

As interações entre os fatores condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e período de armazenamento (PA) para as variáveis analisadas da cultivar NS 6006 IPRO, no segundo período de experimentos, estão apresentadas na Tabela 15, sendo observada interação significativa entre os três fatores apenas para comprimento de raiz e massa seca total de plântulas.

**Tabela 15.** Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, em função da condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e períodos de armazenamento (PA).

Fonte de variação	GL	PCG	G	EA	TF	CPA	CR	MST	EC
CS	1	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
CA	1	*	*	*	*	ns	*	ns	*
CS x CA	1	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns
Resíduo A	28	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	3	*	*	*	*	*	*	*	*
CS x PA	3	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
CA x PA	3	*	*	*	*	ns	*	*	*
CS x CA x PA	3	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
Resíduo B	84								
CV (%)	-	8,43	4,55	7,64	9,99	10,6	8,60	9,24	4,63

\* ou ns = significativo ou não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o teste de envelhecimento acelerado, constatou-se interação dupla entre condição da semente (CS) e condição de armazenamento (CA). A interação dupla entre os fatores condição da semente (CS) e período de armazenamento (PA) apresentou significância para germinação. A interação entre os fatores condição de armazenamento (CA) e período de armazenamento (PA) mostrou significância para

primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio e emergência de plântulas em canteiro. Por fim, efeito principal para o fator condição da semente (CS) no teste de frio e o efeito principal do fator período de armazenamento, para comprimento de parte aérea (Tabela 15).

Considerando o efeito do fator condição da semente (CS), para a variável comprimento de raiz, para cada período e ambas as condições de armazenamento, houve diferença apenas aos 120 dias de armazenamento na condição de ambiente controlado, sendo que as sementes não tratadas apresentaram menor comprimento radicular, enquanto que na condição de ambiente não controlado, aos 180 dias de armazenamento, as sementes que foram quimicamente tratadas apresentaram menor comprimento de raiz (Tabela 16). Para a variável massa seca total de plântulas, na condição de ambiente controlado, não se observou diferença entre as sementes tratadas e não tratadas em nenhum período de armazenamento. Porém, na condição de ambiente não controlado, no momento do recebimento das sementes (período zero), 60 e 180 dias de armazenamento, as sementes sem tratamento originaram plântulas que acumularam mais massa seca (Tabela 16).

**Tabela 16.** Comprimento de raiz (CR) e massa seca total de plântulas (MST) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

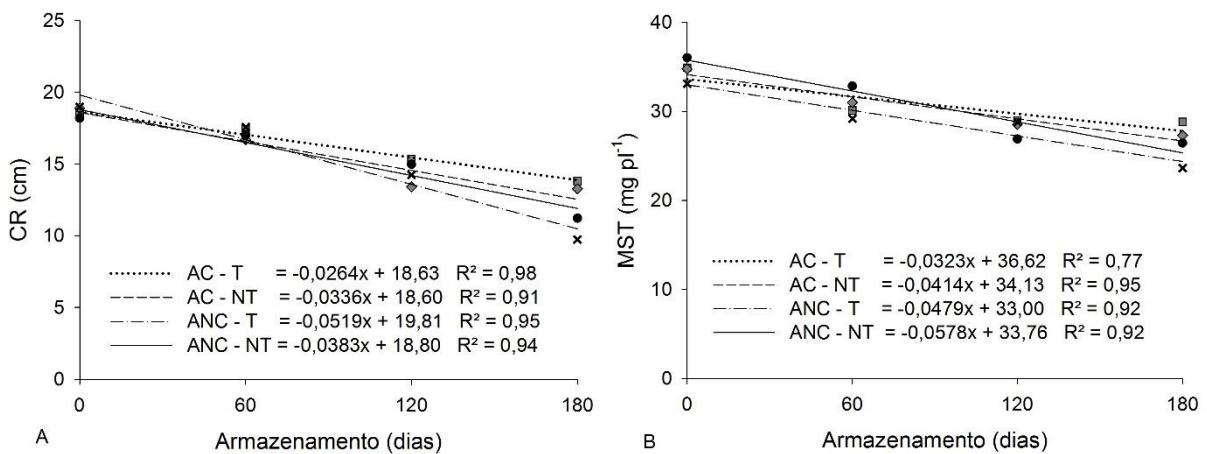
Período de armazenamento (dias)	Condição da semente	CR (cm)		MST (mg pl <sup>-1</sup> )	
		Condição de armazenamento			
		AC	ANC	AC	ANC
0	T	18,4 aA <sup>1</sup>	19,0 aA	34,91 aA	33,10 aB
	NT	18,9 aA	18,2 aA	34,77 aA	36,03 aA
60	T	17,4 aA	17,6 aA	30,12 aA	29,20 aB
	NT	16,7 aA	17,0 aA	31,01 aA	32,85 aA
120	T	15,4 aA	14,3 aA	29,00 aA	28,79 aA
	NT	13,4 bB	15,0 aA	28,54 aA	26,90 bA
180	T	13,8 aA	9,7 bB	28,83 aA	23,66 bB
	NT	13,3 aA	11,2 bA	27,32 aA	26,45 aA
DMS		1,33		2,75	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, e maiúscula na coluna, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Para comparação da condição de armazenamento, em cada período de armazenamento, das sementes tratadas, observou-se que tanto para o comprimento da raiz quanto da massa seca de plântulas, aos 180 dias de armazenamento, as sementes armazenadas em ambiente não controlado apresentaram menor desempenho (Tabela 16). Entretanto, para as sementes não tratadas, aos 120 dias de armazenamento, observou-se menor comprimento de raiz, porém maior massa seca ao serem armazenadas em ambiente controlado. Contudo, decorridos 180 dias de armazenamento, as sementes que foram mantidas em ambiente não controlado foram as que apresentaram menor comprimento de raiz, enquanto que para a massa seca de plântulas não houve diferença (Tabela 16).

Analizando a tendência das variáveis comprimento de raiz e massa seca total de plântulas ao longo do armazenamento, verificou-se redução linear para ambas (Figura 12A e 12B). Para o comprimento de raiz, houve redução de aproximadamente 0,78; 1,02; 1,56 e 1,14 cm para cada 30 dias de armazenamento para as sementes tratadas (T) mantidas em ambiente controlado (AC), não tratadas (NT) mantidas em ambiente controlado (AC), tratadas (T) mantidas em ambiente não controlado (ANC) e não tratadas (NT) mantidas em ambiente não controlado (ANC), respectivamente (Figura 12A). Salienta-se, ainda, que as sementes que foram quimicamente tratadas (T) e mantidas em armazenamento em ambiente não controlado (ANC), apresentaram plântulas com redução do comprimento radicular de maneira mais acentuada sendo que, após 180 dias de armazenamento, apresentavam-se aproximadamente 37% menores, em comparação com o momento do recebimento das sementes (tempo zero).

Analizando a massa seca total de plântulas, observou-se redução na ordem de 0,96 mg pl<sup>-1</sup> para sementes tratadas (T) e mantidas em ambiente controlado (AC), 1,23 mg pl<sup>-1</sup> para sementes não tratadas (NT) e armazenadas em ambiente controlado (AC), 1,44 mg pl<sup>-1</sup> nas quimicamente tratadas (T) e mantidas em ambiente não controlado (ANC) e 1,74 mg pl<sup>-1</sup> em sementes não tratadas (NT) e que ficaram expostas à ambiente não controlado (ANC), para cada 30 dias de armazenamento (Figura 12B).



**Figura 12.** Comprimento de raiz (A) e massa seca total de plântulas (B) obtidas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Analizando-se apenas o efeito da interação entre os fatores condição da semente e condição de armazenamento, para a variável envelhecimento acelerado, observou-se que as sementes mantidas em ambiente controlado ( $T = 15^{\circ}\text{C}$  e  $\text{UR} = 45\%$ ) tiveram seu vigor preservado, em comparação com as que ficaram sob condição não controlada, tanto para as sementes tratadas quanto para as não tratadas. Ao avaliar-se o efeito do tratamento de sementes, verificou-se que as sementes que receberam o tratamento apresentaram melhor desempenho quanto ao vigor sob condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, enquanto que, para as que foram mantidas em condições não controladas, não houve diferença (Tabela 17).

**Tabela 17.** Envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Condição da semente	EA (%)	
	AC	ANC
T	79 aA <sup>1</sup>	64 bA
NT	74 aB	65 bA
DMS	2,67	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra, minúscula na linha e maiúscula coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

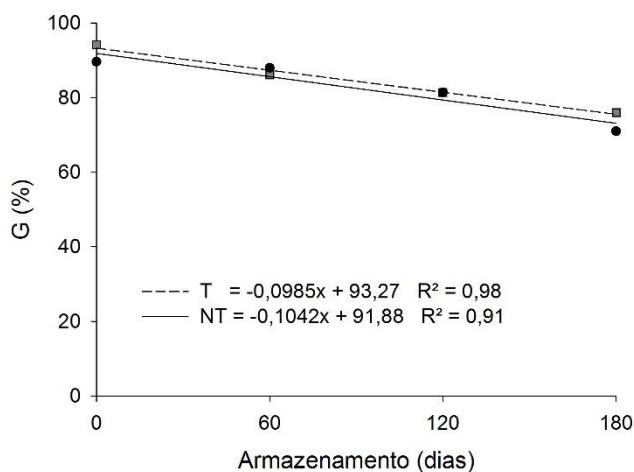
Na interação entre os fatores condição da semente e período de armazenamento, obteve-se diferença na germinação na época zero e após 180 dias de armazenamento, sendo que as sementes tratadas apresentaram superioridade quanto à germinação relativamente às não tratadas (Tabela 18).

**Tabela 18.** Germinação (G) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento.

Período de armazenamento (dias)	G (%)	
	Condição da semente	
	T	NT
0	94 a <sup>1</sup>	90 b
60	86 a	88 a
120	81 a	81 a
180	76 a	71 b
DMS	2,67	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Com relação ao efeito do período de armazenamento e da condição da semente sobre a germinação de sementes, observou-se redução linear da porcentagem de plântulas normais, independentemente do tratamento químico ou não. As sementes que não receberam o tratamento apresentaram diminuição da germinação ligeiramente superior em comparação com as que foram tratadas, em torno de 6,24 e 5,94 pontos percentuais para cada 60 dias de armazenamento, respectivamente (Figura 13).



**Figura 13.** Germinação de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento.

Foi observada interação entre os fatores condição de armazenamento e período de armazenamento para as variáveis primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio e emergência de plântulas em canteiro. Analisando o efeito da condição de armazenamento, observou-se que, tanto para primeira contagem de germinação quanto para germinação, houve manutenção da qualidade fisiológica das sementes que permaneceram armazenadas em ambiente controlado, constatada aos 120 e 180 dias de armazenamento, pois, as sementes que foram mantidas em ambiente não controlado apresentaram menor porcentagem de plântulas normais (Tabela 19). Para a variável envelhecimento acelerado, foi constatada diferença significativa aos 60 e 180 dias de armazenamento, de modo que, novamente, as sementes mantidas sob ambiente controlado tiveram melhor desempenho (Tabela 19).

Avaliando o comportamento das variáveis ao longo do armazenamento, pôde-se verificar que, para a primeira contagem de germinação, ocorreu redução linear pouco acentuada para as sementes armazenadas em ambiente controlado, em torno de três pontos percentuais a cada 60 dias de armazenamento, enquanto que as sementes armazenadas em ambiente não controlado mantiveram-se estáveis até aproximadamente 60 dias e, após, apresentaram rápida diminuição, com aproximadamente 38% menos de plântulas normais aos 180 dias, em comparação com o período zero (Figura 14A).

**Tabela 19.** Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

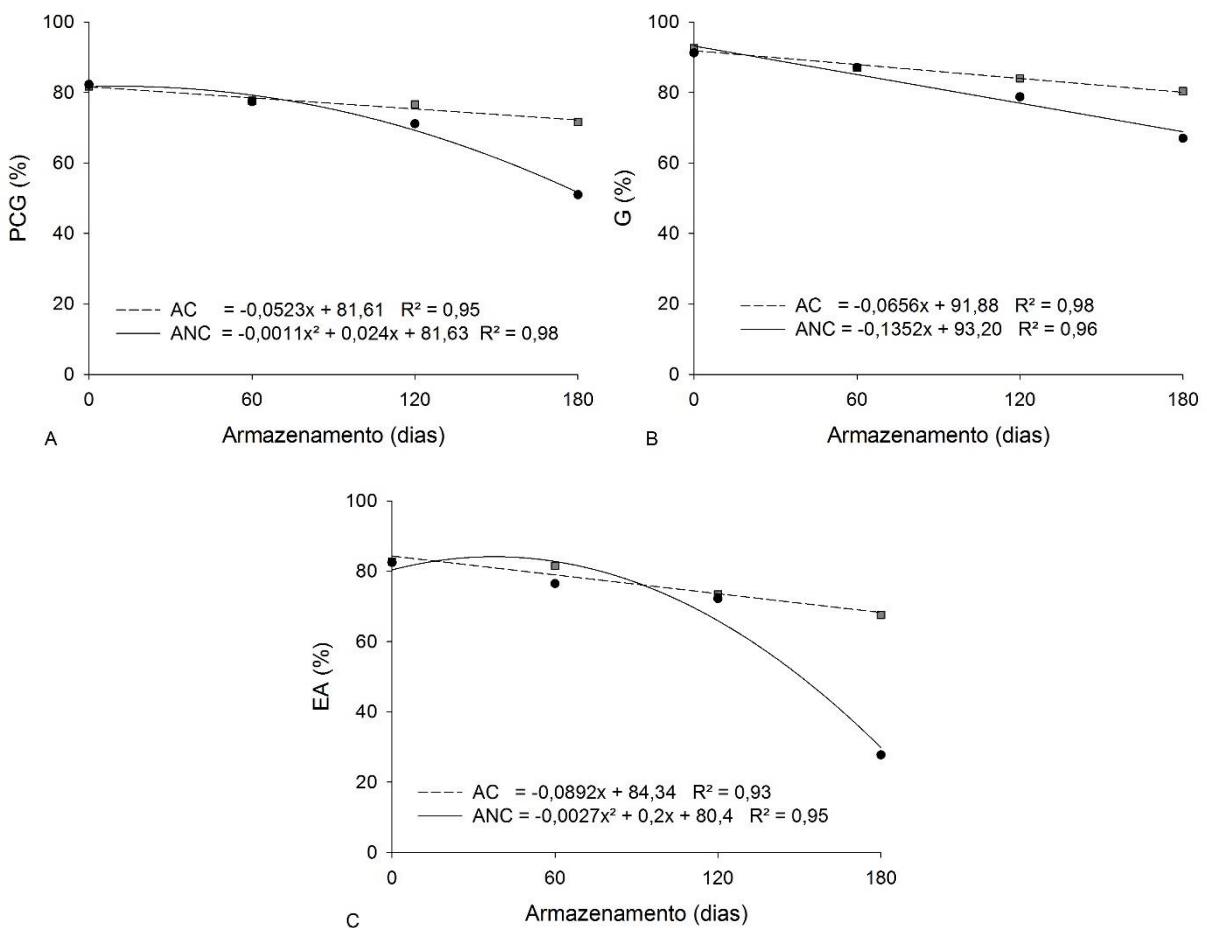
Período de armazenamento (dias)	PCG (%)		G (%)		EA (%)	
	Condição de armazenamento					
	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC
0	82 a <sup>1</sup>	82 a	93 a	91 a	83 a	83 a
60	78 a	77 a	87 a	87 a	82 a	77 b
120	77 a	71 b	84 a	79 b	73 a	72 a
180	72 a	51 b	80 a	67 b	68 a	28 b
DMS	4,35		2,67		3,77	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

A germinação apresentou tendência linear negativa para ambas as condições de armazenamento, porém, as sementes que ficaram em ambiente não controlado tiveram redução de forma mais acentuada, aproximadamente oito pontos percentuais para cada 60 dias, enquanto que para as sementes armazenadas em ambiente controlado observou-se diminuição em torno de quatro pontos percentuais a cada 60 dias (Figura 14B).

Para envelhecimento acelerado, observou-se comportamento semelhante à primeira contagem, sendo que as sementes armazenadas em ambiente controlado apresentaram diminuição do vigor na ordem de cinco pontos percentuais para cada 60 dias, ao passo que as sementes mantidas sob ambiente não controlado tiveram o vigor mantido até aproximadamente 60 dias e, após, acentuada redução, com diferença em torno de 60% entre as sementes analisadas no recebimento e aos 180 dias de armazenamento (Figura 14C).

.



**Figura 14.** Primeira contagem de germinação (A), germinação (B) e envelhecimento acelerado (C) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

No teste de frio, verificou-se diferença para a condição de armazenamento aos 180 dias, com inferioridade para sementes mantidas em ambiente não controlado comparativamente com as sementes armazenadas em ambiente controlado (Tabela 20). Para emergência de plântulas em canteiro, observou-se diferença a partir de 120 dias de armazenamento, com superioridade de plântulas emergidas oriundas de sementes armazenadas em ambiente controlado (Tabela 20).

Avaliando a tendência das variáveis ao longo do armazenamento, foi possível verificar que, para as sementes mantidas em ambiente controlado, no teste de frio, houve redução linear do vigor, em torno de 1,9 pontos percentuais para cada 30 dias, enquanto que para as sementes que ficaram armazenadas em ambiente não controlado, a porcentagem de plântulas normais manteve-se estável até

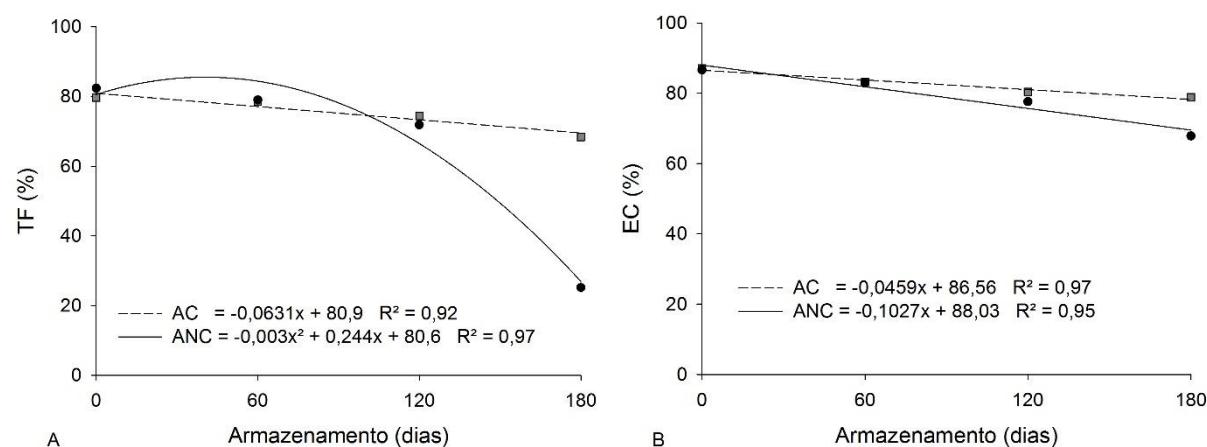
aproximadamente 60 dias e, após, brusca redução, atingindo, aos 180 dias, quase 66% menos de plântulas normais do que verificado no tempo zero (Figura 15A).

**Tabela 20.** Teste de frio (TF) e emergência em canteiro (EC) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Período de armazenamento (dias)	TF (%)		EC (%)	
	Condição de armazenamento			
	AC	ANC	AC	ANC
0	80 a <sup>1</sup>	82 a	87 a	87 a
60	79 a	79 a	83 a	83 a
120	74 a	72 a	80 a	78 b
180	68 a	25 b	79 a	68 b
DMS		4,89		2,61

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Para a emergência de plântulas em canteiro, foi observada redução linear de aproximadamente 1,4 e 3,1 pontos percentuais a cada 30 dias de armazenamento, para as sementes armazenadas em ambiente controlado e não controlado, respectivamente, destacando-se a diminuição da porcentagem de plântulas emergidas de maneira mais acintosa para as sementes que permaneceram sob armazenamento em ambiente não controlado (Figura 15B).



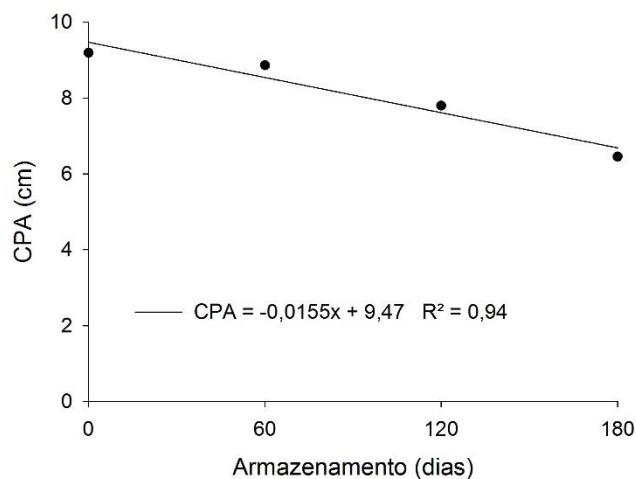
**Figura 15.** Teste de frio (A) e emergência em canteiro (B) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Foi verificado, para o teste de frio, efeito principal de condição da semente, sendo maior a porcentagem de plântulas normais obtidas a partir de sementes não tratadas quimicamente (Tabela 21). Para o comprimento de parte aérea foi observado apenas efeito do período de armazenamento, que apresentou redução linear, apresentando, aos 180 dias de armazenamento, comprimento de parte aérea 70% menor em comparação ao verificado no tempo zero de armazenamento (Figura 16).

**Tabela 21.** Teste de frio (TF) de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em diferentes condições.

Condição da semente	TF (%)
T	68 B <sup>1</sup>
NT	73 A
DMS	4,89

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).



**Figura 16.** Comprimento de parte aérea de plântulas oriundas de sementes de soja, cultivar NS 6006 IPRO, com e sem tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em diferentes condições.

#### 4.2.2. Cultivar NA 5909 RG

As interações entre os fatores condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e período de armazenamento (PA) das variáveis analisadas para a cultivar NA 5909 RG, no segundo período de experimentos, estão

apresentadas na Tabela 22, sendo observada interação tripla apenas para germinação e comprimento de parte aérea de plântulas.

A interação entre os fatores condição da semente (CS) e condição de armazenamento (CA) foi significativa apenas para comprimento de raiz de plântulas. Interação entre condição da semente (CS) e período de armazenamento (PA) mostrou significância somente para primeira contagem de germinação. Houve interação entre condição de armazenamento (CA) e período de armazenamento (PA) para primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, comprimento de raiz, massa seca total e emergência de plântulas em canteiro (Tabela 22).

**Tabela 22.** Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, em função da condição da semente (CS), condição de armazenamento (CA) e períodos de armazenamento (PA).

Fonte de variação	GL	PCG	G	EA	TF	CPA	CR	MST	EC
CS	1	ns							
CA	1	*	*	*	*	*	*	*	*
CS x CA	1	ns	*	ns	ns	*	*	ns	ns
Resíduo A	28	-	-	-	-	-	-	-	-
PA	3	*	*	*	*	*	*	*	*
CS x PA	3	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
CA x PA	3	*	*	*	*	*	*	*	*
CS x CA x PA	3	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
Resíduo B	84	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	7,22	4,67	6,47	6,12	8,17	8,81	11,6	8,02

\* ou ns = significativo ou não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Considerando o efeito do fator condição da semente, para a variável germinação, observou-se diferença significativa apenas aos 180 dias para a condição de armazenamento em ambiente não controlado, em que as sementes quimicamente tratadas apresentaram maior porcentagem de plântulas normais (Tabela 23). Ao comparar o efeito da condição de armazenamento, aos 180 dias, para as sementes tratadas, e aos 60 e 180 dias, para as sementes não tratadas, foi observada diferença, tendo a condição de ambiente controlado promovido maior porcentagem de plântulas

normais, em comparação com as sementes que ficaram armazenadas em ambiente não controlado (Tabela 23).

Avaliando-se a condição da semente (CS) para a variável comprimento de parte aérea das plântulas, verificou-se diferença no dia zero de armazenamento, no ambiente controlado, e zero e 180 dias, para ambiente não controlado, de modo que as sementes tratadas desenvolveram plântulas com maior parte aérea (Tabela 23). Para o efeito condição de armazenamento, foi observada diferença apenas aos 180 dias, para sementes tratadas e não tratadas, tendo o armazenamento de sementes em ambiente controlado contribuído para a formação de plântulas com maior parte aérea, em comparação com a condição de ambiente não controlado (Tabela 23).

**Tabela 23.** Germinação (G) e comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

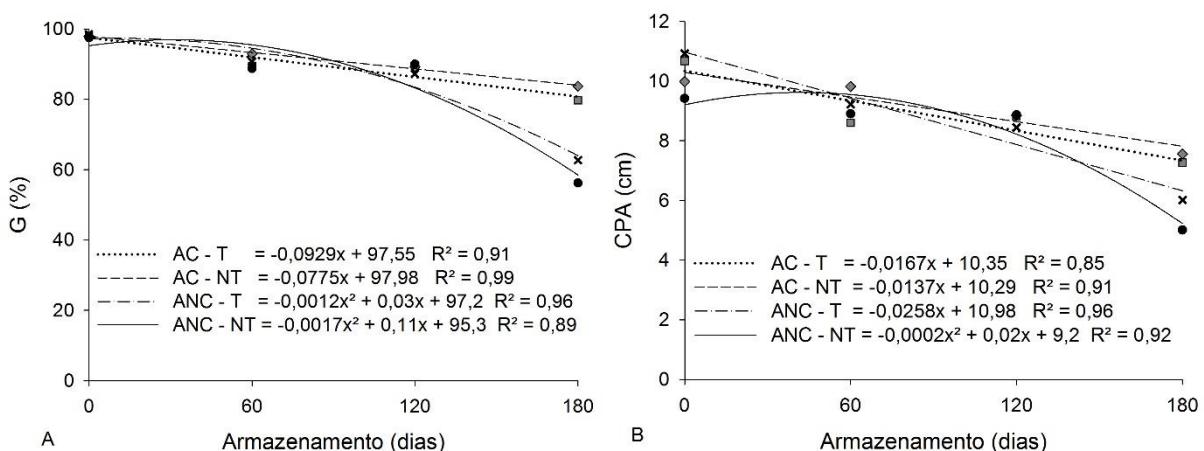
Período de armazenamento (dias)	Condição da semente	G (%)		CPA (cm)	
		Condição de armazenamento			
		AC	ANC	AC	ANC
0	T	98 aA <sup>1</sup>	99 aA	10,9 aA	10,8 aA
	NT	98 aA	98 aA	10,0 aB	9,4 aB
60	T	90 aA	91 aA	8,8 aA	9,2 aA
	NT	93 aA	89 bA	9,5 aA	8,9 aA
120	T	89 aA	87 aA	8,8 aA	8,4 aA
	NT	89 aA	90 aA	8,9 aA	8,9 aA
180	T	80 aA	63 bA	7,3 aA	6,0 bA
	NT	84 aA	56 bB	7,6 aA	5,0 bB
DMS		4,03		0,70	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, e maiúscula na coluna, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

As sementes armazenadas em ambiente controlado, tratadas ou não quimicamente, apresentaram tendência linear decrescente da germinação de cerca de 5,5 e 4,6 pontos percentuais para cada 60 dias de armazenamento, respectivamente. Entretanto, as sementes que foram armazenadas em ambiente não controlado responderam de forma quadrática, mantendo-se a germinação estável até aproximadamente 90 dias e, após, rápida redução até 180 dias de armazenamento,

apresentando germinação 34 e 37% menor, em comparação com a época zero, para as sementes tratadas e não tratadas, respectivamente (Figura 17A).

Houve redução linear no comprimento de parte aérea das plântulas, na ordem de 1,0; 0,8 e 1,5 cm para cada 60 dias de armazenamento, para as sementes mantidas em ambiente controlado (AC) e tratadas (T), ambiente controlado (AC) e não tratadas (NT) e ambiente não controlado (ANC) e tratadas (T), respectivamente, enquanto que na condição de ambiente não controlado (ANC) e com sementes não tratadas (NT), foi observado comportamento quadrático, de modo que o comprimento da parte aérea das plântulas permaneceu estável até aproximadamente 120 dias e, posteriormente, reduziu-se (Figura 17B).



**Figura 17.** Germinação (A) e comprimento de parte aérea (B) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Analizando o efeito da condição da semente em cada condição de armazenamento, para comprimento de raiz, verificou-se que as sementes armazenadas em ambiente controlado não diferiram quanto ao tratamento químico ou não de sementes. Em contrapartida, as sementes tratadas apresentaram melhor desempenho ao serem armazenadas em ambiente não controlado (Tabela 24).

No que tange a condição de armazenamento (Tabela 24), para o comprimento de raiz, as sementes armazenadas em ambiente controlado apresentaram comprimento radicular significativamente superior, tanto para as sementes tratadas (T) quanto para as sementes não tratadas (NT).

**Tabela 24.** Comprimento de raiz (CR) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Condição da semente	CR (cm)	
	AC	ANC
T	15,7 aA <sup>1</sup>	15,0 bA
NT	15,9 aA	14,0 bB
DMS	0,66	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra, minúscula na linha e maiúscula coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

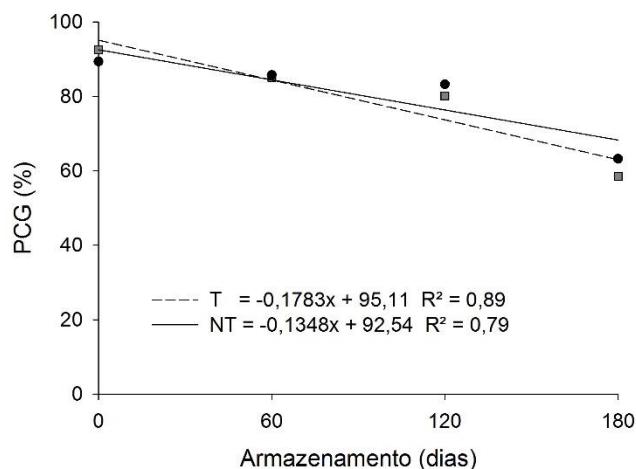
De acordo com a condição da semente, em cada período de armazenamento, constatou-se, para a variável primeira contagem de germinação, que, até 120 dias de armazenamento, não houve diferença significativa, porém, aos 180 dias, as sementes que não receberam o tratamento químico germinaram mais rapidamente em comparação com as sementes tratadas (Tabela 25).

**Tabela 25.** Primeira contagem de germinação (PCG) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento.

Período de armazenamento (dias)	PCG (%)	
	T	NT
0	93 a <sup>1</sup>	89 a
60	85 a	86 a
120	80 a	83 a
180	58 b	63 a
DMS	4,03	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Independentemente da condição da semente, houve redução linear para a primeira contagem de germinação, com o aumento do período de armazenamento (Figura 18). Entretanto, esta redução foi mais acentuada para as sementes tratadas (T) quimicamente, com 5,3 pontos percentuais para cada 30 dias, comparativamente às sementes não tratadas (NT), com redução de aproximadamente 4,0 pontos percentuais para cada 30 dias de armazenamento.



**Figura 18.** Primeira contagem de germinação de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, com (T) ou sem (NT) tratamento de sementes, submetidas a períodos de armazenamento.

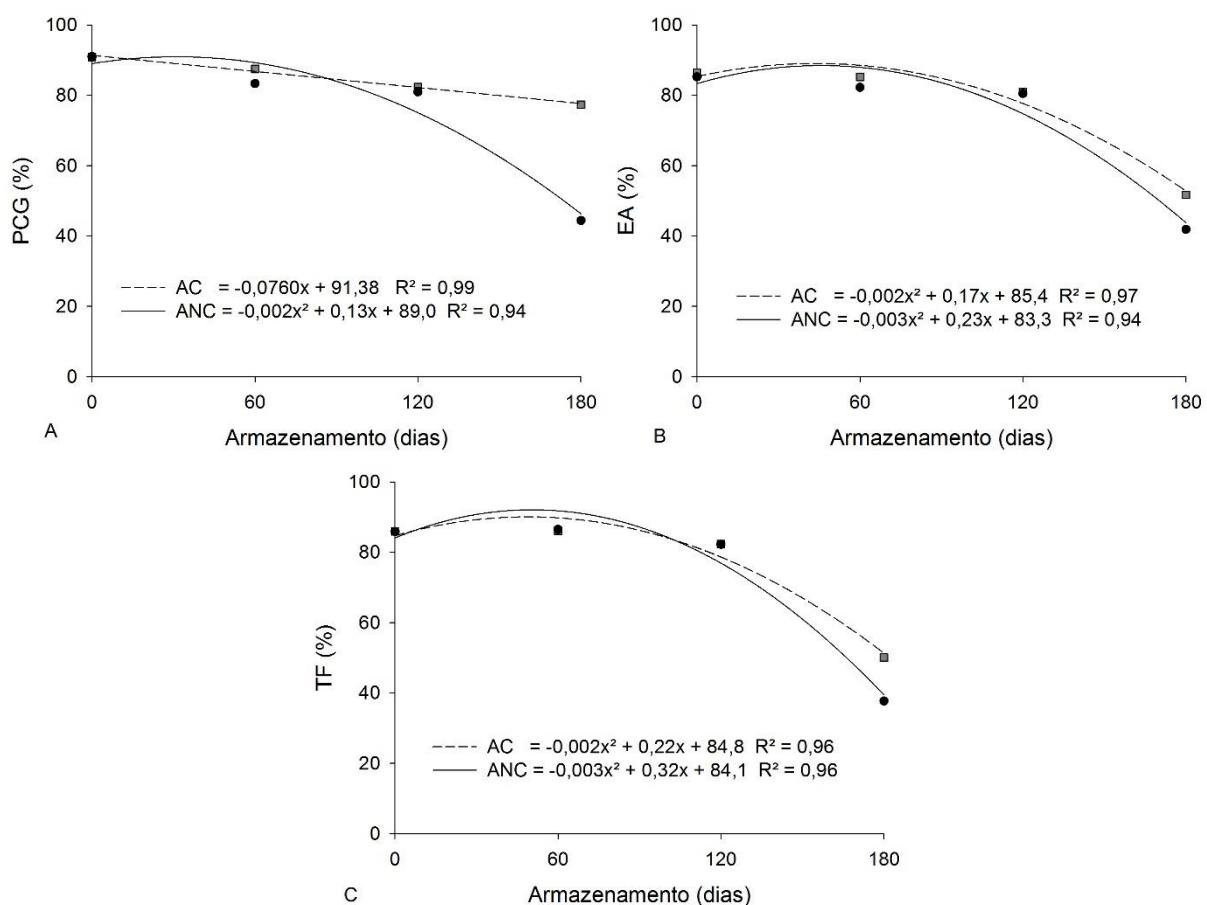
Para o efeito da condição de armazenamento, em cada época, para as variáveis primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e teste de frio, observou-se que, de maneira geral, não houve diferença significativa com relação ao vigor, ao serem armazenadas em ambas as condições até 120 dias, exceto para primeira contagem da germinação, nas sementes mantidas em ambiente não controlado, aos 60 dias. Entretanto, aos 180 dias, observou-se maior expressão do vigor das sementes que permaneceram armazenadas em ambiente controlado (Tabela 26).

**Tabela 26.** Primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA) e teste de frio (TF) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Período de armazenamento (dias)	PCG (%)		EA (%)		TF (%)	
	Condição de armazenamento					
	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC
0	91 a <sup>1</sup>	91 a	87 a	85 a	86 a	86 a
60	88 a	83 b	85 a	82 a	86 a	87 a
120	82 a	81 a	81 a	81 a	82 a	82 a
180	77 a	44 b	52 a	42 b	50 a	38 b
DMS	4,03		3,37		3,20	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Ao avaliar o comportamento das variáveis ao longo do armazenamento, foi observado que as sementes armazenadas em ambiente controlado sofreram decréscimo da primeira contagem de germinação de maneira linear, na proporção de 2,28 pontos percentuais para cada 30 dias de armazenamento, enquanto que as sementes armazenadas em ambiente não controlado apresentaram tendência expressa por uma função quadrática, com estabilização até aproximadamente 60 dias e posterior declínio, atingindo, aos 180 dias, resultado aproximadamente 39% menor do que o verificado para as sementes mantidas em ambiente controlado (Figura 19A).



**Figura 19.** Primeira contagem de germinação (A), envelhecimento acelerado (B) e teste de frio (C) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

O envelhecimento acelerado e o teste de frio apresentaram resultados semelhantes, com comportamento quadrático, tendendo à estabilidade do vigor das sementes, tanto armazenadas em ambiente não controlado quanto em ambiente controlado, até aproximadamente 60 dias e após, acentuada redução (Figura 19B e

19C). Para o envelhecimento acelerado, as sementes apresentaram, aos 180 dias, porcentagem de plântulas normais, após o teste, quase 35 e 43 pontos percentuais a menos que para a avaliação efetuada na época zero, para sementes armazenadas em ambiente controlado e não controlado, respectivamente (Figura 19B). Ainda, no teste de frio, na avaliação realizada aos 180 dias, foram obtidos resultados em torno de 36 e 48 pontos percentuais menores do que os encontrados no período zero de armazenamento (Figura 19C), para as sementes mantidas em ambiente controlado e não controlado, respectivamente.

Para o comprimento de raiz, aos 60 dias de armazenamento, verificou-se plântulas com maior comprimento radicular proveniente das sementes armazenadas em ambiente não controlado, enquanto que nas avaliações realizadas aos 120 e 180 dias, as sementes armazenadas em ambiente controlado geraram plântulas com maior comprimento radicular comparativamente às sementes mantidas em ambiente não controlado (Tabela 27).

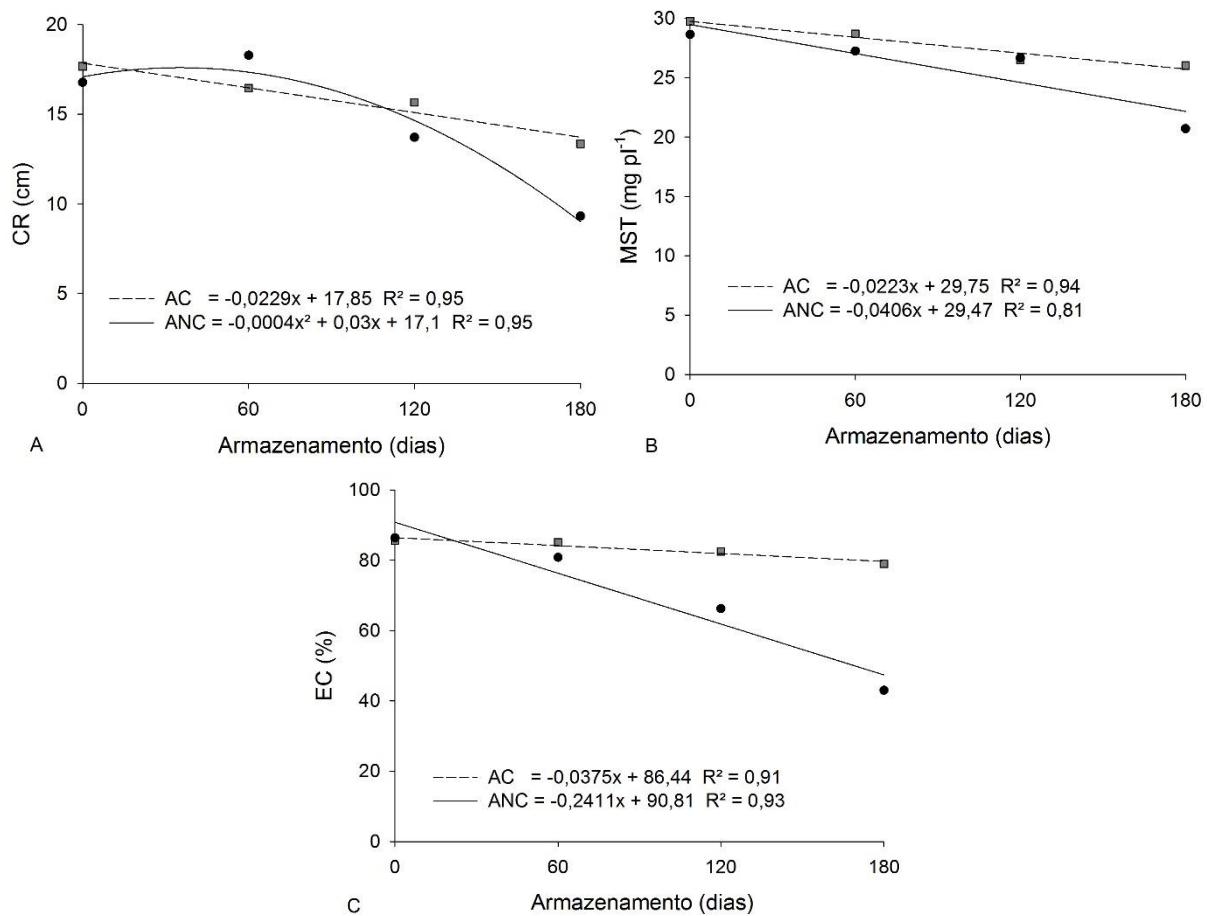
Na massa seca total de plântulas, observou-se diferença apenas na avaliação efetuada nos 180 dias de armazenamento, sendo o armazenamento com ambiente controlado superior ao armazenamento em ambiente não controlado (Tabela 27). Porém, para a emergência de plântulas em canteiro, a partir de 60 dias de armazenamento já foi possível verificar diferença entre os dois tipos de ambiente de armazenamento, pois as sementes mantidas em ambiente controlado apresentaram maior vigor do que as sementes mantidas em ambiente não controlado (Tabela 27).

**Tabela 27.** Comprimento de raiz (CR), massa seca total de plântulas (MST) e emergência em canteiro (EC) de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

Período de armazenamento (dias)	CR (cm)		MST (mg pl <sup>-1</sup> )		EC (%)	
	Condição de armazenamento					
	AC	ANC	AC	ANC	AC	ANC
0	17,7 a <sup>1</sup>	16,8 a	29,75 a	28,64 a	86 a	86 a
60	16,5 b	18,3 a	28,69 a	27,25 a	85 a	80 b
120	15,7 a	13,7 b	26,49 a	26,68 a	83 a	66 b
180	13,3 a	9,3 b	26,02 a	20,71 b	79 a	43 b
DMS	0,94		2,18		4,28	

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, em cada variável resposta, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Avaliando-se a tendência das variáveis ao longo do armazenamento, pode-se verificar que, para o comprimento de raiz, houve redução linear de aproximadamente 1,4 cm para cada 60 dias de armazenamento, nas plântulas oriundas de sementes armazenadas em ambiente controlado. Todavia, para as sementes que ficaram armazenadas em ambiente não controlado, observou-se tendência quadrática com manutenção do comprimento radicular até próximo dos 60 dias de armazenamento com posterior redução, atingindo, aos 180 dias, comprimento 31% menor do que o verificado para as sementes armazenadas em ambiente controlado, no mesmo período (Figura 20A).



**Figura 20.** Comprimento de raiz (A), massa seca total de plântulas (B) e emergência em canteiro (C) de plântulas obtidas de sementes de soja, cultivar NA 5909 RG, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente controlado (AC) e não controlado (ANC).

A massa seca total de plântulas reduziu-se linearmente, na ordem de 1,3 e 2,4 mg pl<sup>-1</sup> para cada 60 dias de armazenamento, para as sementes mantidas em ambiente controlado e não controlado, respectivamente. A diferença encontrada na massa seca de plântulas, avaliada aos 180 dias de armazenamento em comparação com a efetuada na época zero, foi de quase 14 e 25% menos, para ambiente controlado e não controlado, respectivamente (Figura 20B).

O percentual de plântulas emergidas tendeu a decrescer linearmente, independentemente da condição de armazenamento, porém, verificou-se que a redução do vigor das sementes mantidas em ambiente controlado foi de 1,1 pontos percentuais para cada 30 dias de armazenamento, enquanto que nas sementes mantidas em condição ambiental não controlada a diminuição do vigor constituiu de aproximadamente 7,2 pontos percentuais para cada 30 dias de armazenamento. Decorrido 180 dias de armazenamento, a diferença quanto à emergência entre as duas condições de armazenamento foi de quase 41% (Figura 20C).

Para o estudo dois, conduzido no segundo período com lotes das cultivares NS 6006 IPRO e NA 5909 RG, em uma análise conjunta dos dados, a condição da semente (T ou NT), não foi determinante para manutenção ou redução da qualidade das sementes, embora, para algumas variáveis, tenha sido verificado que as sementes tratadas e armazenadas apresentaram decréscimo mais acentuado na qualidade do que as sementes não tratadas.

Para o período de armazenamento, observou-se que a partir de aproximadamente 100 dias, independentemente da condição da semente (T ou NT), as condições de ambiente foram determinantes para manutenção da sua qualidade, constatando-se a superioridade dos resultados obtidos para sementes armazenadas em condição controlada (T= 15 °C e UR= 45%).

Em geral, os lotes das cultivares NS 6006 IPRO e NA 5909 RG demonstraram redução da germinação no decorrer do armazenamento, tanto para sementes tratadas quanto para não tratadas. Porém, o vigor das sementes de ambas as cultivares, que inicialmente apresentou similaridade, não foi afetado negativamente, conforme constatado pelos testes de envelhecimento acelerado, frio e emergência de plântulas em canteiro. Cabe ressaltar que o tratamento químico das sementes com fungicidas e/ou inseticidas, antes do armazenamento, pode favorecer a manutenção da qualidade fisiológica e o aumento da longevidade das sementes.

Entretanto, tem sido evidenciado que alguns produtos, quando aplicados isoladamente ou em combinação, podem, em determinadas situações, ocasionar redução na qualidade fisiológica das sementes, devido ao efeito de fitotoxicidade (PEREIRA et al., 2011). Além disso, o tratamento de sementes pode provocar alterações degenerativas no metabolismo, bem como desencadear processo de desestruturação das membranas celulares das sementes, provocando redução da qualidade fisiológica (PICCININ et al., 2013). Ainda, a qualidade das sementes tratadas e armazenadas pode ser influenciada pelo produto químico empregado no tratamento das mesmas e, também, é da cultivar utilizada (TONIN et al., 2014).

Avaliando o comportamento de sementes de soja tratadas com fungicidas e armazenadas durante seis meses, Marcos Filho e Souza (1983) concluíram que o tratamento das sementes antes do armazenamento favorece a manutenção do vigor das sementes. No entanto, Cardoso et al. (2004) e Krohn e Malavasi (2004) relatam que sementes tratadas e armazenadas apresentam melhor desempenho nos períodos iniciais de armazenamento e, após quatro meses, apresentam redução da qualidade fisiológica, provavelmente devido ao efeito fitotóxico do tratamento químico. Entretanto, Grohs et al. (2012) observaram que a germinação de arroz com tiametoxam foi 50% maior que a testemunha. Binsfeld et al. (2014) estudando tratamento de sementes de soja com tiametoxam, verificaram que houve desempenho superior na germinação com o uso do tratamento químico. Da mesma forma, o tratamento de sementes de arroz, cv. Puitá, com tiametoxam, durante o armazenamento, reduziu a taxa de diminuição de germinação e vigor, comparativamente às sementes não tratadas (BORGES et al., 2014).

Testando o efeito do tratamento de sementes de milho com tiametoxam, armazenadas por 180 dias em diferentes condições, Rosa et al. (2012) verificaram que, ao longo do armazenamento, o vigor das sementes de milho tratadas com tiametoxam é influenciado negativamente e que a qualidade fisiológica das sementes é dependente do genótipo. Igualmente, o tratamento de sementes de soja com inseticidas fipronil e tiametoxam prejudicou a qualidade fisiológica, submetidas ao armazenamento por 180 dias (PICCININ et al., 2013). O tratamento de sementes de milho com tiametoxam apresentaram redução do vigor após 30 dias de armazenamento (TARUMOTO et al., 2010). Todavia, o tratamento de sementes de soja com fungicida carbendazin + thiram e inseticida imidacloprid + tiocarbe não

prejudicou a qualidade fisiológica das sementes ao longo do período de armazenamento (CONCEIÇÃO, 2013).

Com relação à germinação, em ambiente controlado, foi observada redução, para as sementes das duas cultivares, porém de forma menos expressiva comparativamente à condição de armazenamento em ambiente não controlado, no período de 180 dias. Verificou-se, contudo, que, embora a germinação inicial das sementes da cultivar NA 5909 RG tenha apresentado resultado superior ao das sementes da cultivar NS 6006 IPRO, a germinação da cultivar NA 5909 RG tendeu ao decréscimo de maneira mais acintosa, em comparação à cultivar NS 6006 IPRO, durante o transcorrer do armazenamento.

No que se refere ao vigor das sementes de soja, houve decréscimo ao longo do armazenamento, independentemente do controle das condições, para os lotes das duas cultivares. Entretanto, salienta-se que, para a condição de ambiente controlado, a diminuição do vigor das sementes da cultivar NA 5909 RG ocorreu de forma mais drástica, comparativamente à cultivar NS 6006 IPRO, verificado pelos testes de envelhecimento acelerado, frio e emergência de plântulas em canteiro. Esses resultados devem-se possivelmente às diferenças entre os materiais genéticos, como descrito pelos autores Aguero et al. (1997) e Vieira et al. (1998), em que a qualidade fisiológica comportou-se diferentemente em relação à cultivar, para uma mesma condição de armazenamento.

Ressalta-se ainda que o armazenamento em condições controladas promoveu menor redução do vigor comparativamente à condição de armazenamento não controlado, possivelmente devido ao incremento da umidade das sementes, de 12% para aproximadamente 15%, nesta condição, promovida pela alta umidade relativa do ar, encontrada na cidade de Pelotas. No entanto, as sementes mantidas em ambiente controlado ( $T= 15^{\circ}\text{C}$  e  $UR= 45\%$ ) sofreram redução de umidade de 12% para próximo a 8%, transcorridos 180 dias de armazenamento, o que possivelmente promoveu menor deterioração das sementes de soja.

O aumento da temperatura e umidade relativa do ar pode provocar incremento da deterioração devido à elevação da taxa de respiração, consumo de reservas e, por consequência, redução da qualidade fisiológica das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). O período de armazenamento das sementes sem reduções consideráveis de qualidade fisiológica dobra para cada ponto percentual de redução no grau de umidade das sementes e/ou para cada  $5,5^{\circ}\text{C}$  de redução na temperatura

de armazenamento (BAUDET e VILLELA, 2012). Conforme Demito e Afonso (2009), a manutenção da qualidade fisiológica pode ser obtida através do resfriamento das sementes, sendo, de acordo com os autores, uma técnica economicamente viável e eficaz.

Trabalhando com resfriamento artificial de sementes de soja armazenadas a granel, em silo, Porto (2004) concluiu que as sementes de soja resfriadas mantiveram a qualidade fisiológica por até oito meses. Forti et al. (2010) observaram, pelos testes de germinação e vigor, que o ambiente de armazenamento não controlado ocasionou maior redução do potencial fisiológico das sementes de soja, em comparação com a câmara fria. No entanto, conforme relatam Cunha et al. (2009), a deterioração pode intensificar-se com o prolongamento do período de armazenamento, mesmo em ambiente refrigerado.

Sementes de soja perdem sua viabilidade após 120 dias de armazenamento em condições tropicais simuladas em câmara a 25 °C e 85% de umidade relativa (ESTEVÃO e POSSAMAI, 2002), mas o resfriamento artificial manteve a qualidade fisiológica de sementes de milho e soja durante o armazenamento (CARVALHO e SILVA, 1994). Sementes de soja resfriadas artificialmente (12 a 15 °C) mantiveram a germinação durante o armazenamento por 140 dias, conforme descrito por Demito e Afonso (2009), atendendo ao padrão comercial, em razão das melhores condições de armazenagem, justificadas pelos menores valores de temperatura durante o período de conservação. Avaliando a qualidade fisiológica das sementes de soja ao longo do armazenamento durante 180 dias com diferentes teores de água e em duas condições de temperatura, Smaniotto et al. (2014) verificaram que o ambiente climatizado (20 °C) proporciona melhores resultados em todas as características estudadas.

## **5. Considerações finais**

Numa análise conjunta, considerando as cultivares e os lotes, sementes de soja quimicamente tratadas podem ser armazenadas em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar por até 120 dias, sem prejuízo substancial da sua qualidade fisiológica. Todavia, em condições ambientais de umidade relativa do ar média superior a 80% e temperatura ambiental média acima de 20 °C, sementes de soja submetidas ao tratamento químico com fungicidas e/ou inseticidas podem ser mantidas por até 60 dias.

De maneira geral, o tratamento químico de sementes de soja potencialmente promove redução da qualidade fisiológica durante o armazenamento, de modo mais acentuado em comparação às sementes não tratadas, independentemente da condição de armazenamento.

As condições de baixas temperatura e umidade relativa do ar são fatores determinantes para manutenção da germinação e vigor das sementes de soja. O armazenamento de sementes de soja em ambiente mantido à ambiente controlado de 15 °C e umidade relativa do ar de 45% proporciona preservação da qualidade fisiológica por, no mínimo, 180 dias, sendo o decréscimo da qualidade de sementes menos acentuado comparativamente às sementes armazenadas em condições não controladas. Na cidade de Pelotas, em condições ambientais, a qualidade fisiológica de sementes de soja apresenta redução acentuada a partir dos 90 dias de armazenamento.

Nas condições ambientais da região de Pelotas – RS, em razão da elevada umidade relativa do ar média (acima de 80%), a umidade de sementes de soja, inicialmente com 12%, pode incrementar-se para 15%, num período de até 120 dias, conforme a temperatura ambiente, podendo ocasionar marcante decréscimo da qualidade fisiológica.

No que se refere ao vigor das sementes de soja, constata-se redução tanto em condições controladas, quanto em condições não controladas de armazenamento, evidenciando que o processo de deterioração de sementes é progressivo e inevitável. Entretanto, é possível destacar que quanto menor a qualidade fisiológica inicial da semente, mais acentuado é o decréscimo do vigor, no transcurso do período de armazenamento, relativamente às sementes de maior qualidade fisiológica.

A preservação da qualidade fisiológica de sementes de elevada qualidade é fundamental para o adequado estabelecimento inicial de plantas no campo. O armazenamento empregando adequadas condições ambientais é preponderante para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

## Referências

- AGUERO, J. A. P.; VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.254-259, 1997.
- ALMEIDA, F. A. C.; JERÔNIMO, E. S.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P.; SILVA, A. S. Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.2, p.189-202, 2010.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 2009. 105p. (Contribuition, 32).
- AVELAR, S. A. G.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUDWIG, M. P.; RIGO, G. A.; CRIZEL, R. L.; OLIVEIRA, S. Storage of soybean seed treated with fungicide, insecticide and micronutrient and coated with liquid and powered polymer. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1719-1725, 2011.
- AZEVEDO, M. R. Q. A; GOUVEIA J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola. Ambiental**, v.7, n.3, p.519-524, 2003.
- BARROS, R. G.; BARRIGOSSI, J. A. F.; COSTA, J. L. S. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. **Bragantia**, v.64, n.3, p.459-465, 2005.
- BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. p. 366-415.
- BAUDET, L. M. L.; VILLELA, F. A. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3ed. 573p. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2012.
- BAUDET, L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. **Seed news**, Pelotas, v.8, n.1, p.20-23. 2004.

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A. A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.60-67, 2007.

BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.1, p.88-94, 2014.

BONNER, F.T. Seed biology. In: BONNER F. T.; KARRFALT, R. P. **The Woody Plant Seed Manual**. USDA, Agriculture Handbook, 2008, 727p.

BORGES, C. T.; ALMEIDA, A. S.; JAUER, A.; TUNES, L. M.; MENEGHELLO, G. E. Efeito do tiametoxam na qualidade fisiológica de sementes de arroz submetido a armazenamento. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19, p.882-889, 2014.

BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. **Documentos 187**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28p.

BRASIL. **Instrução Normativa n. 09, de 02 de junho de 2005**. Disponível em: <<http://abrasem.com.br/legislacao>>. Acesso em 18 dez. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS. 2009, 395p.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. de A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de Tabebuia aurea (mансо) Benth. & hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botânica Brasílica**, v.17, n.4, p.609-617, 2003.

CARDOSO, P. C.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUCCA-FILHO, O. A. Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.15-23, 2004.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. DA S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p.272-278, 2012.

CARVALHO, M. L. M.; SILVA, W. R. Refrigeração e qualidade de sementes de milho armazenadas em pilhas com diferentes embalagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1319-1332, 1994.

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CÍCERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, terceiro levantamento, dezembro 2016 / Companhia Nacional de Abastecimento.** – v.4 - Safra 2016/17, n. 3 - Brasília: Conab, 2016.
- CONCEIÇÃO, G. M. **Tratamento químico de sementes de soja: qualidade fisiológica, sanitária e potencial de armazenamento.** 2013, 53f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013
- COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology.** 4ed. New York: Chapman & Hall, 2001. 467p.
- CRUZ, I.; OLIVEIRA, L. J.; SANTOS, J. P. Efeito de diversos inseticidas no controle da lagarta-elasma, *Elasmopalpus lignosellus*, em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.22, p.1293-1301, 1983.
- CUNHA, J. P. A. R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C. M.; MION, R. L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1420-1425, 2009.
- DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.131-139, 2010.
- DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; PICCININ, G. G.; RICCI, T. T.; ORTIZ, A. H. T. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, v.25, n.1, p.45-51, 2012.
- DELOUCHE, J. C.; Desempenho da Semente. **Seed News**, v.9, n.1, p.38, 2005.
- DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**, v.17, n.1, p.7-14, 2009.

DORNBOS Jr, D. L. Production environment and seed quality. In: BASRA, A. S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications.** New York: Food Products Press, 1995. p.119-152.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados meteorológicos de Pelotas em tempo real.** 2016. Embrapa Clima Temperado. Disponível em: < [http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current\\_Monitor.htm](http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current_Monitor.htm)>. Acesso em: 24 fev. 2016.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Niña”.** Londrina: Embrapa Soja. Circular Técnica, p.6, 2010.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil,** 2005. Londrina, PR: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste; Fundação Meridional, 2004. 239p. Disponível em: <[http://www.cnpsso.embrapa.br/download/publicacao/central\\_2005.pdf](http://www.cnpsso.embrapa.br/download/publicacao/central_2005.pdf)>. Acesso em 18 dez. 2016.

ESTEVÃO, C. P.; POSSAMAI, E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes ambientes. **Scientia Agraria**, v.3, n.1, p.113-132, 2002.

FESSEL, S. A.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V.; VIEIRA, R. D. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.25-28, 2003.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por ‘umidade’ e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG 113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.123-133, 2010.

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

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, v.20, n.1-2, p.37-38, 2010.

FREIRE, E. C. **Algodão no cerrado do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA, 2007. 918p.

GRISI, P. U.; SANTOS, C. M. Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol. **Horizonte Científico**, v.1, n.7, p.1-14, 2007.

GRISI, P. U.; SANTOS, C. M.; FERNANDES, J. J.; JÚNIOR, A. S. Qualidade de sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **Bioscience Journal**, v.25, n.4, p.28-36, 2009.

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; FORMENTINI, T. C.; OLIVEIRA, M. L. Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.6, p.776-783, 2012.

GRUTZMACHER, A. D. Tratamento de sementes de soja também com inseticida. **Seed News**, v.11, n.3, p.8-10, 2007.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2. ed. Embrapa Soja. Documentos, 264: Embrapa Soja, 2005. 52p..

HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LORINI, I. **Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Niña”**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 8p. (Circular técnica, 82).

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Storage. In: VOZZO, J. A. **Tropical tree seed manual**. USDA, Forest Service's, Reforestation, Nurseries & Genetics Resources, 2003. 874p.

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

KROHN, N. G.; MALAVASI, M. M. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas durante e após o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.91-97, 2004.

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

KRÜGER, F. O.; GUILHERME, L. R. G.; FRANCO, D. F.; COSTA, C. J.; SILVA, M. G. The effect of a fungicide treatment on the physiological potential of rice seeds after storage. **Científica**, v.44, n.2, p.239-244, 2016.

KUNKUR, V.; HUNJE, R.; PATIL, N. K. B.; VYAKARNHAL, B. S. Effect of Seed Coating with Polymer, Fungicide and Insecticide on Seed Quality in Cotton During Storage. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v.20, n.1, p.137-139, 2007.

LUCCA FILHO, O. A. Patologia de Sementes. In.: PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e Tecnológicos**, 2.Ed., Pelotas, p.259-329, 2006.

LUDWIG, M. P.; LUCCA FILHO, O. A.; BAUDET, L.; DUTRA, L. M. C.; AVELAR, S. A. G.; CRIZE, R. L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.395-406, 2011.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Soja**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em 18 dez. 2016.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Editora: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes - ABRATES, Londrina, PR, 2015. 659p.

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, v.23, n.1, p.21-24, 2013.

MARCOS-FILHO, J.; SOUZA, F. H. D. Conservação de sementes de soja tratadas com fungicidas. **Anais... Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.40, p.181-201, 1983.

MARINO, R. H.; MESQUITA, J. B. Micoflora de sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.3, p.252-256, 2009.

- MENTEN, J. O. M. Tratamento de sementes. In: SOAVE, J; OLIVEIRA, M. R. M.; MENTEN, J. O. M. (eds.). Tratamento químico de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATHOLOGIA DE SEMENTES, 4, Gramado, 1996. **Anais**, Campinas: Fundação Cargill, 1996. p.3-23.
- MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: Histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo Abrates**, Londrina, v.20, n.3. 2010.
- MIELEZRSKI, F.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; PANZZO, L. E.; PESKE, F. B.; CARVALHO, R. R. Desempenho individual e de populações de plantas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.86-94, 2008.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Cap. 2, p. 9-13. 1999.
- NASCIMENTO, W. M. O.; OLIVEIRA, B. J.; FAGIOLI, M.; SADER, R. Fitotoxicidade do inseticida carbofuran 350 FMC na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.242-245, 1996.
- NUNES, J. C. **Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório**. Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. 2005. 16p.
- NUNES, J. C.; BAUDET, L. Tratamento de sementes industrial. **Revista Cultivar**, Caderno Técnico, Dezembro 2011.
- PEREIRA, C. E.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, G. E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência Agrotécnica**, v.35, n.1, p.158-164, 2011.
- PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E.; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, G. E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.656-665, 2007.
- PEREZ-GARCIA, F.; GONZALEZ-BENITO M. E. Seed germination of five *Helianthemum* species: Effect of temperature and presowing treatments, **Journal of Arid Environments**, v.65, n.1, p.688-693, 2006.

PICCININ, G. G.; BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M.; BAZO, G. L.; LIMA, L. H. S. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas. **Ambiência**, v.9, n.2, p.289-298, 2013.

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

R CORE TEAM. **R - A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2016. Disponível em: <<http://r-project.org>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

ROSA, K. C.; MENEGHELLO, G. E.; QUEIROZ, E. S.; VILLELA, F. A. Armazenamento de sementes de milho híbrido tratadas com tiame toxam. **Informativo Abrates**, v.22, n.3, p.60-65, 2012.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.28-35, 2003.

SANTOS, C. M. R; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1 p. 110-119, 2005.

SEDIYAMA, T. (ED) **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina, PR: Editora Mecenas, 314 p. 2009.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.4, p.446-456, 2014.

TARUMOTO, M. B.; VAZQUEZ, G. H.; ARF, O.; SÁ, M. E. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com inseticidas e armazenadas em duas condições de ambiente. **Anais...** XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom, p.3698-3705, 2010.

TAVARES, L. C.; MENDONÇA, A. O.; ZANATTA, Z. C. N.; BRUNES, A. P.; VILLELA, F. A. Efeito de fungicidas e inseticidas via tratamento de sementes sobre o

desenvolvimento inicial da soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p.1400-1409, 2014.

TILMMANN, M. A. A.; MENEZES, N. L. Análise de Sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3ed. 573p. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2012.

TONIN, R. F. B.; LUCCA FILHO, O. A.; BAUDET, L. M. L.; ROSSETO, M. Potencial fisiológico de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas e armazenadas em duas condições de ambiente. **Scientia Agropecuaria**, v.5, n.1, p.07-16, 2014.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/wasde/wasde-12-09-2016.pdf>>. Acesso em : 18 de Dezembro de 2016.

VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; PEQUENO, P. L. L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M. G. **Técnicas de produção de sementes florestais**. Porto Velho: Embrapa, CT 205, p.1-4, 2001.

VIEIRA, B. G. T. L. **Alterações histológicas e bioquímicas e potencial fisiológico de sementes de soja**. 2009. 54f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31-47.

VIEIRA, R. D.; MINOHARA, L.; PANOBIANCO, M.; BERGAMASCHI, M. C. M.; MAURO, A. O. Comportamento de cultivares de soja quanto à qualidade fisiológica de sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.2, p.123-130, 1998.

ZAMBON, S. Aspectos importantes do Tratamento de Sementes. Associação Brasileira dos Produtores de Sementes e Mudas, **Anuário 2013**, p.24-25, 2013.

ZORATO, M. F.; HENNING, A. A. Influência de tratamentos fungicidas antecipados, aplicados em diferentes épocas de armazenamento, sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.236-244, 2001.